



ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В МАШИНОСТРОЕНИИ



**Серия: Технология, оборудование
и автоматизация
машиностроительных производств**

Редакционная коллегия:

*Член-корреспондент РАН Ю.М. Соломенцев –
председатель*

*профессор А.Г. Схиртладзе –
зам. председателя*

профессор В.В. Бушуев

профессор Н.В. Волков

профессор В.А. Гречишников

профессор А.А. Кутин

профессор В.Г. Митрофанов

профессор В.Л. Сосонкин

Н.М. Тищенко

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Под редакцией члена-корреспондента РАН
Ю.М. Соломенцева

*Допущено Министерством образования
Российской Федерации
в качестве учебного пособия
для студентов учреждений
среднего профессионального образования,
обучающихся по специальностям
технического профиля*



Москва
«Высшая школа» 2002

УДК 621
ББК 34.4
Б 40

**Авторы: В.Г. Еремич, В.В. Сафронов, А.Г. Схиртладзе,
Г.А. Харламов**

Рецензенты:

кафедра «Безопасность жизнедеятельности» Брянского государственного технического университета (зав. кафедрой д-р техн. наук,
проф. *А.В. Тонкай*), инж. *Г.П. Жилин*

**Безопасность жизнедеятельности в машиностроении: Учеб.
Б 40 пособие для средн. проф. учебных заведений / В.Г. Еремич,
В.В. Сафронов, А.Г. Схиртладзе, Г.А. Харламов; Под ред. Ю.М.
Соломенцева. — М.: Высш. шк., 2002. — 310 с.: ил.**

ISBN 5-06-004079-8

Представлены правовые, нормативные и организационные основы обеспечения безопасного взаимодействия человека со средой обитания. Изложены современные принципы, методы и средства обеспечения безопасности труда работников промышленных предприятий в штатных и чрезвычайных ситуациях, пути обеспечения нормируемых гигиенических, экологических, эргономических характеристик производственной среды.

Для студентов средних профессиональных учебных заведений. Может быть полезно специалистам вузов.

УДК 621
ББК 34.4

ISBN 5-06-004079-8

© ФГУП «Издательство «Высшая школа», 2002

Оригинал-макет данного издания является собственностью издательства «Высшая школа» и его репродуцирование (воспроизведение) любым способом без согласия издательства запрещается.

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении многих веков люди решают проблемы обеспечения своей безопасности — строят дома, производят удобные орудия труда, шьют одежду, развивают сельское хозяйство, ищут новые лекарства и методы лечения, — тем самым создавая искусственную среду обитания — **техносферу**. Призванная надежно защищать человека от непогоды, голода, болезней и других внешних опасностей, техносфера нередко, особенно в последние десятилетия, сама становится источником опасности. За последние двадцать лет на Земле в результате различных чрезвычайных ситуаций пострадало 800 млн., а погибло 3 млн. человек. Только в 1996 г. от несчастных случаев в нашей промышленности пострадало более 200 тыс. человек, из них погибло 5425 человек, в том числе 268 женщин и 19 подростков [1].

Поэтому необходимы эффективные меры по обеспечению защиты человека от созданной им самим техносферы.

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

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

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

Явления, процессы, объекты, способные в определенных условиях вызывать нежелательные последствия деятельности, называются **опасностями**. Причины опасностей, характерных практически для любой технической системы, использующей электрическую или иную энергию, химические или биологически активные вещества или

просто имеющей неудобные для человека характеристики, будут подробно рассмотрены в книге.

По природе происхождения опасности бывают природные, техногенные, антропогенные, экологические, смешенные. Согласно официальному стандарту охраны труда, они делятся на физические, химические, биологические, психофизиологические. По времени проявления отрицательных последствий опасности делятся на импульсивные (действуют сразу) и кумулятивные (накапливаются постепенно). По локализации (месту проявления): связанные с литосферой (подземные), гидросферой, атмосферой, космосом. По вызываемым последствиям: утомление, заболевание, травмы, аварии, пожары, летальные исходы и т.д. По наносимому ущербу: социальный, технический, экологический и т.п. По структуре (строению) опасности делятся на простые и производные, порожденные взаимодействием простых. По характеру воздействия на человека — на активные и пассивные. Сферами проявления опасностей могут быть: бытовая, дорожно-транспортная, производственная, военная и др. Номенклатура (перечень) опасностей в нашей среде впервые у нас приведена в литературе [2]. «Безопасность жизнедеятельности» решает три взаимосвязанных задачи [2]:

- распознавание опасностей, их координат и количественных характеристик;
- обеспечение защиты от опасностей;
- ликвидация отрицательных последствий опасностей.

Кроме общетеоретических основ БЖД включает следующие разделы:

- безопасность жизнедеятельности в условиях производства (охрана труда);
- охрана окружающей среды (экология);
- безопасность жизнедеятельности в условиях чрезвычайных ситуаций (гражданская оборона).

Охрана труда исследует опасности, действующие в условиях производства, и разрабатывает методы и средства защиты работников от них.

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

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

В настоящее время теоретическими и прикладными проблемами «Безопасности жизнедеятельности» занимаются научно-методический совет «Безопасность жизнедеятельности», действующий в Санкт-Петербурге, специалисты научных и учебных центров России. «Безопасность жизнедеятельности», возникновение которой взамен отдельно существовавших «Охраны труда», «Экологии», «Гражданской обороны», приходится на начало 90-х годов благодаря трудам ведущих зарубежных и отечественных ученых-теоретиков, подкрепляемых прикладными разработками проектировщиков оборудования и организаторов производства, и постепенно складывается в научную дисциплину, имеющую свою теорию, методологию, методы и средства. Она базируется на достижениях таких наук о человеке и человеческой деятельности, как физиология труда, психология и социология труда, инженерная психология, охрана труда, экология, эргономика, экономика, юриспруденция и др. Методологической базой «Безопасности жизнедеятельности» является системный анализ, а центральным объектом изучения — человек в трудовом процессе.

Осуществление человеком любой профессиональной деятельности (как физической, так и умственной) рассматривается в «Безопасности жизнедеятельности» как результат действия двух чередующихся процессов — возбуждения и торможения его нервной системы. Характер их чередования, зависящий от уровня мотивации (побуждения к деятельности) исполнителя работ, определяет уровень *работоспособности* человека, уровень его *функционального состояния* и, как следствие, с одной стороны — производительность труда (первая цель системы «человек — среда обитания»), а с другой — степень его утомления, состояние здоровья и вероятность травматизма (вторая цель системы «человек — среда обитания»). Это психофизиологическое явление подтверждает необходимость пристального внимания проектировщиков и эксплуатационников производственного оборудования к решению проблемных и сиюминутных вопросов «Безопасности жизнедеятельности», являющихся предметом изучения всех разделов рассматриваемой научной дисциплины.

При написании книги авторы стремились изложить наиболее эффективные методы и средства обеспечения безопасности жизнедеятельности работников промышленных предприятий. Ставилась задача не только получения и закрепления будущими специалистами производства теоретических знаний, но и выработки у них необходимых практических навыков решения конкретных организационных и других вопросов обеспечения здоровых и безопасных условий труда в штатных и чрезвычайных ситуациях.

1. УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

1.1. ПОНЯТИЕ «ОХРАНА ТРУДА». НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ТРУДА

Охрана труда — это область знаний, исследующая опасности, действующие в условиях производства, и разрабатывающая методы и средства защиты работающих от них.

Цель охраны труда — сохранение здоровья и обеспечение хорошего самочувствия человека в условиях производства.

Отличительной особенностью производства является вероятность воздействия на человека техногенных опасностей — явлений, вызывающих нежелательные последствия деятельности. Согласно ГОСТ 12.0.002—80* ССБТ. «Термины и определения», опасности делятся на опасные и вредные факторы.

Опасный фактор — это такое воздействие на человека, которое в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья.

Вредный фактор — это такое воздействие на человека, которое в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности.

Совокупность факторов, воздействующих на человека в процессе труда, формирует условия труда, которые делятся на *благоприятные* и *неблагоприятные*. Граница между ними условна и подвижна. Она определяется с помощью количественных показателей, устанавливаемых официальными документами (стандартами, нормами, правилами).

Конечным следствием неблагоприятных условий труда являются производственный травматизм и профессиональные заболевания.

Травма — это повреждение тканей организма и нарушение его функций внешними воздействиями.

Профессиональное заболевание — либо не встречающееся в быту (специфическое), либо возникающее как на производстве, так и в быту устойчивое нарушение здоровья.

Например, пневмокониоз у шахтеров в быту не встречается, а заболевание из-за неблагоприятных метеоусловий может быть и в быту, и на работе.

Охрана труда решает конкретный круг проблем, относящихся к условиям труда: условия труда не должны причинять вреда здоровью человека, оцениваемого современными методами. В охране труда выделяют четыре раздела, характеризующихся спецификой изучаемых вопросов.

Организационно-правовые основы охраны труда рассматривают законодательные и нормативные положения и вопросы организации работы по обеспечению безопасности.

Производственная санитария — система организационных, гигиенических и санитарно-технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

Техника безопасности — система мероприятий, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов.

Пожарная профилактика — комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на исключение вероятности возникновения пожара, воздействий на людей факторов пожара и на ограничение материального ущерба от него.

Современная охрана труда располагает своими специфическими принципами, методами и средствами, определяемыми общими целями и задачами «Безопасности жизнедеятельности». Наиболее типичными для охраны труда являются следующие принципы: принцип нормирования, принципы слабого звена, информации, классификации (категорирования).

Принцип нормирования заключается в установлении таких параметров, соблюдение которых обеспечивает защиту человека от соответствующей опасности, например: ПДВ, ПДК, ПДУ, ПДС¹, нормы переноса и подъема тяжестей и др.

¹ Предельно-допустимые выбросы, предельно-допустимая концентрация, предельно-допустимый уровень, предельно-допустимое состояние.

Принцип слабого звена состоит в том, что в рассматриваемую систему (объект) в целях обеспечения безопасности вводится элемент, который настроен так, что воспринимает или реагирует на изменение соответствующего параметра, предотвращая опасное явление: предохранительные клапаны, разрывные мембраны, защитное заземление, предохранители и др.

Принцип информации заключается в передаче и усвоении персоналом сведений, выполнение которых обеспечивает соответствующий уровень безопасности: обучение, инструктаж, цвета и знаки безопасности, предупредительные надписи и др.

Принцип классификации (категорирования) состоит в том, что объекты делятся на классы и категории по признакам, связанным с опасностями: санитарно-защитные зоны (5 классов), категории производств (помещений) по взрывопожарной опасности (А, Б, В, Г, Д) и др.

Обеспечение безопасности в гомосфере (рабочей зоне) достигается тремя основными методами.

Метод А состоит в пространственном и (или) временном разделении гомосферы и ноосферы (опасного пространства): дистанционное управление, автоматизация, роботизация и т.д.

Метод Б состоит в нормализации ноосферы путем исключения опасностей. Это совокупность мероприятий, защищающих человека от шума, газа, пыли, травм (средства коллективной защиты).

Метод В включает гамму приемов и средств, направленных на адаптацию человека к соответствующей среде и на повышение его защищенности: профотбор, обучение, психологическое воздействие, средства индивидуальной защиты.

В реальных условиях реализуется комбинация этих методов.

Средства обеспечения безопасности делятся на средства коллективной (СКЗ) и средства индивидуальной защиты (СИЗ).

В свою очередь, СКЗ и СИЗ делятся на группы, в зависимости от характера опасностей, конструктивного исполнения, области применения и т.д. Причем, СКЗ группируются по видам опасностей, от которых защищают производственный персонал, а СИЗ группируются по видам органов тела человека, которые защищают.

Охрана труда в машинностроении в бывшем СССР провозглашалась как общегосударственная задача. В плановом порядке выделялись ассигнования на обеспечение безопасных и здоровых условий труда, большая роль в улучшении условий труда отводилась профсоюзам, была отработана система государственного, ведомственного и общественного контроля и надзора за состоянием охраны труда на предприятиях, велись большие научные исследования в данной области.

В условиях обострившегося экономического кризиса, парализовав-

шого целые отрасли и предприятия, государство не стоит в стороне от решения проблем обеспечения здоровых и безопасных условий труда. Сформирована и начинает функционировать практически новая система государственного надзора и контроля за охраной труда, поддерживается сложившаяся система ведомственного контроля, разрабатываются целевые программы улучшения условий и охраны труда федерального и региональных уровней (см. 1.2). Основные принципы государственной политики в области охраны труда сформулированы в Федеральном законе РФ №181-ФЗ от 17.07.99 г. «Об основах охраны труда в Российской Федерации»¹.

Государственная политика в области охраны труда предусматривает совместные действия органов законодательной и исполнительной власти Российской Федерации и республик в составе Российской Федерации, объединений работодателей, профессиональных союзов в лице их соответствующих органов и иных уполномоченных работниками представительных органов по улучшению условий и охраны труда, предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Основные принципы государственной политики в области охраны труда имеют обширную, постоянно пополняемую и корректируемую, нормативно-правовую базу.

Нормативно-правовыми актами высшего порядка служат Конституция Российской Федерации (ст. 37), Кодекс законов о труде РФ (ст. 33, 129, 143, 254 и др.), Кодекс РФ об административной ответственности (ст. 41, 41¹, 41², 41³, 41⁴, 42, 169, гл. 7 и др.), Гражданский кодекс РФ (части 1 и 2), Уголовный кодекс РФ (ст. 8, 16, 143, 145 и др.).

В соответствии с Постановлением Правительства № 937 от 12.08.1994 г., требования законодательства по охране труда конкретизируются в стандартах, нормах, правилах, инструкциях.

Основные направления работы по созданию безопасных производственных условий для работающих охватывает система стандартов безопасности труда (ССБТ), разрабатываемая с 1972 г. Она состоит из следующих категорий стандартов: государственные, отраслевые, республиканские и стандарты предприятия (ГОСТ, ОСТ, РСТ, СТП).

В ГОСТ ССБТ входят стандарты классификационных группировок от 0 до 9:

0 — *организационно-методические стандарты основ построения системы* (структура ССБТ, терминология, классификация опасных и вредных производственных факторов, требования безопасности к кон-

¹ Принят взамен «Основ законодательства Российской Федерации об охране труда»

структурской и технологической документации, порядок внедрения и контроля за соблюдением стандартов ССБТ);

1 — *государственные стандарты требований и норм по видам опасных и вредных производственных факторов* (характеристики фактора): вид, оказываемое действие, возможные последствия; предельно допустимые уровни, предельно допустимые концентрации опасного и вредного производственного фактора и методы их контроля, а также методы и средства защиты работающих от действия фактора.

2 — *стандарты требований безопасности к производственному оборудованию* (требования безопасности к конструкции оборудования и его отдельным элементам — рабочим органам, органам управления, средствам контроля, сигнализации, защитным устройствам и т.п.; эргономические нормы и требования; методы контроля за выполнением требований безопасности).

3 — *стандарты требований безопасности к производственным процессам* (требования безопасности к технологическим процессам, к размещению производственного оборудования и рабочих мест, к исходным материалам, хранению и транспортировке их и готовой продукции, отходов производства, а также требования к профотбору, проверке знаний работающих, применению средств защиты работающих, методы контроля выполнения требований безопасности).

4 — *стандарты требований безопасности к средствам защиты работающих* (требования к конструктивным, эксплуатационным, защитным и гигиеническим свойствам средств защиты, а также методам их испытания и оценки)

5 — 9 — *резерв.*

На основе Государственных стандартов разрабатываются при необходимости:

- отраслевые стандарты охраны труда (ОСТ),
- республиканские (РСТ) и стандарты предприятий (СТП).

Их требования не должны быть ниже требований ГОСТ ССБТ.

Строительные нормы и правила (СНиП) разработаны на проектирование зданий и помещений предприятий, организацию освещения, защиту от шума, обеспечение пожарной безопасности, устройство и эксплуатацию лазеров и др.

Строительные нормы и правила дополняются санитарными нормами и правилами (СН, СП, СанПиН, ВСН¹), общероссийскими нормами технологического проектирования (ОНТП), отраслевыми правилами устройства и безопасной эксплуатации лифтов, котлов, электроустановок и т.д.

¹ Вedomственные санитарные нормы

Инструкция по охране труда — это нормативный документ, в котором определяются требования безопасности при выполнении работящими своих должностных обязанностей или порученной работы.

Инструкции бывают типовыми и для конкретных предприятий их разрабатывают для определенных профессий и на отдельные виды работ (см. 1.5).

1.2. ОРГАНИЗАЦИЯ НАДЗОРА И КОНТРОЛЯ ЗА ОХРАНОЙ ТРУДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В настоящее время в нашей стране взамен старой, отработанной десятилетиями системы надзора и контроля за охраной труда, включавшей государственный, общественный и внутриведомственный надзор и контроль, складывается новая система. При этом сохраняется прежний принцип — осуществление надзора и контроля специально уполномоченными органами, инспекциями и комиссиями, не зависящими в своей деятельности от администрации предприятий (рис. 1.1).

Система управления охраной труда, кроме высших органов Государственной власти и Прокурорского надзора, включает: государственный надзор и контроль, ведомственный контроль, общественный контроль за соблюдением законодательства об охране труда.

Государственный надзор за соблюдением правил и норм охраны труда возглавляет Министерство труда и социальной защиты РФ, в котором создан для руководства организацией охраны труда Департамент охраны труда. Функции надзора и контроля выполняет Федеральная инспекция труда (Рострудинспекция) и подведомственные ей государственные технические и правовые инспекции труда субъектов Российской Федерации, а также органы Государственного энергетического надзора, Государственного санитарно-эпидемиологического надзора, Госгортехнадзора, Государственного пожарного надзора, Государственный комитет по охране окружающей среды.

Общественный контроль за соблюдением правил по охране труда на предприятиях, согласно ст. 248 КЗоТ РФ, призваны осуществлять профессиональные союзы, а также общественные уполномоченные и комиссии (комитеты) соответствующих выборных профсоюзных органов или трудовых коллективов предприятий любой формы собственности.

Отраслевые министерства и ведомства призваны поддерживать или создавать вновь службы, осуществляющие внутриведомственный контроль за соблюдением законодательства о труде и охраной труда на подчиненных им предприятиях.

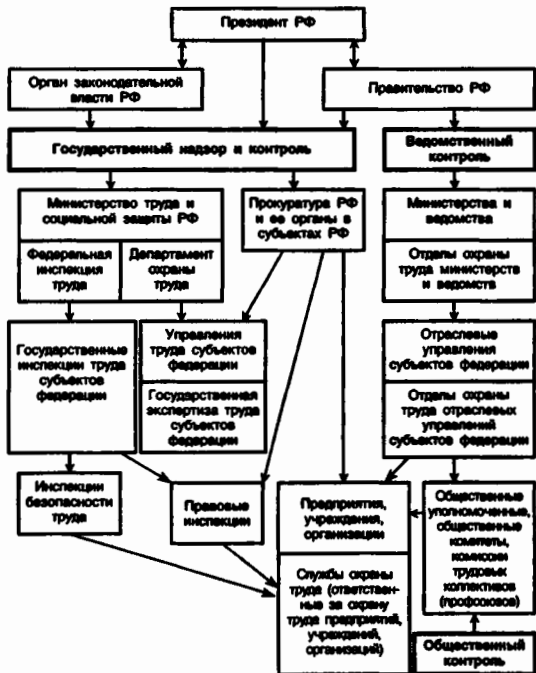


Рис 1.1. Схема управления охраной труда в Российской Федерации

В процессе контроля состояния охраны труда на промышленном предприятии проводятся: проверка документации, визуальное наблюдение, измерение параметров условий труда приборами, выявление мнений работающих об условиях труда и другие работы.

В настоящее время, в частности, на промышленных предприятиях организованы работы по аттестации и сертификации производствен-

ных объектов на соответствие требованиям охраны труда, порядок проведения которых изложен в «Положении о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда» и «Временных правилах сертификации» (постановление Минтруда РФ от 14.03.1997 г., № 12).

Сертификация рабочих мест — деятельность по подтверждению соответствия постоянных рабочих мест на действующих предприятиях установленным государственным нормативным требованиям по охране труда.

Сертификация на действующих производственных объектах осуществляется исходя из результатов аттестации рабочих мест по условиям труда.

Задачами аттестации и сертификации рабочих мест являются:

- определение фактических значений опасных и вредных производственных факторов на действующих рабочих местах;
- оценка фактического состояния условий труда на рабочих местах;
- предоставление льгот и компенсаций за работу с вредными и тяжелыми условиями труда в предусмотренном законодательством порядке работникам, занятым на аттестуемых рабочих местах;
- разработка мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда.

Нормативной основой проведения аттестации и сертификации рабочих мест по условиям труда являются:

- гигиеническая классификация труда (по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса). Утверждена Минздравом СССР 12 08 86 № 4137—86;
- система стандартов безопасности труда (ССБТ);
- санитарно-гигиенические нормативные материалы.

Для получения сертификата соответствия организации необходимо:

- иметь службу охраны труда,
- осуществить комплекс мероприятий, обеспечивающих проведение сертификации производственных объектов (утвердить программу по улучшению условий и охраны труда, провести обучение руководящих работников и специалистов нормам и правилам по охране труда и т. д.);
- провести непосредственно либо с привлечением аттестованных лабораторий аттестацию рабочих мест в соответствии с требованиями, установленными министерством труда РФ, а также разработать для производственных объектов, деятельность которых связана с повышенной опасностью производства, декларацию безопасности;
- получить от территориальных служб федеральных органов надзора положительное заключение о соответствии подконтрольно-

го этим органам оборудования (объекта) установленным ими требованиям, а в необходимых случаях — также и разрешаю (лицензию) на право осуществляемого вида деятельности;

- обеспечить на сертифицируемых объектах беспрепятственное выполнение функций, возложенных на должностных лиц органов исполнительной власти по труду субъектов РФ и лиц, осуществляющих государственный и общественный контроль за соблюдением требований по охране труда;
- направить органу исполнительной власти по труду субъекта РФ заявку о сертификации производственного объекта с приложением документации о результатах аттестации рабочих мест, положительных заключений территориальных органов надзора, а в необходимых случаях — декларации безопасности.

1.3. ОБЯЗАННОСТИ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ РАБОДАТЕЛЕЙ И РАБОТНИКОВ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА

Право работника на охрану труда закреплено ст.37 Конституции РФ, ст.2 КЗоТ РФ и Федеральным законом «Об основах охраны труда в Российской Федерации». Оно включает:

- право на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены;
- право на возмещение ущерба, причиненного повреждением здоровья в связи с работой;
- право на отдых, обеспечиваемый установлением предельной продолжительности рабочего времени, сокращением рабочим днем для ряда профессий и работ, предоставлением еженедельных выходных дней, а также оплачиваемых ежегодных отпусков;
- право на социальное обеспечение по возрасту, по утрате трудоспособности;
- право на судебную защиту своих трудовых прав.

Обязанности работодателя по обеспечению охраны труда на предприятии любой формы собственности предусмотрены Федеральным законом РФ «Об основах охраны труда в Российской Федерации», ст. 129, 139 КЗоТ РФ. Работодатель обязан правильно организовать труд работников, обеспечить трудовую и производственную дисциплину, неуклонно соблюдать законодательство о труде и правила охраны труда, обеспечивать здоровые и безопасные условия труда, внедрять современные средства техники безопасности.

Должностные лица администрации, работодатели несут дисципли-

нарную, административную, материальную, а в предусмотренных законодательством случаях уголовную ответственность за нарушение требований охраны труда. Тот или иной вид ответственности несет лицо, непосредственно виновное в нарушении.

Дисциплинарная ответственность. Руководители вплоть до руководителя подразделения (цеха, отдела, филиала) и их заместители могут быть по требованию профсоюзного органа (не ниже районного) смещены с должности (ст. 37 КЗоТ РФ). Законодательством предусмотрено дисциплинарное увольнение руководителя и его заместителя за однократное грубое нарушение охраны труда (п. 1 ст. 254 КЗоТ РФ) или при систематическом нарушении трудовых обязанностей (п. 3 ст. 33 КЗоТ РФ).

Административная ответственность. Работодатель несет административную ответственность в соответствии с нормами кодекса об административных правонарушениях за нарушение законодательства об охране труда, за невыполнение или нарушение коллективного договора, нарушение санитарно-гигиенических правил и норм, правонарушения в области охраны природной среды, нарушение правил пожарной безопасности, обеспечение выполнения которых входит в его служебные обязанности.

Материальная ответственность. Работодатель несет материальную (имущественную) ответственность в полном размере вреда за трудовое увечье, профессиональное заболевание работника или иное повреждение здоровья, предусмотренную «Правилами возмещения работодателем вреда за трудовое увечье, профессиональное заболевание работника или иное повреждение здоровья» (от 24.12.1992 г.), ст. 139, 143, 159 КЗоТ РФ, ч. 1 и 2 Гражданского Кодекса РФ: ст. 151, 1099, 1100, 1101 (компенсация морального вреда за физические или нравственные страдания), ст. 401 (Основание ответственности за нарушение обязательств), ст. 459, 463, 465, 466, 467, 469, 470, 471 (Порядок возмещения вреда), ст. 634, 635, 640, 644, 648, 800 (Обязанности и ответственность работодателя по содержанию и использованию транспортных средств), ст. 751 (Обязанности подрядчика по охране окружающей среды и обеспечению безопасности строительных работ), ст. 761 (Ответственность подрядчиков за ненадлежащее выполнение проектных и изыскательских работ), ст. 1064, 1065, 1067, 1068, 1079, 1080, 1084, ..., 1094 (возмещение вреда, причиненного жизни или здоровью гражданина).

Уголовная ответственность. Основанием уголовной ответственности работодателя является совершение деяния, содержащего все признаки состава преступления (ст. 8 Уголовного кодекса РФ). Уголовная ответственность за преступления в области охраны

труда устанавливается статьями главы 16 (Преступления против жизни и здоровья), ст. 143 (Нарушение правил охраны труда), ст. 145 (Необоснованный отказ в приеме на работу или необоснованное увольнение беременной женщины или женщины, имеющей детей в возрасте до трех лет) и рядом других статей Уголовного кодекса РФ.

Работник предприятия, в свою очередь, обязан:

- соблюдать нормы, правила и инструкции по охране труда;
- правильно применять коллективные и индивидуальные средства защиты;
- немедленно сообщать своему непосредственному руководителю о любом несчастном случае, произошедшем на производстве, о признаках профессионального заболевания, а также о ситуации, которая создает угрозу жизни людей.

Возмещение вреда, причиненного работнику трудовым увечьем, регулируется Гражданским кодексом РФ и «Правилами возмещения работодателями вреда, причиненного работникам увечьем, профессиональным заболеванием, либо иным повреждением здоровья, связанными с исполнением ими трудовых обязанностей», утвержденными Верховным Советом Российской Федерации 1.12.1992 г.

Согласно «Правилам возмещения работодателями вреда, причиненного работникам увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанными с исполнением ими трудовых обязанностей» работодатель несет материальную ответственность за вред, причиненный здоровью рабочих, служащих, членов колхозов и других кооперативов, гражданам, работающим по гражданско-правовым договорам, подрядам и поручениям, связанным с трудовым увечьем, происшедшим как на территории работодателя, так и за ее пределами, а также во время следования к месту работы или с работы на транспорте, предоставленном работодателем.

Трудовое увечье считается наступившим по вине работодателя, если оно произошло вследствие необеспечения им здоровых и безопасных условий труда (несоблюдение правил охраны труда, техники безопасности, промышленной санитарии и т. п.).

Доказательством ответственности работодателя за причиненный вред и доказательством его вины могут служить документы и показания свидетелей, в частности: акт о несчастном случае на производстве; приговор, решение суда, постановление прокурора, органа дознания или предварительного следствия; заключение технического инспектора труда либо других должностных лиц (органов), осуществляющих контроль и надзор за состоянием охраны труда и соблюдением законодательства о труде, о причинах повреждения здоровья; медицинское заключение о профессиональном заболевании; решение о наложении ад-

министративного или дисциплинарного взыскания на должностных лиц; постановление профсоюзного комитета о возмещении работодателем бюджету государственного социального страхования расходов на выплату работнику пособия по временной нетрудоспособности в связи с трудовым увечьем.

Возмещение вреда состоит в выплате потерпевшему денежных сумм в размере заработка (или соответствующей его части) в зависимости от степени утраты профессиональной трудоспособности вследствие данного трудового увечья; в компенсации дополнительных расходов; в выплате (в установленных случаях) единовременного пособия и от понесенного морального ущерба.

Суммы возмещения вреда подлежат индексации в связи с повышением стоимости жизни в установленном законом порядке.

При повышении минимального размера оплаты труда в централизованном порядке все суммы возмещения заработка увеличиваются пропорционально повышению минимального размера оплаты труда.

1.4. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПО ОХРАНЕ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ

На административно-технический персонал предприятия КЗот РФ (ст. 143) и другие законодательные акты по организации и охране труда возлагают обязанности по обеспечению «надлежащего технического оборудования всех рабочих мест и созданию на них условий, соответствующих правилам охраны труда, санитарным правилам и нормам, разрабатываемым и утверждаемым в порядке, установленном законодательством». Для проведения практической работы по организации охраны труда, которую обычно возглавляет главный инженер предприятия, на предприятии с численностью более 100 человек создается служба охраны труда, структура и численность которой определяются в соответствии с Межотраслевыми нормативами, утвержденными Министерством труда и социальной защиты РФ.

На предприятиях, где в соответствии с Межотраслевыми нормативами требуется менее одной ставки инженера по охране труда, работодатель может приказом по предприятию возложить обязанности инженера по охране труда на специалиста (с его согласия и после соответствующей подготовки), который наряду с основной работой будет уделять часть рабочего времени выполнению должностных обязанностей по охране труда, или пригласить на договорной основе специалиста соответствующей квалификации.

Служба охраны труда повседневно решает большой круг вопросов, начиная от разработки перспективных и текущих планов по улучшению и оздоровлению условий труда, закреплению их в коллективных договорах и обеспечению их выполнения и кончая ведением документации и составлением отчетности. Она осуществляет свою деятельность во взаимодействии с другими службами предприятия, комитетом (комиссией) по охране труда, уполномоченными (доверенными) лицами по охране труда профсоюзов или трудового коллектива, а также с органами Государственного управления охраной труда.

Минтруда РФ разработаны рекомендации по организации работы службы охраны труда на предприятии, в учреждении и организации (утверждены 30.01.1995 г.), межотраслевые нормативы численности работников службы охраны труда на предприятии (утверждены 10.03.1995 г.), должностная инструкция инженера по охране труда и технике безопасности (утверждена 6.06.1996 г.), рекомендации по организации работы уполномоченного (доверенного) лица по охране труда профессионального союза или трудового коллектива (утверждены 8.04.1994 г.), рекомендации по формированию и организации деятельности совместных комитетов (комиссий) по охране труда, создаваемых на предприятиях, в учреждениях и организациях с численностью работников более 10 человек (утверждены 12.10.1994 г.) [3]. Эти нормативные акты в полной степени регламентируют организацию работы по охране труда на предприятии любой формы собственности и любого количественного состава.

Основными задачами службы охраны труда являются [3]:

- организация и координация работы по охране труда на предприятии;
- контроль за соблюдением законодательных и иных нормативно-правовых актов по охране труда работниками предприятия;
- совершенствование профилактической работы по предупреждению производственного травматизма, профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний и улучшению условий труда;
- консультирование работодателя и работников по вопросам охраны труда.

К функциям службы охраны труда относятся:

- выявление опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах;
- проведение анализа состояния и причин производственного травматизма, профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний;
- оказание помощи подразделениям предприятия в организации и проведении замеров параметров опасных и вредных производст-

венных факторов, аттестации и сертификации рабочих мест и производственного оборудования на соответствие требованиям охраны труда;

- информирование работников от лица работодателя о состоянии условий труда на рабочем месте, о причинах и возможных сроках наступления профессиональных заболеваний, а также о принятых мерах по защите от опасных и вредных производственных факторов;
- участие в подготовке документов на выплату возмещения вреда, причиненного здоровью сотрудников в результате несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;
- проведение совместно с представителями соответствующих подразделений предприятия и с участием уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда профессиональных союзов или трудового коллектива проверок, обследований (или участие в проверках, обследованиях) технического состояния зданий, сооружений, оборудования, машин и механизмов на соответствие их нормативно-правовым актам по охране труда, эффективности работы вентиляционных систем, состояния санитарно-технических устройств, санитарно-бытовых помещений, средств коллективной и индивидуальной защиты работников;
- разработка совместно с руководителями подразделений и другими службами предприятия мероприятий по предупреждению несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, по улучшению условий труда и доведению их до требований нормативно-правовых актов по охране труда, а также оказание организационной помощи по выполнению запланированных мероприятий;
- участие в составлении раздела «Охрана труда» коллективного договора, соглашения по охране труда предприятия;
- согласование разрабатываемой на предприятии проектной документации в части соблюдения в ней требований по охране труда;
- участие в работе комиссий по приемке в эксплуатацию законченных строительством или реконструированных объектов производственного назначения, а также в работе комиссий по приемке из ремонта установок, агрегатов, станков и другого оборудования в части соблюдения требований нормативно-правовых актов по охране труда;
- оказание помощи руководителям подразделений предприятия в составлении списков профессий и должностей, в соответствии с которыми работники должны проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры, а также списков профессий и должностей, в соответствии с которыми на ос-

новании действующего законодательства работникам предоставляются компенсации и льготы за тяжелые, вредные или опасные условия труда;

- составление (при участии руководителей подразделений и соответствующих служб предприятия) перечней профессий и видов работ, на которые должны быть разработаны инструкции по охране труда;
- оказание методической помощи руководителям подразделений предприятия при разработке и пересмотре инструкций по охране труда для работников, стандартов предприятия системы стандартов безопасности труда;
- разработка программы и проведение вводного инструктажа по охране труда со всеми вновь принимаемыми на работу, командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику;
- согласование проектов документов: инструкций по охране труда для работников; стандартов предприятия системы стандартов безопасности труда; перечней профессий и должностей работников, освобожденных от первичного инструктажа на рабочем месте; программ первичного инструктажа на рабочем месте;
- методическая помощь по организации инструктажа (первичного на рабочем месте, повторного, внепланового, целевого), обучения и проверки знаний работников по охране труда;
- участие в работе комиссий по проверке знаний по охране труда у работников предприятия;
- организация обеспечения подразделений предприятия правилами, нормами, плакатами и другими наглядными пособиями по охране труда, а также оказание им методической помощи в оборудовании соответствующих информационных стендов;
- составление отчетности по охране труда по установленным формам и в соответствующие сроки.

Служба охраны труда осуществляет контроль за:

- соблюдением требований законодательных и иных нормативно-правовых актов по охране труда;
- правильным применением средств индивидуальной защиты;
- соблюдением положения о расследовании несчастных случаев на производстве;
- выполнении мероприятий раздела «Охрана труда» коллективного договора, соглашения по охране труда по устранению причин, вызвавших несчастный случай, предписаний органов государственного надзора и контроля, других мероприятий по созданию здоровых и безопасных условий труда;
- наличием в подразделениях инструкций по охране труда для работников согласно перечню профессий и видов работ, на кото-

- рые должны быть разработаны инструкции по охране труда, своевременным их пересмотром;
- соблюдением графиков замеров параметров опасных и вредных производственных факторов;
 - своевременным проведением соответствующими службами необходимых испытаний и технических освидетельствований оборудования, машин и механизмов;
 - эффективностью работы аспирационных и вентиляционных систем;
 - состоянием предохранительных приспособлений и защитных устройств;
 - своевременным и качественным проведением обучения, проверки знаний и всех видов инструктажей по охране труда;
 - организацией хранения, выдачи, стирки, химической чистки, сушки, обезжиривания, обезжиривания и ремонта специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты;
 - правильным расходованием в подразделениях предприятия средств, выделенных на выполнение мероприятий по охране труда;
 - подготовкой и внесении предложений о разработке и внедрении более совершенных конструкций ограждающей техники, предохранительных и блокировочных устройств и других средств защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
 - с разработкой предложений по расходованию средств фонда охраны труда предприятия и подготовкой обоснований о выделении предприятию средств из территориального фонда охраны труда на мероприятия по улучшению условий и охраны труда;
 - доведением до сведения работников предприятия вводимых в действие новых законодательных и иных нормативно-правовых актов по охране труда;
 - организацией хранения документации (актов формы Н-1 и других документов по расследованию несчастных случаев на производстве, протоколов замеров параметров опасных и вредных производственных факторов, материалов аттестации и сертификации рабочих мест и др.) в соответствии со сроками, установленными нормативно-правовыми актами;
 - рассмотрением писем, заявлений и жалоб работников по вопросам охраны труда и подготовкой по ним предложений работодателю (руководителям подразделений) по устранению имеющихся и выявленных в ходе расследований недостатков и упущений, а также подготовкой ответов заявителям;
 - работой кабинета охраны труда, организацией пропаганды и информации по вопросам охраны труда на предприятии с исполь-

зованием для этих целей внутренней радиосети, телевидения, видео- и кинофильмов, малотиражной печати предприятия, стенных газет, витрин и т. д.

Для выполнения функциональных обязанностей работникам службы охраны труда предоставляются следующие права:

- в любое время суток беспрепятственно осматривать производственные, служебные и бытовые помещения предприятия, знакомиться с документами по вопросам охраны труда;
- проверять состояние условий и охраны труда в подразделениях предприятия и предъявлять должностным лицам и другим ответственным работникам обязательные для исполнения предписания об устранении выявленных нарушений законодательных и иных нормативно-правовых актов по охране труда;
- запрещать эксплуатацию машин, оборудования и производство работ в цехах, на участках, рабочих местах при выявлении нарушений нормативно-правовых актов по охране труда, которые создают угрозу жизни и здоровью работников или могут привести к аварии, с уведомлением об этом работодателя (руководителя подразделения или его заместителя);
- привлекать по согласованию с работодателем и руководителями подразделений предприятия соответствующих специалистов к проверкам состояния охраны труда;
- запрашивать и получать от руководителей подразделений предприятия материалы по вопросам охраны труда, требовать письменные объяснения от лиц, допустивших нарушения нормативно-правовых актов по охране труда;
- требовать от руководителей подразделений отстранения от работы лиц, не прошедших в установленном порядке инструктаж по охране труда, обучение и проверку знаний по охране труда или грубо нарушающих правила, нормы и инструкции по охране труда;
- представлять работодателю, руководителям подразделений предприятия предложения о поощрении отдельных работников за активную работу по созданию здоровых и безопасных условий труда, а также о привлечении к ответственности виновных в нарушении законодательных и иных нормативно-правовых актов об охране труда;
- представлять по поручению руководства предприятия в государственных и общественных организациях при обсуждении вопросов охраны труда.

Для обеспечения эффективной деятельности службы охраны труда на предприятии создается и оборудуется кабинет по охране труда. Руководящим нормативным актом при создании кабинета служит «Типовое положение о кабинете охраны труда» от 8.06.1978г., №197/16-17.

Обязанности администрации предприятия по организации и охране труда, указанные выше, реализуются в виде определенных функций. В работе [4] подробно изложены должностные функции по обеспечению охраны труда руководителя организации, главного инженера, заместителей руководителя, главного механика, главного энергетика, главного технолога, главного конструктора, начальников подразделений и, наконец, мастеров, производителей работ (прорабов) и других руководителей отдельных производственных участков.

Мастера, прорабы, другие руководители производственных участков обязаны [4]:

- обеспечить организацию работ и рабочих мест в соответствии с требованиями правил, норм техники безопасности и производственной санитарии;
- обеспечить постоянное соответствие правилам, нормам техники безопасности и производственной санитарии, инструкциям по охране труда рабочих мест, проходов и проездов, исправность оборудования, приспособлений и инструмента, наличие и исправность ограждающих, экранирующих и блокировочных устройств на оборудовании и установках;
- осуществлять контроль за наличием, исправным состоянием и правильностью применения средств индивидуальной защиты;
- осуществлять контроль за соблюдением работающими технологической дисциплины, правил внутреннего трудового распорядка, инструкций по охране труда;
- обеспечить наличие на рабочих участках инструкций по охране труда, знаков безопасности и их надлежащее состояние;
- своевременно и качественно проводить первичный, повторный, внеплановый и целевой инструктаж по охране труда и оформлять их в установленном порядке. Не допускать к самостоятельной работе лиц, плохо освоивших содержание инструктажа и не овладевших безопасными приемами работы;
- исключить возможность присутствия посторонних лиц на территории участка работ, в производственных помещениях и на рабочих местах;
- при любом несчастном случае, происшедшем на производстве, организовать первую помощь пострадавшему, сообщить о происшедшем несчастном случае руководителю структурного подразделения и провести другие мероприятия, предусмотренные действующим Положением о расследовании несчастных случаев на производстве.

За несчастные случаи, происшедшие во время производства работ, несут ответственность те лица, которые своими распоряжениями, действиями или бездействием не выполнили свои должностные обязанно-

сти по охране труда или не приняли должных мер для предотвращения несчастного случая.

1.5. ПОРЯДОК ОБУЧЕНИЯ РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Порядок и виды обучения и проверки знаний по безопасности труда рабочих, служащих, руководителей и специалистов промышленности, распространяемые на предприятия всех форм собственности, установлены ГОСТ 12.0.004—90 «ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения».

Ответственность за организацию своевременного и качественного обучения и проверки знаний возлагается на руководителя предприятия, а в подразделениях — на руководителя подразделения. Обучение безопасности труда при подготовке рабочих, переподготовке, получении второй профессии, повышении квалификации на предприятии организуют работники отдела подготовки кадров или технического обучения.

Основной формой обучения работников по охране труда является проведение инструктажа по безопасности труда: вводного, первичного на рабочем месте, повторного, внепланового, целевого (раздел 7 ГОСТ 12.0.004—90).

Вводный инструктаж проводит инженер по охране труда или специалист, его заменяющий. Остальные виды инструктажа осуществляет непосредственный руководитель работ. Вводный инструктаж проводится для лиц, поступающих на предприятие, по соответствующей программе, утвержденной руководителем предприятия и согласованной с комитетом профсоюза.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят с каждым работником индивидуально, сопровождая его показом безопасных приемов работы. Проводится он по инструкции по охране труда для отдельных профессий или видов работ. После первичного инструктажа и проверки знаний в течение первых двух—пяти смен работник выполняет работу под наблюдением мастера или бригадира, после чего оформляется допуск к самостоятельной работе.

Повторный инструктаж осуществляется не реже, чем через шесть месяцев.

Внеплановый инструктаж проводят при изменении правил по охране труда, технологического процесса, нарушениях работниками требований безопасности.

Целевой инструктаж проводят перед выполнением работ, на которые требуется оформление наряда-допуска (особо опасные работы типа ремонта электросетей, резервуаров, работ на большой высоте и т.п.).

Проверку знаний, полученных при инструктаже, осуществляет специалист, проводивший инструктаж. Все виды инструктажа оформляются в специальных журналах по установленной форме с обязательной подписью инструктирующего и инструктируемого.

Для проведения обучения и пропаганды охраны труда на предприятии организуется кабинет охраны труда.

Инструкции по охране труда могут разрабатываться как для работников отдельных профессий (токарь, слесарь и т.п.), так и на отдельные виды работ (ремонтные работы, проведение испытаний и др.).

Инструкции бывают двух видов: типовые и для работников. Инструкции для работников разрабатываются на основе типовых инструкций, требований безопасности, изложенных в технической документации заводов-изготовителей оборудования и в технологической документации предприятия с учетом конкретных условий производства.

Требования инструкций являются обязательными для работников, а невыполнение этих требований рассматривается как нарушение трудовой дисциплины.

Инструкции для работников разрабатываются руководителями цехов (участков при бесцеховой структуре предприятия), отделов, лабораторий и других соответствующих им подразделений предприятия под контролем службы охраны труда предприятия. Инструкция утверждается руководителем предприятия (главным инженером) после согласования с соответствующим выборным профсоюзным органом и службой охраны труда. Каждой инструкции должно быть присвоено наименование и номер, например: «Типовая инструкция № 15 по охране труда для фрезеровщика», «Инструкция № 6 по охране труда при выполнении работ на высоте».

Типовая инструкция и инструкция для работников должны содержать следующие разделы:

- общие требования безопасности;
- требования безопасности перед началом работы;
- требования безопасности во время работы;
- требования безопасности в аварийных ситуациях;
- требования безопасности по окончании работы.

Подробный перечень вопросов, которые должны быть отражены в каждом разделе инструкции, изложен в п.5 «Методических указаний по разработке правил и инструкций по охране труда» (приложение к постановлению Минтруда РФ от 1.07.93г., № 129).

Комплект действующих в подразделении (службе) инструкций для работников всех профессий и по всем видам работ данного подразде-

ления (службы), а также перечень этих инструкций должны постоянно находиться у руководителя подразделения (службы).

1.6 ПОРЯДОК РАССЛЕДОВАНИЯ, ОФОРМЛЕНИЯ, УЧЕТА И ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Расследованию, учету и анализу подлежат несчастные случаи, повлекшие за собой необходимость перевода работника в соответствии с медицинским заключением на другую работу на один рабочий день и более, потерю им трудоспособности не менее, чем на один рабочий день, либо его смерть, происшедшие при выполнении работником своих трудовых обязанностей (работ) на территории предприятия (организации) или вне ее, а также во время следования к месту работы или с работы на транспорте, предоставленном организацией. Порядок рассмотрения, учета и анализа несчастных случаев и подробный перечень возможных несчастных случаев изложены в «Положении о расследовании и учете несчастных случаев на производстве» (действует с 1 января 1999 г.).

Причины несчастных случаев на производстве разделяются на:

- технические (конструктивные недостатки оборудования; конструктивные недостатки или неисправности ограждающих, предупредительных устройств защиты от травм; неисправности оборудования, зданий, сооружений, их элементов, дорог и подъездных путей);
- организационно-технические (несовершенство и нарушение технологических процессов и нарушение технических правил эксплуатации технологического оборудования);
- организационные (неудовлетворительная организация, отсутствие надзора за производством работ; неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест; недостатки в обучении безопасным приемам работы, допуск к работе необученных или непроинструктированных работников; неприменение средств индивидуальной защиты из-за их отсутствия или несоответствия условиям труда; нарушение трудовой и производственной дисциплины; эксплуатация неисправного оборудования; нарушение правил движения внутрицехового или внутризаводского транспорта).

Расследование несчастного случая на производстве включает [5]:

- обеспечение незамедлительного оказания пострадавшему первой медицинской помощи (при необходимости — доставку его в уч-

реждение скорой помощи или в любое лечебно-профилактическое учреждение);

- организацию комиссии по расследованию несчастного случая с включением представителей предприятия, а также профсоюзного органа или иного уполномоченного работниками представительного органа;
- обеспечение сохранения до начала расследования обстановки на рабочем месте и оборудования такими, какими они были на момент происшествия;
- проведение расследования в течение трех суток с момента происшествия несчастного случая;
- обеспечение членам комиссии, проводящей расследование, выполнения необходимых технических расчетов, испытаний, лабораторных исследований, других необходимых работ (за счет предприятия);
- утверждение и заверение печатью организации акта по форме Н-1 [5];
- выдачу одного экземпляра акта по форме Н-1 пострадавшему (его доверенному лицу) или родственникам пострадавшего по их требованию не позднее трех дней после окончания расследования;
- рассмотрение результатов расследования несчастного случая с целью разработки профилактических мер по предотвращению несчастного случая в дальнейшем и решение вопросов о возмещении вреда пострадавшему (членам его семьи), предоставлении ему компенсаций и льгот (по необходимости).

Порядок рассмотрения группового несчастного случая, несчастного случая с возможным инвалидным исходом или несчастного случая со смертельным исходом регламентируется особо.

На основе актов учета несчастных случаев по форме Н-1 на предприятии ежегодно составляется отчет по установленной форме «Сведения о травматизме на производстве» [5], который работодатели направляют в местное статистическое управление.

С целью разработки рациональных мероприятий по предупреждению несчастных случаев используются следующие традиционные методы их анализа (исследования): статистический, монографический и экономический.

Статистический метод основан на анализе статистических данных об уже происшедших несчастных случаях, содержащихся в актах по форме Н-1 или отчетах предприятий. Он позволяет анализировать несчастные случаи по причинам, тяжести, полу, возрасту, составу, профессии, уровню обучения пострадавших, видам оборудования, производствам и другим показателям. При проведении анализа статисти-

ческим методом применяются количественные показатели травматизма: частоты K_q , тяжести K_T , безопасности K_b , позволяющие оценивать динамику травматизма и состояние работы по его предупреждению.

Коэффициент частоты травматизма¹:

$$K_q = \frac{A}{B} \cdot 1000. \quad (1.1)$$

Коэффициент тяжести травматизма:

$$K_T = \frac{D}{A}. \quad (1.2)$$

Коэффициент безопасности:

$$K_b = K_q \cdot K_T = \frac{D}{B} \cdot 1000, \quad (1.3)$$

где A — число несчастных случаев за отчетный период, B — статистическое число работников, D — число дней нетрудоспособности за отчетный период.

К разновидностям статистического метода относятся групповой и топографический.

Групповой метод заключается в группировании несчастных случаев по полу, возрасту и другим признакам.

Топографический метод заключается в том, что места, где произошли несчастные случаи, отмечаются условными знаками на плане цеха, участка, отдельных технологических линий или единиц оборудования, а количество знаков характеризует травмоопасность отдельных мест.

Монографический метод используется при анализе опасностей на действующих и проектируемых отдельных видах оборудования, а также при детальном изучении всех обстоятельств, при которых на данном рабочем месте произошел несчастный случай.

Экономический метод заключается в оценке материального ущерба от травматизма, эффективности затрат на его профилактику.

За рубежом от традиционных методов исследования и прогнозирования уровня производственного травматизма постепенно начинают переходить к методам, основанным на теории приемлемого обществом в данный момент времени риска (вероятности) опасности [6], и методам системного анализа [6,7,8]. Для установления закономерностей и причинно-следственных связей, а также потенциально опасных ситуа-

¹ В отрасли машиностроения $K_q = 12,9$ [48]

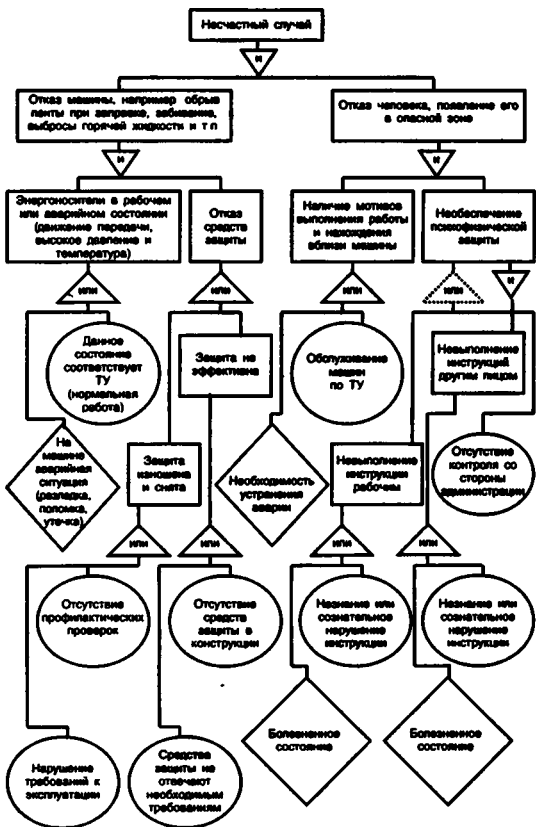


Рис. 12. Дерево отказов системы человек-машина

ций, в частности, используется метод типа «Дерево целей» («Дерево отказов»). Сущность данного метода заключается в том, что исходную цель (причину) разбивают на совокупность более частных, но более простых и конкретных подцелей (причин). В результате нахождения таких подцелей (причин) на нижнем уровне выявляется набор измеряемых целей (причин).

Схема связей исходной цели (причины) с конечными подцелями по форме напоминает дерево. При построении «Дерева отказов» вводятся условные обозначения причинно-следственных связей и характера самих событий (рис. 1.2): *прямоугольник* — рассматриваемое событие (основное); *круг* — исходное событие (первоначальное); *ромб* — неопределенное или несущественное событие; *треугольник «и»* — вентиль, обозначающий образование одного выходного события из двух-трех входных событий, появляющихся одновременно; *треугольник «или»* — вентиль, обозначающий образование одного выходного события из одного или нескольких исходных, возникающих не одновременно.

Главное событие (несчастный случай) образуется из двух основных событий через вентиль «и», а именно: опасного отказа машины, т.е. возникновения опасной зоны на рабочем месте (выброс сливной стружки, отказ блокировочных средств и т.д.); опасной ошибки (отказа) человека, т.е. появления его в опасной зоне вследствие неоправданных действий, неточностей, допущенных самим потерпевшим или другим работником (или одновременно обоими).

Каждое из основных событий (отказов, причин) является следствием одного или нескольких других событий. Построение «Дерева отказов» и его анализ завершают, когда устанавливают первоначальное событие — отказ — как исходные причинные факторы несчастного случая или на таком уровне, где дальнейший анализ невозможен по какому-либо причинам.

1.7. ПОРЯДОК ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ РАБОТАЮЩИХ

Одной из мер предупреждения неблагоприятного воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов является использование средств индивидуальной защиты (СИЗ). Обеспечение работающих надежными и эффективными СИЗ способствует повышению безопасности труда, снижению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

Эффективность использования СИЗ во многом зависит от правиль-

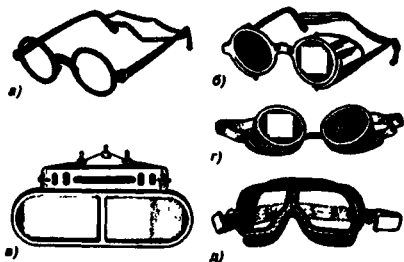


Рис 1.3. Защитные очки:

а — ОЗО-1, б — ОЗО-2, в — ОЗО-3, г — ОЗЗ-2, д — ОЗЗ-7

ного их выбора и эксплуатации. При выборе СИЗ необходимо учитывать конкретные условия производственного процесса, вид и длительность воздействия на работающих опасного и вредного производственного фактора, а также индивидуальные особенности работающих. Только правильное применение СИЗ может обеспечить максимальный защитный эффект от их использования на рабочих местах [9].

Согласно ГОСТ 12.4.011—89 «ССБТ. Средства защиты работающих. Классификация» все СИЗ в зависимости от назначения подразделяют на следующие классы: изолирующие костюмы, средства защиты органов дыхания, одежда специальная защитная, средства защиты ног, защиты рук, защиты головы, защиты лица, защиты глаз, защиты органа слуха, защиты от падения с высоты и другие предохранительные средства, защитные дерматологические средства, средства защиты комплексные. На рис. 1.3 представлены некоторые типы средств индивидуальной защиты глаз.

Все средства индивидуальной защиты выдаются работающим бесплатно на основании «Типовых отраслевых норм бесплатной выдачи рабочим и служащим специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты».

Специальная одежда, обувь и другие средства индивидуальной защиты выдаются рабочим и служащим в соответствии с установленными нормами и сроками носки независимо от того, в какой отрасли экономики находятся эти производства, цехи, участки и виды работ [9].

Например, станочнику, занятому механической обработкой металла, независимо от того, на каком предприятии он работает, специальную одежду, обувь и другие средства индивидуальной защиты следует выдавать в соответствии с «Типовыми отраслевыми нормами бесплат-

ной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты рабочим и служащим машиностроительных и металлообрабатывающих производств.

Поступающие на склады предприятия специальная одежда, обувь и другие средства индивидуальной защиты должны храниться в отдельных сухих помещениях, изолированных от каких-либо других предметов и материалов, рассортированными по видам, ростам и защитным свойствам.

Специальная одежда из прорезиненных тканей и резиновая обувь должны храниться в затемненных помещениях при температуре от +5 до +20 °С с относительной влажностью воздуха 50—70 % на расстоянии не менее 1 м от отопительных систем.

Предохранительные пояса должны храниться в подвешенном состоянии или разложенными на стеллажах.

Принятые на хранение теплая специальная одежда и специальная обувь должны быть подвергнуты дезинфекции, тщательно очищены от загрязнений и пыли, просушены, отремонтированы и во время хранения периодически должны подвергаться осмотру.

Хранение специальной одежды рабочих, занятых на работах с вредными для здоровья веществами (свинец, его сплавы и соединения, ртуть, этилированный бензин, радиоактивные вещества и т.д.), должно производиться в соответствии с инструкциями и указаниями органов санитарного надзора.

Специальная одежда, обувь и другие средства индивидуальной защиты, выдаваемые рабочим и служащим, считаются собственностью предприятия и подлежат обязательному возврату: при увольнении, при переводе в том же предприятии на другую работу, для которой выданные специальная одежда, обувь и другие средства индивидуальной защиты не предусмотрены нормами, а также по окончании сроков носки взамен получаемой новой специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты.

Выдача взамен специальной одежды и обуви материалов для их изготовления или денежных сумм для их приобретения не разрешается.

В исключительных случаях при невыдаче в срок установленных нормами специальной одежды и обуви и приобретении их в связи с этим самими работниками администрация предприятия обязана возместить работникам затраты на приобретение по государственным розничным ценам специальной одежды и обуви и оприходовать их как инвентарь предприятия.

Предприятие обязано заменить или отремонтировать специальную одежду и обувь, пришедшие в негодность до истечения установленного срока носки по причинам, не зависящим от рабочего или служащего. Такая замена осуществляется на основе соответствующего акта, со-

ставленного администрацией с участием представителя профсоюзного комитета.

В случае пропавшей или порченной специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты в установленных местах их хранения по независящим от рабочих и служащих причинам администрация предприятия обязана выдать им другую исправную специальную одежду, обувь и другие средства индивидуальной защиты.

Специальная одежда, обувь и другие средства индивидуальной защиты, бывшие в употреблении, могут быть выданы другим рабочим и служащим только после стирки, химчистки, дезинфекции и ремонта. Срок их носки устанавливается комиссией в зависимости от степени изношенности указанных средств индивидуальной защиты.

Дежурные специальная одежда, обувь и другие средства индивидуальной защиты коллективного пользования должны находиться в кладовой цеха или участка и выдаваться рабочим и служащим только на время выполнения тех работ, для которых они предусмотрены, или могут быть закреплены за определенными рабочими местами (например, тулупы на наружных постах, перчатки диэлектрические при электроустановках и т. д.) и передаваться от одной смены другой. В этих случаях специальная одежда, обувь и другие средства индивидуальной защиты выдаются под ответственность мастеров и других лиц из административно-технического персонала.

При этом сроки носки дежурных специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты не должны быть короче по сравнению со сроками носки таких же видов специальной одежды, обуви и других средств коллективной защиты, выдаваемых в индивидуальное пользование в соответствии с типовыми отраслевыми нормами или соответствующими отраслевыми нормами.

Бригадирам, помощникам и подручным рабочих, профессии которых предусмотрены в типовых отраслевых нормах бесплатной выдачи специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты или в отраслевых нормах, выдаются те же специальная одежда, обувь и другие средства индивидуальной защиты, что и рабочим соответствующих профессий.

Администрация предприятия обязана организовать надлежащий учет и контроль за выдачей рабочим и служащим специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты в установленные сроки.

Во время работы рабочие и служащие обязаны пользоваться выданной им специальной одеждой, обувью и другими средствами индивидуальной защиты. Администрация предприятия обязана следить за тем, чтобы рабочие и служащие во время работы действительно поль-

зовались выданными им специальной одеждой, обувью и другими средствами индивидуальной защиты, и не допускать к работе рабочих и служащих без установленных специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты, а также в неисправной, неотремонтированной, загрязненной специальной одежде и обуви или с неисправными средствами индивидуальной защиты.

Рабочие и служащие обязаны бережно относиться к выданным в их пользование специальной одежде, обуви и другим средствам индивидуальной защиты, своевременно ставить в известность администрацию предприятия о необходимости химчистки, стирки, сушки, ремонта, дегазации, дезактивации, дезинфекции, обезвреживания и обеспыливания специальной одежды, а также сушки, ремонта, дегазации, дезактивации, дезинфекции, обезвреживания специальной обуви и других средств индивидуальной защиты.

Администрация предприятия при выдаче рабочим и служащим таких средств индивидуальной защиты, как респираторы, противогазы, самоспасатели, предохранительные пояса, накомарники, каски и некоторые другие, должна проводить инструктаж рабочих и служащих по правилам пользования и простейшим способам проверки исправности этих средств, а также тренировку по их применению.

Администрация предприятия обязана обеспечить регулярные в соответствии с установленными сроками испытание и проверку исправности средств индивидуальной защиты (респираторов, противогазов, самоспасателей, предохранительных поясов, накомарников, касок и др.), а также своевременную замену фильтров, стекол и других частей с понизившимися защитными свойствами. После проверки на средствах индивидуальной защиты должна быть сделана отметка (клеймо, штамп) о сроках последующего испытания.

Запрещается рабочим и служащим по окончании работы выносить специальную одежду, обувь и другие средства индивидуальной защиты за пределы предприятия.

Для хранения выданных рабочим и служащим специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты администрация предприятия обязана предоставить в соответствии с требованиями санитарных норм специально оборудованные помещения (гардеробные).

Администрация предприятия обязана также организовать надлежащий уход за средствами индивидуальной защиты: своевременно осуществлять химчистку, стирку, ремонт, дегазацию, дезактивацию, обезвреживание и обеспыливание специальной одежды, а также ремонт, дегазацию, дезактивацию и обезвреживание специальной обуви и других средств индивидуальной защиты.

В тех случаях, когда это требуется по условиям производства, на предприятии (в цехах, на участках) должны устраиваться сушилки для специальной одежды и обуви, камеры для обеспыливания специальной одежды и установки для дегазации, дезактивации и обезвреживания специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты.

Специальная обувь должна регулярно подвергаться чистке и смазке, для чего рабочим и служащим должны быть обеспечены соответствующие условия (места для чистки обуви, щетки, мази и т. п.).

Вопросы материальной ответственности рабочих и служащих за ущерб, причиненный предприятию в связи с утратой или порчей по небрежности специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты или в иных случаях (хищение или умышленная порча), регулируются действующим законодательством.

Ответственность за своевременное обеспечение рабочих и служащих специальной одеждой, обувью и другими средствами индивидуальной защиты возлагается на руководителя предприятия.

1.8. ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАТРАТ НА МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

При проведении любых работ по охране труда, эргономике, технической эстетике в промышленности требуется оценка или прогнозирование эффективности таких работ, сравнение тех или иных вариантов решений, планирование затрат на их проведение. Соответствующие методы начали разрабатываться еще в 60-е годы. В 80-е годы использовалось несколько методов прогнозирования. В настоящее время специалисты ориентируются на *комплексный подход* к анализу условий труда, получение *комплексного оценочного критерия* условий труда как по базе, так и по проекту.

В любом случае определение (прогнозирование) эффективности мероприятий по улучшению условий труда предполагает следующие этапы:

- аттестация существующих условий труда (по базовому предприятию);
- разработка рекомендаций по улучшению условий труда;
- выбор подходящего метода оценки эффективности разработанных рекомендаций;
- проведение расчета эффективности мероприятий по улучшению условий труда (по проекту).

В восьмидесятые годы в машиностроении хорошо зарекомендовала себя в качестве формы фиксации результатов комплексного анализа

условий труда «Карта безопасности труда на рабочем месте» (табл. 1 и 2) [10].

1.1. Карта безопасности труда на рабочем месте¹

ПО «Ялтарь»
(предприятие)

прессовый №2

№ 28

Глинкова, Докучаева

штамповщица

Электромасов

(мех)

(номер)

(рабочий)

(профессия)

(участок)

| № п/п | Наименование факторов организации нормальных и безопасных условий труда | Единица измерения | Норма | Результаты измерений и обследований | | | | | | |
|-------|---|-------------------|----------------|-------------------------------------|-------|------|------|-------|---|--|
| | | | | 1978 | | | 19 | | | |
| | | | | Факт | Откл. | | Факт | Откл. | | |
| | | | | | абс | К | | абс | К | |
| 1 | Температура воздуха тепл./холод | °С | 17-19 20-23 | 22 | 0 | 1 | | | | |
| 2 | Влажность воздуха тепл./холод | % | 30-60 | 60 | 0 | 1 | | | | |
| 3 | Подвижность воздуха тепл./холод. | м/сек | 0,2 0,5 | 0,2 | 0 | 1 | | | | |
| 4 | Освещенность | %, лк | 150 | 220 | 0 | 1 | | | | |
| 5 | Уровень шума | дБ | 90 | 94,5 | 4,5 | 0,74 | | | | |
| 6 | Загазованность | мг/м ³ | 5 | 1,5 | 0 | 1 | | | | |
| 7 | Запыленность | мг/м ³ | 4 | 0,5 | 0 | 1 | | | | |
| 8 | Заболеваемость общая | дни | 8 | 2,05 | 0 | 1 | | | | |
| 9 | Коэффициент эргономичности | | 1 | 1 | 0 | 1 | | | | |
| 10 | Нагрузки психологические | | 1 | 0,08 | 0,92 | 0,08 | | | | |
| 11 | Нагрузки физические (разов) | кг | 40 | 0,02 | 0 | 1 | | | | |
| 12 | Нагрузки физические (грузоперер) | т/смену | 4,2 | 3,53 | 0 | 1 | | | | |
| 13 | Опасные зоны на р/месте | кол-во | 0 | 5 | 0,05 | 0,95 | | | | |
| 14 | Опасные приемы труда | кол-во | 0 | 1 | 0,01 | 0,99 | | | | |

¹ Лицевая сторона карты

| № пп | Наименование фактора организации нормальн. и безопасн. условий труда | Единица измерения | Норма | Результаты измерений и обследований | | | | | | |
|------|---|-------------------|--------|-------------------------------------|--------|------|------|-------|---|--|
| | | | | 1978 | | | 19__ | | | |
| | | | | Факт | Откл. | | Факт | Откл. | | |
| | | | | | абс | К | | абс | К | |
| 15 | Использование средства инд. защиты | кол-во | 2 | 0 | 0,02 | 0,98 | | | | |
| 16 | Нарушение требования инструкции | кол-во | 0 | 3 | 0,03 | 0,97 | | | | |
| 17 | Инструктаж персонала | кол/год | 4 | 4 | 0 | 1 | | | | |
| 18 | Контроль безопасности организации труда, состояния оборудования и рабочего места со стороны администрации | кол-во в нед. | 1 | 1 | 0 | 1 | | | | |
| 19 | Производственный травматизм К ₁ /К ₂ | 3,1 27,3 | 0 0 | 0 0 | 1 1 | | | | | |
| | Уровень безопасности труда | | | | 0,82 | | | | | |

1.2. Карта безопасности труда на рабочем месте¹

| № пп | Недостатки | Мероприятия | Ответственный исполнитель | Срок проведения | Отметка об исполнении |
|------|---|-------------|---------------------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | Лицевая часть оборудования не ограждена | | | | |
| 2 | Электромонтаж выполнен не по ПУЭ | | | | |
| 3 | Педаля открыта и расположена высоко | | | | |
| 4 | Отсутствует подставка для ног | | | | |
| 5 | Светильник не фиксируется | | | | |
| 6 | Пневмопровод не зафиксирован | | | | |

Начальник подразделения _____
 Председатель цехового комитета _____
 Общественный инспектор _____

¹ Обратная сторона карты

«Карта безопасности труда на рабочем месте» включает девятнадцать факторов условий труда, достаточно полно характеризующих уровень условий труда рабочего места любого профиля. В третьей графе карты (лицевая сторона) содержатся необходимые единицы измерения, принятые в охране труда. В четвертой графе («норма») проставляются нормы на каждый фактор в соответствии с ГОСТ ССБТ и рекомендациями проективной эргономики и охраны труда.

На оборотной стороне карты фиксируются конкретные недостатки рабочего места и конкретные мероприятия по их устранению. В случае необходимости к карте безопасности труда прикладывается планировка базового объекта и пояснительная записка.

После заполнения карты по формуле 1.4 подсчитывается коэффициент безопасности труда на рабочем месте K_w :

$$K_w = \frac{\sum K_i}{n} K_{\text{тп}}, \quad (1.4)$$

где K_i — пофакторные коэффициенты соответствия факторов условий труда нормам, определяемые по формулам (1.5, 1.6); n — число учитываемых факторов; $K_{\text{тп}}$ — коэффициент травмоопасности, определяемый для факторов 13, 14, 15, 16 по формуле (1.7).

Для факторов 3, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 19:

$$K_i = \frac{H}{\Phi}, \quad (1.5)$$

где H — нормативное значение фактора; Φ — фактическое значение фактора.

Для факторов 1, 2, 4, 9, 17, 18, 10:

$$K_i = \frac{\Phi}{H} \quad (1.6)$$

Если фактическое значение фактора соответствует нормативному, то K_i для данного фактора принимается равным 1.

Коэффициент травмоопасности:

$$K_{\text{тп}} = 1 - 0,001 \cdot N, \quad (1.7)$$

где N — суммарное число обнаруженных нарушений по факторам 13, 14, 15, 16.

Фактическое значение фактора 9 («коэффициент эргономичности») определяется как отношение суммарной продолжительности выполнения основных ручных микроэлементов в операции к суммарной продолжительности выполнения основных и лишних микроэлементов в операции по формуле (1.16).

Фактическое значение фактора 10 («нагрузки психологические») определяется либо по формуле (1.8), либо по методике, изложенной в [12, с. 336 ... 341]. В случае, если имеет место преимущественно физический труд с жестко заданным временным темпом

$$K_{10} = \frac{7,5}{\psi_{\text{факт}}}, \quad (1.8)$$

где K_{10} — психологический коэффициент («факт» для графы 5 фактора 10 «Карты безопасности труда»); $\psi_{\text{факт}}$ — действительный поток требований на рабочем месте (число рабочих приемов, выполняемых в минуту) [10].

Анализ факторов 8, 15, 16, 17, 18 требует обращения к цеховой или заводской документации.

Определив величины $K_{\text{м}}$ отдельных рабочих мест, далее следует провести расчет коэффициента безопасности всего базового производственного подразделения $K_{\text{б.п.}}$:

$$K_{\text{б.п.}} = \frac{\sum_{\text{м}} K_{\text{м.б.}}}{\sum_{\text{м}} q_i}, \quad (1.9)$$

где m — количество рабочих мест на участке (в цехе); q_i — количество работающих на рабочем месте.

Подсчитанные коэффициенты безопасности труда базовых (действующих) рабочих мест или более крупных подразделений позволяют после разработки плана мероприятий по улучшению условий труда или еще в процессе его разработки провести прогнозирование эффективности намечаемых мероприятий. Для этого в «Карте (картах) безопасности труда на рабочем месте» подсчитываются соответственно коэффициент безопасности труда по базе ($K_{\text{м.б}}$) и по проекту ($K_{\text{м.п}}$). После этого находится рост коэффициента безопасности труда на рабочем месте:

$$\Delta K_{\text{м}} = K_{\text{м.п}} - K_{\text{м.б}}, \quad (1.10)$$

или на участке (в цехе):

$$\Delta K_{\text{б}} = K_{\text{б.п.}} - K_{\text{б.б.}}. \quad (1.11)$$

Прогнозируемый рост производительности труда (%) определяется:

$$\Delta P = 49 \cdot \Delta K_{\text{м}}, \quad (1.12)$$

или

$$\Delta T = 49 \cdot \Delta K_6 \quad (1.13)$$

Годовой экономический эффект $\mathcal{E}_{\text{год}}$ (тыс. руб.) может быть определен за счет прироста годового объема производства Q :

$$\Delta Q = Q \frac{\Delta T}{100} \quad (1.14)$$

где Q — годовой объем производства продукции в базовом подразделении при базовом коэффициенте $K_{6,6}$, тыс. руб.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \Delta Q - 3T, \quad (1.15)$$

где $3T$ — затраты на проведение аттестации и запланированных мероприятий, тыс. руб. Методика их определения рассмотрена в [14].

Пример. В прессовом цехе № 2 АО «Ятара» коэффициент безопасности труда увеличился с $K_{6,6} = 0,75$ до $K_{6,6} = 0,82$, т.е. по формуле (1.11):

$$\Delta K_6 = 0,82 - 0,75 = 0,07.$$

Рост производительности труда в цехе составит (1.13)

$$\Delta T = 49 \cdot 0,07 = 3,43 \%$$

Годовой экономический эффект, согласно (1.14) и (1.15):

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \Delta Q - 3T = Q \frac{\Delta T}{100} - 3T \text{ (тыс. руб.)}$$

Объем производства продукции в прессовом цехе № 2 $Q = 280$ тыс. руб., а затраты на мероприятия по улучшению условий труда $3T = 1,7$ тыс. руб. Тогда

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 280 \frac{3,43}{100} - 1,7 = 9,6 - 1,7 = 7,9 \text{ тыс. руб}$$

В любом случае при расчете или прогнозировании эффективности мероприятий по улучшению условий труда устанавливается взаимосвязь между планируемыми мероприятиями и теми экономическими показателями, на уровень которых они оказывают преобладающее воздействие. В восьмидесятые годы применялся большой спектр таких показателей, часто дублировавших друг друга. В настоящее время предлагается использовать лишь основных из них:

- рост производительности труда (ΔT),
- годовой экономический эффект ($\mathcal{E}_{\text{год}}$).

Расчет экономической эффективности может производиться как от каждого предложенного мероприятия по улучшению условий труда, так и от всего комплекса запланированных мероприятий.

Из применяемых в настоящее время других методов планирования затрат на мероприятия по охране труда [12] наиболее доступными представляются следующие:

- метод, основанный на учете сокращения нерациональных потерь рабочего времени;
- метод, основанный на учете снижения общей (профессиональной) заболеваемости и производственного травматизма;
- метод, основанный на учете сокращения регламентированного компенсирующего отдыха в результате улучшения отдельных гигиенических и психофизиологических характеристик производственной среды.

Метод определения эффективности за счет сокращения *нерациональных потерь рабочего времени* рекомендуется применять, когда на рабочем месте или на рабочих местах улучшены условия досягаемости, ликвидированы нерациональные рабочие позы, лишние движения и перемещения, т. е. повышен уровень (коэффициент) эргономичности объекта (подробно об эргономике см. 3.5).

Последний может быть взят из «Карты безопасности труда на рабочем месте» (фактор 9) или подсчитан по формуле:

$$K_n = \frac{\Sigma T_{осн}}{\Sigma T_{осн} + \Sigma T_{лишн}}, \quad (1.16)$$

где $\Sigma T_{осн}$ — суммарная продолжительность основных микроэлементов операции, с; $\Sigma T_{лишн}$ — суммарная продолжительность лишних микроэлементов операции, с.

Соответствующие данные приведены в табл. 1.3.

1.3. Продолжительность микроэлементов, их индексация

| Характер микроэлемента | Индекс микроэлемента | | Продолжительность, с |
|--|-----------------------|---------------------|----------------------|
| | основного <i>n</i> | лишнего <i>m</i> | |
| Сделать <i>N</i> шагов | — | — | 1,0 |
| Движения и перемещения | | | |
| Движение пальцами | 17 | | 0,17 |
| Движение ладонью | 33 | | 0,33 |
| Нажатие рукой | 72 | | 0,72 |
| Нажатие ногой | 72 | | 0,72 |
| Сгибание и разгибание руки | 72 | | 0,72 |
| Шаг в сторону (на 50 см) одной ногой | | 75 | 0,75 |
| Шаг в сторону с приставлением второй ноги к первой | | 150 | 1,5 |

| Характер микроэлемента | Индекс микроэлемента | | Продолжительность, с |
|---|----------------------|--------------|----------------------|
| | основного n | лишнего m | |
| Поворот корпуса (стоя) от 0 до 45° | | 67 | 0,67 |
| Поворот корпуса (стоя) от 45 до 90° | | 134 | 1,34 |
| Поворот корпуса (сидя) от 0 до 45° | | 36 | 0,36 |
| Поворот корпуса (сидя) от 45 до 90° | | 72 | 0,72 |
| Приседание | | 125 | 1,25 |
| Выпрямление после приседания | | | |
| Наклон от 0 до 15° | | 156 | 1,56 |
| Выпрямление от 15 до 0° | | 35 | 0,35 |
| Наклон от 15 до 30° | | 38 | 0,38 |
| Выпрямление от 30 до 0° | | 70 | 0,7 |
| Наклон свыше 30° (опускание на одно колено) | | 76 | 0,76 |
| | | 104 | 1,04 |
| Подъем из предыдущего положения | | 115 | 1,15 |
| Опускание на оба колена | | 250 | 2,5 |
| Подъем из предыдущего положения | | 276 | 2,76 |
| Установка предмета без точного положения с прижимом | 72 | | 0,72 |
| Установка предмета без точного положения с сильным прижимом | 180 | | 1,8 |
| Установка предмета без точного положения | 36 | | 0,36 |
| Установка предмета | | | |
| — в точное положение | 55 | | 0,55 |
| — в точное положение с прижимом | 90 | | 0,90 |
| — в точное положение с сильным прижимом | 223 | | 2,23 |
| протянуть руку | | | |
| — на расстояние до 100 мм | 20 | | 0,20 |
| — на расстояние до 300 мм | 26 | | 0,26 |
| — на расстояние около 500 мм | 35 | | 0,35 |
| Передвинуть предмет в пределах 30° 180° | 21 | | 0,21 |
| Сжать предмет пальцами | 72 | | 0,72 |
| Взять предмет | | | |
| — легкий и легко захватываемый | 7 | | 0,07 |
| — легкий, но трудно захватываемый | 14 | | 0,14 |
| — легкий, но лежащий среди аналогичных | | | |
| — мелкий | 40 | | 0,4 |
| — крупный | 80 | | 0,8 |
| — тяжелый | 152 | | 1,52 |

Продолжение табл. 1.3

| Характер микроэлемента | Индекс микроэлемента | | Продолжительность, с |
|---|----------------------|--------------|----------------------|
| | основного и | лишнего и | |
| Переключить предмет пальцами | | 20 | 0,20 |
| Передасть предмет из одной руки в другую | | 20 | 0,20 |
| Разъединить: | | | |
| — без усилия | 18 | | 0,18 |
| — с легким усилием | 36 | | 0,36 |
| — со значительным усилием | 110 | | 1,1 |
| Поворот переключателя | 70 | | 0,7 |
| Вращение выключков и рукояток: | | | |
| — радиусом до 50 мм | 45 | | 0,45 |
| — радиусом до 100 мм | 60 | | 0,60 |
| Перемещение рычагов управления на 30—60 см: | | | |
| — одного рычага | 64 | | 0,64 |
| — двух рычагов | 77 | | 0,77 |
| — трех рычагов | 89 | | 0,89 |
| Сесть* | 140 | 140 | 1,4 |
| Встать* | 180 | 180 | 1,8 |
| Выдача команд голосом | 300 | | 3,0 |
| <i>Прочие сигнальной информации</i> | | | |
| Считывание показаний стрелочного прибора: | | | |
| — демпфированного | 40 | | 0,4 |
| — среднедемпфированного | 100 | | 1,0 |
| — малодемпфированного | 150 | | 1,5 |
| Чтение показаний цифрового индикатора: | | | |
| — газоразрядная лампа NH-I | 73 | | 0,73 |
| — оптическое проекционное табло | 45 | | 0,45 |
| — семисегментный электrolуминофор | 58 | | 0,58 |
| — восьмисегментный -" | 63 | | 0,63 |
| — электrolуминисцентная шкала | 35 | | 0,35 |
| — прибор типа «открытое окно» | 20 | | 0,20 |
| Работа с цифробуквенным формулятором: | | | |
| — восприятие 7-значного числа | 120 | | 1,2 |
| — восприятие одной характеристики формулы | 57 | | 0,57 |

| Характер микроэлемента | Индекс микроэлемента | | Продолжительность, с |
|--|----------------------|--------------|----------------------|
| | основного и | лишнего ш | |
| сравнение двух формул по одному признаку | 38 | | 0,38 |
| выбор формулы по минимальным (максимальным) значениям одной характеристики | 96 | | 0,96 |
| Восприятие оперативной единицы информации: | | | |
| — шифры или транспарента | 20 | | 0,2 |
| — условного знака | 30 | | 0,3 |
| — знака со счетом | 50 | | 0,5 |
| — одной из 4-х оперативных единиц информации (в среднем) | 60 | | 0,6 |
| Обнаружение сигнала | 10 | | 0,1 |
| Одознавание простого сигнала | 40 | | 0,4 |
| Фиксация предмета глазами | 28 | | 0,28 |
| Перемещение взгляда в пределах 90° | 36 | | 0,36 |
| Переключение внимания (без перемещения головы и взгляда): | | | |
| — для зрительных сигналов | 10 | | 0,1 |
| — для звукового сигнала | 17 | | 0,17 |
| Чтение слова | 3 | | 0,03 |
| Работа с дисплеем (с клавишей «маркер влево»): | | | |
| — установка маркера | 170 | | 1,7 |
| — набор на клавиатуре одного знака с самоконтролем | 62 | | 0,62 |
| — без самоконтроля | 50 | | 0,5 |
| Работа с дисплеем (без клавиши «маркер влево»): | | | |
| — установка маркера | 240 | | 2,4 |
| — набор на клавиатуре одного знака с самоконтролем | 110 | | 1,1 |
| — без самоконтроля | 50 | | 0,50 |
| Поиск цели на одном из ста формул при различных способах кодирования: | | | |
| — мерцает только цель | 1060 | | 10,6 |
| — мерцает весь формуляр | 1090 | | 10,9 |

| Характер микроэлемента | Индекс микроэлемента | | Продолжительность, с |
|---|-----------------------|---------------------|----------------------|
| | основного <i>n</i> | лишнего <i>m</i> | |
| — меряют все формулы, кроме цели | 1400 | | 14,0 |
| — меряют все формулы | 2340 | | 23,4 |
| — нет меряния | 2680 | | 26,8 |
| Поиск простых геометрических фигур | 20 | | 0,20 |
| Поиск букв и цифр в таблицах | 30 | | 0,30 |
| Поиск буквенно-цифровых формул | 31 | | 0,31 |
| Поиск цели на экране дисплора | 37 | | 0,37 |
| Ориентация и навигация при работе с показателем | 64 | | 0,64 |
| Работа с условными знаками. | | | |
| — поиск условных знаков | 30 | | 0,3 |
| — ознакомление с ситуацией, обозначенной условными знаками | 63 | | 0,63 |
| — обнаружение изменений в знакомой ситуации, обозначенной условными знаками | 55 | | 0,55 |
| — счет условных знаков | 52 | | 0,52 |

* Микроэлемент может быть признан как основным, так и лишним.

Коэффициент эргономичности базового цеха (участка, отдела и т.д.) определяется (в случае необходимости) по формуле:

$$K_{\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^m K_{i} \cdot q_i}{\sum_{i=1}^m q_i}, \quad (1.17)$$

где K_{i} — коэффициенты эргономичности рабочих мест; q_i — количество работающих на рабочем месте; m — количество рабочих мест в цехе (на участке и т.д.).

Ликвидируемые нерациональные потери (%) рабочего времени на выполнение лишних движений и перемещений:

$$B = (K_{\Sigma n} - K_{\Sigma 6}) \cdot 100, \quad (1.18)$$

где $K_{\Sigma n}$ — коэффициент эргономичности по проекту; $K_{\Sigma 6}$ — коэффициент эргономичности по базе.

Коэффициент уплотнения (%) рабочего дня составляет:

$$K_{\Phi} = \frac{B \cdot T_{\Sigma}}{\Phi_{\Sigma}} = B \cdot K, \quad (1.19)$$

где T_p — затраты рабочего времени на выполнение ручных приемов и перемещений в течение рабочего дня, ч; Φ_d — продолжительность рабочего дня, ч; K — доля затрат ручного труда в общем времени работы оборудования. Величина K устанавливается хронометражем или фотографией рабочего дня.

Рост производительности труда $\Delta\Pi$ (%) за счет сокращения лишних движений и перемещений:

$$\Delta\Pi = \frac{K_1 \cdot 100\%}{100 - K_1} \quad (1.20)$$

Годовой экономический эффект за счет уплотнения рабочего дня:

$$Э_{\text{год}} = \frac{K_1}{100} Z_{\text{ср}} R_{12} - ЗТ, \text{ (тыс руб)}, \quad (1.21)$$

где $Z_{\text{ср}}$ — среднемесячная заработная плата работающего, тыс. руб.; R — среднесписочное число основных производственных рабочих в цехе (на участке и т.д.), человек; $ЗТ$ — затраты на проведение аттестации и запланированных мероприятий, тыс. руб.

Пример. В прессовом цехе среднесписочное число основных производственных рабочих 150 человек. Среднемесячная зарплата одного основного производственного рабочего $Z_{\text{ср}} = 1,7$ тыс руб. Доля ручного труда в цехе $K = 0,4$. Средний коэффициент эргономичности рабочего места $K_{1,0} = 0,87$. Предложенные рекомендации позволяют достичь $K_{1,0} = 0,92$. Затраты $ЗТ$ составили 20 тыс руб.

Ликвидируемые иррациональные потери времени в целом по цеху составят (1.18)

$$B = (0,92 - 0,82) \cdot 100 = 10\%$$

Коэффициент уплотнения рабочего дня (1.19)

$$K_1 = B \cdot K = 10 \cdot 0,4 = 4\%$$

Рост производительности труда по цеху составит (1.20)

$$\Delta\Pi = \frac{4 \cdot 100}{100 - 2} = 4,08\%$$

Годовой экономический эффект (1.21)

$$Э_{\text{год}} = \frac{4}{100} \cdot 1,7 \cdot 150 \cdot 12 - 20 = 82,4 \text{ тыс руб}$$

Метод определения эффективности за счет снижения производственного травматизма, общей (профессиональной) заболеваемости рекомендуется применять в тех случаях, когда следствием планируемых мероприятий по улучшению условий труда становится снижение производственного травматизма, заболеваемости, текучести кадров (факторы 8, 19 «Карты безопасности труда на рабочем месте»).

Коэффициент уплотнения (%) рабочего дня определяется по формуле (1.21):

$$K_1 = \frac{\Delta Z_{\text{общ}} \cdot h}{F} \cdot 100, \quad (1.22)$$

где $Z_{\text{общ}}$ — предполагаемое снижение до нормативного значения дней нетрудоспособности одного работника по причинам общей (профессиональной) заболеваемости из-за травм или пропусков, из-за текучести кадров одного работника до нормативного значения за год, дни; h — длительность рабочей смены, ч; F — действительный годовое фонд рабочего времени, ч.

Рост производительности труда ΔP определяется по формуле (1.20), годового экономического эффект $Z_{\text{год}}$ — по формуле (1.21).

Пример. В деревоотделочном цехе № 17 АО «Янтарь» фактическая общая заболеваемость на одного работника за год составила 12,89 дней при отраслевой норме 9,76. В цехе 205 рабочих. Действительный годовое фонд времени $F = 1780$ ч, длительность смены $h = 8,2$ ч, среднемесячная зарплата рабочего $Z_{\text{зр}} = 1,65$ тыс. руб. Затраты (Z) составили 4 тыс. руб.

Коэффициент уплотнения рабочего дня определяем по формуле (1.22).

$$K_1 = \frac{(12,89 - 9,76) \cdot 8,2}{1780} \cdot 100 = 1,44\%$$

Рост производительности труда по формуле (1.20):

$$\Delta P = \frac{1,44}{100 - 1,44} \cdot 100 = 1,46\%$$

Годовой экономический эффект по формуле (1.21)

$$Z_{\text{год}} = \frac{1,44}{100} \cdot 205 \cdot 1,65 \cdot 12 = 4,0 = 1,8 \text{ тыс. руб.}$$

Метод определения эффективности за счет *сокращения компенсирующего отдыха* рекомендуется применять в тех случаях, когда имеют место значительные вредные факторы и планируется компенсирующий отдых. В табл. 1.4 [13] приведены нормы продолжительности компенсирующего отдыха для различных факторов, влияющих на тяжесть труда.

Установив по табл. 1.4 вредные факторы, оценив степень их вредного действия и наметив пути их подавления, определяем возможный коэффициент уплотнения рабочего дня за счет сокращения компенсирующего отдыха:

$$K_1 = \frac{\Delta \phi_{\text{к.о.}}}{\phi_2} \cdot 100 (\%), \quad (1.23)$$

где $\Delta t_{к.о.}$ — экономия рабочего времени за счет сокращения компенсирующего отдыха в течение месяца, ч; Φ_d — действительный месячный фонд рабочего времени, ч.

$$\Delta t_{к.о.} = t_{к.о.б} - t_{к.о.п} \quad (1.24)$$

где $t_{к.о.б}$ и $t_{к.о.п}$ — соответственно время на компенсирующий отдых по базе и по проекту, ч.

1.4 Нормы продолжительности компенсирующего отдыха в зависимости от факторов, влияющих на тяжесть труда [13]

| № п/п | Факторы | Характеристики факторов | Время на компенсирующий отдых, % отработанного времени |
|-------|---|--|--|
| 1 | Физические усилия | Незначительные (10-150 Н) | 1..2 |
| | | Средние (150-200 Н) | 2..4 |
| | | Тяжелые (300-500 Н) | 4..6 |
| | | Очень тяжелые (500-800 Н) | 6..9 |
| 2 | Нервное напряжение | Незначительное | 1..2 |
| | | Среднее | 2..4 |
| | | Повышенное | 4..6 |
| 3 | Темп работы | Умеренный | 1 |
| | | Средней интенсивности | 2 |
| | | Высокий | 3..4 |
| 4 | Рабочее положение | Ограниченное | 1 |
| | | Неудобное | 2 |
| | | Степенное | 3 |
| | | Очень неудобное | 4 |
| 5 | Монотонность работы | Незначительная | 1 |
| | | Средняя | 2 |
| | | Повышенная | 3 |
| 6 | Температура, влажность окружающей среды | Незначительно повышенная или пониженная: от +25 до +28 °С при влажности до 70% (или от -5 до -15 °С) | 1 |
| | | Средняя: от +25 до +30 °С при влажности до 75% (или от -16 до -20 °С) | 2 |
| | | Повышенная или пониженная: от +31 до +35 °С при влажности 70-75% (или от -21 до -25 °С) | 3 |
| | | Высокая или низкая: от +36 до 40 °С при влажности 75% (или от -25 до -30 °С) | 4 |
| | | Очень высокая или очень низкая: от +41 до +45 °С при влажности 75% (или менее -30 °С) | 5 |

| № п/п | Факторы | Характеристики факторов | Время на компенсирующий отдых, % отработанного времени |
|-------|------------------------|-------------------------|--|
| 7 | Загрязненность воздуха | Незначительная | 1 |
| | | Средняя | 2 |
| | | Повышенная | 3 |
| | | Сильная | 4 |
| | | Очень сильная | 5 |
| 8 | Производственный шум | Умеренный | 1 |
| | | Повышенный | 2 |
| | | Сильный | 3, 4 |
| 9 | Вибрация | Повышенная | 1 |
| | | Сильная | 2 |
| | | Очень сильная | 3, 4 |
| 10 | Освещение | Недостаточное | 1 |
| | | Плохое или ослепляющее | 2 |

Рост производительности труда ΔP определяется по формуле (1.20), а годовой экономической эффект $E_{\text{год}}$ — по формуле (1.21).

Пример. Модернизация кабины автогрейдера ДЗ-122 позволила улучшить следующие гигиенические параметры:

- уровень звукового давления на частоте 2000 Гц в рабочем режиме снизился с 79 до 74 дБ (норма);
- уровень общего шума и уровень звука на частотах 1000 и 2000 Гц (на стоянке при открытых дверях и окнах) снизился с 86 до 82 дБ (норма);
- уровень внешнего шума в транспортном режиме снизился с 87 до 83 дБ (норма);
- коэффициент обзорности увеличился с 0,420 до 0,496.

До внедрения рекомендаций машинисту автогрейдера при повышенном уровне шума (согласно табл. 1.4) требуется компенсирующий отдых:

- в рабочем режиме 2,5%;
- в транспортном режиме 2,5 % отработанного времени.

После внедрения рекомендаций повышенный уровень шума снизился до умеренного (соответствует ГОСТ), и машинисту на компенсирующий отдых выделяется:

- в рабочем режиме 1 %;
- в транспортном режиме 1% отработанного времени.

За счет повышения коэффициента обзорности снижается нормальное напряжение машиниста. Оно было повышенным, а стало средним. Соответственно, время на компенсирующий отдых снижается с 4 до 3 % (см. табл. 1.4).

Компенсирующий отдых по базе.

$$2,5 + 2,5 + 4 = 9 \% .$$

Компенсирующий отдых по проекту.

$$1 + 1 + 3 = 5 \% .$$

Время на компенсирующий отдых по базе (за месяц):

$$t_{\text{наб}} = 9 \frac{\Phi}{100} = 9 \cdot \frac{176}{100} = 15,84 \text{ ч.}$$

Время на компенсирующий отдых по проекту:

$$t_{\text{нак}} = 5 \frac{176}{100} = 8,9 \text{ ч}$$

Экономия рабочего времени за месяц по формуле (1.24):

$$\Delta t_{\text{раб}} = 15,84 - 8,9 = 7,04 \text{ ч}$$

Коэффициент уплотнения рабочего дня машиниста по формуле (1.23):

$$K = \frac{7,04}{176} 100 = 4\%$$

Рост производительности труда машиниста автогрейдера по формуле (1.20):

$$\Delta P = \frac{4}{100 - 4} 100 = 4,17\%$$

Годовой экономической эффект по формуле (1.21) составит ($Z_{\text{оп}} = 2,0$ тыс руб. среднемесячная зарплата машиниста автогрейдера, $R = 20$ — количество грейдеров автопредприятия; $ZT = 11,0$ тыс. руб. — затраты на модернизацию автогрейдера)

$$Э_{\text{го}} = \frac{4}{100} 2,0 \cdot 20 \cdot 12 - 11,0 = 8,2 \text{ тыс руб}$$

Другие методы планирования затрат на охрану труда изложены в [12, с. 326-343]

2. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

2.1. ЗАЩИТА ОТ ТЕХНОГЕННЫХ ОПАСНОСТЕЙ

2.1.1. Требования безопасности к технологическому оборудованию и производственным процессам

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

Условия, создающие риск потенциальной опасности механического воздействия объекта на человека можно разделить следующим образом [14]:

- предусмотренные самим оборудованием, станками, прессами и т.д.;
- приводящие к опасностям из-за недостатков в монтаже и конструкции объекта (обрывы конструктивных элементов и их падение, разрушение от коррозии и т.п.);

- возникающие вновь при изменении технологического процесса и применении другого (по сравнению с ранее принятым в проекте) типа оборудования;
- зависящие от человека (психофизиологические особенности, целевое устремление, отношение к культуре производства и т.п.)

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

К опасностям, механически воздействующим в промышленности на организм человека, относятся:

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

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

Основные травмирующие факторы в машиностроении распределяются [48] (%): оборудование (41,9), падающие предметы (27,7), падение персонала (11,7), заводской транспорт (10), нагретые поверхности (4,6), электрический ток (1,6), прочие (2).

К наиболее травматическим относятся профессии (%) водителя (18,9), тракториста (9,8), слесаря (6,4), электромонтера (6,3), газомонтера (6,3), газозлектросварщика (3,9), хозяйственного рабочего (3,5).

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

- обеспечение недоступности к опасно действующим частям машин и оборудования;

- применение приспособлений, непосредственно защищающих человека от опасного производственного фактора.

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

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

Основными нормативными документами для конструкторов, технологов, организаторов производства по созданию безопасного производственного оборудования и технологических процессов являются стандарты ССБТ (см. 2.2). Нет возможности просто перечислить все действующие в настоящее время стандарты этой системы, любой из которых может потребоваться проектировщику, технологу или производственнику в той или иной ситуации. При проектировании металлорежущих станков и организации рабочих мест станочников, как минимум, требуется использование следующих стандартов:

ГОСТ 12.2.003—91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.009—80* ССБТ. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.049—80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

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

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

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

ГОСТ 12.2.040—79* ССБТ. Гидроприводы. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.005—88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.4.026—76* ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности.

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

2.1.2. Обеспечение безопасности технологического оборудования и основных производственных процессов

Средства, призванные обеспечить безопасность труда, делятся на:

- средства коллективной защиты, обеспечивающие защиту всех работающих на участке (СКЗ);
- средства индивидуальной защиты, повышающие защитные свойства человека (СИЗ), к которым относится также и обучение взаимодействию с оборудованием в опасной зоне.

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

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) обеспечивают защиту отдельного человека или отдельных его органов с помощью специальной одежды, обуви, защитных касок, масок, а также светофильтров, вибро- и шумозащитных устройств (см. 1.7).

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

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

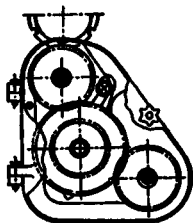


Рис. 2.1 Стационарное ограждение (кожух зубчатой передачи)

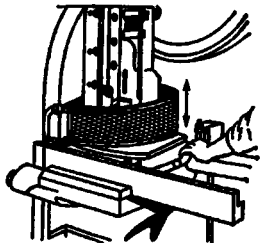


Рис. 2.2 Подвижное ограждение

ССБТ «Средства коллективной защиты работающих от механических факторов. Классификация»).

Оградительные устройства применяются для изоляции систем привода машин и агрегатов, зоны обработки, падающих ударных элементов машин и т.д.

Конструктивно оградительные устройства могут быть стационарными, подвижными (съёмными) и переносными.

Стационарное ограждение (полное или частичное) выполняется так, что пропускает обрабатываемую деталь, но не пропускает руки рабочего из-за небольших размеров соответствующего технологического проема. Такое ограждение обычно демонтируют лишь при смене режущего инструмента, смазке, контрольных измерениях, профилактическом ремонте (рис. 2.1).

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

Переносные ограждения выполняются чаще всего как временные. Их используют при ремонтных и наладочных работах, для защиты от случайных прикосновений к токоведущим частям, а также от механических травм и ожогов.

При необходимости ограждения должны быть заблокированы с механизмом машины.

Проверка надежности ограждения включает не только проверку его размеров (см. 3.5), но и проверку на динамическую прочность. В каче-

стве примера возьмем анализ ограждения шлифовального круга одного из специальных шлифовальных станков участка по производству запасных частей к тракторам. При работе на шлифовальных станках могут быть следующие случаи травматизма: поражение кусками разорвавшегося абразивного круга, поражение мелкими выкрашивающимися кусочками круга и абразивной пылью, ранение при касании вращающегося круга.

Вначале проводится проверка круга на разрыв. Для этого устанавливается указанная на нем допустимая скорость вращения, которая сравнивается с заданной окружной скоростью вращения круга

$$V_{\text{оп}} = \frac{3,14 \cdot d \cdot n}{1000 \cdot 60}, \quad (2.1)$$

где d — диаметр круга, мм; n — частота вращения, мин^{-1} .

В нашем примере: $d = 750$ мм, $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$. $V_{\text{оп}} = 35$ м/с. Тогда

$$V_{\text{оп}} = \frac{3,14 \cdot 750 \cdot 1000}{1000 \cdot 60} = 33,2 \text{ м/с}, \quad (2.1)$$

$$V_{\text{оп}} = 35 \text{ м/с} > V_{\text{оп}}$$

Проверка динамической прочности ограждения шлифовального круга начинается с определенной величины ударной нагрузки K

$$K = \frac{M \cdot V^2}{2 \cdot R}, \quad (2.2)$$

где M — масса круга, кг,

$$M = \frac{P}{g} = \frac{98}{9,81} = 10 \text{ кг}. \quad (2.3)$$

В нашем примере вес круга $P = 98$ кг; V — окружная скорость вращения, м/с; R — радиус центра тяжести половины круга, м.

$$R = \frac{4r^3 - r'^3}{3\pi r^2 - \pi r'^2}, \quad (2.4)$$

где r — радиус центрального отверстия круга, м; r' — радиус внешней окружности круга, м.

$$\text{В данном случае } R = \frac{4 \cdot 0,375^3 - 0,15^3}{3 \cdot 3,14 \cdot 0,375^2 - 0,15^2} = 0,13 \text{ м}.$$

$$\text{Следовательно, } K = \frac{10 \cdot 33,2^2}{2 \cdot 0,13} = 4000 \text{ кг}.$$

С помощью табл. 2.1 выбираем необходимую толщину ограждения.

Она составляет (для литой стали) 11 мм. Действительная толщина ограждения шлифовального круга в анализируемом станке составляет 16 мм. Это дает право заключить, что ограждение динамически прочно.

2.1. Рекомендуемая толщина стенок металлических ограждений

| Ударная нагрузка, кг | Толщина стенки ограждения, мм | Ударная нагрузка, кг | Толщина стенки ограждения, мм |
|-----------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| <i>Сталь листовая</i> | | | |
| 502 | 1 | 8200 | 11 |
| 850 | 2 | 9800 | 12 |
| 1490 | 3 | 10500 | 13 |
| 1750 | 4 | 11800 | 14 |
| 2620 | 5 | 14200 | 15 |
| 31800 | 6 | 16300 | 16 |
| 4050 | 7 | 19200 | 17 |
| 4800 | 8 | 21000 | 18 |
| 6300 | 9 | 26700 | 19 |
| <i>Сталь вязкая</i> | | | |
| 250 | 3 | 9000 | 18 |
| 310 | 4 | 9800 | 19 |
| 502 | 5 | 10500 | 20 |
| 850 | 6 | 11000 | 21 |
| 1490 | 7 | 11800 | 22 |
| 1750 | 8 | 12700 | 23 |
| 2620 | 9 | 14200 | 24 |
| 3180 | 10 | 15000 | 25 |
| 4050 | 11 | 16300 | 26 |
| 4800 | 12 | 17800 | 27 |
| 5200 | 13 | 19200 | 28 |
| 6800 | 14 | 21000 | 29 |
| 7500 | 15 | 24000 | 30 |
| 8200 | 16 | 25700 | 31 |
| <i>Чугун</i> | | | |
| 110 | 3 | 1290 | 9 |
| 198 | 4 | 1500 | 10 |
| 396 | 5 | 1610 | 12 |
| 594 | 6 | 2220 | 13 |
| 750 | 7 | 2474 | 14 |
| 860 | 8 | 3000 | 15 |
| 3300 | 15 | 7700 | 25 |
| 3690 | 16 | 8400 | 26 |

| Ударная нагрузка, кг | Толщина стенки ограждения, мм | Ударная нагрузка, кг | Толщина стенки ограждения, мм |
|----------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| 4250 | 17 | 9200 | 27 |
| 4500 | 18 | 9800 | 28 |
| 4900 | 19 | 10700 | 29 |
| 5400 | 20 | 11200 | 30 |
| 5800 | 21 | 12100 | 31 |
| 6460 | 22 | 12900 | 32 |
| 6900 | 23 | 14200 | 33 |
| 7300 | 24 | — | — |

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

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

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

При использовании механической блокировки обычно, чтобы снять ограждение, нужно затормозить и полностью остановить привод машины, иначе рычаг не даст снять ограждение. А при снятом ограждении агрегат невозможно пустить в ход.

Электромеханическая блокировка заключается в том, что человек, поворачивая, например, рукоятку дверцы, размыкает электрическую цепь, и установка обесточивается. Чтобы снова включить установку, нужно вначале закрыть дверцу и повернуть рукоятку. Цепь замкнется. На рис. 2.3 показана электромеханическая блокировка съемного ограждения, применяемого для предотвращения ошибочного пуска механизма привода оборудования при снятом ограждении. Ограждение 1 снаб-

жено изоляционной колодкой 1 с смонтированной в нее металлической скобой 2. Корпус оборудования II снабжен заглубленными в изоляционной колодке контактами 3 с присоединенными к ним проводами. При установке ограждения на место штыри скобы 2 входят в заглубление и замыкают контакты электрической цепи, обеспечивая тем самым возможность пуска привода оборудования. При снятом ограждении электрическая цепь разомкнута, и пуск привода невозможен [46].

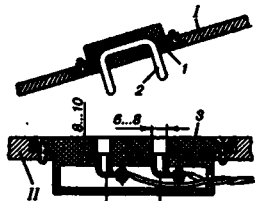


Рис. 23 Блокировка съемного ограждения

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

Фотоэлектрическая блокировка основана на принципе преобразования в электрический сигнал светового потока, падающего на фотозлемент (фотосопротивление). Если опасную зону оградить световыми лучами, то пересечение луча вызывает изменение фототока и приводит в действие исполнительные механизмы защиты или отключения установки.

На рис. 2.4 приведена схема фотоэлектрической блокировки пресса. На тяге 2 педали установлен блокировочный электромагнит 1

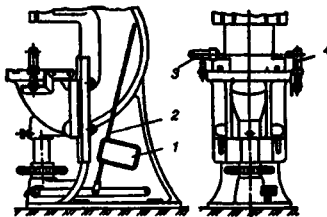


Рис 2.4 Схема фотоэлектрической блокировки

Справа и слева от рабочего стола пресса расположены фотозлемент 4 и осветитель фотореле 3. Если световой луч падает на фотозлемент, включение пресса путем нажатия на педаль возможно, так как цепь замкнута. Если в рабочей зоне оказалась рука рабочего, световой поток прерывается, цепь размыкается и педаль не срабатывает.

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

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

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

Рассмотрим реализацию общих требований и положение охраны труда к обеспечению безопасности труда в конкретных условиях машиностроительного или приборостроительного предприятия [15]¹.

В литейных цехах основными опасными и вредными производственными факторами обычно являются: движущиеся механизмы и машины, подвижные части производственного оборудования; пыль, пары и газы; избыточные тепловыделения; повышенный уровень шума и вибраций; электромагнитные излучения.

Подробные характеристики этих и других опасных факторов литейного производства, и соответствующие требования безопасности к ним, начиная с требований к способам и условиям хранения формовочных и шихтовых материалов, изложены в [15]. Они сформулированы авторами на основе специальных требований безопасности производства, изложенных в следующих стандартах:

ГОСТ 12.3.027—92* «ССБТ. Работы литейные. Требования безопасности».

ГОСТ 12.2.040—79* «ССБТ. Оборудование для литейного производства. Требования безопасности».

¹ Рассмотрены как опасные, так и вредные факторы.

ГОСТ 2 КР96-5—81 «ССБТ. Машины однопозиционные для литья под давлением. Требования безопасности».

ОСТ 2 Н89-13—82 «ССБТ. Литейное производство. Изготовление отливок в необлицованных металлических формах. Требования безопасности».

ОСТ 2 Н80-14—82 «ССБТ. Литейное производство. Смесприготовление. Требования безопасности».

ОСТ 2 Н89-15—83 «ССБТ. Литейное производство. Подготовка шихтовых материалов. Требования безопасности».

ОСТ 2 189-18—83 «ССБТ. Литейное производство. Плавка металлов и сплавов. Требования безопасности».

ОСТ 22-1411—82 «ССБТ. Стержневые и формообразующие холоднотвердеющие смеси. Требования безопасности при работе в литейных цехах».

ОСТ 2 Н80-11-8 «ССБТ. Литейное производство. Изготовление, окраска и сушка форм и стержней. Требования безопасности».

ОСТ 1.41880—77 «ССБТ. Литье по выплавляемым моделям. Общие требования безопасности».

ОСТ 27-72-196—82 «ССБТ. Чугунно-литейное производство. Требования безопасности».

Для выполнения технологических операций в литейных цехах следует применять средства индивидуальной защиты согласно ГОСТ 12.4.011—89 «ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация», а для ремонтных и аварийных работ — изолирующие костюмы.

Для работы в литейных цехах допускаются лица не моложе 18 лет. К работам, связанным с обслуживанием плавильных агрегатов, установок электротермического нагрева (при использовании генераторов УВЧ и СВЧ), с разливкой металла, выбивкой и обрубкой отливок, женщины не допускаются.

Все лица вновь поступающие в литейные цеха и на участки должны проходить предварительный медицинский осмотр, а затем и периодические осмотры согласно порядку, установленному Минздравом.

Лица, обслуживающие электроплавильные печи и электротермические установки, должны иметь квалификационную группу не ниже третьей, а операторы-термисты — не ниже второй. Этот персонал проходит стажировку на рабочем месте в течение 6...11 дней.

Для очистки сточков литейных цехов машиностроительных заводов применяют механические (отстаивание, фильтрование), химические (нейтрализация, коагуляция) и физико-химические методы.

Способы очистки пыли и газов от вагранок являются: сухой или мокрый искрогаситель, сухие циклоны, рукавные фильтры; от дуговых электроплавильных печей — циклон или рукавный фильтр.

В кузнечно-прессовых цехах основными опасностями являются: опасность попадания рук и других органов тела человека в рабочую зону оборудования; шум, вибрации, высокая температура, интенсивное инфракрасное излучение, вредные токсичные выделения (пыль, сажа, окись углерода, аэрозоли, газы), электрический ток, пожары и взрывы.

Причинами травм работающих в этих цехах являются: отсутствие ограждения движущихся и вращающихся частей оборудования и устройств автоматической подачи заготовок, расположенных на высоте до 2,5 м от уровня пола; отсутствие ограждения опасной рабочей зоны прессов; необеспеченность пресса двуруким управлением с такой электросхемой включения, при которой нельзя заклинить одну из кнопок; отсутствие блокировки пультов управления при групповом управлении для каждого поста; наличие открытых переключателей режимов работы пресса; отсутствие замены жестких муфт включения пневмофрикционными на прессах с усилием свыше 160 кН и наличие двойных воздухораспределительных клапанов; открытые кривошипно-шатунный механизм и конец кривошипного вала на открытых одностоечных прессах; отсутствие ограждения педали и неправильная ее регулировка, отсутствие уравновешивателя ползуна на прессах и ножницах, а также устройства автоматической подачи заготовок в штамп и удаленная деталей и отходов из зоны штамповки; конструктивные недостатки штампов холодной штамповки; неправильные приемы работы на подъемно-транспортных механизмах, отсутствие безопасных проходов, проездов и т. д.

Требования безопасности к материалам, производственному оборудованию, организации рабочих мест кузнечно-прессовых цехов изложены в приведенных стандартах:

ГОСТ 12.3.026—81* «ССБТ. Работы кузнечно-прессовые. Требования безопасности».

ГОСТ 12.2.017—93 «ССБТ. Оборудование кузнечно-прессовое. Общие требования безопасности».

ОСТ 2 КП50-1—79 «ССБТ. Автоматы кузнечно-прессовые. Требования безопасности».

ОСТ 2 КП96-4—81 «ССБТ. Прессы гидравлические. Требования безопасности».

ОСТ 2 КП96-9—81 «ССБТ. Ножницы. Требования безопасности».

ОСТ 2 КП96-7—81 «ССБТ. Машины гибочные и правильные. Требования безопасности».

ОСТ 2 КП96-8—81 «ССБТ. Машины ковочные. Требования безопасности».

ОСТ 2 КП96-6—81 «ССБТ. Молоты. Требования безопасности».

ОСТ 2 КП96-10-81 «ССБТ. Прессы винтовые. Требования безопасности».

ОСТ 2 КП96-11—81 «ССБТ. Прессы листогибочные, кривошипные. Требования безопасности».

ОСТ 2 КП96-12—82 «ССБТ. Прессы механические. Требования безопасности».

При оснащении кузнечно-прессового оборудования средствами защиты работающих от травматизма можно руководствоваться ОСТ 84-1617—78 «Устройства защитные для кузнечно-прессового оборудования. Конструкция. Основные размеры. Технические требования», разработанным и утвержденным Минстанкопромом. Так, безопасные условия труда в опасной зоне обеспечиваются применением следующих защитных устройств: с отталкивающей защитной решеткой для прессов моделей КВ9534, К9536, К9538, КА2534, К2535, КА2536, К8338, К8340, К8342; с горизонтальным перемещением защитного экрана для прессов моделей КА2336, К2124, К2118, К2320, КВ2326, К2318, К2322, К2128, К2122, КД2124, К2324, К1424, КД2118, КД2328, К2130, К1430, К2330Б и др.; с вертикальным перемещением защитной решетки для прессов моделей К3742, К2538, К3537, К3735, К2549, К3541, К2542, К3539, К4542, К4543, К4546.

Другие сведения по безопасной организации труда в кузнечно-прессовом цехе в соответствии с перечисленными стандартами изложены в [15].

Специалисты, работающие в кузнечно-прессовых цехах, должны обеспечиваться спецобувью, спецодеждой и предохранительными приспособлениями согласно типовым отраслевым нормам.

К выполнению кузнечно-прессовых работ допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр. Один раз в год проводится повторный медицинский осмотр. Работающие, которым по роду выполняемой работы необходимо иметь дело с перемещением грузов грузоподъемными машинами, должны быть обучены смежной специальности стропальщика в соответствии с требованиями «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов».

Работы по очистке и ремонту боровов печей должны выполняться специально обученными рабочими; женщины и подростки к этим работам не допускаются.

Для очистки газовых выбросов кузнечно-прессовых цехов от вредных примесей применяют пылеулавливающие и газоочистные установки типа рукавного фильтра РФГ, орошаемого адсорбера [15].

Очистку сточных вод проводят в отстойниках и маслоуловителях.

Опасные и вредные факторы, возникающие при термической обработке изделий, обусловлены ее видом, применяемым оборудованием и рабочими средствами.

В термических цехах может возникнуть взрывопожароопасность от применения масел при работе с контролируруемыми атмосферами, с соляными, щелочными печами-ваннами.

Особенно опасна система масло-кислород (воздух), когда масла при перегреве подвергаются термическому разложению и образуют углеродные фракции.

Источниками взрывоопасности являются водоохлаждаемые узлы, так как при неисправностях герметичность их нарушается, и вода падает в рабочее пространство печи; под действием высокой температуры она интенсивно испаряется, поэтому в результате повышения давления в печи может произойти взрыв; иногда вода разлагается, а при попадании воздуха в печи может образоваться гремучая смесь.

Согласно ГОСТ 12.3.004—75* «ССБТ. Термическая обработка металлов. Общие требования безопасности» участки травления металлов, цианирования, жидкостного азотирования и свинцовых печей-ванн, а также участки подготовки твердого карбонизатора, диффузионной металлизации и борирования должны быть отделены от других участков отделений (цехов) термической обработки металлов.

В процессе цементации при использовании древесного угля в смеси с углекислым натрием или калием возможно выделение цианистого натрия и калия. При закалке в ваннах с желтой кровяной солью ($t = 500...650$ °C) в нейтральной или слабокислой среде возможно образование цианистых соединений. Процесс азотирования ведет к выделению в воздух аммиака и нитробензола; при закалке в свинцовых ваннах в воздух выделяются пары свинца ($0,05...0,11$ мг/м³), при закалке в масле — углеводороды.

При термической и химико-термической обработке должны применяться масла, кислоты, щелочи и другие химические вещества, на которые утверждена нормативно-техническая документация.

Ядовитые соли для термической обработки должны использоваться в гранулированном виде. Использование ядовитых солей в порошках допускается с разрешения органов Государственного санитарного надзора. Кислоты, щелочи, легко воспламеняющиеся и горючие жидкости, используемые в количестве более 400 кг в рабочую смену должны подаваться к рабочим местам по трубопроводам. Погрузка изделий и деталей массой более 20 кг и разгрузка их должны осуществляться погрузочно-разгрузочными устройствами.

Помещения термических цехов, термическое оборудование и коммуникации должны быть оснащены контрольно-измерительными приборами для контроля уровня опасных и вредных производственных факторов, возникающих при данном процессе.

В местах возможной локализации действия опасных и вредных производственных факторов (термические цехи, отделения, участки на газопроводах и на линиях сжатого воздуха) должны быть установлены быстродействующие отсекающие устройства.

Помещения термических цехов обязательно оборудуют общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией. Предельно допустимая напряженность электромагнитных полей (ЭМП) на рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала, связанного с применением ВЧ-энергии для промышленной термообработки, не должна превышать в течение рабочего дня по электрической составляющей, В/м: 50 — для частот от 60 кГц до 3 МГц, 20 — для частот от 3 до 30 МГц, 10 — для частот от 30 до 50 МГц, 5 — для частот от 50 до 300 МГц; по магнитной составляющей, А/м: 5 — для частот от 60 кГц до 1,5 МГц, 0,3 — для частот от 30 до 50 МГц.

При обслуживании установок для высокочастотного нагрева металла (ламповые и машинные генераторы) необходимы мероприятия по электробезопасности и защите от длинноволнового излучения (экранирование установок). Экранирование источников излучения рекомендуется проводить при помощи замкнутых камер из листового металла или мелкой металлической сетки.

Санитарно-эпидемиологические станции и заводские лаборатория чистоты воздуха должны регулярно (согласно графику) проводить анализы воздуха на содержание в нем цианистых соединений, щелочи, свинца, СО, углеводородов, масляного аэрозоля и других вредных веществ.

Меры безопасности для персонала, обслуживающего печи, изложены в [15].

Предупреждение пожаро- и взрывоопасной ситуации при работе с закалочными маслами достигается в результате правильного выбора марки масла и режима работы. Эффективным средством тушения пожара, вызванного возгоранием масла, могут быть углекислотные огнетушители (они не загрязняют закалочное масло). На больших масляных ваннах по краю резервуара целесообразно создавать «углекислотный душ».

Эффективны автоматические противопожарные устройства и системы подавления взрывов (см. 2.2).

В термических цехах применяют средства защиты работающих в соответствии с ГОСТ 12.4.011 — 89*: специальную обувь, специаль-

ную одежду, очки, респираторы. При работе с кислотами и щелочами применяют защитные средства для рук: пасту ИЭР-1, крем «Пленкообразующий», перчатки. Для защиты лица и глаз от брызг расплавленных солей и энергии излучения применяется металлическая сетка с ячейками 0,8...0,8 мм, в которой на уровне глаз вставлено органическое стекло размером 80...80 мм и толщиной 3 мм, выгнутое по овалу лица.

Санитарно-бытовые устройства и спецодежда должны отвечать «Правилам техники безопасности и производственной санитарии при термической обработке металлов».

Рабочие термических цехов обеспечиваются подсоленной газированной водой с содержанием соли 0,5 % (5 г соли на 1 л воды) из расчета 4...5 л в смену на каждого.

К эксплуатации газового оборудования, установок токов высокой частоты и других допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие специальное обучение, а также сдавшие квалификационный экзамен и имеющие удостоверение.

Для уменьшения загрязненности атмосферы устраивают системы газоулавливания и газоочистки; используют газы, содержащие СО и углеводороды для технологических целей; регулируют состав атмосферы (при помощи электродов с сопротивлением с контролируемой атмосферой и др.); заменяют процессы с большим газовыделением (нагрев в соляных ваннах) другими. Для уменьшения загрязнения атмосферного воздуха (особенно при выбросе отходящих промышленных газов), для технологической подготовки газов и извлечения из газов полезных материалов проводится пылеулавливание с помощью пылеуловителей, встроенных в основное или выносное оборудование.

Особое внимание должно обращать на обезвреживание сточных вод, в которых могут находиться соединения или другие ядовитые вещества. Для обезвреживания цианосодержащих сточных вод рекомендуется использовать щелочь (известковое молоко) и хлорсодержащие компоненты (жидкий хлор, гипохлорит натрия, гипохлорит кальция, хлорную известь). Количество щелочи должно обеспечиваться поддержанием рН (водородного показателя) сточных вод в пределах 10,5...11,0. Дозу активного хлора принимают равной 3,5 части на 1 часть циана. Затем цианосодержащие воды перед отстаивниками подкисляют до нейтральной среды. Для очистки от цианидов возможно также применение марганцовокислого калия и перекиси водорода. При значительных концентрациях цианид-ионов (например, в сточных водах участков цианирования) целесообразно применение электрохимической очистки.

Для отстаивания сточных вод могут применяться горизонтальные и вертикальные отстойники с продолжительностью отстаивания не менее 2 ч.

Современные процессы нанесения гальванических покрытий характеризуются большим количеством физических и химических опасных и вредных факторов [15]: взрывопожароопасность, повышенная температура поверхности оборудования и материалов; опасный уровень напряжения электрической цепи; повышенный уровень шума, вибраций, пыли, токсичных газов, паров, соединений; брызги и т.п.

Площадь помещения, занимаемого производственным оборудованием гальванического цеха, не должна превышать 25 % общей площади цеха. В помещениях предусматривают кислотоупорные полы, специальную облицовку стен.

Основные мероприятия и средства, обеспечивающие безопасность труда при производстве любого из основных видов покрытий, приведены в [15]. Сюда относятся: средства механизации и автоматизации; применение не только общеобменной принудительной вентиляции, но и местных отсосов; меры обеспечения электробезопасности; применение блокировочных систем; применение экранов, кожухов и других ограждений; обеспечение защиты персонала от шума; применение пылепоглощающих устройств.

Действенным средством обеспечения безопасности труда в гальваническом цехе могут служить и служат современные технологии, применение менее опасных веществ взамен существующих и другие меры совершенствования производства, например: применение присадок, ингибиторов кислотной коррозии для предупреждения выделения вредных паров и газов с поверхности растворов; замена механического шлифования и других видов механической очистки поверхностей деталей нанесением (перед и после) гальванических покрытий химико-механическими методами подготовки поверхности; замена бензина, керосина и других токсичных и огнеопасных углеводородов другими растворителями и многие другие [15].

Одним из мероприятий по предупреждению травматизма является оптимальное освещение гальванических цехов. При любом виде освещения большое значение имеет снижение блескости. При естественном освещении эта цель достигается правильным расположением рабочих мест по отношению к светопроемам; при искусственном — применением светильников с матовыми стеклами и рациональным направлением светового потока на изделие.

Очистка светильников должна производиться не реже одного раза в месяц. Наружные световые проемы в гальваническом отделении, на

складе полуфабрикатов и в отделении приготовления рабочих растворов должны очищаться не реже одного раза в шесть месяцев, а в полировально-шлифовальном отделении — не реже одного раза в три месяца.

Наряду с рабочим освещением необходимо устраивать аварийное освещение для выхода людей из помещения при случайном отключении рабочего освещения.

Обеспечение работающих средствами индивидуальной защиты (СИЗ) производится в соответствии с действующими нормами и выполняемыми операциями. В гальванических цехах используют респираторы (РПГ-67, РУ-60М, ШБ-1 «Лепесток», «Снежок КУ-М»), противогазы, очки (типа ЗПС-80, ЗП2-60, ЗНЧ-72, ЗН8-72), спецодежду и спецобувь. Защита кожного покрова осуществляется нанесением на кожу защитных паст (ИЭР-2, С 42-95-72, Чумакова) и кремов («Силиконового», ПМС-200, ПСМ-400, «Красная роза»). После работы и снятия защитных мазей и паст рекомендуются препараты «Кристалл» и «Прогресс».

К работе допускаются лица не моложе 18 лет. При поступлении на работу (а также периодически в процессе ее) рабочие и ИТР должны проходить медицинский осмотр. В проведении периодических осмотров принимают участие терапевт, отоларинголог и дерматолог. Невропатолог и другие специалисты привлекаются по показаниям. В обязательном порядке производится также рентгеноскопия и анализ крови.

Все работающие должны знать составы, с которыми им приходится контактировать, а также признаки поражения химическими веществами, действия и порядок применения различных противоэдий, правила оказания первой помощи.

Защита атмосферы от вредных выделений гальванических цехов осуществляется очисткой вентиляционных выбросов и рассеванием остаточных загрязнений.

Важнейшим мероприятием по защите окружающей среды является очистка сточных вод от химически вредных растворимых и взвешенных веществ.

Очистка сточных вод в условиях дефицита воды может быть осуществлена с обеспечением возврата воды и ценных продуктов в производство.

Опасными и вредными факторами, сопровождающими механическую обработку материалов резанием, являются: стружка, зона резания, привод оборудования, высокое напряжение электрической цепи, повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, высокий уровень шума и вибрации, недостаточная освещенность рабочей зоны, наличие прямой и отраженной блестя-

сти, повышенная пульсация светового потока. При обработке пластмасс происходит интенсивное их нагревание, и в воздух рабочей зоны поступает сложная смесь паров, газов и аэрозолей.

В воздух рабочей зоны выделяются также аэрозоли масел и смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ). Содержание углеводов при этом достигает 150...940 мг/м³, аэрозоля масел 7...5 мг/м³, загрязнение одежды составляет 800...900 мг/дм².

К психофизиологическим вредным производственным факторам можно отнести физические перегрузки при установке, закреплении и съеме крупногабаритных деталей, а также перенапряжение зрения и монотонность труда.

К биологическим факторам относятся болезнетворные микроорганизмы и бактерии, появляющиеся при работе с СОЖ.

Производственные (и бытовые) помещения, в которых осуществляются процессы обработки резанием, должны соответствовать требованиям СНиП 2.09.02—85*, СНиП 21.01—97, СНиП 23.05—95, ОНТП. Все помещения должны быть оборудованы средствами пожаротушения по ГОСТ 12.1.004—91 (см. 2.1.6, 2.2).

Разработка технологической документации, организация и выполнение технологических процессов обработки резанием должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.3.002—75* «Процессы производственные. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.3.025—80 «Обработка металлов резанием. Требования безопасности». При обработке резанием заготовок, выходящих за пределы оборудования, должны быть установлены переносные ограждения и знаки безопасности по ГОСТ 12.4.026—76*.

Стружку (отходы производства) от станков и рабочих мест следует убирать механизированными способами (табл. 2.2).

2.2. Механизированные способы удаления стружки

| Вид стружки | Средства для удаления |
|------------------------------------|---|
| | <i>Без применения СОЖ</i> |
| Мелкая дробленая | Одношнековые транспортеры |
| Стальной выюн | Двухшнековые транспортеры |
| Сыпучая | Вибрационные транспортеры |
| Стружка любого вида | Пластинчатый транспортер |
| | <i>С применением СОЖ</i> |
| Элементная чугунная | Скребокковые транспортеры |
| Элементная стальная | Скребокковые и одношнековые транспортеры |
| Элементная и выюн цветных металлов | Пластинчатые транспортеры, гидротранспортер |
| Стальной выюн | Двухшнековые и пластинчатые транспортеры |

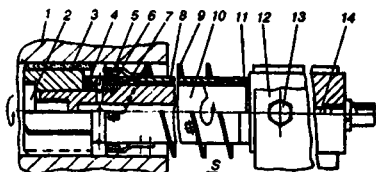


Рис 2.5 Расточная оправка с устройством для отвода стружки

Существует много способов механизированного удаления стружки непосредственно из зоны резания [44]. При черновой обработке отверстий в деталях из чугуна и других хрупких материалов образуется, как правило, стружка скалывания. Она остается,

в большинстве случаев в горизонтально расположенных отверстиях, в отверстиях значительной длины.

Оправки, оснащенные устройствами для отвода стружки, позволяют удалить ее из зоны резания при растачивании резцовыми блоками, зенкерованием насадными зенкерами, рассверливанием насадными сверлильными головками. При зенкерованием отверстий в деталях типа длинных втулок, гильз на станках токарного типа применяют оправку, которая состоит из корпуса 10 (рис. 2.5) с глухим отверстием 14. Насадной зенкер 3 крепится на оправке с помощью втулки 4 с выступами и болта 2. На корпусе на игольчатых подшипниках 7 смонтирована с диаметральным зазором наружная труба 8. В осевом направлении она фиксируется шайбами 6, 11 и втулкой, что позволяет ей свободно поворачиваться относительно корпуса. На трубе закреплены съемный шнек 9 и две жесткие пружины 5, на свободном конце каждой из которых установлен упор со сферической головкой.

Оправку устанавливают в резцедержатель 12 станка и крепят болтами 13. Затем начинают обрабатывать заготовку 1. Входя в обрабатываемое отверстие с натягом, упоры сжимают пружины. За счет действия усилия пружин вращение от заготовки передается наружной трубе и шнеку, по которому стружка удаляется из зоны резания. При подаче оправки в осевом направлении упоры скользят по обрабатываемой поверхности. Между ними за счет пружин обеспечивается надежный контакт. Наружный диаметр шнека выбирается близким к диаметральному размеру обрабатываемого отверстия. При обработке различных по диаметральному размеру отверстий шнек может быть заменен на другой — необходимого диаметра.

Тара для транспортирования и хранения деталей, заготовок и отходов производства должна соответствовать требованиям ГОСТ 14861—91. ГОСТ 19822—88*. Тара должна быть рассчитана на необходимую грузоподъемность, иметь надписи о максимально допусти-

мой нагрузке и периодически подвергаться проверкам. Угол строповки не должен превышать 90°. При установке заготовок и съеме деталей должны применяться средства механизации и автоматизации.

Погрузка и разгрузка грузов осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.009—76*, перемещение грузов — ГОСТ 12.3.020—80 (см. 2.1.3).

На СОЖ, применяемые для обработки резанием, необходимо иметь соответствующее разрешение министерства здравоохранения. Состав СОЖ на водном растворе, их антимикробная защита и пастеризация должны содержаться и производиться в строгом соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.025—80.

Периодичность замены СОЖ должна устанавливаться по результатам контроля ее содержания, но не реже одного раза в шесть месяцев при лезвийной обработке, одного раза в месяц при абразивной обработке для масляных СОЖ, одного раза в три месяца для водных СОЖ. Очистку емкостей для приготовления СОЖ, трубопроводов и систем подачи следует проводить один раз в шесть месяцев для масляных и один раз в три месяца для водных СОЖ.

Стружка и пыль магниевых и титановых сплавов должны храниться в закрытой металлической таре. При наличии специальных помещений стружку и пыль магниевых сплавов (кроме магнийлитиевых) можно хранить в открытой таре. В местах хранения должны быть средства пожаротушения.

Профилактика воздействия вредных выделений должна обеспечиваться эффективной местной вентиляцией.

Персонал, допускаемый к участию в производственном процессе обработки резанием, должен знать требования ГОСТ 12.3.025—80, пройти инструктаж и обучение условиям безопасности труда по ГОСТ 12 0 004—90 (см. 1.5).

Рабочие, которым по роду выполняемой работы необходимо иметь дело с перемещением грузов грузоподъемными кранами и подъемными устройствами, должны пройти обучение по специальности стропальщика в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» (не реже одного раза в 12 месяцев проходить аттестацию и иметь удостоверение на право проведения этих работ).

Инженерно-технические работники, ответственные за проведение процессов обработки резанием (мастера, технологи, старшие мастера, заместители начальников цехов и начальники цехов), при назначении на должность должны проходить проверку знания правил, норм и стандартов, основ технологических процессов, требований безопасности и безопасной эксплуатации металлорежущего, подъемно-транс-

портного, грузоподъемного и другого применяемого оборудования, а также выполнения погрузочно-разгрузочных работ, пожарной безопасности и производственной санитарии в соответствии с их должностными обязанностями.

Рабочие и служащие цехов и участков обработки резанием для защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью и предохранительными приспособлениями в соответствии с Типовыми отраслевыми нормами.

Средства индивидуальной защиты, применяемые при обработке резанием, и их эксплуатация должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.011—89* (см. 1.7).

Для защиты кожного покрова от воздействия СОЖ и пыли токсичных металлов следует применять дерматологические защитные средства (профилактические пасты, мази, биологические перчатки) по ГОСТ 12.4.068—79*.

Допускается применять другие профилактические пасты и мази по рекомендациям органов Государственного санитарного надзора.

При приготовлении растворов порошкообразных и гранулированных моющих средств для промывки систем охлаждения (КМ, «Лабонд 101», «Лабонд 203», МС-2, МЛ-51) работающие должны использовать маски и респираторы.

Для обеспечения в механическом цехе требований охраны окружающей среды отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные емкости. Масляная фаза эмульсий может поступать на регенерацию или сжигаться. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах при сбросе их в канализацию должна соответствовать требованиям СНиП 2.04.03—85. Водную фазу СОЖ очищают до ПДК или разбавляют до допустимого содержания нефтепродуктов и сливают в канализацию.

Масляная мелкая стружка и пыль титана и его сплавов по мере накопления подлежат сжиганию или захоронению на специальных площадках.

Большое значение в обеспечении безопасности труда имеет и психофизиологический фактор, в частности соблюдение работниками правил техники безопасности при работе за станками и другим оборудованием.

Общие правила безопасности при обработке металлов резанием [45]. Определены ГОСТ 12.3.025—80, в соответствии с которым установка обрабатываемых заготовок и снятие готовых деталей во время работы оборудования допускаются вне зоны обработки при применении специальных позиционных приспособлений (например, поворотных столов), обеспечивающих безопасность работающих.

Для исключения соприкосновения рук станочников с движущимися приспособлениями и инструментом при установке заготовок и снятии

деталей должны использоваться автоматические устройства (механические руки, револьверные приспособления, бункера и др.).

Для контроля размеров обрабатываемых заготовок во время работы оборудования должны предусматриваться специальные приборы, позволяющие производить замеры автоматически, без снятия деталей.

Лица, поступающие на работу, связанную с обработкой металлов и их сплавов с применением СОЖ, подлежат обязательному предварительному и периодическому медицинскому осмотру. Лица, имеющие предрасположенность к кожным заболеваниям, страдающие экземой или другими аллергическими заболеваниями, а также имеющие другие противопоказания, предусмотренные соответствующими перечнями Министрства здравоохранения, к работам с СОЖ не допускаются.

Требования безопасности при эксплуатации станков с ЧПУ. До начала работы оператору необходимо проверить наличие и исправность ограждений движущихся элементов станка, а также токопроводящих частей электрической аппаратуры и элементов управления; ограждений для защиты от стружки и охлаждающих жидкостей; не повреждены ли открытые участки электропроводки (изоляция), не оборван ли проводник электрического заземления станка; исправно ли действуют пусковые, останочные, реверсивные устройства, устройства переключения скоростей и фиксаторы органов управления, чтобы не произошло самовключения и безотказно проводилась остановка станка; исправность режущего и вспомогательного инструмента и надежность фиксации его в инструментальном магазине. Работа без защитных ограждений и предохранительных устройств и приспособлений не допускается.

При установке станочного инструмента необходимо проверить его исправность (отсутствие надломов, трещин и правильность заточки), а для исключения случаев вырыва инструмента из зажимных приспособлений необходимо надежно укрепить его (в соответствии с технологией). Категорически запрещается использовать не предусмотренные технологией подкладки под инструмент.

Перед включением станка необходимо убедиться, что пуск его никому не угрожает опасностью. Запрещается включать шпиндель и перемещать подвижные узлы станка, если в рабочей зоне механизмов находится обслуживающий персонал.

Оператору при работе на станке необходимо строго выполнять последовательность приемов по управлению. Ежемесячно следует проводить тестовую проверку блокировочных устройств при работе станка на холостом ходу. В том случае, если в процессе работы выяснилось, что инструмент или приспособление, предусмотренные технологией, неудобны, запрещается пользоваться случайными приспособлениями.

Этот вопрос необходимо согласовать с мастером и технологом участка. При работе станка оператору запрещается производить смену и наладку режущего инструмента, крепление и снятие деталей в патроне, измерение и устранение неисправностей; открывать крышки и блоки в стойке системы программного управления; вскрывать пульты управления; производить замену сигнальных ламп и ламп местного освещения; производить работы, связанные с вскрытием труб, металлорукавов, гибких шлангов, закрывающих токонесущие провода.

При обслуживании нескольких станков с ЧПУ оператор должен проходить от станка к станку в местах, предусмотренных для прохода.

Оператор должен следить за работой конвейера для отвода стружки. Не допускается переполнение и отсутствие бункера для сбора стружки.

Оператору необходимо содержать рабочее место в чистоте и порядке, своевременно очищать его от масла, эмульсии, стружки и прочих отходов. Убирать стружку надо с помощью щетки, крючка, скребка, лопатки и других приспособлений, но ни в коем случае не рукой. Запрещается производить уборку станка воздухом, а также применять для очистки станка бензин, керосин, кислоты и другие взрывоопасные, горючие и едкие вещества. Чистку и обтирку станка следует производить после полной его остановки.

При малейшем ощущении электротока следует прекратить работу и заявить об этом дежурному электрику и администрации.

При проведении осмотра систем с ЧПУ и устранении неисправностей необходимо соблюдать все меры предосторожности, применять исправные рабочие инструменты, приборы. Рабочий инструмент должен отвечать следующим требованиям: рукоятки плоскогубцев и ручки паяльников должны иметь защитную изоляцию; рабочая часть отвертки должна быть изготовлена из изоляционного материала, а на ее стержень должна быть надета изоляционная трубка, оставляющая открытой только рабочую часть отвертки; переносные светильники должны быть напряжением 12 или 36 В, в зависимости от условий работы.

Перед наладкой станка пробным включением и выключением необходимо проверить, не может ли произойти самопроизвольное включение двигателя станка. На видном месте следует повесить предупредительную надпись «Не включать — работают люди». Перед наладкой станка проверяют его работу на холостом ходу. Все элементы наладки необходимо выполнять постепенно, после тщательной проверки каждого предыдущего элемента. При наладке или ликвидации неисправностей на станке необходимо согласовать свои действия с напарником. О всех ошибках в управляющей программе сообщают технологу-про-

граммисту. Запрещается самостоятельно изменять управляющую программу.

При необходимости работы на налабочном режиме с открытым ограждением зоны обработки оператор должен надевать защитные очки. После окончания наладки станка необходимо восстановить и прочно закрепить ограждения и предохранительные устройства и проверить, не остались ли в механизмах ручной инструмент, крепежные детали и другие предметы.

Для обслуживания и ремонта станков с ЧПУ допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, обучение по соответствующей программе и аттестованные квалификационной комиссией. Они должны пройти инструктаж по безопасным методам работы непосредственно на рабочем месте. Инструктаж проводится не реже 1 раза в 3 месяца.

Не разрешается приступать к работе без предварительного ознакомления с требованиями безопасности «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», эксплуатационной документацией на станок с ЧПУ и инструкцией по охране труда на рабочем месте.

Требования безопасности при работе на токарных станках. Резец зажимают с минимально возможным вылетом и не менее чем тремя болтами. Должен иметься набор прокладок различной толщины, длиной и шириной не менее опорной части резца. При обработке вязких металлов, дающих сливную ленточную стружку, следует применять резцы с стружколомателями или стружкозавивателями.

При установке резцов для исключения порезов необходимо проявлять максимальную осторожность. Зона обработки должна ограждаться как со стороны рабочего, так и с противоположной ему стороны для защиты персонала, работающего на расположенном рядом оборудовании.

Для исключения травмирования патроном или планшайбой при их установке (навинчивании) на шпиндель станка следует подкладывать под них деревянные прокладки с выемкой по форме патрона (планшайбы). Устанавливать тяжелые патроны и планшайбы на станок и снимать их со станка необходимо только при помощи подъемного устройства и специального захватного приспособления.

При закреплении детали в кулачковом патроне или использовании планшайб следует захватывать деталь кулачками на возможно большую величину.

Нельзя допускать, чтобы после закрепления детали кулачки выпали из патрона или планшайбы за пределы их наружного диаметра.

Если они выступают за пределы, следует заменить патрон или установить специальное ограждение. Если рабочие плоскости кулачков изношены, пользоваться зажимными патронами нельзя.

В кулачковом патроне без подпора центром задней бабки закрепляют только короткие, длиной не более двух диаметров, уравновешенные детали; в других случаях для подпора используют заднюю бабку. При обработке в центрах деталей длиной, равной двенадцати диаметрам и более, а также при скоростном и силовом резании деталей длиной, равной восьми диаметрам и более, применяют дополнительные опоры (люнеты).

При установке детали на станок нельзя находиться между деталью и станком. После закрепления детали в патроне торцовый ключ обязательно вынимают.

При скоростном резании на токарных станках работать с невращающимся центром запрещается. Для обработки деталей, закрепленных в центрах, применяют безопасные поводковые патроны. Для предупреждения захвата спецодежды токаря ходовыми винтами и валиками применяют ограждения. Кроме того, во время работы необходимо соблюдать правила ношения спецодежды (отсутствие свисающих концов и т. п.).

Режимы резания должны строго соответствовать технологической документации, так как одной из причин травмирования вследствие разрушения режущих инструментов является нарушение режимов обработки (особенно твердосплавными пластинами).

Резцовая головка должна отводиться на безопасное расстояние при выполнении следующих операций: центровании деталей на станке, зачистке, шлифовании деталей наждачным полотном, опиловке, шабровке, измерении деталей. При смене патрона и детали задний центр (заднюю бабку) отодвигают подальше от рабочей зоны.

При отрезании тяжелых частей детали или заготовки нельзя придерживать отрезаемый конец руками.

При опиловке, зачистке, шлифовании обрабатываемых деталей на станке запрещается прикасаться руками или одеждой к обрабатываемой детали; производить указанные операции с деталями, имеющими выступающие части, пазы и выемки (пазы и выемки надо предварительно заделывать деревянными пробками); стоять лицом к патрону, держать ручку напильника левой рукой, не перенося правую руку за деталь.

Требования безопасности при работе на фрезерных станках. Перед установкой на станке обрабатываемые детали и приспособления, особенно их соприкасающиеся базовые и крепежные поверхности, должны быть очищены от стружки и масла.

Обрабатываемую деталь необходимо устанавливать на станке правильно и надежно, чтобы во время хода станка были исключены возможности ее вылета или какие-либо другие нарушения технологического процесса. Деталь закрепляют в местах, находящихся как можно ближе к обрабатываемой поверхности.

При креплении детали за необработанные поверхности следует применять тиски и приспособления с насечкой на прижимных губках.

Пользоваться можно только исправной фрезой. Перед ее установкой следует проверить: надежность и прочность крепления зубьев или пластин из твердого сплава в корпусе фрезы; целостность и правильность заточки пластин твердого сплава, которые не должны иметь выкрошившихся мест, трещины, прижогов. При установке хвостовика инструмента в отверстие шпинделя надо убедиться в том, что он садится плотно, без люфта.

При обработке вязких деталей необходимо применять фрезы со стружколомами. Нельзя устанавливать фрезу с затупившимися кромками. В этом случае фрезу следует заменить. При установке и съеме фрез надо остерегаться ранений о режущие кромки. Выколачивая фрезу из шпинделя, нельзя поддерживать ее незащищенной рукой — для этого надо пользоваться эластичной прокладкой. Тяжелые фрезы (массой более 16 кг) следует устанавливать с помощью подъемных устройств (включая стол фрезерного станка). Установку и съем фрез массой менее 16 кг производят вручную в рукавицах.

Набор фрез устанавливают на оправку так, чтобы зубья их были расположены в шахматном порядке. Зажим и отжим фрезы ключом на оправке путем включения электродвигателя запрещается. Не допускается после установки фрезы или оправки оставлять ключ на головке затяжного болта. Фрезы должны быть ограждены. В противном случае разрешается работа только в защитных очках.

При скоростном фрезеровании, кроме ограждений, применяют приспособления для улавливания и отвода стружки (специальные стружкоотводчики, улавливающие и отводящие стружку в стружкосборник).

Деталь к фрезе подают тогда, когда последняя получит рабочее вращение. Врезать фрезу в деталь следует постепенно, при этом механическую подачу нужно включать до соприкосновения детали с фрезой. При ручной подаче нельзя допускать резких увеличений скорости и глубины резания. При фрезеровании запрещается вводить руки в опасную зону. В процессе фрезерования нельзя допускать скопления стружки на фрезе и оправке. Удаляют стружку вблизи вращающейся фрезы только кисточками с ручкой длиной не менее 250 мм.

При смене обрабатываемой детали или ее измерении фрезу отводят на безопасное расстояние. Прежде чем вынуть деталь из тисков, па-

трона или прижимных планок, следует остановить станок, отвести режущий инструмент, чтобы не повредить руку о режущие кромки.

Требования безопасности при работе на сверлильных станках. Прежде чем приступить к работе на станке, следует привести в порядок рабочую одежду: застегнуть и подвязать обшлага рукавов, надеть головной убор. Женщины должны убрать волосы под косынку, повязанную без свисающих концов.

Запрещается работать в рукавицах и перчатках, а также с забинтованными пальцами без резиновых напальчников.

При обработке хрупких материалов, дающих отлетающую стружку, а также при дроблении стальной стружки при обработке необходимо применять специальные очки или индивидуальные щитки для защиты лица.

Перед началом работы нужно проверить исправность крепления груза на тросе противовеса, а на радиально-сверлильных станках — прочность крепления основания станка. Кроме того, следует убедиться, что обрабатываемые детали, тиски и приспособления прочно и надежно закреплены на столе или фундаментной плите. Крепление их производят специальными крепежными деталями: болтами, соответствующими пазу стола, прижимными планками, упорами и т. п. Тиски должны быть исправными с несработанной насечкой губок. При работе нельзя применять патроны и приспособления с выступающими стопорными винтами и болтами. Выступающие части необходимо ограждать.

При сверлении отверстий в вязких металлах применяют спиральные сверла со стружкодробящими канавками. Установку деталей на станок и снятие их со станка производят при отведенном в исходное положение шпинделе с режущим инструментом, за исключением случая, когда станок оснащен специальным многоместным приспособлением, обеспечивающим загрузку детали вне рабочей зоны.

При установке режущих инструментов следят за надежностью и прочностью их крепления и правильностью центровки. Установку инструментов проводят при полном остове станка.

При смене инструментов шпиндель должен быть опущен. Смену инструмента на ходу станка разрешается производить только при наличии специального быстросменного патрона.

При замене инструмента на многошпиндельных головках, где работа сопряжена с нахождением рук рабочего в зоне расположения головок, применяют специальные подставки, предупреждающие падение головки при обрыве груза

Нельзя пользоваться инструментом с изношенными конусными хвостовиками. При установке в шпиндель сверла или развертки с ко-

нусным хвостовиком следует остерегаться пореза рук о режущую кромку инструмента. При смене патрона или сверла пользуются деревянной выколоткой.

Режущий инструмент подводят к обрабатываемой детали постепенно, плавно, без удара.

При ручной подаче сверла и при сверлении на проход или мелкими сверлами не следует сильно нажимать на рычаг. При автоматической подаче нельзя допускать подач, превышающих указанные в паспорте нормы. В процессе работы нельзя наклоняться близко к шпинделю и режущему инструменту.

Удерживать просверливаемую деталь руками запрещается. Мелкие детали, если отсутствуют подходящие крепежные приспособления, можно удерживать ручными тисками, клещами или плоскогубцами с параллельными губками только с разрешения мастера. Нельзя производить сверление тонких пластинок, полос или других подобных деталей без крепления в специальных приспособлениях. Если изделие проворачивается на столе вместе со сверлом, не следует пытаться придерживать его рукой. Нужно остановить станок, сделать необходимое исправление или взять соответствующее приспособление. При ослаблении крепления патрона сверла и детали надо немедленно остановить станок. Крепить деталь, приспособление или инструмент на ходу станка запрещается.

При сверлении глубоких отверстий сверло из отверстия периодически выводят с целью удаления стружки. Удалять стружку с просверливаемой детали и стола следует только после остановки инструмента.

В случае заедания инструмента, поломки хвостовика сверла, метчика и т.п. станок необходимо выключить.

Перед остановом станка инструмент отводят от обрабатываемой детали. После выключения станка нельзя останавливать шпиндель и патрон нажимом руки и прикасаться рукой к сверлу.

Требования безопасности при работе на шлифовальных станках. Перед началом работы на станке следует проконтролировать центричность круга и шпинделя (отсутствие биения); проверить, легко ли перемещаются шлифовальная и задняя бабки и пиноль, нет ли на абразивном круге заметных трещин и выбоин. Неправильный абразивный инструмент должен быть заменен. Проверяют также наличие прокладок между зажимными фланцами и кругом, степень крепления гаек, зажимающих фланцы. Ослабевшие гайки, контргайки, болты, клинья подтягивают. Обращают внимание на то, как зашплинтованы соответствующие болтовые соединения станка, вспомогательных и предохранительных приспособлений и устройств.

При установке и закреплении обрабатываемой детали на плоскошлифовальном станке необходимо: крепить деталь только специальными упорами и прижимными планками, размещая их на равных расстояниях; все упорные планки ставить ниже обрабатываемой поверхности, чтобы круг мог свободно проходить над ними; крепежные болты располагать как можно ближе к месту прижима детали, а крепежные планки под прямым углом к детали; резьба крепежных болтов должна быть исправной; для крепления деталей не применять случайных неприспособленных планок и прокладок; при установке детали проверить правильность ее расположения (не задевает ли деталь при движении за выступающие части станка) путем ручного перемещения стола, а если это невозможно (при крупных деталях), то с помощью масштабной линейки.

Столы плоскошлифовальных станков (в том числе столы с электромагнитной плитой) должны быть снабжены ограждениями.

При работе с магнитной плитой или патронами следует включить вначале умформер, а затем станок. Запрещается детали, удерживаемые остаточным магнетизмом, снимать ударами или рывками. При работе на станках с магнитными столами, планками и патронами необходимо соблюдать требования: не допускать повышения температуры магнитных узлов, так как это может вызвать сторание изоляции, выброс деталей или взрыв внутри плиты; не устанавливать на станок для шлифования погнутые детали; для снятия деталей, удерживаемых остаточным магнетизмом электромагнита, переключать ток в обратном направлении и одновременно снимать детали или пользоваться демультизатором.

При работе станка шлифовальный круг на деталь или деталь на круг нужно подавать плавно, без рывков или резкого нажима. Если кругом, предназначенным для мокрого шлифования, работали всухую, то при переходе к работе с охлаждением следует подождать, пока круг охладится, и только после этого начинать работу с охлаждающей жидкостью. По окончании работы с охлаждающей жидкостью надо выключить подачу жидкости и включить станок на холостой ход на 2-3 мин для просушки круга. При мокром шлифовании нельзя пользоваться кругами с минеральной связкой.

У каждого шлифовального станка или группы станков, на которых работы выполняют кругами различного диаметра, на видном месте должна быть вывешена таблица с указанием допустимой рабочей окружной скорости используемых кругов и частоты вращения шпинделя станка в минуту. На станках, работающих на скоростных режимах (со скоростью свыше 40 м/с), защитный кожух должен иметь окраску, отличную от окраски станка.

На специальных станках или устройствах, предназначенных для правки и обточки шлифовальных кругов, должны быть установлены защитные приспособления, предохраняющие рабочего от отлетающих частиц шлифовального круга и правящего инструмента, а также пылеотсасывающие устройства. Для безопасного шлифования длинных деталей круглошлифовальные станки должны быть снабжены люнетами.

Прежде чем остановить станок, следует выключить подачу и отвести круг от детали.

Для удаления абразивной пыли необходимо пользоваться специальной щеткой и совком, при этом надо обязательно надевать защитные очки. Категорически запрещается выдувать ртом пыль из отверстий. Для удаления ее следует пользоваться струей охлаждающей жидкости.

Требования безопасности при работе абразивными инструментами. При работе абразивными инструментами безопасность должна обеспечиваться с учетом вероятности воздействия следующих опасных и вредных факторов: разрыва шлифовального круга, повышенной запыленности воздуха рабочей зоны, образования в ней аэрозолей при обработке с использованием смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ); повышенного уровня шума и вибрации при работе с ручными шлифовальными машинами.

Перед установкой на станок абразивный инструмент должен быть осмотрен. Не допускается эксплуатация инструмента с трещинами на поверхности, а также не имеющего отметки об испытании на механическую прочность или с просроченным сроком хранения. Инструмент в этом случае может допускаться к эксплуатации только после проверки на механическую прочность.

Шлифовальные круги диаметром 250 мм и более, а также круги диаметром 125 мм и более, предназначенные для работы с рабочей скоростью свыше 50 м/с, в сборе с планшайбой перед установкой на станок должны быть отбалансированы. При обнаружении дисбаланса круга после первой правки или в процессе работы должна быть произведена его повторная балансировка.

Механическую прочность инструмента и запас прочности кругов следует проверять на специальных стендах, установленных в испытательных станциях, изолированных от основного производства, или на изолированных участках.

На шлифовальных кругах (кроме кругов диаметром менее 250 мм и зльборовых) должны быть нанесены цветные полосы: желтая — на кругах с рабочей скоростью 60 м/с, красная — 80, зеленая — 100, зеленая и синяя — 125 м/с.

Перед началом работы инструмент должен быть подвергнут вращению холостую с рабочей скоростью в течение времени, указанного в ГОСТ 12.3.028—82°.

Рабочие скорости абразивного инструмента должны соответствовать указанным в соответствующих стандартах и технических условиях.

При использовании ручных подач рабочая скорость инструмента не должна превышать 30 м/с. При использовании ручных подач на обдирочных станках или при работе ручными шлифовальными машинами рабочая скорость не должна превышать 80 м/с. При уменьшении диаметра круга вследствие его срабатывания частота вращения круга может быть увеличена, но без превышения рабочей скорости, допустимой для данного круга.

Предельно допустимые диаметры сработанных шлифовальных кругов должны соответствовать значениям, приведенным в ГОСТ 12.3.028—82*.

Длинные детали ($l/d \geq 8$) должны шлифоваться на круглошлифовальных станках с применением люнетов.

Не допускается использование без СОЖ инструмента, предназначенного для работ с ее применением, а также работа боковыми (торцовыми) поверхностями круга, если он для этого не предназначен. Температура окружающей среды при эксплуатации инструмента с применением СОЖ должна быть не ниже точки замерзания СОЖ.

Не допускается тормозить вращающийся круг нажимом на него каким-либо предметом. Правка кругов должна осуществляться только специальными правящими инструментами.

К испытаниям и работе с абразивным инструментом допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, обучение, аттестацию квалификационной комиссией по технике безопасности.

Требования безопасности при работе ручными инструментами на участке сборки машин. Основную опасность при эксплуатации ручного механизированного инструмента представляют его рабочие органы, острые кромки и грани обрабатываемых изделий, а также вредные факторы, такие, как повышенный уровень шума (особенно при клепке), вибраций (наиболее выраженные — у пневматических машин), повышенное напряжение электрического тока (применительно к электрофицированному инструменту) и запыленность воздуха при операциях сверления.

Перед проведением сборочных работ следует привести в порядок рабочую одежду. При работе с вращающимся инструментом (гайковертами, сверлами, абразивными кругами и т. п.) не должно быть свисающих концов одежды, не застегнутых обшлагов рукавов. Кроме того, следует использовать средства индивидуальной защиты: при работе с ручным инструментом ударного действия (клепальные молотки, зубила и т. п.) — защитные очки с бессточными стеклами (типа триплекс), а также виброзащитные рукавицы; при клепке, чеканке —

противошумы (наушники); при работе на высоте — предохранительный пояс; при работе с опорой на колени или локти — наколенники и налокотники.

Рабочее место должно быть свободно от посторонних предметов, хорошо освещено. На полу не должно быть воды и масел. Перед началом работы необходимо убедиться в том, что воздушные шланги пневмоинструмента и провода электроинструмента не имеют повреждений, вставной инструмент (сверла, отвертки и т. п.) правильно заточен, не имеет трещин, выбоин, заусенцев, соответствующие элементы инструмента смазаны.

При использовании ручных электрических машин с двойной изоляцией можно работать без диэлектрических перчаток, бот, ковриков. Запрещается производить работу ручными электрическими машинами с двойной изоляцией в помещениях взрывоопасных или с химически активной средой, разрушающей металл и изоляцию, а также на открытых площадках во время дождя и снегопада. Металлические части ручных машин с двойной изоляцией не следует заземлять.

При работе пневматическими ручными машинами нельзя допускать перегревов шланга, его запутывания, пересечения с тросами, электрокабелями, ацетиленовыми или кислородными шлангами. Размещать шланг следует так, чтобы была исключена возможность наезда на него транспорта и прохода по нему рабочих.

Подключение шланга к сети и к инструменту, а также его отсоединение необходимо производить только при полном закрытии вентиля на воздушной магистрали. При прекращении подачи воздуха или при перерывах в работе даже на короткое время надо перекрыть вентиль на воздушной магистрали и вынуть вставной инструмент, а на сверлильных машинах, кроме того, перевести пусковую муфту в нерабочее положение.

При обрыве шланга и проверке или замене вставного рабочего инструмента также следует перекрыть вентиль на магистрали. Прекращать подачу сжатого воздуха путем переламывания шланга запрещается. При работе ручными машинами всех типов нельзя держать руки около их рабочих органов.

При работе на высоте запрещается обрабатывать режущим инструментом предметы, находящиеся на весу; складывать инструмент над головой работающих. По окончании работы на высоте необходимо убрать инструмент, детали, остатки материалов. Нельзя работать на высоте на открытом воздухе при гололеде или ветре силой более шести баллов.

Запрещается эксплуатация электрических ручных машин при возникновении хотя бы одной из следующих неисправностей: поврежде-

ние штепсельного соединения, кабеля или его защитной трубки; повреждение колпачка щеткодержателя; нечеткая работа выключателя; искрение щеток на коллекторе, сопровождающееся появлением кругового огня на его поверхности; вытекание смазки из редукторов или вентиляционных каналов; появление дыма или запаха, характерных для горящей изоляции; появление ненормального шума, стука, вибрации; поломка или появление трещины в корпусной детали, рукоятке. Последние две неисправности свойственны и пневматическим ручным машинам.

Через каждые 100 ч работы, но не реже одного раза в три месяца, электрическую машину подвергают ревизии. Ревизия производится также при смене щеток.

При ревизии машину с двойной изоляцией необходимо разбирать для удаления скопившейся токопроводящей пыли и проверки исправности рабочей и дополнительной изоляции (мегаомметром). Сопротивление каждой из них должно быть не менее 2 МОм.

Удалять токопроводящую пыль рекомендуется сжатым воздухом при давлении до 0,25 МПа, протиркой изоляционных поверхностей технической салфеткой, смоченной в бензине.

Предприятие, эксплуатирующее машины с двойной изоляцией, должно выделить электромонтеров, имеющих квалификационную группу не ниже IV, обученных правилам техники безопасности для ухода за ручными машинами, контроля их исправности, ревизии, учета работы, технического обслуживания и ремонта.

К работе с пневматическим инструментом допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр, имеющие соответствующую квалификацию, сдавшие технический минимум по правилам безопасного выполнения работ, прошедшие специальное обучение и проверку знаний. Все работающие с пневматическим инструментом должны проходить не реже чем через каждые 12 месяцев медицинское освидетельствование.

К выполнению клепальных работ ручными молотками и поддержками могут быть допущены лица мужского пола, достигшие 18-летнего возраста, и женского пола, достигшие 20-летнего возраста, прошедшие предварительный медосмотр, курсовое обучение по квалификации, получившие инструктаж и обучение по технике безопасности непосредственно на рабочем месте. Администрация не должна допускать женщин к выполнению работ клепальными молотками по расклепыванию заклепок диаметром свыше 5 мм из дюраля и диаметром 4 мм из стали.

К работе ручными электрическими машинами с двойной изоляцией допускаются лица, прошедшие производственное обучение и аттеста-

цию на квалификационную группу электромонтера не ниже второй и обучение правилам техники безопасности и электробезопасности.

Опасные и вредные факторы, возникающие при проведении окрасочных работ, приведены в табл. 2.3. Их уровни и организация процессов окраски должны соответствовать требованиям, предусмотренным действующими «Правилами и нормами техники безопасности, пожарной безопасности и промышленной санитарии для окрасочных работ»; ГОСТ 12.3.002—75* ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности»; ГОСТ 12.1.010—76* ССБТ «Взрывобезопасность. Основные требования», ГОСТ 12.1.005—88 ССБТ, другим нормативным документам.

2.3. Примерный перечень опасных и вредных производственных факторов при окраске изделий

| Опасные и вредные производственные факторы | Технологический процесс | | | | |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------|----------------|-----------------------------------|
| | Подготовка лакокрасочных составов | Подготовка поверхностей к окрашиванию | Нанесение покрытия | Сушка покрытия | Шлифование и полирование покрытий |
| Повышенная загазованность воздушной среды | + | + | + | + | — |
| Повышенная запыленность | — | + | — | — | + |
| Повышенная температура воздуха и поверхностей | — | + | — | + | — |
| Повышенный уровень шума и вибрации | — | + | — | — | + |
| Повышенная ионизация воздуха | — | — | + | + | — |
| Повышенная напряженность электрического поля, заряды статического электричества | + | — | + | — | + |
| Повышенные уровни инфракрасного, ультрафиолетового и других излучений | — | — | + | + | — |
| Струя лакокрасочного материала под давлением | — | — | + | — | — |
| Незащищенные токопроводящие части оборудования | — | + | + | + | — |

Процесс окраски должен быть безопасным на всех стадиях: при подготовке поверхности изделий под окраску; подготовке рабочих составов; нанесении лакокрасочных материалов и порошковых полимерных материалов; сушке лакокрасочных покрытий и оплавлении по-

рошковых полимерных красок; шлифовании и полировании поверхности лакокрасочных покрытий.

При проведении работ для обеспечения безопасности труда персонала приходится учитывать специфику применяемых способов окрашивания (кистью, пневматическим или иным распылением, электроосаждением, обдувом или окунанием) и требуемую специфику защитных мероприятий [15].

Помещения окрасочных цехов оборудуются механической приточно-вытяжной вентиляцией. Поскольку местные отсосы удаляют большие объемы воздуха из нижней зоны, общеобменная вытяжная вентиляция предусматривается при кратности воздухообмена менее пяти из верхней зоны из расчета $6 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 площади цеха.

Приточный воздух на окрасочные участки необходимо подавать в рабочую зону или несколько выше.

При нанесении лакокрасочных материалов с использованием ручных способов распыления применяют окрасочные камеры с горизонтальным и вертикальным движением воздуха. Количество воздуха, удаляемого из окрасочных камер, следует принимать по табл. 2.4.

Класс опасности лакокрасочных материалов приведен в [15].

Допускается производить нанесение лакокрасочных материалов 2...4-го классов опасности путем пневматического и безвоздушного распыления и лакокрасочных материалов 1...4-го классов опасности способами пневмоэлектростатического распыления при окрашивании изделий высотой до 2 м на напольных вытяжных решетках.

Класс опасности лакокрасочных материалов, применяемых при электростатическом распылении, а также при пневмоэлектростатическом распылении порошковых материалов, не влияет на расход вентиляционного воздуха, значение которого также принимают в соответствии с табл.2.4 [15].

2.4. Количество удаляемого воздуха при ручных способах окрашивания, $\text{м}^3/\text{ч м}^2$

| Класс опасности лакокрасочного материала | Метод окрашивания по ГОСТ 9 105—80* | Камера при движении воздуха | | Вытяжные напольные решетки |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| | | горизонтально через открытые проемы | вертикально через площадь пола камеры | |
| 1 2 3 4 | Пневматическое распыление | 4700 | 2200 | — |
| | | 3600 | 2200 | 2500 |
| | | 2500 | 1800 | 2200 |
| 1 2 3 4 | Безвоздушное распыление | 2500 | 1500 | — |
| | | 2500 | 1500 | 1700 |
| | | 2200 | 1230 | 1350 |

| Класс опасности лакокрасочного материала | Метод окрашивания по ГОСТ 9 105—80* | Камера при движении воздуха | | Вытяжные напольные решетки |
|--|--|-------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| | | горизонтально через открытые проемы | вертикально через площадь пола камеры | |
| 1. 4 | Электростатическое, пневмоэлектростатическое безвоздушное распыление | 1800 | — | 900 |
| 1.. 4 | | 1540 | — | 1100 |
| 1..4 | Напыление в электростатическом поле порошковых материалов | 1800 | — | — |

При автоматизированных электростатических способах нанесения и при использовании окрасочных роботов система вытяжной вентиляции должна обеспечивать локализацию выделяющихся вредных веществ в пределах установки. Воздухообмен в камере рассчитывают из условия обеспечения в камере концентрации растворителей не выше 20 % нижнего предела взрываемости.

Для локализации вредных веществ в установках окунания и струйного облива у открытых проемов предусматривают системы воздушных затворов всасывающего действия.

При электростатическом автоматизированном окрашивании требуется обеспечивать удаление 1800 м³/ч воздуха в расчете на 1 м² открытого проема камеры; при окраске с помощью роботов для лакокрасочных материалов всех классов опасности рекомендуется производить удаление воздуха из камеры из расчета 800 м³/ч на 1 м² площади камеры.

Типы камер и способы организации воздухообмена в них выбирают в зависимости от размеров окрашиваемых изделий и технологического процесса. При серийном производстве обычно применяют камеры проходного типа, в остальных случаях — тупиковые.

Окрашивание крупногабаритных изделий сложной конфигурации при необходимости присутствия рабочего около изделия, высоких требованиях к качеству покрытия ведут в камерах с вертикальным отсосом воздуха через напольные решетки с подачей его через фильтрующий слой в потолок камеры. Камеры с вертикальным движением воздуха в зависимости от принятой технологии могут быть тупиковыми или проходными. Окрашивание особо крупных изделий, выпускаемых мелкосерийными партиями, рекомендуется производить на вентиляционных напольных решетках, представляющих собой сварные конструкции с живым сечением до 80 % и более. Удельный расход воздуха на 1 м² площади решетки указан в [15, табл. 12.20].

Для предприятий станкостроительной промышленности разработан типовой ряд напольных решеток для бескамерных установок окрашивания распылением, шлифования и обезжиривания изделий. Ширина решетки равна 4 м, длина основных типов 2,5...3,75 м с шагом 1,25 м.

К применяемому на окрасочных участках технологическому и вентиляционному оборудованию предъявляются специальные требования по пожаро- и взрывозащите. Используемое оборудование должно соответствовать классу пожаро- и взрывоопасности помещения, группе и категории взрывоопасной смеси и удовлетворять требованиям электростатической искробезопасности. Присвоение производству категорий по пожаро- и взрывоопасности производится в соответствии с требованиями ОНТП (см. 2.2)

Пожарная защита должна обеспечиваться максимально возможным применением негорючих и трудногорючих материалов, ограничением количества горючих веществ, изоляцией горючей среды и другими действиями.

Для определения пожарной опасности производства, классификации взрывоопасных зон, а также взрывоопасных смесей следует пользоваться пожаро- и взрывоопасными характеристиками, приведенными в [15, табл. 12.21].

На окрасочных участках не допускается устройство подпольных приточных и вытяжных каналов, за исключением каналов для установок бескамерной окраски и камер с отсосом воздуха через напольные решетки.

Вентиляция должна исключать образование застойных зон в производственном помещении.

Удаление воздуха от окрасочных установок должно осуществляться вентиляторами с повышенной защитой от искрообразования. Подбор искрозащитенных вентиляторов следует производить, исходя из того, что искрозащитенность вентиляторов и взрывозащищенность электродвигателей должны соответствовать классу помещения, а также категории и группе взрывоопасной среды. В зависимости от категории защиты от искрообразования различают вентиляторы с повышенной защитой от искрообразования и искробезопасные. В вентиляторах первой группы предусмотрены меры, препятствующие образованию искр при нормальном режиме работы, в вентиляторах второй группы — при нормальном и аварийном режимах.

Обслуживающий персонал окрасочных цехов и краскоприготовительных отделений должен обеспечиваться средствами индивидуальной защиты в соответствии с «Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других

средств индивидуальной защиты» и «Инструкцией о порядке обеспечения рабочих и служащих специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты».

Для защиты органов дыхания необходимо пользоваться фильтрующими или шланговыми средствами индивидуальной защиты. При содержании вредных веществ, превышающих предельно допустимую концентрацию не более чем в 15 раз, рекомендуется применять фильтрующий универсальный респиратор РУ-60М с патроном марки А или фильтрующий противогазовый респиратор РПГ-67А. При использовании веществ 1-го и 2-го классов опасности и при работах в замкнутых пространствах рекомендуется применять шланговые дыхательные аппараты РМП-62, ПШ-1 и ПШ-2-57, а также шлемы МИОТ-49, ЛИЗ-5, противогаз с патроном марки А. Время работы в противогазах не должно превышать 30 мин в течение каждого часа, а при тяжелых работах — не более 3...5 мин в течение каждых 30 мин рабочего времени.

При ведении окрасочных работ значительное количество паров растворителей и окрасочного аэрозоля поступает в окружающую среду вместе с вентиляционными и технологическими выбросами. Основные направления работ по защите окружающей среды изложены в гл. 4. Одним из перспективных направлений является применение материалов с низким содержанием летучих веществ, порошковых и лакокрасочных на водной основе материалов.

К наиболее распространенным методам защиты воздушной среды относятся очистка вентиляционного воздуха в гидрофильтрах, каталитическое дожигание компонентов летучей части лакокрасочного материала, рассеивание вентиляционных выбросов и рациональное размещение окрасочных цехов на генеральном плане предприятия в соответствии с руководством по расчету загрязнения воздуха на промышленных площадках.

Для очистки вентиляционного воздуха от окрасочного аэрозоля рекомендуется применять гидрофильтры, характеристика которых приведена в рекомендациях ВЦНИИОТ.

Очистка сточных вод от лакокрасочных материалов включает в себя следующие операции: предварительное отстаивание для удаления всплывающих веществ, коагуляцию, отделение коагулированного вещества и доочистку воды напорной флотацией. Рекомендуемый перечень коагулянтов приводится в требованиях безопасности и эргономики к лакокрасочным материалам.

Для очистки вентиляционных выбросов от газовой фазы применяются установки каталитического дожигания. Применение указанного метода очистки целесообразно при относительно небольших расходах

воздуха и высоких концентрациях паров растворителей, что характерно для сушильных камер.

Если указанные выше методы очистки не дают должного эффекта, или их применение экономически не оправдано, допускается рассеивание выбросов в атмосферу. Методика расчета рассеивания выбросов изложена в [15].

Сварка, наплавка, резка, напыление и пайка металлов сопровождаются наличием ряда вредных и опасных производственных факторов (табл. 2.5). Сварочные работы могут проводиться на механизированных линиях или конвейерах, на стеллях, открытом воздухе или в помещениях, на различных высотах, под водой и даже в космосе.

Практически при всех видах сварки, при резке и наплавке присутствуют такие опасные факторы, как пыль, газ, световое излучение, высокая температура, тепловое и ультрафиолетовое излучения. Наличие при сварке горючих газов может привести к химическому взрыву, а эксплуатация сосудов под давлением с инертными газами может вызвать физический взрыв. Открытые газовое пламя и дуга, струя плазмы, брызги жидкого металла и шлака при сварке и резке создают опасность ожогов и повышают опасность возникновения взрыва и пожара.

Как правило, сварочные работы должны проводиться в отдельных помещениях, а при электронно-лучевой, диффузионной сварке, плазменной обработке — только в отдельном помещении или изолированном участке цеха. Объем производственных помещений на одного работающего должен быть не менее 15 м^3 при площади не менее $4,5 \text{ м}^2$, а для плазменной обработки — не менее 10 м^2 , исключая площадь, занимаемую оборудованием и проходами. При применении лазеров IV класса входные двери помещений должны иметь блокировку. Помещения должны строиться из негорючих материалов в соответствии с СНиП 2.09.02—85*, СНиП 21.01—97.

Окраска оборудования и помещений для сварки должна быть светлых тонов с диффузным отражением света. Для освещения мест сварки применяют газоразрядные лампы. При выполнении сварочных работ в общем помещении места сварки должны ограждаться ширмами.

Электросварочные устройства должны соответствовать ГОСТ 12.2.003—91*; ГОСТ 12.2.007.0—75*; ГОСТ 12.2.007.8—75*; ГОСТ 12.2.049—80; ГОСТ 12.2.051—80.

Напряжение холостого хода источника тока для дуговой сварки при номинальном напряжении сети не должно превышать: 80 В эффективного значения — для источников переменного тока ручной дуговой и полуавтоматической сварки; 140 В эффективного значения — для источников переменного тока автоматической сварки.

2.5. Вредные и опасные факторы при сварочных работах

| Виды работ | Вредные факторы | | | | | | | | | | | Опасные факторы | | | |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------------|---------|--------------|-----------------------|----------------|------------------------|-----|------------|---------------|-----------------------------------|-------------------|--|-------------------------------|-----------------------|
| | Пылевособразные вещества | Излучение в оптическом диапазоне | | | Электромагнитные поля | Магнитные поля | Ионизирующее излучение | Шум | Ультразвук | Лазерные лучи | Статическая электризация на руках | Электрический ток | Искры, брызги и выбросы расплавленного металла | Движущиеся механизмы и детали | Системы под давлением |
| | | Ультрафиолетовое | Видимое | Инфракрасное | | | | | | | | | | | |
| Сварка | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ручная дуговая | ХХ | ХХ | ХХ | ХХ | — | — | — | Х | — | Х | — | ХХ | ХХ | Х | — |
| Под флюсом | ХХ | — | — | Х | — | — | — | Х | — | Х | — | ХХ | — | ХХ | — |
| полуавтоматическая | ХХ | — | — | Х | — | — | — | Х | — | — | — | ХХ | — | ХХ | — |
| автоматическая | ХХ | — | — | Х | — | — | — | Х | — | — | — | ХХ | — | ХХ | — |
| Дуговая в защитных газах: | | | | | | | | | | | | | | | |
| — полуавтоматическая | ХХ | ХХ | ХХ | ХХ | — | — | — | Х | — | ХХ | — | ХХ | ХХ | ХХ | ХХ |
| — автоматическая | ХХ | ХХ | ХХ | ХХ | — | — | — | Х | — | ХХ | — | ХХ | ХХ | ХХ | ХХ |
| — электрошлаковая | ХХ | Х | Х | ХХ | — | — | — | Х | Х | Х | Х | ХХ | ХХ | ХХ | — |
| — контактная | ХХ | Х | Х | Х | Х | Х | Х | Х | — | Х | — | ХХ | Х | ХХ | Х |
| — электро-лучевая | Х | ХХ | ХХ | — | — | — | ХХ | Х | — | — | — | ХХ | — | Х | Х |
| — трещины | — | — | — | — | — | — | — | Х | — | — | — | ХХ | ХХ | ХХ | — |
| — диффузионная | — | — | — | — | ХХ | — | — | Х | ХХ | — | — | ХХ | — | ХХ | Х |
| — ультразвуковая | Х | — | — | — | — | — | — | ХХ | ХХ | — | — | Х | — | Х | Х |
| — токами повышенной частоты | — | — | — | — | ХХ | — | — | — | — | — | — | ХХ | — | Х | — |
| — газовая | ХХ | ХХ | ХХ | ХХ | — | — | — | Х | — | Х | — | Х | ХХ | Х | ХХ |
| — плазменная | ХХ | Х | ХХ | ХХ | — | — | — | Х | Х | — | — | ХХ | ХХ | Х | ХХ |

| Виды работ | Вредные факторы | | | | | | | | | | | Опасные факторы | | | |
|---|-------------------------|----------------------------------|---------|--------------|-----------------------|----------------|------------------------|-----|------------|---------------|------------------------------|----------------------|--|--|-----------------------|
| | Пылеобразующие вещества | Излучение в оптическом диапазоне | | | Электромагнитные поля | Магнитные поля | Ионизирующие излучения | Шум | Ультразвук | Лазерные лучи | Статическая нагрузка на руки | Электроstaticкий ток | Искры, брызги и выбросы расплавленного металла | Дыхательная смесь металлов и их соединений | Системы под давлением |
| | | Ультрафиолетовое | Видимое | Инфракрасное | | | | | | | | | | | |
| <i>Резка</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
| Кислородная | ХХ | Х | ХХ | ХХ | — | — | — | ХХ | Х | Х | — | Х | ХХ | Х | ХХ |
| Плазменная | ХХ | Х | ХХ | ХХ | — | — | Х | ХХ | ХХ | ХХ | — | ХХ | ХХ | Х | ХХ |
| Лазерная сварка и резка | ХХ | Х | Х | ХХ | — | — | Х | Х | — | — | Х | ХХ | — | Х | ХХ |
| Наплавка | ХХ | Х | ХХ | Х | — | — | — | — | — | Х | — | ХХ | Х | Х | Х |
| Напыление | ХХ | ХХ | Х | Х | — | — | — | ХХ | ХХ | — | — | ХХ | ХХ | Х | Х |
| Пайка | ХХ | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | ХХ | — | — | — |
| Условные обозначения: ХХ — интенсивный фактор, Х — умеренный фактор | | | | | | | | | | | | | | | |

Ограничитель напряжения холостого хода устройств для ручной дуговой сварки на переменном токе должен снижать напряжение холостого хода на выходных зажимах сварочной цепи до 12 В не позже, чем через одну секунду после размыкания сварочной цепи.

Напряжение холостого хода источника тока для плазменной обработки при номинальном напряжении сети не должно превышать: 180 В — для устройств ручной резки, плазменной сварки или наплавки; 300 В — для устройств полуавтоматической резки или напыления; 500 В — для устройств автоматической резки.

Устройства для электронно-лучевой сварки должны обеспечивать защиту оператора и от рентгеновского излучения. Конструкция такой защиты должна быть неотъемлемой от устройства.

Технологические процессы должны удовлетворять требованиям ГОСТ 12.3.002—75*; ГОСТ 12.3.003—86; Правилам устройства электроустановок (ПУЭ).

При сварке изделий массой более 20 кг должны применяться грузо-подъемные устройства. Ширина проходов между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между стационарными источниками питания должна быть не менее 1,5 м; расстояние между автоматическими сварочными установками — не менее 2 м.

Длина первичной цепи между источником питания и первичной сварочной установкой не должна превышать 10 м. Изоляция проводов должна быть защищена от механических повреждений.

Места, где происходят технологические процессы, связанные с высоким уровнем шума, должны укрываться кожухами. Если по условиям технологического процесса невозможно устройство звукоизолирующих кожухов на установки, то операторы должны находиться в звукоизолированных кабинках со смотровыми окнами и дистанционным управлением процессом. Помещения сварки, резки или плазменной обработки в таких случаях должны иметь хорошую звукоизоляцию для защиты смежных участков.

Для уменьшения выделения вредных веществ поверхности свариваемых и наплавляемых изделий, покрытые антикоррозионными грунтами, необходимо предварительно зачищать от грунта по ширине не менее 100 мм от места сварки.

Защита от тепловых излучений должна осуществляться путем экранирования источника излучения, применения кабин или поверхностей с радиационным охлаждением, воздушного душирования или сокращением времени пребывания в зоне воздействия источников теплового излучения.

Для защиты от вредного действия электромагнитных полей применяются специальные заземленные экраны в виде щитов из металлической сетки (их защитное действие основано на эффекте ослабления электрического поля вблизи заземленного металлического предмета). Экраны могут быть постоянные и переносные в виде козырьков, навесов, перегородок. Экраны следует устанавливать на достаточном расстоянии от токоведущих частей электрооборудования во избежание перекрытия воздушных промежутков. Эти расстояния предусмотрены ПУЭ. В отдельных случаях в качестве защитного средства применяют экранирующий костюм.

Для защиты от поражения электрическим током все установки должны быть заземлены в соответствии с ГОСТ 12.1.030—81* (см. 2.3). Элементы сварочной цепи, отрезки кабелей при наращивании должны быть соединены разъемными соединительными муфтами. Нельзя соединять сварочные цепи скрутками с оголенным кабелем. Токоведущие кабели сварочной цепи должны быть изолированы по всей длине и защищены от механического повреждения. Запрещается использование в качестве обратного провода сети заземления металлических строительных конструкций здания, коммуникаций. Соединение между собой отдельных элементов, используемых в качестве обратного провода, должно выполняться тщательно (сваркой или зажимом).

Наиболее опасными являются работы в замкнутых емкостях. Электросварщик, выполняющий сварочные работы внутри замкнутых емкостей, должен пользоваться диэлектрическими перчатками, галошам, ковриком и шлемом. Работать с металлическим щитком в этом случае запрещено, так как свариваемый объект во время сварочных работ находится под напряжением. Для снятия напряжения в сварочную цепь следует включать аппарат снятия напряжения, который автоматически отключает силовую цепь при разрыве дуги. Работы в замкнутых емкостях должны производиться сварщиком под контролем наблюдающего, который находится снаружи. Сварщик внутри емкости должен быть снабжен предохранительным поясом с веревкой, конец которой длиной не менее 2 м должен быть в руках у наблюдающего.

Во всех случаях производства сварочных работ необходимо применение местных отсосов. При образовании высокотоксичных веществ производство работ без местной вентиляции недопустимо. Это относится к сварке цветных металлов, специальных сталей и черных металлов с покрытиями, плазменной обработке, пайке и лужению. Всасывающие отверстия должны располагаться как можно ближе к месту сварки, так как скорость воздушного потока при удалении от всасывающего отверстия падает примерно обратно пропорционально квадрату расстояния.

Если технологический процесс не позволяет расположить приемник вредных веществ вблизи источника загрязнения, то следует применять сочетание отсосов с местной приточной вентиляцией, воздушными душами или подачей чистого воздуха под маску сварщика.

При сварочных работах внутри замкнутых емкостей следует устраивать местную вентиляцию с выбросом удаляемого воздуха наружу вне зоны забора приточного воздуха. При сварочных работах с применением сжиженных газов (пропана, бутана и углекислого газа) вытяжная вентиляция должна иметь отсос снизу. В случае необходимости сварку внутри емкости ведут в шланговых противогазах и респираторах.

Так как при сварочных работах выделяется большое количество токсичных веществ, то вся вытяжная вентиляция от постоянных рабочих мест должна иметь систему пылеулавливания и нейтрализации загрязнений.

2.1.3. Обеспечение безопасной эксплуатации транспортных и грузоподъемных средств

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

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

Безопасность труда при подъеме и перемещении грузов в значительной степени зависит от конструктивных особенностей подъемно-транспортных машин и соответствия их «Правилам устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» (ПБ 10-14—92) и государственным стандартам: ГОСТ 13556—91 «Краны башенные стрелочные», ГОСТ 12 3.009—76 «ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности». Все части, детали и вспомогательные приспособления подъемных механизмов в отношении изготовления, материалов, качества сварки, прочности, устройства, установки, эксплуатации должны удовлетворять соответствующим техническим условиям (ТУ), стандартам, нормам и правилам. При эксплуатации подъемно-транспортных машин следует ограждать все доступные движущиеся или вращающиеся части механизмов. Необходимо

исключать непредусмотренный контакт работающих с перемещающимися грузами и самими механизмами при их передвижении, а также обеспечивать надежную прочность механизмов, вспомогательных, грузозахватных и строповочных приспособлений.

Инспекция Госгортехнадзора и администрация предприятия устанавливают постоянный надзор за состоянием грузоподъемных устройств, канатов, сменных грузозахватных органов (крюков, электромагнитов и т.п.), съемных грузозахватных приспособлений (стропов, клещей, траверс и т.п.) и тары (контейнеров, ковшей и т.п.), уходом за ними и безопасностью эксплуатации. В частности, правилами Госгортехнадзора предусмотрено проведение регламентированных испытаний грузоподъемных машин, наиболее опасных среди всех подъемно-транспортных машин.

Вновь установленные грузоподъемные машины подвергаются до пуска в работу полному *техническому освидетельствованию*. Грузоподъемные машины, находящиеся в эксплуатации, подвергаются периодическому техническому освидетельствованию: частичному — не реже одного раза в год; полному — не реже одного раза в три года, за исключением редко используемых средств. При необходимости осуществляется внеочередное полное техническое освидетельствование.

При полном техническом освидетельствовании грузоподъемная машина подвергается осмотру, статическому и динамическому испытанию. При частичном освидетельствовании статические и динамические испытания не проводятся.

Осмотр сопровождается проверкой работы механизмов и электрооборудования, тормозов, аппаратуры управления, освещения и сигнализации, приборов безопасности и регламентируемых габаритов.

Цель статических испытаний — проверка прочности металлических конструкций грузоподъемных машин и устойчивости против опрокидывания (для стреловых кранов). Статические испытания производят нагрузкой, на 25 % превышающей грузоподъемность крана. Груз поднимается на высоту 300...200 мм (при стреловом кране 200...100 мм) с последующей выдержкой в наиболее опасном положении в течение 10 мин. Затем груз опускают и проверяют наличие или отсутствие остаточной деформации моста крана.

Динамическое испытание производится грузом, на 10 % превышающим грузоподъемность машины, и имеет целью проверку действия механизмов грузоподъемной машины и их тормозов. Допускается его проведение рабочим грузом. При динамическом испытании производят неоднократный подъем и опускание груза.

При техническом освидетельствовании стальные канаты (тросы) бракуют по числу обрывов проволок на длине одного шага свивки ка-

ната. Соответствующие нормы устанавливаются в зависимости от конструкции, степени износа или коррозии, назначения, отношения диаметра блока, огибаемого канатом, к диаметру каната.

Все канаты и цепи, применяемые на подъемно-транспортных машинах, проверяют на прочность по формуле:

$$\frac{P}{S} \geq K, \quad (2.5)$$

где P — разрывное усилие каната в целом, принимаемое по сертификату, а при проектировании — по государственному стандарту, H ; S — наибольшее натяжение ветви каната с учетом КПД полиспаста (без динамических нагрузок), H ; K — коэффициент запаса прочности. Например, для машин с ручным приводом $K = 4$, для машин с машинным приводом при легком режиме работы $K = 5$, при среднем $K = 5,5$, при тяжелом и весьма тяжелом $K = 6$.

Обрыв груза может произойти и в случае неправильно выбранного или при использовании поврежденного стропы. Выбор стропов также производится с проверкой на прочность с учетом числа ветвей каната n и угла наклона их к вертикали α . Возникающее в каждой ветви натяжение S определяется (H):

$$S = \frac{Q}{n \cos \alpha} = \frac{m \cdot Q}{n}, \quad (2.6)$$

где m — коэффициент, учитывающий условия подвеса; Q — вес груза, H . Величина m определяется:

| | |
|-------------------------|------------|
| при $\alpha = 0$ | $m = 1$ |
| при $\alpha = 30^\circ$ | $m = 1,15$ |
| при $\alpha = 45^\circ$ | $m = 1,42$ |

Коэффициент собственной устойчивости крана определяется как отношение момента, создаваемого весом всех частей крана с учетом уклона, к моменту, создаваемому ветровой нагрузкой относительного того же ребра опрокидывания:

$$K_{с.} = \frac{M_Q}{M_B} \geq 1,15, \quad (2.7)$$

где M_Q — удерживающий момент; M_B — опрокидывающий момент.

Коэффициент грузовой устойчивости крана определяется как отношение момента, создаваемого весом всех частей крана, к моменту, создаваемому рабочим грузом:

$$K_{\tau} = \frac{M_{O\kappa}}{M_{O\Gamma}} \geq 1,4 \quad (2.8)$$

де $M_{O\kappa}$ — удерживающий момент от веса крана; $M_{O\Gamma}$ — опрокидывающий момент от веса груза.

Более подробно вопросы достижения устойчивости кранов рассмотрены на с. 239...242 [15].

Грузозахватные приспособления и тару до пуска в работу также подвергают осмотру, причем первые, кроме того, испытывают нагрузкой, превышающей на 25 % их номинальную грузоподъемность.

Большое значение для обеспечения безопасности работы подъемно-транспортных машин имеет выполнение основных требований при проведении такелажных работ: при кантовании груза необходимо использовать специальные устройства — рым-болты, проушины; центр тяжести поднимаемого груза должен находиться в середине между заплатами стропа; строповочные канаты необходимо располагать на поднимаемом грузе равномерно без узлов и перекруток; строповочный gros следует отделять от острых кромок и ребер груза прокладками (доски, резина и т.д.); сплетение грузовых канатов не допускается; при проведении такелажных работ должна применяться оперативная сигнализация.

Приборы и устройства, применяемые для обеспечения безопасности эксплуатации подъемно-транспортных машин (концевые выключатели, концевые упоры, ограничители грузоподъемности, буферные устройства, звуковая и световая сигнализация, тормозные устройства, ловители и др.) и их применение описаны в [15, с. 105...106].

Устройство и эксплуатация напольных средств транспорта: электрокар, погрузчиков и автокранов, — также требуют строгого соблюдения целого ряда мер безопасности. Все электрокары должны быть снабжены поворотными устройствами и тормозами, автоматически срабатывающими при снятии любой ноги с педали, звуковыми и, при работе ночью, световыми сигналами. Электрокары следует обшивать по периметру бортовой доской, препятствующей выдвиганию груза за их габарит.

Водитель электрокара должен четко видеть весь фронт своего пути и выполнять передвижения, глядя вперед и стоя спиной к контроллеру. Скорость движения электрокара не должна превышать внутри помещений 6 км/ч и на территории предприятия 10 км/ч. При езде с прицепной тележкой скорость движения соответственно снижается до 5...8 км/ч.

Эксплуатация погрузчиков должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.011—75 «ССБТ. Машины строительные и дорожные. Об-

шие требования безопасности»; эксплуатация автокранов — требованиям, содержащимся в «Правилах по охране труда на автомобильном транспорте» (утверждены Министерством транспорта РФ, 1997 г.).

Применяемые на машиностроительных предприятиях в качестве подъемников грузовые, грузопассажирские и пассажирские лифты, как вновь устанавливаемые, так и прошедшие капитальное переустройство, могут вводиться в эксплуатацию лишь после освидетельствования и испытания их инспекторами Госгортехнадзора. До освидетельствования лифт обязательно регистрируется в местной инспекции Госгортехнадзора.

Согласно «Правилам устройства и безопасной эксплуатации лифтов», утвержденным Госгортехнадзором 11.02.1992 г., лифты подвергаются статическим (превышение предельно допустимой рабочей нагрузки в 1,5 раза) и динамическим (груз на 10% превышает предельную рабочую нагрузку) испытаниям.

Грузовые лифты без проводников оборудуются приборами управления, размещенными на площадке одного из этажей, а связь поста управления с другими этажами осуществляется системой звуковой или световой сигнализации. Проезд людей в грузовых лифтах категорически запрещается.

К обслуживанию лифтов допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медосмотр, производственное обучение и проверку знаний и практических навыков специальной квалификационной комиссией.

2.1.4. Обеспечение безопасной эксплуатации сосудов, баллонов и устройств, находящихся под давлением

Практически на любом промышленном предприятии, как при выполнении основных, так и при выполнении ремонтных и других производственных операций, применяются представляющие большую опасность для персонала сосуды и устройства, находящиеся под давлением. К сосудам, работающим под давлением, относятся герметически закрытые емкости, предназначенные либо для хранения и транспортировки веществ, которые представляют собой опасность для окружающих, либо для наполнения их веществами, использование которых возможно лишь при выпуске через калиброванные отверстия. К этого рода емкостям следует отнести и энергопроводящие установки, от которых получают пар или воздух под высоким давлением.

Все такие сосуды и устройства взрывоопасны.

В промышленности применяют сосуды и устройства, работающие под давлением: баллоны, цистерны и бочки, наполненные сжиженными

ми газами; компрессоры и воздухохранилища для них; паровые и водогрейные котлы.

При пользовании баллонами должны соблюдаться правила перевозки, хранения, установки их в рабочее состояние, уровни наполнения и выработки, опознавательная окраска, предусмотренные «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» (утверждены Госгортехнадзором 27.11.87 г.).

Опасность пользования баллонами заключается как в возможности взрыва большой разрушительной силы, так и в утечке газа.

В зависимости от емкости различают:

- баллоны малого литража (емкость до 12 л);
- баллоны большого литража (емкость более 12 л).

При эксплуатации баллонов наибольшее количество аварий происходит вследствие недостаточного инструктажа работников и невыполнения ими правил эксплуатации [15].

Баллоны получают со склада только по нарядам-требованиям за подписью ответственного за работу лица. Наполненные газом баллоны не отпускаются, если:

- имеются явно выраженные пороки (вмятины, неисправности вентилей и пр.);
- нет необходимого колпака, накрученного на горловину баллона, и заглушки на боковом штуцере;
- окраска баллона, а также надпись на нем не соответствует ГОСТ 12.4 026—76.

Баллоны, доставленные к месту производства работ, должны быть осторожно сняты с транспорта, вертикально установлены и надежно прикреплены к стойке металлическим хомутом или цепью для предохранения от падения, а также защищены от ударов и падения на них каких-либо предметов с высоты. Установленные баллоны должны быть защищены от действия солнечных лучей, а также открытого огня и теплоизлучающих поверхностей

Баллоны, наполненные газом, должны находиться на расстоянии:

- от печей и прочих источников тепла с открытым огнем не ближе 10 м;
- от радиаторов отопления и других нагревательных приборов не ближе 1 м;
- от защитного экрана, предохраняющего баллоны от местного нагрева, не ближе 100 мм.

Помещения, где проводятся работы с применением баллонов, заполненных взрывоопасными газами, должны непрерывно вентилироваться.

Вся арматура кислородных баллонов должна устанавливаться только на обезжиренной прокладке (фольга, глет).

Перед работой с кислородными баллонами необходимо тщательно мыть руки.

Работающие с баллонами, наполненными газами, при закрывании или открывании вентиля должны стоять сбоку от баллона.

При работе с баллонами газ не должен использоваться до конца. В баллоне со сжатым газом должно оставаться остаточное давление не менее $0,5 \text{ кг/см}^2$.

Места установки и крепления баллонов до пуска их в работу должны быть осмотрены и проверены ответственным за работу.

Баллоны, наполненные газом, при отправке на склад должны иметь надпись (можно мелом) «Полный»; баллоны, газ которых использован, — надпись «Пустой» (или «Использованный»).

Все баллоны после их использования должны отправляться на склад с накрученными на горловину колпаками.

О всех случаях аварий и взрывов баллонов следует немедленно сообщить местной инспекции Госгортехнадзора.

Все баллоны, предназначенные для наполнения сжатыми, сжиженными и растворенными газами, должны освидетельствоваться инспекцией Госгортехнадзора (осмотр наружной и внутренней поверхности баллона; проверка массы и емкости баллона; гидравлические испытания).

Для цистерн и бочек также регламентируются условия наполнения и опознавательная окраска. Для предупреждения нагревания содержимого цистерны выше допустимой температуры применяют или термоизоляционный кожух с предохранительной разрывной мембраной, или теневой козырек над верхней частью цистерны.

Компрессоры и воздухохранилища могут взрываться вследствие перегрева поршневой группы; применения легкоплавающих масел, способных разлагаться при невысоких температурах; накопления статического электричества на корпусе компрессора или воздухохранилища; превышения давления в воздухохранилище в случае неисправности предохранителя.

ГОСТ 12.2.016—81. ССБТ «Оборудование компрессорное. Общие требования безопасности» и «Правилами устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов» предусматривает применение в двигательной установке только специальных тугоплавких компрессорных масел и водяного охлаждения, а также недопустимость засасывания загрязненного воздуха и обязательное вземление агрегата.

Причинами взрыва паровых водогрейных котлов являются либо перегрев стенок котла (вследствие упуска воды), либо недостаточное охлаждение внутренних стенок из-за накипи, а также внезапное разруше-

ние стенок котла от трещин или усталостных образований при превышении давления против расчетного в случае неисправности предохранительной установки.

«Правилами устройства и безопасной эксплуатации паровых водогрейных котлов» (утв. Госгортехнадзором России 28.05.93г.) определяются требования к устройству, изготовлению и эксплуатации котлов. Ими предусмотрено также использование контрольно-измерительных приборов, предохранительных устройств и их количество в зависимости от производительности котла.

К обслуживанию котлов допускаются лица в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, обученные по соответствующей программе и имеющие удостоверение квалификационной комиссии предприятия, проводившего обучение. Повторная проверка знаний у этих лиц проводится не реже одного раза в 12 месяцев, а также при переводе их с одного предприятия на другое или перед допуском к обслуживанию котлов других типов.

2.1.5. Обеспечение безопасной эксплуатации роботизированного оборудования

Анализ ситуаций, связанных с несчастными случаями, на роботизированных предприятиях Германии [15] показывает, что персонал, обслуживающий промышленный робот, попадает в опасные или критические ситуации не реже одного раза в три дня, а одному несчастному случаю предшествуют в среднем от 40 до 50 таких ситуаций.

Основными видами травм здесь являются травмы пальцев (33%), рук (19%), головы (16%), спины (11%), плеч (6%), ног (6%), шеи (3%), челюстные (3%), перелом ребер (3%). Наибольшую опасность представляют травмы головы, которые, как правило, требуют более длительного лечения.

Установлено, что наиболее травмоопасной ситуацией является прямой контакт человек-машина, когда человек выполняет такие операции, как перепрограммирование, наладку, ремонт, установку, снятие инструмента, монтаж, смазку или чистку. Наибольшему риску быть травмированным с этой точки зрения подвергаются работники следующих профессий, требующих прямого контакта с роботом: слесари-монтажники, сборщики, электротехники, наладчики, бригадиры.

Основными причинами, формирующими опасные, критические и аварийные ситуации при эксплуатации промышленных роботов (ПР), роботизированных технологических комплексов (РТК), гибких производственных систем (ГПС), согласно ГОСТ 12.2.072—82* «ССБТ. Ро-

боты 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, совместно с которым он работает;
- ошибочные (непреднамеренные) действия оператора или наладчика во время наладки и ремонта, при работе в автоматическом режиме;
- доступ человека в рабочее пространство робота, функционирующего 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 (размещение технологического оборудования, промышленных роботов, пультов управления, загрузочных и разгрузочных устройств, накопителей, тары, транспортных средств и других средств технологического оснащения).

Анализ и правильное использование вышеприведенных сведений о распределении, динамике и причинах производственного травматизма при эксплуатации ПР, РТК и роботизированных участков позволяют избежать повторения некоторых ошибок при проектировании, создании и эксплуатации отечественных РТК и ГПС.

Основным принципом обеспечения безопасности роботизированных производственных процессов или гибких производственных систем является исключение или сведение до минимума вероятности (социально-допустимого риска) возникновения опасных ситуаций, формирования несчастных случаев и другие нежелательные явления.

Реализация этого принципа при эксплуатации ПР, РТК, ГПС, ГАП¹ в соответствии с принятыми представлениями о природе аварий и производственных травм возможна лишь при высоком уровне профессиональной подготовки обслуживающего персонала, соблюдении технологической дисциплины, использовании эргономически обоснованных конструкций производственного оборудования, участков, линий, высокой надежности всей техники при работе в конкретно заданных условиях рабочей среды, создании для человека комфортных условий труда.

Другим, не менее важным, принципом обеспечения безопасности роботизированных производств является принцип экономической це-

¹ Гибкие автоматизированные производства.

лесообразности. Учитывая, что абсолютная безопасность — это лишь желаемое состояние любого производственного процесса при современном уровне развития техники, необходимо выбирать такие технологии, формы организации работ и средства защиты, которые позволили бы при минимально возможных расходах на охрану труда достигать требуемого уровня риска опасности ПР, РТК, ГПС, ГАП. Основными формами реализации этого принципа являются переход к безлюдным или принципиально новым, более безопасным технологиям, производственным процессам, предусматривающим полную передачу энергетических, транспортных, технологических, логических функций от человека исполнительным механизмам, устройствам, машинам и т. п.; разработка и широкое использование автоматизированных, адаптивных систем диагностики, контроля и управления уровнем безопасности роботизированных производственных процессов.

Для защиты человека от механических опасностей при эксплуатации роботизированных производственных систем применяют два основных метода: 1) обеспечение невозможности проникновения человека в рабочую зону при наличии источников опасности, представляющих реальную угрозу для его жизни или здоровья; 2) применение специальных приспособлений и устройств, непосредственно защищающих человека от любой опасности, представляющей реальную угрозу для его жизни или здоровья.

Первый метод состоит в разработке, выборе и применении ограждающих, блокирующих, предупреждающих, сигнализирующих устройств или систем, обеспечивающих недоступность человека к опасному промышленному объекту, узлу, участку и т. п.

Второй метод основан на принципе безопасного взаимодействия человека с ПР, роботизированными системами или отдельными их частями при наличии источников опасности с помощью систем дистанционного управления или устройств, автоматически отключающих источники энергии или останавливающих движение исполнительных механизмов и других элементов ПР или систем при появлении человека в границах рабочей зоны.

К наиболее распространенным средствам защиты персонала ПР, РК, ГПС относятся механические ограждения (решетки, панели, барьеры и т.п.) с блокирующими устройствами, исключающими возможность проникновения человека в опасную зону при работе робота. Использование вместо механических ограждений для ограждения рабочей зоны светолокационных, емкостных, ультразвуковых устройств уменьшает риск опасности, хотя также не обеспечивает полной защиты человека.

Различные виды светозащитных устройств, других блокирующих и выключающих устройств, устройств адаптивного управления, обеспечивающих при необходимости мгновенную остановку, контролируемое торможение и приведение движущихся частей ПР или системы в состояние покоя, подробно рассмотрены в [15].

Планировка участков и линий ПР, РТК должна обеспечивать свободный, удобный и безопасный доступ обслуживающего персонала к ПР, основному и вспомогательному технологическому оборудованию, к органам управления и аварийного отключения всех видов оборудования и механизмов, входящих в их состав. Например, требованиям обеспечения свободного доступа к оборудованию и его осмотра в большей степени соответствуют подвесные передвижные ПР, рабочие зоны которых не совмещены с рабочими зонами операторов.

Планировка зоны РТК должна выбираться в зависимости от типа используемого технологического оборудования, его компоновки, формы, размеров и расположения рабочих зон, уровня автоматизации оборудования, надежности его работы и степени информационного обеспечения, а также от компоновки и структурно-кинематической схемы ПР с учетом действующих норм технологического проектирования соответствующего производства. Пример компоновки ПР с технологическим оборудованием приведен на рис. 2.6.

При организации РТК, участков, линий необходимо предусматривать максимальную механизацию и комплексную автоматизацию основных и вспомогательных технологических операций и видов работ, связанных с воздействием на работающих опасных и вредных факторов, оставляя за операторами функции управления и контроля. РТК должны быть оснащены блокирующими устройствами, обеспечивающими выключение комплекса или отдельных его частей при нарушении производственного процесса, отказе оборудования или выходе параметров энергоносителей за допустимые пределы.

Производственное оборудование, применяемое в составе РТК (участки, линии, включая ПР), должно выбираться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003—91*, ГОСТ 12.2.049—80, ГОСТ 12.2.072—82*, а также стандартов системы безопасности труда (ССБТ) на отдельные группы производственного оборудования.

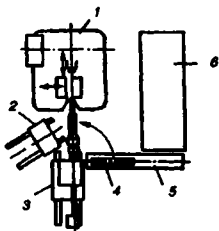


Рис. 2.6 Компоновка промышленного робота с горизонтально-ковочной машиной.

1 — горизонтально-ковочная машина, 2 — устройство разгрузки, 3 — промышленный робот, 4 — устройство загрузки, 5 — конвейер, 6 — нагревательная печь

Промышленные роботы, предназначенные для эксплуатации в условиях повышенной запыленности и температуры воздуха, наличия взрыво- и пожароопасных смесей и в других неблагоприятных условиях производственной среды, изготавливают в соответствующем защитном исполнении с учетом требований ГОСТ 12.1.004—91; ГОСТ 12.1.010—76*; ГОСТ 12.1.011—78*. В случае применения в составе РТК (участка, линии) ПР зарубежных моделей цветовое оформление их составных частей производится в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026—76*, а символы органов управления — в соответствии с ГОСТ 12.4.040—78*.

При манипулировании и перемещении заготовок, готовых изделий над проходами, проездами и рабочими местами под зоной движения исполнительных устройств ПР устанавливают защитные сетки и другие устройства, исключающие травмирование персонала при случайном падении предметов манипулирования.

Пульт управления РТК, согласно ГОСТ 22269—76, как правило, размещается за пределами зоны ограждения с обеспечением оператору возможности хорошего обзора за работой ПР, технологического оборудования, входящего в состав комплекса, и окружающего его пространства.

Освещенность пультов управления РТК должна составлять по ГОСТ 12.2.072—82* не менее 400 лк. Освещенность в рабочей зоне устанавливается СНиП 23-05—95 и отраслевыми нормами соответствующих производств.

Шумовые и вибрационные характеристики РТК должны соответствовать ГОСТ 12.1.003—74, ГОСТ 12.1.012—90*, ГОСТ 12.2.030—83*, СанПиН 2.2.4/2.1.8.562—96, СанПиН 2.2.4/2.1.8.566—96. Методы и средства снижения шума и вибрации РТК изложены в 3.3.

Состояние воздушной среды в рабочих зонах производственных помещений, в которых установлены РТК, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005—88 при условии постоянного нахождения операторов в этих зонах. Оборудование и механизмы РТК, образующие в процессе производства вредные газы, аэрозоли, излучения, требующие использования технологических жидкостей с вредным эффектом или работающие с лакокрасочными материалами, должны оснащаться устройствами и механизмами, обеспечивающими нормализацию воздушной среды производственных помещений. Так, агрегаты, машины, механизмы и другие устройства, которые в процессе производства образуют пыль, мелкую стружку, выделяют вредные жидкости, газы, оснащаются пылеприемниками, газоулавливающими и другими устройствами для отсоса из зоны обработки загрязненного воздуха и его очистки.

Конструкции пыле-, стружко-, газоприемников и рекомендации по их применению даны в приложении к ГОСТ 12.2.009—90*. В произ-

водственных помещениях, где установлены РТК, при необходимости создается вентиляция.

При размещении постов управления РТК, участками или линиями в закрытых кабинах минимальные внутренние размеры кабины по ГОСТ 12.2.072—82° должны составлять: высота — 2100 мм, ширина — 1700 мм, длина — 2000 мм, ширина дверного проема — 600 мм. Температуру, относительную влажность, скорость движения воздуха и содержание вредных веществ в воздухе кабины или помещения, откуда ведется управление комплексом, устанавливают по ГОСТ 12.1.005—88. Количество подаваемого в кабину воздуха определяют расчетом. Интенсивность лучистого потока, поступающего через смотровые окна кабины, не должна превышать $1200 \text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, а уровень звука — 80 дБА.

Органы управления и средства отображения информации должны быть размещены на пульте управления РТК, участков, линий. РТК или участки с несколькими пультами управления должны быть оснащены блокировками, исключающими возможность параллельного управления одним и тем же оборудованием от различных пультов. В рабочих зонах РТК по трассам возможных (вынужденных) перемещений обслуживающего персонала устанавливают дублирующие органы управления и аварийные блокировки. Органы аварийного останова должны располагаться в легкодоступном месте. Если для этих целей используется кнопка, то она должна быть снабжена выступающим грибовидным толкателем увеличенного размера, окрашена в красный цвет, иметь указатель нахождения и надпись о назначении. Кнопки аварийных блокировок в пределах рабочей зоны оператора располагают на расстоянии не более 4 м одна от другой.

Переключатели режимов работы и регуляторы скорости ПР должны быть снабжены фиксаторами, исключающими самопроизвольное их перемещение. Доступ к ним должен предусматривать применение специального инструмента (ручек, ключей и т. п.). На переключатели режимов работы и регуляторы скорости наносят четкие надписи или символы по ГОСТ 12.4.040—78°.

При выборе средств отображения информации, требующей от оператора немедленного реагирования, предпочтение отдают звуковым сигналам, когда шум на участке соответствует ГОСТ 12.1.003—83°. Уровень звукового давления сигнала принимают в пределах 90...100 дБ при частоте 125...500 Гц. В помещениях с повышенным уровнем шума целесообразнее использовать для сигнализации яркий мигающий свет, цвет которого выбирают по ГОСТ 12.4.026—76°. Сигнально-предупредительная окраска и знаки безопасности РТК выпол-

няются в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026—76*, ГОСТ 12.2.072—82*.

Средства сигнализации РТК оснащают светофильтрами красного, желтого, зеленого, синего и белого цветов.

Красный цвет запрещает работу, указывает на необходимость немедленного вмешательства в рабочий процесс. Желтый цвет предупреждает о переходе комплекса к работе в автоматическом режиме или о приближении какого-либо параметра к предельному значению. Зеленый цвет извещает о нормальных параметрах и режимах работы производственной системы. Синий цвет применяют для передачи информации, для которой не могут быть использованы предыдущие цвета. Белый (молочный) цвет сигнализирует о вспомогательных действиях, которые не могут выполняться в автоматическом режиме, а также о наличии напряжения, выбранного направления движения, сохранении заданной скорости и ритма работы.

Зоны размещения органов управления на пультах и средства отображения информации выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 23000—78, ГОСТ 22269—76, ГОСТ 12.2.033—78, ГОСТ 12.4.040—78*.

Оснащение РТК, участков, линий унифицированными комплектами средств для диагностирования состояния оборудования в процессе эксплуатации и оценки состояния внешней среды с выводом оперативной информации на дисплеи пультов управления позволяет значительно повысить уровень безопасности производственных процессов, обслуживающего персонала и безаварийности работы оборудования в составе РТК.

Требования безопасности к предохранительным, блокирующим и защитным устройствам и к эксплуатации ПР, РК подробно рассмотрены в [15].

2.1.6. Проектирование промышленного предприятия и требования охраны труда

Проектирование и строительство промышленных предприятий регламентировано сводом нормативных документов, включающих правила, нормы, инструкции по различным аспектам гигиены и охраны труда. К этой группе документов относятся: «Генеральные планы промышленных предприятий. Нормы проектирования» (СНиП 11-89—80); «Производственные здания» (СНиП 2.09.02—85*), «Административные и бытовые здания» (СНиП 2.09.04—87*), «Складские здания» (СНиП 2.11.01—85*), «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» (СНиП 2.04.02—84*), «Канализация. Наружные сети и сооружения»

(СНиП 2.04.03—85), «Отопление, вентиляция и кондиционирование» (СНиП 2.04.05—91*), «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (СНиП 21.01—97) и др.

Они распространяются на проектирование новых и реконструкцию существующих предприятий и регламентируют основные требования промышленной санитарии на проектирование, строительство и эксплуатацию производственных комплексов различных отраслей промышленности. Здесь приведены ПДК вредных веществ в рабочей зоне производственного помещения, нормы освещенности, нормы на метеорологические параметры, требования к выбору строительных площадок, санитарно-защитных зон и др.

Вопросы выбора площадки для строительства предприятия, мест водозабора, очистки, обезвреживания и спуска промышленных сточных вод согласовываются с органами Государственного санитарного надзора и другими Государственными органами в установленном порядке.

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

В соответствии с требованиями нормативных документов, жилая территория должна быть отделена от промышленного предприятия *санитарно-защитной зоной*, ширина которой устанавливается в зависимости от состава и объема вредностей, выделяемых объектами предприятия в окружающий воздушный бассейн. Все предприятия, их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, выделяющими производственные вредности, разделены на пять классов с соответствующей шириной санитарно-защитной зоны: для I класса — 1000 м, II — 500 м; III — 300 м; IV — 100 м; V — 50 м (см. 4.3).

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

Устройство *внутренних водопроводов* обязательно в производственных и вспомогательных зданиях для подачи воды на производственные, хозяйственно-питьевые и противопожарные нужды. Правила выбора источника водоснабжения и нормы качества воды регламентируются СНиП 2.04.02—84*. Расход воды на производственные нужды предприятия зависит от технологических особенностей производства и определяется на основе технологических данных. Нормы расхода воды на хозяйственные нужды приведены в СНиП 2.04.02—84*: в цехах со значительными тепловыделениями — 45 л на одного человека в смену, а в остальных цехах — 25 л. Нормы расхода воды во вспомога-

тельных зданиях: в душевых — до 500 л/ч на одну сетку, в умывальниках — 180 . 200 л/ч на один кран.

Для спуска производственных и хозяйственных вод предусматривают *канализационные устройства*. Канализация состоит из внутренних канализационных устройств, расположенных в здании; наружной канализационной сети (подземных труб, каналов, смотровых колодцев); насосных станций; напорных и самотечных коллекторов; сооружений для очистки, обезвреживания и утилизации сточных вод; устройств их выпуска в водоем (см 4.4).

Канализирование промышленных площадок осуществляют по полной раздельной системе. Все сточные воды предприятия должны подвергаться *очистке от вредных веществ* перед сбросом в водоем. Для выполнения этих требований применяют механические, химические, биологические, а также комбинированные методы очистки. Состав очистных сооружений выбирают в зависимости от характеристики и количества поступающих на очистку сточных вод, требуемой степени их очистки, метода использования их осадка и других местных условий в соответствии с требованиями СНиП 2.04.03—85.

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

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

Состав *санитарно-бытовых помещений и устройств* (гардеробные, уборные, умывальные, душевые, и специальные бытовые помещения для вредных производств) определяется в соответствии с требованиями СНиП 2.09.02—85*.

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

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

2.2. СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗРЫВОПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

2.2.1. Защита от пожаров и взрывов

Промышленные предприятия часто характеризуются повышенной взрывопожароопасностью, так как их отличает сложность производственных установок, значительное количество легковоспламеняющихся и горючих жидкостей; сжиженных горючих газов; твердых сгораемых материалов; большое количество емкостей и аппаратов, в которых находятся пожароопасные продукты под давлением; разветвленная сеть трубопроводов с регулировочной аппаратурой; большая оснащенность электроустановками.

Согласно стандартному определению, **п о ж а р** — это неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб.

Г о р е н и е — это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением большого количества тепла и свечением. Для возникновения горения необходимо наличие горючего вещества, окислителя (обычно кислород воздуха) и источника зажигания. Кроме того, необходимо, чтобы горючее вещество было нагрето до определенной температуры и находилось в определенном количественном соотношении с окислителем, а источник загорания имел бы определенную энергию. Окислителями являются также хлор, фтор, оксиды азота и другие вещества.

Вещества, способные самостоятельно гореть после удаления источника зажигания, называются **горючими** в отличие от веществ, которые на воздухе не горят и называются **негорючими**. Промежуточное положение занимают **трудногорючие** вещества, которые возгораются при действии источника зажигания, но прекращают горение после удаления последнего.

Различают несколько видов горения. Вспышка — быстрое сгорание горючей смеси без образования повышенного давления газов. Возгорание — возникновение горения от источника зажигания. Воспламенение — возгорание, сопровождающееся появлением пламени. Самовозгорание — горение, возникающее при отсутствии внешнего источника зажигания. Самовоспламенение — самовозгорание, сопровождающееся появлением пламени. Взрыв — чрезвычайно быстрое горение, при котором происходит выделение энергии и образование сжатых газов, способных производить механические разрушения.

Температурой вспышки называется самая низкая температура горючего вещества, при которой над его поверхностью образуются пары и газы, способные давать вспышку в воздухе от источника зажигания, но скорость образования паров и газов недостаточна для устойчивого горения. По температуре вспышки горючие вещества делятся на два класса: легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ) и горючие жидкости (ГЖ). К классу ЛВЖ относятся жидкости с температурой вспышки, не превышающей 61 °С (или 66 °С в открытом тигле); это бензин, этиловый спирт, ацетон, нитроэмали и др. Жидкости, имеющие температуру вспышки выше 61 °С (или 66 °С в открытом тигле), относятся к классу ГЖ (масла, мазут, формалин и др.).

Температура воспламенения — наименьшая температура горючего вещества, при которой оно выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что при поднесении источника зажигания возникает устойчивое горение.

Температурой самовоспламенения называют самую низкую температуру вещества, при которой оно загорается в процессе нагревания без непосредственного контакта с огнем.

Самовоспламенение возможно только при определенных соотношениях горючего вещества и окислителей. Существует понятие: нижний и верхний концентрационные пределы воспламенения. Интервал между ними называется диапазоном или областью воспламенения. Различают и температурные пределы воспламенения.

Процессы самовозгорания в зависимости от внутреннего импульса делятся на химические, микробиологические и тепловые. Химическое самовозгорание возникает от воздействия на вещество кислорода, воздуха, воды или от взаимодействия веществ (самовозгорание промасленных тряпок, спецодежды, ваты и даже металлических стружек). Микробиологическое самовозгорание происходит при соответствующей влажности и температуре в растительных продуктах (от грибка). Тепловое самовозгорание происходит в результате продолжительного действия незначительного источника тепла, при этом вещества разла-

гаются, адсорбируются и в результате действия окислительных процессов самонагреваются (опилки, ДВП, паркет при температуре 100 °С).

Существуют и другие показатели для оценки пожарной опасности веществ, определяемые по стандартным методикам. Принято различать два понятия, связанных с процессом горения: *пожар* и *загорание*. Под пожаром понимается неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. Горение, не приносящее материального ущерба, называют загоранием.

Согласно ГОСТ 12.1.004 — 91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» пожарная безопасность — это состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей. С учетом этого определения разрабатывают профилактические мероприятия и систему пожарной защиты. Нормативная вероятность возникновения пожара принимается равной не более 10^{-6} в год на отдельный пожароопасный элемент рассматриваемого объекта. Такая же вероятность воздействия опасных факторов пожара в расчете на отдельного человека (риск) принимается при разработке системы пожарной защиты.

Опасными факторами пожара являются повышенная температура воздуха и предметов, открытый огонь и искры, токсичные продукты горения и дым, пониженная концентрация кислорода, взрывы, повреждение и разрушение зданий и сооружений.

Пожарная и взрывная опасность веществ и материалов — близкие характеристики, поясняемые в основном одними и теми же показателями. Различие между этими характеристиками заключается в скорости распространения пламени, которая для взрывных процессов существенно выше, чем при пожаре. Знание скорости распространения пламени необходимо для оценки возможной взрывной нагрузки на взрывоопасные здания и сооружения, а также для расчета и проектирования предохранительных (легкосбрасываемых) конструкций, предназначенных для сброса избыточного давления.

Пожаровзрывоопасность веществ и материалов определяется показателями (свойствами), характеризующими предельные условия возникновения процесса горения.

Если горючее вещество является газом, основными показателями являются: концентрационные пределы распространения пламени (КП) или пределы воспламенения, скорость распространения пламени $U_{\text{н}}$, минимальное взрывоопасное содержание кислорода (МВСК), температура самовоспламенения $T_{\text{с}}$, давление взрыва P_{max} , скорость его нарастания $U_{\text{н}}$.

тания dp/dt , минимальная энергия зажигания (МЭЗ). Применяют также показатели: нижний концентрационный предел распространения пламени (НКП) и верхний концентрационный предел распространения пламени (ВКП).

При оценке пожароопасности жидкостей перечисленные выше показатели дополняются следующими: — температура вспышки $T_{всп}$; — температура воспламенения T_* ; — температурные пределы распространения пламени (ТП); — нижний предел (НТП) и верхний предел (ВТП) — это температуры жидкости, при которых давление насыщенных паров создает над жидкостью концентрацию, соответствующие концентрационным пределам распространения пламени.

Пожарная опасность твердых веществ и материалов характеризуется их склонностью к возгоранию и самовозгоранию.

Одной из основных характеристик пожароопасности веществ и материалов является их *горючесть* — способность самостоятельно распространять горение (пламя). В зависимости от этой способности вещества и материалы подразделяют на *горючие*, *трудногорючие* и *негорючие*. К горючим относятся вещества и материалы, способные распространять горение на всю протяженность образца, к трудногорючим — распространяющие горение ограниченно около источника зажигания, к негорючим — при полном отсутствии распространения пламени.

Горючесть газов характеризуется наличием КП (концентрационного предела), горючесть жидкости — T_* (температурой воспламенения), горючесть твердых материалов определяется в условиях специальных испытаний путем распространения пламени по образцу испытываемого материала определенных размеров и при зажигании определенным источником зажигания.

Взрывоопасность аэрозолей характеризуется следующими параметрами: НКП — нижний концентрационный предел, МВСК — минимальное взрывоопасное содержание кислорода, dp/dt — скорость нарастания давления, T_c — температура самовоспламенения, P_{max} — максимальное давление взрыва.

Оценка и классификация взрывопожароопасности помещений и зданий основана на определении возможных разрушительных последствий пожаров и взрывов в этих объектах, а также опасных факторов этих явлений для людей (ОФП). Существует два метода оценки пожаровзрывоопасности объектов — *детерминированный* и *вероятностный*. Детерминированный характер носят следующие нормативные документы: «Общероссийские нормы технологического проектирования» (ОНТП) и «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ). Вероятностный метод основан на концепции допустимого риска и предусматривает недопущение воздействия

на людей ОФП с вероятностью, превышающей нормативную. Нормативным документом, основанным на вероятностном подходе, является ГОСТ 12.1.004—91* ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования».

ОНТП устанавливают методику и порядок определения категорий помещений и зданий производственного и складского назначения по взрывопожарной и пожарной опасности. В зависимости от категории назначаются нормативные требования по планировке и застройке, этажности, выбору строительных конструкций и строительного оборудования. Категории помещений установлены в зависимости от агрегатного состояния горючих веществ и T_{min} в случае возможного пролива ЛВЖ и ГЖ. Перечень категорий помещений по пожаровзрывоопасности приведен в табл. 2.6.

2.6. Категории помещений по пожаровзрывоопасности

| Категория помещения | Характеристика веществ и материалов, находящихся (образующихся) в помещении |
|----------------------------|---|
| А (взрывопожароопасное) | Горючие газы, ЛВЖ с T_{min} не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные паро-воздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа |
| Б (взрывопожароопасное) | Горючие пыли или волокна, ЛВЖ с $T_{\text{min}} > 28$ °С, ГЖ в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пыли или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа |
| В (пожароопасное) | ЛВЖ, ГЖ и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся в наличии или образуются, не относятся к категории А или Б |
| Г (пожароопасное) | Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива |
| Д (пожароопасное) | Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии. |

Количественным показателем категорирования является максимально возможное избыточное давление ΔP , развиваемое при сгорании

взрывоопасной среды помещения. Методика его расчета приведена в [15, 16].

После установления категории помещений устанавливают категорию зданий, в которых находятся эти помещения. Здание относится к категории А, если суммарная площадь помещений категории А превышает 5 % площади всех помещений, или 200 м².

К категории Б относится здание, если суммарная площадь помещений категорий А и Б превышает 5 % площади всех помещений или 200 м² (но при этом площадь помещения категории А меньше 5 % или 200 м²).

Если помещения оборудованы установками автоматического пожаротушения, то для зданий категорий А или Б площадь помещений соответствующих категорий должна превышать 25% всей площади помещений или 1000 м², 3500 м² (зданий категории В) и 5000 м² (зданий категории Г).

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) регламентируют устройство электрооборудования в производственных помещениях и в наружных технологических установках на основе классификации взрывоопасных зон и смесей. Взрывоопасность зон характеризуется возможностью выделения горючих газов, ЛВЖ или горючих пылей с НКП ≤ 65 г/м³.

К зоне класса В-I относятся помещения, в которых могут образоваться взрывоопасные смеси в объеме более 5% объема помещения (при нормальных условиях работы).

В зону класса В-I А входят помещения, в которых взрывоопасные смеси в объеме более 5% объема помещения образуются лишь при авариях и неисправностях.

К зоне класса В-I Б относят помещения, в которых имеются горючие газы и пары с НКП $\geq 15\%$ по объему, а также обладающие резким запахом; возможно образование лишь локальных взрывоопасных смесей в объеме менее 5% объема помещения.

В зону класса В-I Г входят наружные установки, содержащие горючие газы и ЛВЖ.

К зоне класса В-II относят помещения, в которых могут образовываться взрывоопасные пылевоздушные смеси при нормальном режиме работы.

К зоне В-II А — только при авариях и неисправностях.

К пожароопасным зонам в ПУЭ относят помещения и наружные установки, содержащие: зона П-I — помещения с ГЖ; зона П-II — горючие пыли с НКП > 65 г/м³; зона П-II А — твердые горючие материалы, не образующие взрывоопасные смеси; зона П-III — наружные установки с ГЖ или твердыми горючими материалами.

Как уже говорилось, ГОСТ 12.1.004—91 «Пожарная безопасность. Общие требования» предусматривает определение вероятности воздействия на людей ОФП (опасных факторов пожара) $q_{офп}$ и сравнение ее с нормативной вероятностью воздействия $Q_{офп}^*$ (принимается равной $10^{-6}/\text{год}$):

$$q_{офп} \leq Q_{офп}^* \quad (2.9)$$

Методика определения $q_{офп}$ изложена в [16].

Достижение требуемой вероятности воздействия на персонал ОФП начинается с правильного проектирования или выбора производственного здания. Оно считается правильно спроектированным в том случае, если наряду с решением функциональных, прочностных, санитарных и других технических и экономических задач обеспечены условия пожарной безопасности. Пожарная профилактика при проектировании и строительстве промышленного предприятия включает решение следующих вопросов:

- повышение огнестойкости зданий и сооружений;
- зонирование территории;
- применение противопожарных разрывов;
- применение противопожарных преград;
- обеспечение безопасной эвакуации людей на случай возникновения пожара;
- обеспечение удаления из помещения газов и дыма при пожаре.

Огнестойкость конструкций характеризуется пределом огнестойкости, представляющим собой время в часах от начала испытания конструкции по стандартному температурному режиму до возникновения одного из следующих признаков: образование в конструкции трещин или отверстий, сквозь которые проникают продукты горения или пламя; повышение температуры на необогреваемой поверхности конструкции в среднем более чем на 140°C ; потеря конструкцией своей несущей способности; переход горения в смежные конструкции или помещения; разрушение узлов крепления конструкции.

В зависимости от величины предела огнестойкости основных строительных конструкций и пределов распространения огня по этим конструкциям здания и сооружения по огнестойкости подразделяют на пять степеней (I, II, III, IV, V) по мере снижения требований (см. 5.3).

Повысить огнестойкость зданий и сооружений можно облицовкой или оштукатуриванием металлических конструкций (например, гипсовыми плитами); оштукатуриванием деревянных конструкций известково-цементной, асбесто-цементной или гипсовой штукатуркой; огнезащитной пропиткой древесины антипирринами — химическими веществ-

вами (фосфорнокислый аммоний, сернокислый аммоний), придающими ей негорючесть; покрытие конструкций огнезащитными красками.

Зонирование территории заключается в группировании при генеральной планировке предприятий в отдельные комплексы объектов, родственных по функциональному назначению и признаку пожарной опасности. При этом сооружения с повышенной пожарной опасностью располагаются с подветренной стороны. Сюда же относятся и правильное устройство внутризаводских ворот, которые должны обеспечивать беспрепятственный удобный проезд пожарных автомобилей к любому зданию, а также выбор мест расположения пожарных депо. Одна из сторон предприятия должна примыкать к дороге общего пользования или сообщаться с ней проездами.

Для предупреждения распространения пожара с одного здания на другое между ними предусматривают *противопожарные разрывы*. При определении размеров противопожарных разрывов учитывают степень огнестойкости зданий. Регулируемые нормами величины противопожарных разрывов между производственными и вспомогательными зданиями, сооружениями и закрытыми складами приведены в табл. 2.7 [14]:

2.7. Величины противопожарных разрывов между производственными и вспомогательными зданиями

| Степень огнестойкости одного здания или сооружения | Противопожарные разрыв (м) при степени огнестойкости другого здания или сооружения | | |
|--|--|-----|--------|
| | I и II | III | IV и V |
| I | 2 | 3 | 4 |
| I и II | 9 | 9 | 12 |
| III | 9 | 12 | 15 |
| IV и V | 12 | 15 | 18 |

При определенных условиях, исключающих возможность возникновения или распространения пожара, разрывы не нормируются.

К *противопожарным преградам* относятся стены, перегородки, перекрытия, двери, ворота, люки, тамбур-шлюзы и окна. Противопожарные стены должны быть выполнены из негоряемых материалов, иметь предел огнестойкости не менее 2,5 ч и опираться на фундаменты. Противопожарные стены рассчитывают на устойчивость с учетом возможности одностороннего обрушения перекрытий и других конструкций при пожаре.

Противопожарные двери, окна и ворота в противопожарных стенах должны иметь предел огнестойкости не менее 1,2 ч, а противопожар-

ные перекрытия — не менее 1 ч. Такие перекрытия не должны иметь проемов и отверстий, через которые могут проникать продукты горения при пожаре.

При проектировании зданий должна быть предусмотрена *безопасная эвакуация людей* на случай возникновения пожара. При возникновении пожара люди должны покинуть любое здание в течение нормированного минимального времени, которое определяется кратчайшим расстоянием от места нахождения до выхода из здания наружу.

Количество эвакуационных выходов из производственного здания или сооружения должно быть, как правило, не менее двух. Эвакуационные выходы располагают рассредоточенно. Минимальное расстояние l между наиболее удаленными эвакуационными выходами из помещения (m) следует определять по формуле:

$$l \leq 1,5 P, \quad (2.10)$$

где P — периметр помещения, m .

Все пути эвакуации (проходы, коридоры, лестницы и пр.) должны иметь по возможности ровные вертикальные ограждающие конструкции без выступов, все виды путей эвакуации должны иметь обычное и аварийное освещение. Минимальная ширина коридора или прохода определяется расчетом, но должна быть не менее 1,0 m .

Расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода и расстояние по коридору от двери наиболее удаленного помещения не должны превышать нормированных значений, приведенных в [16].

Минимальная ширина лестничных маршей определяется расчетом, но не должна быть меньше установленной по условиям одиночного перемещения людей (2,4 m).

Ширина эвакуационного выхода из производственного здания принимается в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, по нормам, приведенным в табл. 2.8 [16].

Она должна быть в любом случае не менее 0,8 m .

2.8. Ширина эвакуационного выхода

| Категория помещения | Степень огнестойкости здания | Количество людей на 1 m ширины эвакуационного выхода |
|---------------------|------------------------------|--|
| А и Б | I, II, III А | 85 |
| В | I, II, III, III А | 175 |
| | IIIБ, IV | 120 |
| | V | 85 |

| Категория помещения | Степень огнестойкости здания | Количество людей на 1 м ширины эвакуационного выхода |
|---------------------|------------------------------|--|
| Г и Д | I, II, III, IIIА | 260 |
| | IIIБ, IV | 180 |
| | V | 130 |

В специальной литературе регламентируются и другие условия обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре.

Величина необходимого времени эвакуации людей регламентируется СНиП 21.01—97. Для помещений производственных зданий I, II и III степени огнестойкости эта величина приведена в табл. 2.9 [14]:

2.9. Величина необходимого времени эвакуации людей из производственных зданий

| Категория производств | Необходимое время эвакуации (мин) при объеме помещения, тыс м ³ | | | | |
|-----------------------|--|------|----|------|------------|
| | До 15 | 30 | 40 | 50 | 60 и более |
| А, Б | 0,50 | 0,75 | 1 | 1,50 | 1,75 |
| В | 1,25 | 2 | 2 | 2,50 | 3 |
| Г, Д | Не ограничивается | | | | |

Удаление газов и дыма из горящих помещений производится через оконные проемы, а также аэрационные фонари и с помощью специальных дымовых люков, легкобрасываемых конструкций. Дымовые люки устанавливаются в подвальных помещениях, в перекрытиях складских и безфонарных производственных зданий. Площадь сечения дымовых люков определяется расчетом.

Легко брасываемые конструкции используют для удаления продуктов горения при взрыве с целью снижения давления до величин, безопасных для прочности и устойчивости строительных конструкций. Они представляют собой элементы наружных стен (стеновые) или крыш (крышесые), вскрываемые при повышении давления внутри здания. Площадь сечения легкобрасываемых конструкций также определяется расчетом.

Несмотря на принимаемые меры, на производстве в любой момент может возникнуть необходимость локализации (тушения) пожара.

Процесс горения прекращается, если: очаг горения изолируется от воздуха; концентрация кислорода снижается до предельного значения

(для большинства веществ 12...15%); горящие вещества охлаждаются ниже температуры самовоспламенения, воспламенения; осуществляется интенсивное ингибирование (торможение скорости химической реакции и пламени) и в некоторых других.

Вещества, которые способствуют созданию перечисленных условий, называются *огнетушителями*. Они должны обладать высоким эффектом тушения при относительно малом расходе, быть дешевыми и безопасными в обращении, не причинять вреда материалам и предметам. Основными огнегасительными веществами являются вода, водные растворы, водяной пар, пена, углекислота, инертные газы, галогенированные углеводороды, сжатый воздух, порошки, песок, земля.

Вода и основанные на ней огнегасительные вещества (водные эмульсии, водяной пар и др.) обладают высокой теплоемкостью и теплотой парообразования. Наряду с достоинствами, она обладает свойствами, ограничивающими область ее применения. Она оказывается малоэффективной при тушении нефтепродуктов и многих других горючих жидкостей, так как они всплывают и продолжают гореть на ее поверхности. Вода обладает электропроводностью и ее нельзя применять для тушения горючих объектов, находящихся под электрическим напряжением.

Пена характеризуется кратностью и стойкостью. Кратность пены — это отношение ее объема к объему исходного продукта. Стойкость — время от момента ее получения до полного распада. Пену делят на химическую и воздушно-механическую. Она применяется для тушения ЛВЖ, ГЖ и нефтепродуктов. Огнегасительный эффект при этом достигается за счет изоляции поверхности от окружающего воздуха.

Углекислота в снегообразном и газообразном состоянии применяется в огнетушителях и стационарных установках для тушения пожаров в закрытых помещениях и небольших открытых загораний. Огнегасительная концентрация — примерно 30% по объему. Углекислота не проводит электрический ток, поэтому ее можно применять для тушения электроустановок, находящихся под напряжением.

Инертные газы, применяемые для тушения загораний, снижают концентрацию кислорода в воздухе и уменьшают тепловой эффект реакции за счет потерь тепла на нагревание. К ним относят: азот, аргон, гелий, дымовые и отработанные газы. Относительная концентрация газов составляет 30...36 % по объему.

Галогидоуглеводороды (газы или жидкости) замедляют реакцию горения, поэтому их называют ингибиторами, флегматизаторами или антикatalизаторами. Сюда относят: бромистый метилен, йодистый метилен, бромистый метил, дихлормонофторметан и др.

Сжатый воздух используется для тушения ГЖ с $T_{\text{всп}}$ выше 60 °С методом их перемешивания. Горение прекращается при снижении температуры верхнего слоя жидкости ниже температуры воспламенения.

Порошковые составы на основе карбонатов натрия применяются наиболее широко, несмотря на их высокую стоимость, сложность в эксплуатации и хранении. В частности, они являются единственным средством тушения пожаров щелочных металлов и металлоорганических соединений. Для тушения таких пожаров применяются также песок, земля, флюсы

Различают первичные, стационарные и передвижные средства пожаротушения.

К первичным средствам пожаротушения относятся огнетушители, гидромомпы (небольшие поршневые насосы), ведра, бочки с водой, лопаты, ящики с песком, асбестовые полотна, войлочные маты, кошмы, ломы, пилы, топоры. Огнетушители бывают химические пенные (ОХП-10, ОХПБ-10 и др.), углекислотные (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8, ОУ-15), углекислотно-бромэтиловые (ОУБ-3, ОУБ-7), хладоновые (ОХ-3), порошковые (ОПС-6, ОПС-10). На рис. 2.7 и 2.8 показано устройство огнетушителей ОХП-10 и ОУ-2.

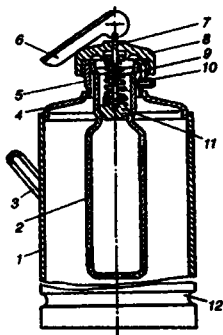


Рис 2.7 Огнетушитель ОХП-10

1 — корпус, 2 — кислотный стакан, 3 — боковая ручка, 4 — передний горловина, 5 — горловина, 6 — рукоятка, 7 — шток, 8 — крышка, 9 — пружина, 10 — стержень, 11 — резиновый клапан, 12 — дно

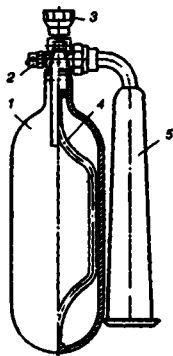


Рис 2.8 Огнетушитель ОУ-2:

1 — баллон, 2 — предохранитель, 3 — запорный вентиль, 4 — сифонная трубка, 5 — распылитель-снегостружильник

Для различных объектов и помещений существуют нормы применения первичных средств пожаротушения. На каждые 100 м² пола производственных помещений обычно требуется 1...2 огнетушителя. Время действия пенных огнетушителей 50...70 с, длина струи 6...8 метров, кратность пены 5, стойкость 40 мин.

Углекислотные огнетушители наполнены сжиженным углекислым газом, находящимся под давлением 6 МПа. Для приведения их в действие достаточно открыть вентиль.

Порошковые огнетушители применяют для горящих щелочных металлов. Выброс порошкового заряда из баллона производится с помощью сжатого воздуха, подаваемого из баллончика.

Стационарные средства пожаротушения представляют собой неподвижно смонтированные аппараты, трубопроводы и оборудование, которые предназначаются для подачи огнегасительных средств к местам загорания. К ним относятся средства пожарного водоснабжения, спринклерные и дренчерные установки, устройства пожарной связи и сигнализации.

Пожарное водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий может быть безводопроводным (естественные и искусственные водоемы, резервуары) и водопроводным. Безводопроводное водоснабжение допускается для сравнительно небольших предприятий (территория не более 20 га) с категорией производства Г, Д и с расходом воды на наружное пожаротушение не более 20 л/с.

Водопроводное водоснабжение более надежно и совершенно. Водопровод состоит из водозаборных сооружений, насосной станции первого подъема, подающей воду на очистные сооружения; резервуаров чистой воды, из которых вода насосной станции второго подъема подается по водопроводам в водопроводную сеть и водонапорную башню. Пожарные водопроводы объединяют с водопроводами другого назначения. Для отбора воды на пожарные нужды на водопроводных линиях устанавливают пожарные гидранты подземного и надземного исполнения. Для отыскания гидрантов на стенах зданий, заборах устанавливают соответствующие указатели. Пожарные гидранты размещают на расстоянии не более 150 м друг от друга, не далее 2,5 м от края дороги и не менее 5 м от стен зданий. Для тушения пожаров в начальной стадии внутри зданий предусматриваются внутренние пожарные водопроводы. Внутренние пожарные краны с присоединенными к ним рукавами и стволами устанавливают в нишах и шкафчиках у входов, на площадках отапливаемых лестничных клеток, в коридорах и других доступных местах на высоте 1,35 м от уровня пола.

Спринклерные установки предназначены для автоматической подачи воды, или воздушно-механической пены на тушение пожара внутри

здания. Они бывают водяными, применяемыми в отопляемых помещениях (температура воздуха выше 4 °С), и воздушными, устанавливаемыми в неотопляемых помещениях. Спринклерная установка представляет собой систему трубопроводов, на которых установлены спринклерные головки. Отверстие в диафрагме головки закрывается стеклянным клапаном и удерживается легкоплавким замком, состоящим из фигурных пластин, которые связаны между собой легкоплавким припоем на основе висмута, свинца, кадмия и олова.

Припой рассчитан на определенную температуру плавления. При достижении температурой воздуха в помещении температуры плавления припой замок разрушается, и из отверстия спринклерной головки начинает поступать вода или пена. Одновременно подается сигнал тревоги.

Дренчерные установки отличаются от спринклерных тем, что в дренчерных головках отсутствуют клапан и легкоплавкий замок. Дренчерные установки бывают ручного и автоматического включения с клапаном группового действия. При автоматическом включении одновременно подается сигнал тревоги.

Площадь пола, защищаемая одним спринклерным краном, не должна превышать 12 м², а дренчерным — 9 м². Область применения спринклерных и дренчерных установок определена СНиП 21.01—97.

Устройства пожарной связи и сигнализации в значительной степени влияют на успешное тушение пожара. Пожарной связью называется комплекс устройств, позволяющих быстро принимать сообщения о возникновении пожара и оперативно отдавать необходимые распоряжения по его ликвидации. Система пожарной сигнализации состоит из пожарных извещателей, линий связи и приемных станций.

Связь пожарной охраны по своему назначению делится на связь извещения, диспетчерскую и связь на пожаре.

Применяют лучевую и кольцевую (более экономичную) схему включения извещателей. Автоматические извещатели делятся на тепловые, ультрафиолетового излучения (световые), ионизационные (дымовые), ультразвуковые, инфракрасные и др. По принципу действия извещатели делятся на максимальные и дифференциальные. Максимальные извещатели реагируют на определенные абсолютные величины контролируемого параметра. Дифференциальные извещатели реагируют только на определенную скорость изменения контролируемого параметра.

Передвижные средства пожаротушения — пожарные машины делятся на основные, имеющие насосы для подачи воды и других огнегасительных веществ к месту пожара, и специальные, не имеющие насосов и предназначенные для различных работ при тушении пожара. К основным пожарным машинам относятся пожарные автомобили, автоцистерны, автонасосы, мотопомпы, пожарные поезда, теплоходы, тан-

ки, самолеты и др. К специальным машинам относятся автомобили службы связи и освещения, автолестницы, самоходные лафетные стволы и др.

На промышленном предприятии *ответственность* за соблюдение необходимого противопожарного режима и своевременное выполнение противопожарных мероприятий возлагается на руководителя предприятия и руководителей подразделений. Руководители предприятия обязаны: обеспечить полное и своевременное выполнение правил пожарной безопасности и противопожарных требований строительных норм при проектировании, строительстве и эксплуатации подведомственных им объектов; организовать на предприятии пожарную охрану, добровольную пожарную дружину (ДПД) и пожарно-техническую комиссию (ПТК) и руководить ими; предусматривать необходимые ассигнования на содержание пожарной охраны, приобретение средств пожаротушения; назначать лиц, ответственных за пожарную безопасность подразделений и сооружений предприятия.

Руководители предприятия имеют право налагать дисциплинарные взыскания на нарушителей правил и требований пожарной безопасности, ставить вопрос о привлечении виновных в нарушении этих правил к судебной ответственности.

Все трудящиеся при поступлении на работу проходят вводный и первичный (на рабочем месте) инструктаж о мерах пожарной безопасности по утвержденной программе с соответствующей регистрацией. На объектах, имеющих повышенную пожарную опасность, проводятся занятия по пожарно-техническому минимуму. Не реже одного раза в год должны проводиться повторные инструктажи.

Для каждого предприятия (цеха, лаборатории, мастерской, склада и т.д.) на основе «Правил пожарной безопасности в России», ППБ-01—93 разрабатываются общеобъектовая и цеховые противопожарные инструкции.

Разработку противопожарных мер и контроль за их осуществлением предприятиями в нашей стране осуществляют органы Государственного пожарного надзора.

Особого внимания на промышленном предприятии требует защита от *статического электричества и молниезащита*.

2.2.2. Защита от статического электричества

Опасность возникновения статического электричества проявляется в возможности образования электрической искры и вредном действии его на организм человека. Электризация — это комплекс физических и химических процессов, приводящих к разделению в пространстве заря-

дов противоположных знаков или к накоплению зарядов одного знака. При статической электризации напряжение относительно земли достигает десятков, а иногда и сотен тысяч вольт. Для воспламенения от электрической искры требуется минимальная энергия, так как малый объем газа от искры нагревается до высокой температуры за предельно короткое время.

Вредное воздействие на организм человека статическое электричество оказывает не только при непосредственном его контакте с зарядом, но и за счет действия электрического поля, возникающего вокруг заряженных поверхностей.

Основные способы защиты от статического электричества следующие: заземление оборудования, сосудов и коммуникаций, в которых накапливается статическое электричество; увеличение поверхностной проводимости диэлектрика; увлажнение окружающего воздуха; ионизация воздуха или среды нейтрализатором статического электричества; подбор контактных пар; изменение режимов технологического процесса, использование операторами спецобуви с электропроводящей подошвой и др.

Более подробно эти способы описаны в специальной литературе [14, 15, 17].

2.2.3. Организация молниезащиты промышленного предприятия

При превышении напряженностью электрического поля атмосферы критического значения возникает разряд, сопровождающийся ярким свечением — молнией и звуком (громом). Сила тока в канале молнии достигает 200 000 А, температура составляет 6000—10 000 °С и более, время существования молнии 0,1—1 с.

Различают *первичные* проявления молнии (прямой удар) и *вторичные* проявления в виде электростатической и электромагнитной индукции. Прямой удар молнии может вызвать пожар и произвести разрушение сооружений. Вторичные проявления молнии опасны тем, что возможно искрение, которое устраняется посредством заземления всех металлических элементов.

Устройство, служащее для защиты объекта от прямых попаданий молнии, называется *молниеотводом*. Он принимает удар молнии на себя и отводит ток в землю. Молниеотвод состоит из опоры, молниеприемника, токоотвода и заземлителя. Молниеприемники могут быть стержневыми, тросовыми (антенными), сетчатыми. Все здания и сооружения по степени требований к молниезащите делятся на три кате-

горни в зависимости от назначения и технологических особенностей объекта по степени пожаро- и взрывоопасности.

I категория — это здания (сооружения), отнесенные к зонам классов В-I и В-II. Молниезащита таких объектов предусматривается независимо от средней грозовой деятельности и места расположения объекта на территории России.

II категория — это здания (сооружения) зон классов В-Ia и В-IIa; молниезащита здесь выполняется при грозовой деятельности 10 ч в год и более.

III категория — это здания (сооружения) зон классов П-I, П-II и П-IIa, а также открытые зоны классов П-III. Молниезащита этих объектов предусматривается в местностях с грозовой деятельностью 20 ч в год и более.

Защитное действие молниеотвода характеризуется *зоной защиты*, под которой понимается пространство, защищенное с определенной вероятностью от попадания молнии. Граница зоны, охраняемой одним стержневым молниеотводом высотой до 60 м (рис. 2.9), определяется образующими двух конусов, высоты которых равны $0,8H$ и H , где H — высота стержневого молниеотвода, м; а радиусы этих конусов соответственно равны $0,75H$ и $1,5H$

Оптимальное расстояние между двумя спаренными стержневыми молниеотводами следует принимать равным двум-трем высотам одного молниеотвода. Молннеприемники и токоотводы должны иметь сечение не менее 50 мм^2 , они должны соединяться с заземлителями кратчайшим путем и не иметь петель и острых углов, которые могут быть источниками искровых и дуговых разрядов.

Величина импульсного сопротивления заземлителя не может быть измерена приборами и определяется по известным значениям сопротивления растеканию тока из таблиц ([15, табл. 9.2]).

Тросовые молниеотводы выполняются из стального многопроволочного оцинкованного троса сечением не менее 35 мм.

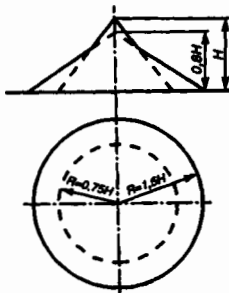


Рис. 2.9. Границы зоны, охраняемой одним стержневым молниеотводом

2.3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

2.3.1. Опасное действие электрического тока на человека

Эксплуатация основного и вспомогательного промышленного оборудования связана с применением опасной для человека электрической энергии. Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает термическое, электролитическое и биологическое действие, вызывая местные и общие электротравмы (электрические удары).

Термическое действие выражается в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов и других тканей.

Электролитическое действие выражается в разложении крови и других органических жидкостей, что вызывает значительные нарушения их физикохимических составов.

Биологическое действие выражается в раздражении и возбуждении живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц, а также нарушением внутренних биологических процессов организма.

Местные травмы подразделяются следующим образом: электрические ожоги, электрические знаки (пятна), металлизация кожи (от электрической дуги), механические повреждения (от непроизвольных судорожных сокращений мышц), электроофтальмия (воспаление наружных оболочек глаз от электрической дуги).

Общие электрические травмы или электрические удары по тяжести делятся на четыре степени:

I степень характеризуется судорожным сокращением мышц без потери сознания; II степень — сокращением мышц с потерей сознания, но при сохранившихся дыхании и работе сердца; III степень — потерей сознания и нарушением сердечной деятельности или дыхания (или того и другого сразу); IV степень — клинической («мнимой») смертью, т.е. отсутствием дыхания и кровообращения (обычно 4...5 мин, иногда 7...8 мин).

Биологическая (истинная) смерть — необратимое явление, характеризующееся прекращением биологических процессов в клетках и тканях организма и распадом белковых структур — наступает по истечении периода клинической смерти.

Основными причинами воздействия тока на человека являются: случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции или

ошибочных действий персонала; шаговое напряжение на поверхности земли в результате замыкания провода на землю; появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения установки.

Случаи поражения человека током возможны лишь при замыкании электрической цепи через тело человека или, иначе говоря, при прикосновении человека не менее чем к двум точкам цепи, между которыми существует некоторое напряжение.

Опасность такого прикосновения, оцениваемая значением тока, проходящего через тело человека, или же напряжением прикосновения, зависит от ряда факторов: схемы включения человека в цепь; напряжения сети; схемы самой сети; режима ее нейтрали; степени изоляции токоведущих частей от земли; емкости токоведущих частей относительно земли и др.

Наиболее характерными являются две схемы включения человека в электрическую цепь: между двумя проводниками и между одним проводником и землей (рис. 2.10). Во втором случае предполагается наличие электрической связи между сетью и землей (с сопротивлениями фаз относительно земли Z_1, Z_2, Z_3).

Применительно к сетям переменного тока первую схему (рис. 2.10, а) обычно называют двухфазным включением, а вторую (рис. 2.10, б) — однофазным.

Двухфазное включение, т.е. прикосновение человека одновременно к двум фазам (рис. 2.10, а), как правило, более опасно, поскольку к телу человека прикладывается наибольшее в данной сети напряжение — линейное, и поэтому через тело человека идет большой ток I_A (А):

$$I_A = \frac{1,73 U_\phi}{R_A} = \frac{U_L}{R_A} \quad (2.11)$$

где U_L — линейное напряжение, т.е. напряжение между фазными проводниками сети ($U_L = \sqrt{3}U_\phi$), В; U_ϕ — фазное напряжение, т.е. напряжение между началом и концом одной обмотки источника тока (трансформатора, генератора) или между фазным и нулевым проводниками, В; R_A — сопротивление тела человека, Ом.

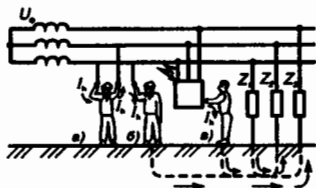


Рис. 2.10. Схемы включения человека в электрическую цепь

Нетрудно представить, что двухфазное включение одинаково опасно в сети как с изолированной, так и с заземленной нейтралью. При таком включении опасность поражения не уменьшается и в том случае, если человек надежно изолирован от земли (резиновые галоши, боты, диэлектрический коврик, деревянный пол).

Однофазное включение (рис. 2.10, б, в) происходит значительно чаще, но является менее опасным, чем двухфазное, поскольку напряжение, под которым оказывается человек, не превышает фазного. Соответственно меньше оказывается ток, проходящий через тело человека. На значение этого тока влияют режим нейтрали источника тока, сопротивление изоляции и емкость проводов относительно земли, сопротивление пола, на котором стоит человек, сопротивление его обуви и другие факторы.

В работе [14, с. 277...282] подробно рассмотрены случаи прохождения тока через тело человека: в трехфазной трехпроводной сети с изолированной нейтралью при нормальной работе сети, при аварийном режиме; в трехфазной четырехпроводной сети с заземленной нейтралью при нормальном режиме работы сети и в аварийном режиме.

В случае электрического соединения токоведущей части непосредственно с землей или нетоковедущими проводящими конструкциями, а также предметами, неизолированными от земли, — электрическом замыкании на землю — происходит растекание тока в земле. Зоной растекания тока является зона земли, за пределами которой электрический потенциал, обусловленный токами замыкания на землю (I_3, A), может быть условно принят равным нулю.

В зоне растекания тока человек может оказаться под так называемым шаговым напряжением ($U_{ш}, В$), из-за разности потенциалов между двумя точками, расположенными на расстоянии шага [17]:

$$U_{ш} = \frac{I \rho \alpha}{2\pi x(x + \alpha)}, \quad (2.12)$$

где ρ — удельное сопротивление грунта, Ом · м; α — длина шага человека (принимается $\alpha = 0,8\text{ м}$); x — расстояние от центра зоны растекания тока до ближайшей к центру опорной точки человека, м.

При замыкании тока на землю через корпус заземленного оборудования, корпус также окажется под потенциалом (напряжением). В случае прикосновения к корпусу человек в этом случае оказывается под напряжением прикосновения ($U_{пр}, В$) представляющим собой напряжение (разность потенциалов) между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек [17]:

$$U_{пр} = \frac{I \rho}{2\pi x} \cdot \frac{x - x_1}{x}, \quad (2.13)$$

где x , — радиус заземлителя (расстояние от центра зоны растекания до заземлителя), м.

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

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

При токе величиной 100 мА и длительности воздействий более 0,5 с ток может вызвать остановку или фибрилляцию сердца. Сопротивление тела человека резко падает в зависимости от продолжительности воздействия тока. Наиболее опасным является переменный ток с частотой 20...100 Гц. Токи частотой выше 500 000 Гц электрического удара не вызывают, но могут быть причиной термического ожога. Постоянный ток человек ощущает при 6...7 мА, пороговый неотпускающий постоянный ток составляет 50...70 мА, а фибрилляционный — 300 мА [14].

Все производственные помещения согласно ПУЭ (Правилам устройства электроустановок) делятся по степени риска поражения людей электрическим током на три класса: без повышенной опасности, с повышенной опасностью, особо опасные.

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

Сюда относятся обычные конторские помещения, инструментальные кладовые, лаборатории, а также некоторые производственные помещения, в том числе цехи приборостроительных заводов, размещенные в сухих и беспыльных помещениях с изолирующими полами и нормальной температурой.

Помещение с повышенной опасностью характеризуется наличием одного из следующих пяти условий, создающих повышенную опасность: *сырости*, когда относительная влажность воздуха длительное время превышает 75 % (сырые помещения); *высокой температуры*, когда температура воздуха значительно время (свыше суток) превышает 35 °С (жаркие помещения); *токопроводящей пылью*, когда по условиям производства в помещениях выделяется токопроводящая технологическая пыль (угольная, металлическая и т.п.) в таком ко-

личестве, что она оседает на проводах, проникает внутрь машин, аппаратов и т.п. (помещения пыльные, с токопроводящей пылью); *токопроводящих полов* — металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т.д.; *возможности одновременного прикосновения человека* к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования — с другой это лестничные клетки различных зданий с токопроводящими полами, складские неотапливаемые помещения (даже если они размещены в зданиях с изолирующими полами и деревянными стеллажами) и подобные им помещения.

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

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

2.3.2. Обеспечение электробезопасности персонала

Основными мерами защиты от поражения электрическим током являются:

- обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением, для случайного прикосновения;
- электрическое разделение сети;
- устранение опасности поражения при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования, что достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением, занулением, защитным отключением и другими мерами;
- применение специальных электротехнических средств — перенос-

ных приборов и приспособлений (средств индивидуальной защиты);

- организация безопасной эксплуатации электроустановок.

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

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

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

Двойная изоляция — это электроизоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции.

Рабочая изоляция предназначена для изоляции токоведущих частей электроустановки, обеспечивая ее нормальную работу и защиту персонала от поражения током.

Дополнительная изоляция предусматривается дополнительно к рабочей для защиты от поражения током в случае повреждения рабочей изоляции.

Применяется при создании ручных электрических машин, при этом заземление или зануление их корпусов не требуется.

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

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

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

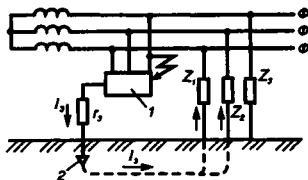


Рис 2.11 Принципиальная схема защитного заземления

1 — оборудование, 2 — заземлитель, r_s — сопротивление защитного заземления, Ом, Z_1 , Z_2 , Z_3 — сопротивления фаз относительно земли

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

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

Принципиальная схема защитного заземления (сеть с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В) представлена на рис. 2.11 [14].

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

Выносное заземляющее устройство характеризуется тем, что заземлитель вынесен за пределы площадки, на которой размещено заземляемое оборудование, или сосредоточен на некоторой части этой площадки. Применяется лишь при малых значениях тока замыкания на землю (I_1), в частности, в установках напряжением до 1000 В.

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

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

В качестве заземляющих проводников применяют полосовую и круглую сталь. Прокладку их производят открыто по конструкциям зданий. Последовательное включение заземляемого оборудования не допускается.

Согласно ПУЭ (Правилам устройства электроустановок) сопротивление защитного заземления в любое время года не должно превышать:

4 Ом — в установках напряжением до 1000 В; если мощность источника тока (генератора или трансформатора) 100 кВ·А и менее, то сопротивление заземляющего устройства допускается до 10 Ом;

134

0,5 Ом — в установках напряжением выше 1000 В с эффективно заземленной нейтралью;

250/I₃, но не более 10 Ом — в установках напряжением выше 1000 В с изолированной нейтралью, где I₃ — ток замыкания на землю, А.

При проектировании заземляющего устройства следует соблюдать приведенные требования.

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

Расчет искусственного заземления в однородном грунте в большинстве случаев производится упрощенным методом [17].

Сначала, согласно ПУЭ, выбирается допустимое сопротивление заземляющего устройства (R_{зд}). После этого определяется расчетное удельное сопротивление (ρ):

$$\rho = \rho_r \psi, \quad (2.14)$$

где ρ_r — удельное сопротивление грунта, Ом·м; ψ — климатический коэффициент, в зависимости от вида грунта и степени влажности в диапазоне 1...2,5 [18]. В учебных расчетах можно применять ψ = 1.

Удельное сопротивление грунта ρ_r, Ом·м, составляет [17]: для торфа — 20; для чернозема — 30; для садовой земли — 50; для речной воды — 50; для глины — 60; для супеска — 500; для гравия и щебня — 2000; для сухого песка — 2500; для каменной почвы — 4000; для гранита, известняка, кварцита — 11·10⁸.

Следующий этап расчета — определение сопротивления заземлителя R_з (Ом).

При использовании *естественного* заземлителя (вертикально расположенной трубы или стержня с размерами, представленными на рис. 2.12, а) R_з составит:

$$R_z = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right) \quad (2.15)$$

(при условии, что l > d, t₀ > 0,5 м).

При использовании в качестве естественного заземлителя вертикально расположенного уголка с размерами, представленными на рис. 2.12, б, R_з составит:

$$R_n = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2,1l}{b} + \frac{1}{2} \ln \frac{4,2l + l}{4,2l - l} \right) \quad (2.16)$$

(при условии, что $l \gg b$, $l_0 \geq d$).

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

$$R_n = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{l^2}{d \cdot l} \quad (2.17)$$

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

При использовании для указанных целей горизонтально расположенной полосы длиной l , со стороны сечения b , заглубленностью оси относительно поверхности земли l величина:

$$R_n = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{b \cdot l} \quad (2.18)$$

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

Если подсчитанная величина $R_{\text{сз}} > R_{\text{нз}}$ то необходимо дополнительно предусмотреть искусственный заземлитель с сопротивлением (Ом):

$$R_n = \frac{R_{\text{сз}} R_{\text{нз}}}{R_{\text{сз}} - R_{\text{нз}}} \quad (2.19)$$

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

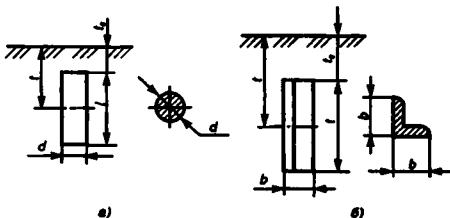


Рис 2.12 Схематическое изображение заземлителей:
а — трубчатый стержневой, б — уголкового

Сопrotивление одного заземлителя $R_{от}$ и соединительной полосы R_n определяется по подходящим для их типов формулам (2.15, 2.16, 2.17, 2.18). Общее сопротивление вертикальных электродов (Ω):

$$R_{\eta} = \frac{R_{от} R_n}{R_{от} - R_n} \quad (2.20)$$

При отсутствии естественных заземлителей $R_{от}$ принимается $\leq R_{ст}$.
Необходимое количество вертикальных электродов n

$$n = \frac{R_n}{R_{от} - \eta_{\eta}} \quad (2.21)$$

где η_{η} — коэффициент использования вертикальных заземлителей.

Если вертикальные электроды (заземлители) расположены в ряд, то величина η_{η} при $n = 2$ составляет 0,91; при $n = 4$ — 0,83; при $n = 6$ — 0,77; при $n = 10$ — 0,74; при $n = 20$ — 0,67.

Если вертикальные электроды расположены по контуру, то величина η_{η} при $n = 4$ составляет 0,73; при $n = 1$ — 0,68; при $n = 20$ — 0,63; при $n = 40$ — 0,58; при $n = 60$ — 0,55; при $n = 100$ — 0,52.

С учетом коэффициента использования соединительной полосы заземляющего устройства η_n расчетное значение сопротивления искусственного заземлителя должно быть:

$$R_{иск} = \frac{R_n R_{от}}{R_n \eta_n + R_{от} \eta_{\eta}} \quad (2.22)$$

При отсутствии естественных заземлителей $R_{от} \leq R_{ст}$.

Величина η_{η} (при расположении вертикальных заземлителей в ряд) при $n = 2$ составляет 0,94; при $n = 4$ — 0,80; при $n = 6$ — 0,84; при $n = 10$ — 0,75; при $n = 20$ — 0,56.

Если вертикальные заземлители расположены по контуру, величина η_n при $n = 4$ составляет 0,55; при $n = 6$ — 0,48; при $n = 10$ — 0,40; при $n = 20$ — 0,32; при $n = 40$ — 0,29; при $n = 60$ — 0,27; при $n = 100$ — 0,23.

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

$$R_{\eta} = \frac{R_{от} R_{иск}}{R_{от} + R_{иск}} \leq R_{ст} \quad (2.23)$$

З а н у л е н и е м является преднамеренное электрическое соеди-

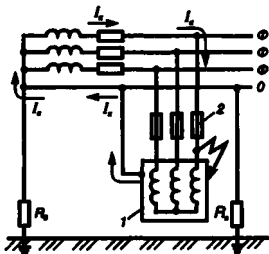


Рис. 2.13 Принципиальная схема защитного зануления:

1 — корпус, 2 — аппараты для защиты от токов короткого замыкания (плавающие предохранители, автоматы и т.п.), R_1 — сопротивление заземления нулевого замыкания, I_k — ток короткого замыкания, O — нулевой защитный проводник

кое замыкание, т. е. в замыкание между фазным и нулевым проводниками с целью создания большого тока, способного обеспечить срабатывание защиты и тем самым автоматически отключить поврежденную установку от питающей сети.

Скорость отключения 5...7 с при защите установки плавкими предохранителями и 1...2 с при защите автоматами.

Область применения зануления — трехфазные четырехпроводные сети напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью. Обычно это сети напряжением 380/220 В, широко применяющиеся в машиностроительной промышленности и других отраслях, а также сети 220/127 и 660/380 В.

Защитное отключение — быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током.

Такая опасность может возникнуть, в частности, при замыкании фазы на корпус электрооборудования; при снижении сопротивления изоляции фаз относительно земли ниже определенного предела; появлении в сети повышенного напряжения; прикосновении человека к токоведущей части, находящейся под напряжением. В этих случаях в сети происходит изменение некоторых электрических параметров (напряжение корпуса относительно земли, напряжение фаз относительно земли и др.), что может служить импульсом, вызывающим срабаты-

вание с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

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

Схема зануления представлена на рис. 2.13 [14].

Задача зануления та же, что и защитного заземления: устранение опасности поражения людей током при замыкании на корпус.

Принцип действия зануления — превращение замыкания на корпус в однофазное корот-

ние защитно-отключающего устройства, т.е. автоматическое отключение опасного участка сети за время не более 0,2 с.

Основными частями устройства защитного отключения (УЗО) являются прибор защитного отключения и автоматический выключатель.

Прибор защитного отключения включает следующие элементы: датчик — устройство (реле), воспринимающее изменение параметра и преобразующее его в соответствующий сигнал; усилитель; цепи контроля, служащие для периодической проверки исправности схемы УЗО; вспомогательные элементы — сигнальные лампы, измерительные приборы (омметр).

Автоматический выключатель — устройство, служащее для включения и отключения цепей, находящихся под нагрузкой, и при коротких замыканиях. Он отключает цепь автоматически при поступлении сигнала от прибора защитного отключения.

УЗО в зависимости от параметра, на который оно реагирует, делятся на несколько типов, основными среди которых являются:

- УЗО, реагирующие на напряжение корпуса, относительно земли (от повышенного напряжения);
- УЗО, реагирующие на оперативный постоянный ток. Служат для непрерывного контроля изоляции, защиты человека, прикоснувшегося к токоведущей части.

Расчет или выбор УЗО можно производить по [19].

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

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

Рассматриваемые средства индивидуальной защиты условно делятся на три группы: изолирующие, ограждающие и предохранительные.

Особое место среди них занимают изолирующие электротехнические средства

Изолирующие электротехнические средства делятся на основные и дополнительные (рис. 2.14).

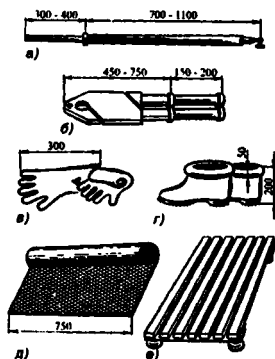


Рис 2 14. Средства индивидуальной защиты: а — изолирующая штанга, б — изолирующие клещи, в — диэлектрические перчатки, г — диэлектрические боты, д — диэлектрический коврик, е — изолирующая подставка

средств, вместе с которыми они должны применяться. В электроустановках напряжением до 1000 В к ним относятся: диэлектрические гаши, коврики и изолирующие подставки.

Ограждающие средства защиты предназначены для временного ограждения токоведущих частей — переносные ограждения (щиты, ограждения — клетки, изолирующие накладки, изолирующие колпаки); для предупреждения ошибочных операций — предупредительные плакаты; для временного заземления отключенных токоведущих частей с целью устранения опасности поражения работающего током при случайном появлении напряжения — устройства временного заземления.

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

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

Основные электросредства защиты способны длительное время выдерживать напряжение электроустановок, и поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением и работать на этих частях. В электроустановках напряжением до 1000 В к ним относятся: диэлектрические резиновые перчатки, инструмент с изолирующими рукоятками (изолирующие штанги и клещи) и указатели напряжения до 1000 В и выше 1000 В.

Дополнительные изолирующие электросредства обладают недостаточной электрической прочностью и поэтому не могут самостоятельно защищать человека от поражения током. Их назначение — усилить защитное действие основных изолирующих

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

2.4. ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ДОВРАЧЕБНОЙ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШЕМУ ОТ НЕСЧАСТНОГО СЛУЧАЯ

Несмотря на принимаемые администрацией предприятия и самими работниками меры, избежать несчастных случаев в обычных и чрезвычайных ситуациях не удается. Поэтому одной из важных мер является умелое и своевременное оказание первой помощи пострадавшему от механической травмы, электротравмы, при отравлении или ожоге [17].

Механические травмы могут быть в виде ушиба, растяжения связок, вывиха и перелома, а также ранения.

При ушибах первая помощь оказывается в следующем порядке. К месту ушиба прикладывается холодный компресс (снег, лед, мокрая холодная тряпка) и плотно забинтовывается ушибленное место. При отсутствии ранения кожи не следует смазывать ее йодом, растирать и накладывать согревающий компресс, так как все это ведет лишь к усилению боли. При ушибах живота или всего тела, при наличии обморочного состояния немедленно вызывается скорая помощь.

При растяжении связок первая помощь заключается в прикладывании холодного предмета, тугом бинтовании и покое. При вывихах и переломах обеспечивается для больной конечности самое удобное положение. При повреждении черепа прикладывается к голове холодный компресс (сосуд с холодной водой или снегом, холодная примочка и т.п.) и немедленно вызывается врач или пострадавший доставляется в лечебное заведение. При переломе позвоночника, следует осторожно подsunуть под пострадавшего доску, не поднимая его, или повернуть пострадавшего на живот лицом вниз и строго следить, чтобы при поднимании туловище его не прогибалось. При вывихе и переломе ключицы необходимо положить в подмышечную впадину больной стороны небольшой комочек ваты, марли и т. п.; руку, согнутую в локте под прямым углом, прибинтовать к туловищу, бинтовать следует от большой конечности на спину; руку ниже локтя подвязать косынкой к шее; к области повреждения приложить холодный предмет (лед, вода). При вывихе и переломе костей рук накладываются соответствующие шины.

Если шин не окажется, то рука подвешивается и прибинтовывается к туловищу. К месту повреждения прикладывается холодный предмет. При отсутствии бинта и косынки рука подвешивается на поле пиджака. При переломе костей ног также накладываются шины. При переломе ребер туго забинтовывается или стягивается полотенцем грудь пострадавшего.

При ранении, во избежание засорения раны, перевязка делается чисто вымытыми руками и без прикосновения к самой ране. Не допускается промывание раны водой или лекарствами, а также смазывание мази или порошками; стирание с раны песка, земли; удаление из раны сгустка крови; заматывание раны изоляционной лентой и т. п. Для перевязки раны используется индивидуальный пакет.

Первая помощь при поражении электрическим током заключается в быстром освобождении пострадавшего от действия электрического тока и переходе к правильному оказанию первой помощи. Необходимо освободить пострадавшего от тока, обеспечив предварительно собственную безопасность и уложить пострадавшего на твердую поверхность. Если пострадавший без сознания, то нужно привести его в сознание, давая нюхать нашатырный спирт, а при отсутствии спирта обрызгивать лицо пострадавшего водой. Если пострадавший плохо дышит (редко, судорожно) или отсутствуют дыхание, сердечные и пульс, а болевые раздражения не вызывают никаких реакций, зрачки глаз расширены, необходимо делать искусственное дыхание и массаж сердца (рис. 2.15).

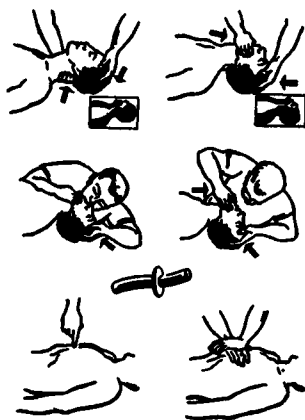


Рис 2.15 Приемы проведения искусственного дыхания

Искусственное дыхание надо производить по способу «изо рта в рот» или «изо рта в нос». При этом оказывающий помощь производит выдох воздуха из своих легких в легкие пострадавшего через рот или через нос. Для выполнения искусственного дыхания пострадавшего укладывают на спину на жесткую поверхность (пол, скамья), расстегивают пояс и другие вещи, стесняющие части тела.

Встав на колени, оказывающий помощь запрокиды-

вает голову пострадавшего назад, очищает его рот от слизи и возможных посторонних предметов. Сделав глубокий вдох, оказывающий помощь плотно прикладывает через платок рот ко рту пострадавшего, зажимает ему нос и вдывает воздух в рот и так повторяет 10...12 выдохов в минуту до полного восстановления его дыхания или до прибытия врача. Воздух можно вдывать через специальную трубку (рис. 2.15).

Одновременно с искусственным дыханием для поддержания кровообращения производится наружный массаж сердца. Для этого второй человек, оказывающий помощь, становится на колени с левой стороны от пострадавшего, накладывает одну руку на другую и ритмично, толчками (50...60 раз в минуту) надавливает на нижнюю треть левой грудины, прижимая ее на 3...4 см ближе к позвоночнику. Действия оказывающих помощь должны быть согласованы. Вдувание воздуха и наружный массаж должны проводиться поочередно, т. е. один человек вдывает воздух, а в паузы, когда у пострадавшего происходит пассивный выдох, другой человек надавливает на грудную клетку. Таким образом можно вызвать у пострадавшего самостоятельное дыхание и работу сердца или поддерживать его жизнеспособность несколько часов до прибытия врача.

При *отравлении угарным газом (СО)* пострадавший удаляется из помещения на свежий воздух. При наличии возможности ему дается кислородная подушка. При *отравлении токсичными веществами* пострадавшего выносят на свежий воздух, промывают глаза, рот и тепло укрывают. Если токсическое вещество (с пылью) попало через рот в организм, пострадавшему дают выпить несколько стаканов теплой воды, чтобы вызвать рвоту, и дают противодие. Во всех случаях отравления срочно вызывается врач. При отсутствии дыхания у пострадавшего производится искусственное дыхание.

При *тепловых ожогах* (раскаленными деталями, электрической дугой) место ожога перевязывается, как любая рана.

При *ожогах кожи химическими веществами* (кислотой, щелочью) обожженное место немедленно промывается сильной струей воды из-под крана или из ведра в течение 10...15 мин. После этого на обожженное место накладывается повязка: при ожогах кислотами — из раствора соды (одна чайная ложка соды на стакан воды), а при ожогах щелочью — из слабого раствора уксуса (слегка кислого на вкус) или из борной кислоты (одна чайная ложка борной кислоты на стакан воды). В случае тяжелого ожога вызывается врач для оказания помощи на месте. При попадании щелочи в глаза их тщательно промывают струей воды в течение 10...30 мин, затем закапывают 2%-ный раствор новокаина или 5%-ный раствор дикаина. Промывание повторяется несколько раз в день.

3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА

3.1. ПУТИ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ЦЕХЕ, НА УЧАСТКЕ

3.1.1. Неблагоприятные действия вредных веществ

Воздействие вредных производственных факторов приводит к заболеванию работающего или снижению его работоспособности. При определенном уровне и продолжительности воздействия вредные производственные факторы могут стать опасными [20]. Например, производственная пыль, в зависимости от ее токсичности, может быть как причиной общего (катар верхних дыхательных путей) или профессионального (силикоз) заболевания, так и причиной острого отравления или травмы роговицы глаз; производственные вибрации при определенных условиях могут стать не только вредным фактором, снижающим работоспособность человека, но и вызвать поломку отдельных механизмов, а то и целых машин, т.е. стать причиной аварии и т.д.

Человек может переносить умеренные изменения факторов производственной среды без заметного ухудшения работоспособности благодаря деятельности регуляционных механизмов, управляемых центральной нервной системой. Эти механизмы обеспечивают связь организма человека с условиями окружающей среды и поддерживают температуру тела, химический состав крови и пр. в сравнительно узких пределах колебаний. Если же изменения окружающих условий превосходят возможности регуляционных механизмов человека, то ухудшается деятельность его органов чувств, центральной нервной системы и

(или) мышц и желез [21], т.е., говоря на языке эргономики, ухудшается функциональное состояние оператора (ФСО). Следствием такого нежелательного явления, к сожалению нередко имеющего место в основных и вспомогательных цехах наших предприятий, может стать не только снижение работоспособности, но и несчастный случай.

Поэтому при нормировании уровня шума и вибраций, параметров микроклимата, интенсивности различных видов излучений, характеристик других факторов производственной среды обычно устанавливают такие диапазоны (оптимальные и допустимые нормы), зашкаливание за которые ведет лишь к первым признакам нарушения здоровья человека, определяемым современными методами.

Нормы и требования к гигиеническим факторам производственной среды содержатся в ГОСТах и ОСТАх системы стандартов безопасности труда (ССБТ), в санитарных нормах (СН), в строительных нормах и правилах (СНиП), и в некоторых других нормативных актах охраны труда. К требованиям, установленным в этих документах и регулярно корректируемым в направлении гуманизации трудовой деятельности человека, будем постоянно обращаться в последующих разделах данной главы.

3.1.2. Воздушная среда и метеорологические условия в производственном помещении

Как известно, воздух представляет собой физическую смесь различных газов, образующих атмосферу Земли. Чистый воздух — это смесь газов в относительно постоянном объемном отношении: азот — 78,09 %, кислород — 20,95 %, аргон — 0,93 %, диоксид углерода — 0,03 %. Кроме того, воздух содержит незначительное количество других газов (водород, озон и оксиды азота). Плотность воздуха при температуре 0°С и атмосферном давлении 760 мм рт. ст. составляет 1,293 г/л. Содержание паров воды в воздухе может достигать четырех объемных долей в процентах в зависимости от конкретных условий, влияющих на состояние окружающей среды и характера деятельности человека.

Для эффективной трудовой деятельности необходимо обеспечение требуемой чистоты воздуха и нормальных метеорологических условий.

В результате производственной деятельности в воздушную среду могут поступать различные вредные вещества в виде паров, газов, пыли. Вредное вещество — это вещество, которое при контакте с организмом человека может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в со-

стоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в последующие сроки жизни настоящего и будущего поколений.

Все вредные вещества по характеру воздействия на человека можно разделить на две группы: токсичные и нетоксичные.

Токсичные вещества, как правило, вступают во взаимодействие с организмом человека, вызывая различные отклонения в состоянии здоровья работающего.

Нетоксичные вещества в большинстве своем оказывают раздражающее действие на слизистые оболочки дыхательных путей, глаза и кожу работающих.

Условно, по физиологическому действию на человека, токсичные вещества могут быть разделены на четыре группы:

- раздражающие, которые действуют на дыхательные пути и слизистую оболочку глаз;
- удушающие, нарушающие усвоение кислорода тканями;
- соматические яды, которые вызывают нарушение деятельности всего организма или отдельных его систем;
- вещества, оказывающие наркотическое воздействие.

Пары и газы образуют с воздухом смеси, а твердые и жидкие частицы вещества — дисперсные системы — аэрозоли. Аэрозоли делят на пыль (размер твердых частиц более 1 мкм), дым (менее 1 мкм) и туман (размер жидких частиц менее 10 мкм).

Воздействие пыли на человека зависит от ее токсичности, дисперсности и концентрации в воздушной среде.

Пыль бывает крупнодисперсной (размер частиц более 50 мкм), среднедисперсной (50...10 мкм) и мелкодисперсной (менее 10 мкм).

Содержание вредных веществ в воздухе регламентируется ГОСТ 12.1.005—88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», СНиП, ОНТП, отраслевыми правилами. В соответствии с ГОСТ 12.1.007—76, по степени воздействия на организм вредные вещества подразделяют на четыре класса опасности:

- 1-й — чрезвычайно опасные (ПДК < 0,1 мг/м³);
- 2-й — высокоопасные (ПДК 0,1...1,0 мг/м³);
- 3-й — умеренно опасные (ПДК 1,0...10,0 мг/м³);
- 4-й — малоопасные (ПДК > 10,0 мг/м³).

Содержание вредных веществ в воздухе не должно превышать предельно-допустимых концентраций (ПДК), которые оценивают в миллиграммах на метр кубический.

При содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия для обеспечения безопасности работы должно соблюдаться следующее условие:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1 \quad (3.1)$$

где C_1, C_2, \dots, C_n — концентрации вредных веществ в воздухе, мг/м^3 ; $\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$ — предельно-допустимые концентрации соответствующих вредных веществ, мг/м^3 .

Примеры сочетания веществ однонаправленного действия:

- фтористый водород и соли фтористоводородной кислоты; сернистый и серный ангидриды; формальдегид и соляная кислота; углеводороды (предельные и непредельные); спирты; кислоты; щелочи;
- ароматические углеводороды (толуол и ксилол, бензол и толуол);
- amino- и нитросоединения; сероводород и сероуглерод; оксид углерода и аминосоединения; оксид углерода и нитросоединения и др.

Содержание вредных веществ в воздухе, поступающем в производственное помещение, не должно превышать 0,3 ПДК, установленных для рабочей зоны производственных помещений.

Выбросы в атмосферу воздуха, содержащего вредные вещества, следует предусматривать и обуславливать расчетом так, чтобы концентрация их не превышала норм предельно-допустимых выбросов (ПДВ) (см. гл. 4). В противном случае требуется очистка выбросов.

Допустимое содержание пыли в воздухе, выбрасываемом в атмосферу, следует определять расчетным путем.

При расходе выбрасываемого воздуха более $15\,000 \text{ м}^3/\text{г}$ (год)

$$C_1 = 100 \cdot K. \quad (3.2)$$

При объеме выбрасываемого в атмосферу воздуха $15\,000 \text{ м}^3/\text{г}$ (год) и менее

$$C_2 = (160 - 4 \cdot L) K, \quad (3.3)$$

где C_1 и C_2 — допустимое содержание пыли в воздухе, мг/м^3 ; L — расход воздуха в $\text{тыс. м}^3/\text{ч}$; K — коэффициент, принимаемый в зависимости от предельно-допустимой концентрации пыли в воздухе рабочей зоны.

Значения K составляют [15]:

| | | |
|-----------|-----------|--------------------------------------|
| $K = 0.3$ | · · · · · | при ПДК $\leq 2 \text{ мг/м}^3$, |
| $K = 0.6$ | · · · · · | при ПДК от 2 до 4 мг/м^3 , |
| $K = 0.8$ | · · · · · | при ПДК от 4 до 6 мг/м^3 , |
| $K = 1$ | · · · · · | при ПДК $\geq 6 \text{ мг/м}^3$ |

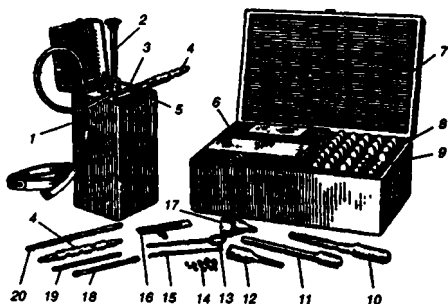


Рис 31 Универсальный газоанализатор типа УГ-2

1 — воздухозаборное устройство, 2 — шток, 3 — индикаторная трубка, 4 — трубка с поглотительным порошком, 5 — шкала, 6 — футляр для трубок, 7 — футляр для укладки принадлежностей, 8 — ампулы с индикаторным порошком, 9 — ампулы с поглотительным порошком, 10 — пустая запыленная ампула для индикаторного порошка, 11 — ампула для поглотительного порошка, 12 — воронка с оттянутым концом, 13 — стерильный, 14 — пыли, 15 — штырек, 16 — шаблон для изготовления пыли, 17 — воронка, 18 — индикаторная трубка с колпачками из сургуча, 19 — отработавшая индикаторная трубка, 20 — термометр

Контроль загазованности воздушной среды осуществляется следующими методами: лабораторными, экспрессными и индикаторными.

Лабораторные методы заключаются в отборе проб воздуха на производстве и в их анализе в лабораторных условиях.

Для быстрого решения вопроса о степени загрязнения воздушной среды производственного помещения пользуются универсальными газоанализаторами (УГ), работа которых основана на цветных реакциях в небольших объемах высокочувствительной жидкости или твердого вещества-носителя, пропитанного индикаторами (рис. 3.1). Вещество помещают в стеклянную трубочку, через которую пропускают определенный объем исследуемого воздуха; о количестве вредного вещества судят по длине окрашенного столбика, сравнивая его со специально проградуированной шкалой (экспрессный метод).

Индикаторные методы применяются для обнаружения высокоопасных веществ (ртути, цианистых соединений и др.). С их помощью можно быстро выполнять качественные анализы.

Контроль запыленности воздуха промышленных предприятий обычно осуществляется методом определения массы пыли в сочетании с определенным размером частиц (дисперсности) пыли. Метод основан на определении увеличения массы при пропускании через фильтр ис-

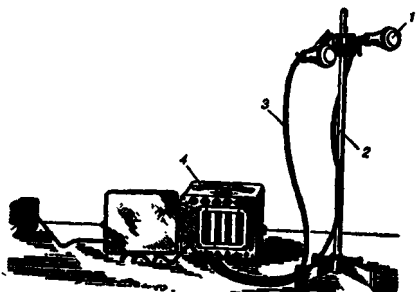


Рис 3.2 Установка для определения концентрации пыли в воздухе:
1 — патрон с фильтром, 2 — штатив, 3 — резиновый шланг, 4 — аспиратор

следующего воздуха определенного объема (рис. 3.2). Разница в массе фильтра до и после протягивания запыленного воздуха характеризует содержание пыли в объеме протянутого воздуха. Для этих целей может быть использован комплект, включающий фильтры АФА-ДП-3; АФА-ВП-10; фильтродержатели, соединительные шланги, весы аналитические ВЛР-200 (2 класс).

Дисперсность пыли определяется счетным методом с помощью прибора АЗ-5 при малых концентрациях пыли, а при больших концентрациях — с использованием индикаторов.

Микроклимат или метеорологические условия производственных помещений, т. е. климат внутренней среды этих помещений, определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей.

Указанные параметры нормируются для рабочей зоны производственных помещений, под которой понимается зона высотой 2 м над уровнем пола, или площадка постоянного или временного пребывания работающих. Постоянным рабочим местом считается место, на котором работающий находится большую часть (более 50 % или более 2 ч непрерывно) своего рабочего времени. Если при этом работа осуществляется в различных точках рабочей зоны, то постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

Человек постоянно находится в процессе теплового взаимодействия с окружающей средой. Нормальное протекание физиологических

процессов в организме возможно лишь тогда, когда выделяемое организмом тепло непрерывно отводится в окружающую среду за счет конвекции, излучения, испарения влаги с поверхности кожи и нагрева вдыхаемого воздуха или, наоборот, пополняется (тепловой баланс).

В соответствии с ГОСТ 12.1.005—88, значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха устанавливаются для рабочей зоны производственных помещений в зависимости от категории тяжести выполняемой работы, величины избытков явного, выделяемого в помещении, тепла и периода года (табл. 3.1).

3.1. Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости воздуха в рабочей зоне производственного помещения (согласно ГОСТ 12.1.005—88)

| Сезон года | Категория работ | Температура, °С | Относительная влажность, % | Скорость, м/с, не более |
|---|------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------|
| Холодный и переходный период ¹ | Легкая I | 20 .23 | 60 .40 | 0,2 |
| | Средней тяжести — II А | 18 .20 | 60 40 | 0,2 |
| | Средней тяжести — II Б | 17 19 | 60 40 | 0,3 |
| | Тяжелая — III | 16 18 | 60 40 | 0,3 |
| Теплый период ² | Легкая — I | 22 . 25 | 60 40 | 0,2 |
| | Средней тяжести — II А | 21 23 | 60 40 | 0,3 |
| | Средней тяжести — II Б | 20 22 | 60 40 | 0,4 |
| | Тяжелая — III | 18 20 | 60 40 | 0,5 |

¹ Температура наружного воздуха < 10 °С

² Температура наружного воздуха > 10 °С

Категории работ — это разграничение работ на основе общих энергозатрат организма, измеряемых в Дж/с.

К легким относятся работы, при которых энергозатраты не превышают 172 Дж/с (основные процессы точного приборостроения и машиностроения).

При работах средней тяжести энергозатраты находятся в пределах 172—293 Дж/с (механосборочные, прокатные, термические цехи).

К тяжелым относятся работы, при которых энергозатраты превышают 293 Дж/с (кузнечные цехи с ручной ковкой, литейные цехи с ручной набивкой и заливкой опок).

В зависимости от теплового режима различают помещения с незначительными и значительными избытками явного тепла. Под явным теплом понимается тепло, поступающее в помещение от оборудования, отопительных приборов, нагретых материалов и других источников, которое воздействует на температуру воздуха в помещении

Контроль параметров микроклимата включает контроль температуры, влажности, скорости движения воздуха, интенсивности теплового излучения.

Измерение температуры проводят в нескольких точках помещения на рабочих местах в разное время на высоте 1,3...1,5 м от пола и не ближе 1 м от нагревательных приборов и других источников тепла, а также от наружных стен. При измерениях температуры выше 0 °С обычно применяют ртутные термометры, а при температуре ниже 0 °С — спиртовые.

Для измерения температуры в условиях теплового излучения применяют парный термометр, состоящий из двух ртутных термометров (один — с зачерненной поверхностью, второй — с слоем серебра). Для регистрации температуры во времени применяют термограф. Для централизованного измерения температуры в разных точках, удаленных друг от друга на большие расстояния, могут быть использованы термомпары.

Относительную влажность воздуха измеряют при помощи психрометров. Простейший из них (психрометр Августа) состоит из двух термометров — сухого и смоченного (влажного). У влажного (конец марли опущен в стаканчик с водой) температура ниже, поскольку вода, испаряясь, отнимает теплоту.

Для более точных измерений применяют аспирационный психрометр Ассмана. Здесь охлаждение второго термометра осуществляется встроенным вентилятором. Промышленность в настоящее время выпускает аспирационные психрометры МВ-4В-4М с механическим приводом и психрометры М-34 с электроприводом.

Относительная влажность воздуха определяется по психрометрическим таблицам, в соответствии с показаниями (разностью показаний) сухого и влажного термометров. Для записи изменения влажности воздуха применяют гигрограф.

Для определения скорости движения воздуха в диапазоне 0,4...10 м/с применяют крыльчатые анемометры (рис. 3.3, а), а для скорости от 1 до 35 м/с — чашечные анемометры (рис. 3.3, б). Анемометр состоит из колеса, ось которого соединена со счетчиком оборотов. Движение колеса передается стрелке, движущейся по цифербла-

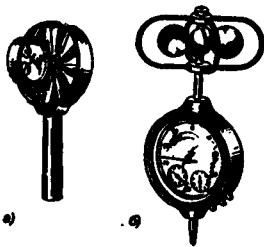


Рис 3.3 Анемометры:
а — крыльчатый, б — чашечный

ту. Промышленность выпускает крыльчатые анемометры типа АСО-3, тип Б; чашечные — тип А.

Для комплексного измерения скорости и температуры воздуха применяют термоанемометры нескольких типов.

Интенсивность теплового излучения измеряется актинометрами, действие которых основано на поглощении лучистой энергии и превращении ее в тепловую энергию, количество которой регистрируется различными способами.

3.1.3. Методы и средства оздоровления воздушной среды

Для поддержания требуемых параметров чистоты воздуха и параметров микроклимата производственного помещения применяют различные виды вентиляции и отопления.

Вентиляция — это организованный воздухообмен, заключающийся в удалении из рабочего помещения загрязненного воздуха и подаче вместо него свежего наружного (или очищенного) воздуха. В зависимости от назначения вентиляция может быть приточной и вытяжной. Вытяжная вентиляция служит для удаления из помещения загрязненного воздуха и выброса его за пределы цеха или корпуса, а приточная — для подачи в помещение чистого воздуха взамен удаленного.

В зависимости от способа перемещения воздуха вентиляция может быть естественной (аэрация) или механической.

Естественная вентиляция осуществляется за счет разности температур воздуха в помещении и наружного воздуха (тепловой напор) или действия ветра (ветровой напор). Естественная вентиляция

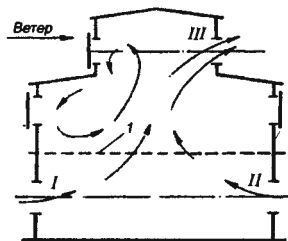


Рис. 3.4. Схема аэрации:

I — уровень равных давлений наружного и внутреннего воздуха

может быть организованной и неорганизованной. Наиболее распространенным видом, организованной вентиляции является аэрация (рис. 3.4). При этом воздух подается в зоны I—II в места с наименьшим выделением вредных веществ, влаги или тепла (на высоте 1,2—1,5 м над полом) и удаляется из наиболее загрязненных зон III. В зимнее время наружный воздух подается через верхний ярус створок в стенах на высоте 5—7 м с таким расчетом, чтобы, опускаясь до рабочей зоны, он успел нагреться.

При неорганизованной естественной вентиляции воздухообмен осуществляется за счет вытеснения наружным холодным воздухом через окна, щели и двери теплого воздуха.

Естественная вентиляция экономична, проста в эксплуатации, но имеет существенные недостатки: во-первых, применима в основном там, где нет больших выделений вредных веществ; во-вторых, приточный воздух поступает в производственные помещения необработанным: не подогревается, не увлажняется и не очищается от вредных примесей.

Механическая вентиляция устраняет недостатки естественной вентиляции. При механической вентиляции воздухообмен достигается за счет напора, создаваемого центробежным или осевым вентилятором.

В зависимости от способа создания воздухообмена различают местную и общеобменную механическую вентиляцию (по месту действия). Общеобменная вентиляция применяется, когда вредные вещества, теплота, влага выделяются равномерно по всему помещению. Местная вытяжная вентиляция, улавливающая вредные вещества в местах их выделения, позволяет значительно сократить воздухообмен в помещении. На производстве часто устраивают комбинированные системы вентиляции (общеобменную с местной, общеобменную с аварийной и т.п.).

Установки приточной, вытяжной и приточно-вытяжной механической общеобменной вентиляции представлены на рис. 3.5.

Расчет необходимого количества воздуха для помещений с тепловыделениями производится по избыткам явного тепла, для помещений с тепло- и влаговыделениями — по избыткам явного тепла, влаги и скрытого тепла; для помещений с газовыделениями — по количеству выделяющихся вредных веществ (из условия обеспечения предельно-допустимых концентраций).

Количество воздуха, подаваемого в помещение, следует определять отдельно для теплого, холодного и переходного периода года с учетом его плотности, соответствующей нормальным условиям.

Расчет проводится [17] в зависимости от количества работающих; наличия в воздухе рабочей зоны вредных веществ; влаговыделения; избытка тепла. При расчете учитывается нормируемое значение объема и количества воздуха на одного работающего. Если на одного работающего приходится объем помещения менее 20 м^3 , то необходимое количество воздуха на каждого работающего — не менее $30 \text{ м}^3/\text{ч}$, а при объеме помещения 20 м^3 и более — не менее $20 \text{ м}^3/\text{ч}$. Данное нормирование производится при нормальном микроклимате и наличии вредных веществ в воздухе рабочей зоны, не превышающем ПДК.

Количество воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$), необходимое для нормального воздухообмена в зависимости от количества работающих:

$$L_n = nL, \quad (3.4)$$

где n — число работающих, L — нормируемый расход воздуха на одного работающего, $\text{м}^3/\text{ч}$.

При наличии вредных веществ в воздухе рабочей зоны необходимый воздухообмен, ($\text{м}^3/\text{ч}$):

$$L_{\text{вв}} = \psi G_{\text{вв}} / (k_1 - k_2) \cdot 10^6, \quad (3.5)$$

где ψ — коэффициент неравномерности распределения вредных веществ по помещению (1,2—2,0); $G_{\text{вв}}$ — количество вредных веществ, поступающих в воздух рабочей зоны, $\text{кг}/\text{ч}$; k_1 — концентрация вредных веществ в удаляемом воздухе ($k_1 \geq \text{ПДК}$), $\text{мг}/\text{м}^3$; k_2 — концентрация вредных веществ в поступающем в помещение воздухе ($k_2 \leq \text{ПДК}$), $\text{мг}/\text{м}^3$.

В случае поступления в воздух помещения одновременно нескольких вредных веществ однонаправленного действия расчет воздухооб-

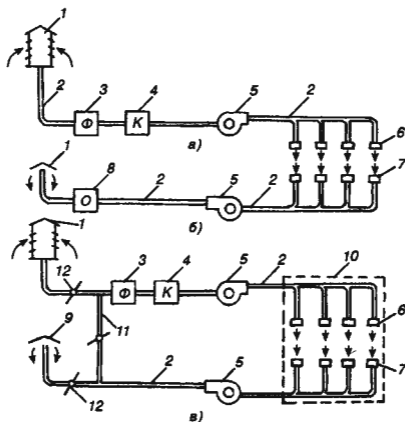


Рис. 3.5. Схемы обобщенной механической вентиляции:

- а* — приточная, *б* — вытяжная, *в* — приточно-вытяжная установки; 1 — воздухоприемник, 2 — воздухоотвод, 3 — фильтр, 4 — калорифер, 5 — вентилятор, 6 — приточное отверстие или насадка, 7 — вытяжное отверстие, 8 — очистное устройство, 9 — устройство выброса воздуха, 10 — помещение, 11 — воздухоотвод (рециркуляция), 12 — регулирующие клапаны

мена производится суммированием объемов воздуха, необходимых для удаления каждого вредного вещества в отдельности до ПДК.

Для помещений с большим избытком влаги в воздухе необходимый воздухообмен, ($\text{м}^3/\text{ч}$):

$$L_{\text{вл}} = G_{\text{вл}} / (K_y - K_n) \cdot 10^3, \quad (3.6)$$

где $G_{\text{вл}}$ — избыточная влага в помещении, $\text{кг}/\text{ч}$; K_y — количество влаги, содержащейся в воздухе, удаляемом из помещения, $\text{г}/\text{м}^3$; K_n — количество влаги в воздухе, поступающем в помещение, $\text{г}/\text{м}^3$.

Необходимый воздухообмен ($\text{м}^3/\text{ч}$) при избытках явного тепла:

$$L_m = 3600 Q_{\text{из}} / [C\rho(t_y - t_n)], \quad (3.7)$$

где $Q_{\text{из}}$ — избыточное тепло, кВт ; C — теплоемкость воздуха, $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; t_y — температура удаляемого воздуха, поступающего в помещение, К ; ρ — плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Часовой объем нагнетаемого $L_{\text{пр}}$ или отсасываемого $L_{\text{отс}}$ воздуха вентиляторами из помещения, ($\text{м}^3/\text{ч}$):

$$L_{\text{отс}} = L_{\text{пр}} = 360 F_v v, \quad (3.8)$$

где F_v — сечение воздухоотвода вентилятора, м^2 ; v — скорость движения воздуха в канале воздухоотвода, $\text{м}/\text{с}$.

Расчет избытков явного тепла и влаги, поступающих в помещение, необходимых для пользования приведенными формулами, производится по [15] или же их величины по видам оборудования берутся из отраслевых табличных данных.

Параметры воздуха, поступающего в приточные отверстия вентиляционных, технологических и других устройств, принимаются по ГОСТ 12.1.005—88.

При расчете воздухообмена вентиляторы выбирают из специальных каталогов по подсчитанному расходу воздуха L и общему гидравлическому сопротивлению вентиляционной системы (полному напору) $H_{\text{пол}}$:

$$H_{\text{пол}} = \Delta P_{\text{потер}} + P_{\text{ск}}^{\text{нар}} + \Delta P_{\text{цикл}} + \Delta P_{\text{фильтр}}, \quad (3.9)$$

где $\Delta P_{\text{потер}}$ — полные потери в сети. Они складываются из потерь давления на трение в воздухе, а также в отводах, уголках, сужениях и расширениях воздуха, $\text{кг}/\text{м}^2$; $P_{\text{ск}}^{\text{нар}}$ — скоростное (динамическое) давление в нагнетательном (выходном) сечении воздуха, $\text{кг}/\text{м}^2$; $\Delta P_{\text{цикл}}$ — потери давления в циклоне, $\text{кг}/\text{м}^2$; $\Delta P_{\text{фильтр}}$ — потери давления в фильтре, $\text{кг}/\text{м}^2$.

Необходимые формулы и рекомендации по определению величин, входящих в формулу (3.9), содержатся в [22].

Потребляемая мощность вентилятора $N_{\text{вент}}$ (кВт) определяется:

$$N_{\text{вент}} = \frac{L_{\text{вент}} H_{\text{пол}}}{102 \eta_{\text{вент}} \cdot 3600}, \quad (3.10)$$

где $\eta_{\text{вент}}$ — коэффициент полезного действия вентилятора (выбранного из каталога), составляющий 0,5...0,85.

Кроме вентиляционных устройств в промышленности применяются *кондиционеры* — аппараты, автоматически обрабатывающие воздух, подаваемый в помещенне, обеспечивающие оптимальные параметры по температуре, относительной влажности и скорости движения, а также чистоте.

Кондиционеры могут быть *местными* (для обслуживания небольших помещений) и *центральными* (для обслуживания нескольких помещений). На рис. 3.6 приведена схема центрального кондиционера. Наружный воздух и частично воздух из помещения (при рециркуляции) поступает в камеру 1, затем очищается от пыли в фильтре 2. В холодный период года воздух подогревается в калорифере 3, а в теплый период охлаждается и увлажняется в камере 6 с помощью форсунок 5. После отделения капель в каллеотделителе 4 температура воздуха доводится во втором калорифере 7 до нормативной.

Для удаления загрязненного горячего или холодного воздуха с рабочих мест (гальванических ванн, нагревательных печей, зон заточки станков, зон сварки и т.п.) применяются различные виды *местных вентиляционных установок*.

Воздушные души применяются в основном для нормализации условий труда на постоянных рабочих местах, характеризуемых воздействием лучистого тепла на работающих, которое составляет $350 \text{ Дж/м}^2 \cdot \text{с}$

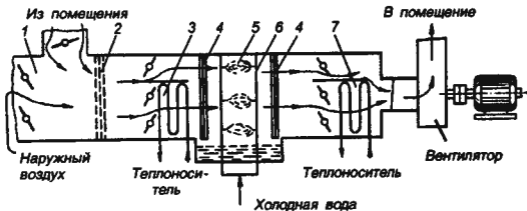


Рис. 3.6. Схема автоматического кондиционера

и более. Температуры и скорости движения воздуха, которые должны обеспечивать приточные струи, следует принимать по ГОСТ 12.1.005—88, а расчетные параметры наружного воздуха — по СНиП 2.04.05—91.

В зависимости от интенсивности облучения скорость обдува составляет 1...3,5 м/с [14]. Действие воздушного потока основано на увеличении отдачи теплоты человеком при возрастании скорости движения обдувающего воздуха.

Установки воздушного душирования бывают стационарные (рис. 3.7, а), когда воздух на фиксированное рабочее место подается по системе воздуховодов с приточными насадками, и передвижные (рис. 3.7, б), в которых используется осевой вентилятор. Эффективность таких душирующих агрегатов повышается при распылении воды в струе воздуха.

Особенно широкое применение воздушные души находят в цехах со значительными тепловыделениями: сталеплавильных, кузнечных, прессовых, прокатных и пр.

Приточная струя, выходящая из душирующего патрубка, должна быть направлена на облучаемые поверхности работающего. Воздушные души можно использовать и для удаления газообразных вредных веществ из зоны, в которой располагается работающий.

Порядок расчета воздушного душа [15] следующий.

Задаются расстоянием от рабочего места до душирующего патрубка. По ГОСТ 12.1.005—88 определяют допустимую скорость и температуру воздуха на рабочем месте.

По [15, ф-лы 3.15, 3.16] определяют необходимую скорость воздуха на выходе из душирующего патрубка V_0 , м/с; его диаметр и площадь сечения на выходе F , м².

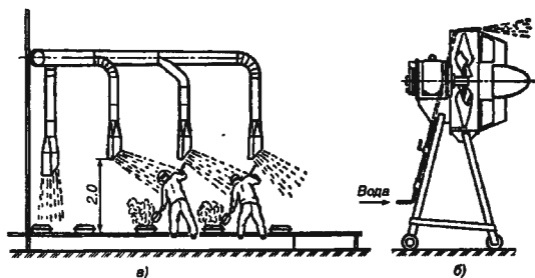


Рис. 3.7. Местная приточная вентиляция

Количество воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$) на выходе из душирующего патрубка определяется по формуле:

$$L_0 = 3600 F V_0. \quad (3.11)$$

Затем делаются другие вычисления и выбирается передвижной воздухо-охлаждающий агрегат или подходящая модификация воздухоохлаждающей установки типа СИОТ.

При наличии в зданиях в течение длительного времени открытых проемов последние для исключения поступления холодных масс воздуха оборудуются *воздушными завесами* с подогревом или без подогрева воздуха.

Работа завес основана на том, что подаваемый к воротам или проемам воздух через специальный воздухоотвод со щелью выходит с большой скоростью под определенным углом навстречу врывающемуся холодному потоку и смешивается с ним. Полученная смесь более теплого воздуха поступает на рабочие места или (при недостаточном нагреве) отклоняется в сторону от них. При работе завес создается дополнительное сопротивление проходу холодного воздуха через ворота. В зависимости от места выпуска воздуха устраивают завесы с нижней подачей воздуха и боковой подачей по всей высоте ворот или проема, причем последние наиболее широко распространены.

В соответствии с СНиП 2.04.05—91 воздушные завесы создаются у ворот, открывающихся чаще пяти раз или не менее, чем на 40 мин в смену, а также у открытых технологических проемов отапливаемых зданий и сооружений с расчетной температурой наружного воздуха для холодного периода года — 15°C и ниже при отсутствии тамбуров и шлюзов.

Воздушные и воздушно-тепловые завесы следует рассчитывать так, чтобы во время открывания ворот, дверей и технологических проемов в холодный период года температура воздуха в помещениях на постоянных рабочих местах была не ниже: 14°C — при легкой физической работе; 12°C — при работе средней тяжести; 8°C — при тяжелой работе.

При отсутствии постоянных рабочих мест вблизи ворот, дверей и технологических проемов допускается понижение температуры воздуха в этой зоне при их открывании до 5°C . Температура воздуха, подаваемого воздушно-тепловыми завесами, должна быть не более 50°C для наружных дверей и 70°C для ворот и технологических проемов.

Скорость выхода воздуха из щелей или отверстий воздушных и воздушно-тепловых завес должна составлять не более 8 м/с для наружных дверей в промышленных зданиях и 25 м/с для ворот. Для завес у технологических проемов скорость выхода воздуха в производственные помещения должна быть не более 25 м/с .

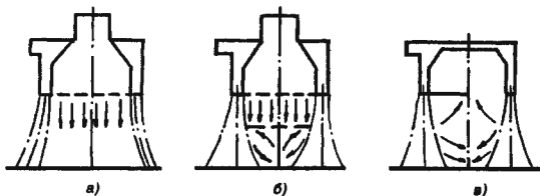


Рис. 3.8. Схемы воздушно-струйных укрытий

Расчет завесы сводится к определению необходимого количества воздуха, а для воздушно-тепловых завес определяется дополнительно еще расход тепла.

Эффективность работы завесы характеризуется величиной q , которая определяется по формуле:

$$q = G_3 (G_3 + G_n), \quad (3.12)$$

где G_3 и G_n — соответственно расход воздуха, подаваемого в завесу, и наружного воздуха, проникающего через завесу в здание, кг/ч.

Формулы расчета расхода воздуха, количества тепла Q для нагревания воздуха, пути, проходимого плотной струей от щели завесы до места входа в помещение, приведены в [15].

Наряду с воздушными душами для обеспечения требуемых параметров воздушной среды могут использоваться *воздушно-струйные укрытия* рабочих зон.

Схемы (рис. 3.8, а, б) рекомендуются, когда условия окружающей среды неблагоприятны для работающего, и воздух помещения содержит загрязняющие вещества.

Указанные схемы используются для ограждения рабочих площадок, когда площадь обслуживаемой зоны не превышает 8 м^2 . При больших размерах такая необходимость отпадает.

В схеме на рис. 3.8, в, рекомендуемой для местного воздушного отопления рабочих мест, в ограждаемую зону поступает воздух возвратного потока от подаваемых только периферийных струй; на схемах (рис. 3.8, а, б) — от центральных и периферийных струй.

Вытяжные зонты применяются для улавливания потоков вредных выделений

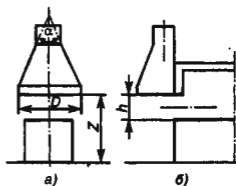


Рис. 3.9. Схемы вытяжных зонтов

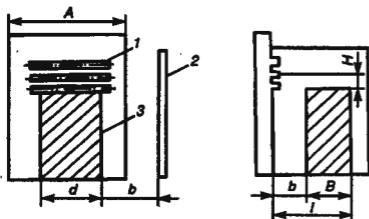


Рис. 3.10. Схема вертикальной отсасывающей панели:
1 — всасывающее отверстие, 2 — экран, 3 — источник тепловых выделений

никами тепла на уровне расположения зонта.

Расход воздуха, удаляемого зонтом, представленным на рис. 3.9, а, определяется по формуле [15]:

$$L_z = L_s \cdot \frac{F_z}{F_n}, \quad (3.13)$$

где L_s — количество воздуха, подтекающего к зонту, $\text{м}^3/\text{ч}$; F_z — площадь сечения зонта, м^2 ; F_n — площадь источника, м^2 .

Обычно при высоте расположения зонта над поверхностью источника $Z < 2,8\sqrt{F_n}$ площадь входного сечения зонта $F_z = 1,5 \cdot F_n$.

У загрузочных отверстий печей, сушил и подобного оборудования для улавливания продуктов сгорания устанавливают зонты в виде козырьков (рис. 3.9, б). Расчет такого зонта приведен в [15].

Для локализации вредных примесей, увлекаемых конвективными струями, когда более полное укрытие источников вредных выделений невозможно по условиям техпроцесса, применяются *отсасывающие панели*. Панели располагают сбоку от источника вредных выделений вертикально или наклонно. Нижнюю кромку всасывающих отверстий вертикальной панели помещают обычно на уровне верхней границы источника тепловыделений. Расстояние от панели до источника должно быть не больше ширины источника. Длину панели принимают в 1,2 раза больше, чем длина источника.

Схема вертикальной отсасывающей панели приведена на рис. 3.10.

Расход воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$), удаляемого панелью, рассчитывается по формуле:

$$L = 0,6CQ^{1/3}(H + B)^{5/3}, \quad (3.14)$$

с плотностью, которая меньше плотности окружающего воздуха. Основные схемы расположения зонтов над источниками теплогазовыделений приведены на рис. 3.9.

Для эффективной работы зонта количество воздуха, удаляемого через него, должно превышать количество воздуха, переносимое конвективной струей, которая образуется над источниками

где C — коэффициент пропорциональности, зависящий от конструкции и расположения панели; Q — количество конвективного тепла, выделяемого источником, кДж/ч; H — расстояние от верха источника до центра всасывающих отверстий панели, м; B — ширина источника, м.

Коэффициент C для панели без экрана:

$$C = 240 \left(\frac{\ell}{H+B} \right)^{1/2}; \quad (3.15)$$

— для панели с экраном:

$$C = 240 \left(\frac{\ell}{H+B} \right)^{1/2} m, \quad (3.16)$$

где m — коэффициент, зависящий от относительного расстояния между источниками и экраном. Его значение определяется в зависимости от b_1/B :

| | | | | |
|-------------------|---|-----|-----|---|
| b_1/B | 0 | 0,3 | 1 | 1 |
| m | 1 | 1,5 | 1,8 | 2 |

Для удаления вредных выделений с поверхности растворов, когда по условиям ведения технологического процесса невозможно устройство полных укрытий, применяются *бортовые отсосы*. Особенно широкое распространение бортовые отсосы получили в гальванических цехах (травление и металлопокрытия). По конструктивному исполнению бортовые отсосы бывают обычными, когда щели расположены в вертикальной плоскости, и опрокинутыми, когда щели расположены в горизонтальной плоскости, параллельной зеркалу ванны. Схемы бортовых отсосов, кроме кольцевой, приведены на рис. 3.11.

Обычные бортовые отсосы следует применять при высоком расположении уровня раствора в ванне, когда расстояние до щели отсоса менее 160 мм. При более низком уровне раствора следует использо-

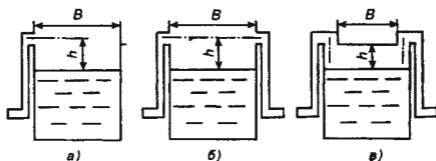


Рис. 3.11. Схемы бортовых отсосов:

а — односторонний отсос с вертикальной панелью, *б* — двусторонний отсос с вертикальной панелью, *в* — двусторонний отсос с горизонтальной панелью (опрокинутый)

вать опрокинутые отсосы, для которых требуется меньший расход воздуха.

Бортовой отсос, расположенный с одной стороны ванны, называется односторонним или одnobортным, при расположении отсосов с двух противоположных бортов ванны отсос называется двусторонним или двубортным. Если с одной стороны зеркала ванны подается приточный воздух, а с другой помещается бортовой отсос, то такое устройство называется отсосом с поддувом воздуха.

Принцип действия бортового отсоса заключается в том, что при всасывании воздуха в щель отсоса под зеркалом ванны формируется воздушный поток, который настигается на его поверхность и удаляет выделяющиеся вредные вещества.

Количество воздуха, удаляемое бортовыми отсосами (расход воздуха L), зависит от размеров ванны, температуры раствора, от токсичности выделяющихся вредных веществ, от расстояния уровня раствора до борта ванны и подвижности воздуха в производственном помещении. Расход воздуха следует рассчитывать в соответствии с «Руководством по проектированию отопления и вентиляции предприятий машиностроительной промышленности: «Гальванические и травильные цеха». — М.: ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР, 1980.

Однобортные отсосы целесообразно устанавливать у вани шириной до 0,6 м. При большей ширине ванн используются двусторонние отсосы. Отсосы с поддувом воздуха применяют для ванн шириной 2,5 м и более. Потребный для эффективного отвода вредных примесей расход воздуха для нормализованных ванн приведен в [15, табл. 3.3].

Местные отсосы (бортовой, зонт) при необходимости активируют плоскими или компактными приточными струями, которые захватывают выделяющиеся вредные вещества и вместе с окружающим воздухом направляют их к всасывающему отверстию отсоса. При этом требуется отсасывать значительно меньшие объемы воздуха. Одна из схем активированного местного отсоса представлена на рис. 3.12.

Расчет активированных отсосов производится по [22]; выбор подходящей схемы — по [15].

Устанавливаемые на рабочих столах операторов (например, лаборантов), имеющих дело с СДЯВ и (или) большими тепловыделениями, *вытяжные шкафы*

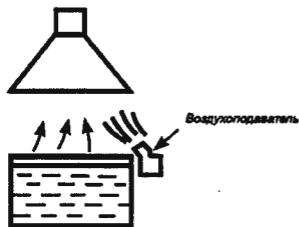


Рис. 3.12. Схема активированного отсасывающего зонта

представляют собой укрытия с рабочим проемом. Образующиеся внутри укрытия вредные вещества удаляются из него вместе с воздухом, поток которого препятствует поступлению вредных выделений в производственное помещение. Различают вытяжные шкафы с верхним, нижним и комбинированным удалением воздуха (рис. 3.13).

Расход воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$), удаляемого из шкафа, определяется по формуле:

$$L = 3600FV_v, \quad (3.17)$$

а при наличии в шкафу источников тепловыделений:

$$L = 75\sqrt{HQF^2}, \quad (3.18)$$

где V_v — средняя скорость всасывания в сечении открытого проема, $\text{м}/\text{с}$; F — площадь открытого проема, м ; H — высота, рабочего проема, м ; Q — количество тепловыделений в шкафу, $\text{Дж}/\text{ч}$.

Величину средней скорости всасывания в открытом проеме шкафа рекомендуется выбирать по [15, табл. 3.4]. Например, при травлении азотной кислотой $V_v = 1,0 \text{ м}/\text{с}$, при закалке $V_v = 0,3 \dots 0,5 \text{ м}/\text{с}$ и т.д.

Рекомендации по конструированию вытяжных шкафов изложены в [15].

Для локализации вредных выделений при окраске изделий, при выполнении сварочных работ и подобных производственных операций применяются *вентилируемые камеры*. Камеры представляют собой выгороженные части помещения, оборудованные вытяжной или приточно-вытяжной вентиляцией. В последнем случае камеры позволяют обеспечить не только благоприятные условия труда, но и требуемые технологические параметры воздуха.

В зависимости от характера технологического процесса камеры могут быть тупиковыми или проводными с горизонтальным или вертикальным движением воздуха в них. При горизонтальном движении воздуха человек находится снаружи, при вертикальном движении — внутри камеры (воздух идет сверху вниз).

Расчет количества воздуха для вентилируемых камер приведен в [23].

Станки и другое оборудование, на которых обработка материалов сопровождается интенсивным пылевыведением,

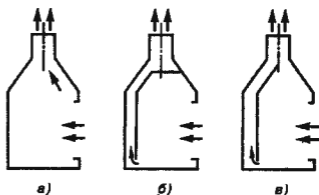


Рис. 3.13. Схемы вытяжных шкафов:

а — с верхним отсосом, б — с нижним отсосом, в — с комбинированным отсосом

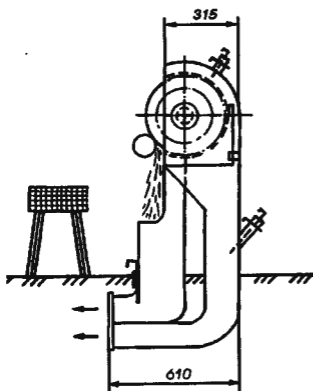


Рис. 3.14. Защитно-обеспыливающий кожух заточного станка

оборудуются кожухами — воздухоприемниками или защитно-обеспыливающими кожухами. Кожухи устанавливают, например, у заточных и шлифовальных станков с абразивными кругами, у фрезерных и токарных станков при обработке хрупких и пылящих материалов, у деревообрабатывающих станков (рис. 3.14).

Защитный кожух выполняется обычно из листовой стали толщиной 2...3 мм. Рабочее отверстие кожуха должно быть минимальным по условиям технологического процесса и ориентированным навстречу основному факелу отходов.

Подробно конструкции кожухов воздухоприемников рассмотрены в рекомендациях:

«Рекомендации по расчету воздушно-струйных ограждений источников вредных выделений АЗ 764», — М., ГПИ «Сантехпроект», 1977.

Расход воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$) от станков, в которых не используются охлаждающие жидкости и которые оборудованы различными кругами, определяется по формуле:

$$L_0 = 3600 F V_0, \quad (3.19)$$

где F — площадь сечения на выходе из отсасывающего патрубка, м^2 ; V_0 — скорость воздуха на выходе из отсасывающего патрубка, $\text{м}/\text{с}$.

Значение V_0 принимается равным $0,25 V_k$ (скорость круга) при направлении пылевого факела непосредственно в приемное отверстие кожуха; $(0,3...0,4) V_k$ — при направлении пылевого факела вдоль отверстия кожуха.

Упрощенно расход воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$) можно подсчитать:

- для заточных и шлифовальных станков с абразивными кругами:

$$L_0 \approx 2d_1, \quad (3.20)$$

где d — диаметр круга, мм.

- для полировальных станков с войлочными кругами:

$$L_0 \approx 4d_1; \quad (3.21)$$

• для полировальных станков с матерчатыми кругами:

$$L_0 \approx 6d_1. \quad (3.22)$$

Для предотвращения поступления пыли в производственные помещения от мест перегрузки или разгрузки пылящих материалов, дробилок, очистных барабанов, грохотов применяются *аспирируемые укрытия*. В укрытии поддерживается разрежение, обеспечивающее поступление воздуха через неплотности, что, в свою очередь, препятствует распространению пыли.

Более подробно устройство и расчет аспирируемых укрытий изложены в [15].

Для поддержания в производственных помещениях в холодное время года заданной (нормируемой) температуры воздуха применяется *отопление*.

Система отопления должна компенсировать потери теплоты Q_n через строительные ограждения $Q_{огр}$, а также на нагрев проникающего в помещение холодного воздуха $Q_{х.в.}$, поступающих материалов и транспорта Q_T . Эти потери, Вт (ккал/ч), можно подсчитать по формуле:

$$Q_n = Q_{огр} + Q_{х.в.} + Q_T. \quad (3.23)$$

Из приведенных потерь основными являются потери теплоты через строительные ограждающие конструкции (стены, потолки, окна и т.д.). Их можно рассчитать по [14].

Количество теплоты, идущей на нагрев холодного воздуха $Q_{х.в.}$, составляет обычно 20...30% потерь теплоты Q_n , а идущей на нагрев поступающих извне материалов, транспорта — 5...10% от Q_n .

На основании данных расчета тепловых потерь и выделений теплоты на производстве составляются балансы теплоты производственного помещения и определяются мощности отопительных установок. Отопление устраивают только в тех случаях, когда потери теплоты превышают выделение теплоты Q в помещении, т.е. $Q_n > Q$. В нерабочее время для поддержания в помещениях температуры 5...10 °С, а также на случай проведения ремонтных работ устраивают дежурное отопление.

В зависимости от теплоносителя системы отопления бывают водяные, паровые, воздушные и комбинированные.

Системы водяного отопления наиболее эффективны в санитарно-гигиеническом отношении. Вода в систему отопления подается либо от собственной котельной предприятия, либо от районной или городской котельной или ТЭЦ.

Системы парового отопления применяют главным образом в тех помещениях, в которых пар используется для промышленных целей.

Паровое отопление высокого давления (более 70 кПа) разрешается устраивать только в производственных помещениях, где технологические процессы не сопровождаются выделением органической пыли или когда пыль неорганического происхождения невзрывоопасна и невоспламенима.

Воздушная система отопления характерна тем, что подаваемый воздух предварительно нагревается в калориферах (водяных, паровых или электрокалориферах).

В зависимости от расположения и устройства системы воздушного отопления бывают центральными и местными. В центральных системах, которые часто совмещаются с приточными вентиляционными системами, нагретый воздух подается по системе воздуховодов от расположенного, как правило, вне помещения калорифера. В местных системах воздушного отопления нагрев и подача воздуха в нужное место помещения производятся отопительными агрегатами, которые устанавливают на колоннах или стенах помещения на высоте 3...4 м.

В административно-бытовых помещениях промышленных предприятий может применяться панельное отопление, работающее за счет отдачи теплоты от строительных конструкций, в которых проложены трубы с циркулирующим в них теплоносителем.

3.2. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

3.2.1. Общие требования и рекомендации по организации производственного освещения

При недостаточной освещенности и плохом качестве освещения состояние зрительных функций человека находится на низком исходном уровне, повышается утомление зрения в процессе выполнения работы, возрастает риск производственного травматизма.

С другой стороны, существует опасность отрицательного влияния на органы зрения слишком большой яркости (блескости) источников света, а также больших перепадов яркости соседних объектов.

Следствием этого является временное нарушение зрительных функций глаза (явление слепимости) со всеми, вытекающими отсюда, негативными последствиями, нежелательными как для качества трудовой деятельности, так и для самого человека.

В то же время рациональное освещение производственных помещений оказывает положительное психофизиологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда, обеспечению его безопасности, сохранению высокой работоспособности человека в процессе труда.

Свет оказывает положительное влияние на эмоциональное состояние человека, воздействует на обмен веществ, сердечно-сосудистую систему, нервно-психическую сферу. Он является важным стимулятором не только зрительного анализатора, но и организма в целом.

Свет (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. По своей природе свет представляет электромагнитные волны длиной от 380 до 760 нм (1 нм — нанометр — равен 10^{-9} м).

В промышленности практически возникает необходимость правильной организации как естественного, так и искусственного освещения. Первый случай характерен для светлого времени суток и при работе в помещениях, в которых имеются световые проемы в стенах и крыше здания. Искусственное освещение применяется для компенсации недостаточности естественного, в основном в темное время суток. Оно менее благоприятно с физиологической точки зрения.

Естественное освещение может быть: боковым (оконные проемы расположены в наружных стенах); верхним (световые проемы расположены в крыше); совмещенным (сочетание бокового и верхнего).

Искусственное освещение делится на общее, местное и комбинированное. Предусматривается также аварийное, эвакуационное, охранное и дежурное освещение. Применение одного местного освещения на производстве не рекомендуется.

Использование одновременно естественного и искусственного освещения для больших объемов помещения также не рекомендуется.

Характеристики освещения (условия работы зрения) [15, 16] можно разделить на количественные и качественные. К количественным характеристикам относятся: световой поток, сила света, освещенность, яркость и светимость. К качественным показателям относятся: фон, контраст объекта с фоном, видимость, цилиндрическая освещенность, показатель ослепляемости, показатель дискомфорта и коэффициент пульсации освещенности.

Световой поток Φ — мощность лучистой энергии; оценивается по световому ощущению, которое испытывает глаз.

Единица светового потока — люмен (ЛМ) — световой поток, излучаемый точечным источником с телесным углом в 1 стерадиан при силе света, равной одной канделе.

Сила света I — пространственная плотность светового потока, т.е. световой поток, отнесенный к телесному углу, в котором он излучается:

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (3.24)$$

где ω — телесный угол (в стерadianах) или часть пространства, заключенного внутри конической поверхности. Значение ω определяется отношением площади, вырезаемой им из сферы произвольного радиуса r , к квадрату этого радиуса:

$$\omega = \frac{S}{r^2} \quad (3.25)$$

Единица силы света — кандела (кд) — сила света, излучаемого в перпендикулярном направлении абсолютно черным телом с площадью $1/600\,000 \text{ м}^2$ при температуре затвердевания платины и давлении $101\,325$ ньютонов (Н) на квадратный метр.

Освещенность E — отношение светового потока к площади S освещаемой им поверхности:

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (3.26)$$

Единица освещенности — люкс (лк) — освещенность поверхности площадью 1 кв.м при световом потоке падающего на нее излучения, равном 1 люмену .

Эта характеристика освещения *нормируется и контролируется* на производстве.

Яркость B, — кд/м^2 — отношение силы света в данном направлении к площади проекции излучающей поверхности на плоскость, перпендикулярную к данному направлению излучения:

$$B = \frac{I}{(S \cdot \cos \alpha)} \quad (3.27)$$

где α — угол между нормалью освещаемой поверхности и направлением светового потока от источника света.

Фон — поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается светлым, если коэффициент отражения $\rho > 0,4$ ($\rho = \Phi_{\text{отр.}}/\Phi_{\text{пад.}}$). При $\rho = 0,2 \dots 0,4$ фон считается средним, а при $\rho < 0,2$ — темным.

Контраст объекта различения с фоном K определяется выражением:

$$K = \frac{|B_{\phi} - B_{\alpha}|}{B_{\phi}} \quad (3.28)$$

где B_{ϕ} и B_0 — яркость фона и объекта соответственно.

Контраст считается большим при $K > 0,5$; средним при $K = 0,2 \dots 0,5$ и малым при $K < 0,2$.

Другие характеристики освещения, контроль и анализ которых в производственных условиях обычно не производится, подробно рассмотрены в [14, 15, 16, 17 и др.].

Контроль освещенности в производственных условиях ведется с помощью люксметров типа Ю-16, Ю-116, Ю-17. Люксметр любого типа (рис: 3.15) представляет собой сочетание селениового фотоэлемента и миллиамперметра, проградуированного в люксах. Действие прибора основано на явлении фотоэлектрического эффекта. Световой поток, падая на фотоэлемент, вызывает протекание фототока через миллиамперметр. Для измерения освещенности фотоэлемент устанавливают в плоскости измерения, подбирают ближайшую шкалу, начиная с более «грубой» и считывают показания прибора. При необходимости расширить пределы измерения на фотоэлемент надевают поглощающие насадки.

Для измерения яркости применяют специальные насадки на фотоэлемент люксметра (Ю-17). Яркость измеряется также фотометрами. Фотометры могут быть субъективными и объективными. Они состоят из собственно измерителя и выносного экрана. Коэффициент отражения измеряется с помощью фотометра и определяется по формуле:

$$\rho = \frac{B_0}{B_{\text{эк}}}, \quad (3.29)$$

где B_0 — яркость объекта; $B_{\text{эк}}$ — яркость экрана, уложенного на место объекта.

3.2.2. Организация естественного освещения

Естественное освещение организуется через разного рода световые проемы.

Оно оценивается коэффициентом e естественной освещенности (КЕО):

$$e = \frac{E_{\text{н}}}{E_{\text{нар}}} \cdot 100\%, \quad (3.30)$$



Рис. 3.15 Люксметр Ю-16

где $E_{вн.}$ — освещенность, создаваемая внутри помещения, лк; $E_{нар.}$ — освещенность земной поверхности от небосвода, лк.

В охране труда нормируется e_{\min} зависимости от следующих факторов:

- вида выполняемой работы (помещения);
- расположения световых проемов;
- конструктивных особенностей световых проемов и расположенных рядом строений.

При боковом естественном освещении минимальное значение коэффициента естественной освещенности (e_{\min}) нормируется:

- при одностороннем — в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов;
- при двустороннем — в точке посередине помещения на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или пола);

При верхнем и совмещенном освещении нормируется среднее значение КЕО ($e_{\text{ср}}$):

$$e_{\text{ср}} = \frac{1}{N-1} \left(\frac{e_1}{2} + e_2 + e_3 + \dots + \frac{e_n}{2} \right), \quad (3.31)$$

где N — число точек определения (первая и последняя точки выбираются на расстоянии 1 м от поверхности наружных стен или перегородок); e_1, e_2, \dots, e_n — значения КЕО при верхнем и совмещенном освещении в точках характерного разреза помещения.

Под условной поверхностью понимается условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола. При экспериментальном определении КЕО требуется производить замеры освещенности внутри и снаружи здания одновременно при небе, затянутом облаками. Точку для измерения наружной освещенности выбирают на открытом участке земной поверхности.

При совмещенном освещении КЕО определяют по формуле:

$$e_i = e_b + e_v, \quad (3.32)$$

где e_b и e_v — КЕО соответственно при боковом и верхнем освещении.

Для обеспечения нормированного значения КЕО (СНиП 23-05—95) площадь световых проемов при боковом освещении определяется по формуле:

$$S_{\text{п}} = \frac{e_{\text{н}} \tau_{\text{п}} S_{\text{н}} K_{\text{ст}} K_{\text{г}}}{100 \tau_{\text{ст}} \tau_{\text{г}}}, \quad (3.33)$$

при верхнем

$$S_0 = \frac{e_n \eta_\phi S_n K_1}{100 \tau_0 r_1}, \quad (3.34)$$

где e_n — нормированное значение КЕО (см. табл.3.2); S_0 и S_ϕ — площадь окон и фонарей соответственно, м²; S_n — площадь пола, м²; τ_0 — общий коэффициент светопропускания; r_1 и r_2 — коэффициенты, учитывающие повышение КЕО от отраженного света (ориентировочно значение r_1 можно принимать в пределах от 1,5 до 3,0; причем большее значение при боковом одностороннем освещении, меньшее — при боковом двустороннем; значение коэффициента r_2 выбирается в пределах от 1,1 до 1,4); η_0 и η_ϕ — световая характеристика окна и фонаря; (ориентировочно принимается для фонарей от 3,0 до 5,0; для окон — от 8,0 до 15); $K_{зд}$ — принимается в пределах от 1,0 до 1,5 и характеризует затемнение окна от противостоящих зданий; K_3 — коэффициент запаса, принимается равным 1,5...2,0; причем меньшее значение используется при вертикальном расположении светопропускающего материала.

По рассчитанной площади световых проемов определяют их размеры и количество.

Значения величин, входящих в последние две формулы, принимаются по СНиП 23.05—95 «Естественное и искусственное освещение» (табл. 3.2).

3.2. Нормы естественного освещения (СНиП 23.05—95)

| Характеристика зрительной работы | Наименьший размер объекта различения, мм | Разряд зрительной работы | КЕО, e_n , % | |
|---|--|--------------------------|---|-----------------------|
| | | | При верхнем или комбинированном освещении | При боковом освещении |
| Наивысшей точности* | Менее 0,15 | I | — | — |
| Очень высокой точности* | От 0,15 до 0,30 | II | — | — |
| Высокой точности* | От 0,30 до 0,50 | III | — | — |
| Средней точности | От 0,5 до 1,0 | IV | 4 | 1,5 |
| Малой точности | Св.1,0 до 5 | V | 3 | 1 |
| Грубая (очень малой точности) | Более 5 | VI | 3 | 1 |
| Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах | Более 0,5 | VII | 3 | 1 |
| Общее наблюдение за ходом производственного процесса | — | VIII | 3 | 1 |
| Постоянное | — | | | |
| Периодическое при постоянном пребывании людей в помещении | — | | 1 | 0,3 |

| Характеристика зрительной работы | Наименьший размер объекта различения, мм | Разряд зрительной работы | КВО, ед. % | |
|--|--|--------------------------|---|-----------------------|
| | | | При верхнем или комбинированном освещении | При боковом освещении |
| Периодическое при периодическом пребывании людей в помещении | — | | 0,7 | 0,2 |
| Общее наблюдение за инженерными коммуникациями | — | | 0,3 | 0,1 |

* требуется совмещенное освещение (СНиП 23.05—95).

3.2.3. Организация искусственного освещения

Основное отличие ночных условий труда от дневных состоит в том, что при ночных условиях отсутствует достаточная освещенность поля зрения работающего равномерно распределенным световым потоком. Поэтому необходимо создавать такое искусственное освещение, при котором суммарный световой поток от всех установленных в рабочей зоне светильников распределялся бы равномерно. Рекомендуется нижеследующий порядок осуществления мероприятий по устройству искусственного освещения.

А. Определение площади, подлежащей освещению, т.е. участка, рабочей зоны, района ведения работ (РВР), а также площади наибольшей концентрации работ (НКР), и установление ее размеров.

Б. Установление нормы освещенности поля зрения в зависимости от разряда зрительных работ по всем предлагаемым в соответствии с СНиП 23.05—95 видам освещенности.

В. Выбор системы освещения.

Г. Выбор источников света и расчет потребного их количества.

Д. Выполнение проекта распределения осветительных средств по участку с учетом параметров для установки (углов разворота,клонения, уточненной по конструктивным соображениям высоты подвески) и необходимости обеспечения равномерного распределения светового потока по зданию.

При определении площади участка, подлежащего освещению, руководствуются имеющейся планировкой или правилами определения рабочих зон на каждом рабочем месте и их объединения в производственную площадь или в район ведения работ (РВР), а затем, при необходимости, выделяют места наибольшей концентрации работ (НКР) (если площадь обширная и не везде одинаково загружена).

3.3. Нормы искусственного освещения

| Характеристика зрительной работы | Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм | Разряд зрительной работы | Подразряд зрительной работы | Контраст объекта с фоном | Характеристика фона | Освещенность, лк | | |
|----------------------------------|--|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|--|-----------------------|------------------------------|
| | | | | | | при системе комбинированного освещения | | при системе общего освещения |
| | | | | | | всего | в том числе от общего | |
| Наивысшей точности | Менее 0,15 | I | a | Малый | Темный | 5000 4500 | 500 500 | — — |
| | | | b | Малый Средний | Средний Темный | 4000 3500 | 400 400 | 1250 1000 |
| | | | в | Малый Средний Большой | Светлый Средний Темный | 2500 2000 | 300 200 | 750 600 |
| | | | г | Средний Большой | Светлый « | 1500 1250 | 200 200 | 400 300 |
| | | | « | Средний | Средний | 1250 | 200 | 300 |
| Очень высокой точности | От 0,15 до 0,30 | II | a | Малый | Темный | 4000 3500 | 400 400 | — — |
| | | | b | Малый Средний | Средний Темный | 3000 2500 | 300 300 | 750 600 |
| | | | в | Малый Средний Большой | Светлый Средний Темный | 2000 1500 | 200 200 | 500 400 |
| | | | г | Средний Большой | Светлый Светлый | 1000 750 | 200 200 | 300 200 |
| | | | « | Средний | Средний | 750 | 200 | 200 |
| Средней точности | Св. 0,5 до 1,0 | III | a | Малый | Темный | 2000 1500 | 200 200 | 500 400 |
| | | | b | Малый Средний | Средний Темный | 1000 750 | 200 200 | 300 200 |

| Характеристика зрительной работы | Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм | Разряд зрительной работы | Подразряд зрительной работы | Контраст объекта с фоном | Характеристика фона | Освещенность, лк | | |
|----------------------------------|--|--------------------------|-----------------------------|------------------------------------|------------------------------|--|-----------------------|------------------------------|
| | | | | | | при системе комбинированного освещения | | при системе общего освещения |
| | | | | | | всего | в том числе от общего | |
| | | | в | Малый Средний Большой | Светлый | 750 | 200 | 300 |
| | | | | | Темный | 600 | 200 | 200 |
| | | | | « Средний | 400 | 200 | 200 | |
| Средней точности | Св. 0,5 до 1,0 | IV | а | Малый | Темный | 750 | 200 | 300 |
| | | | | Малый Средний | Средний Темный | 500 | 200 | 200 |
| | | | | Малый Средний Большой | Светлый Средний Темный | 400 | 200 | 200 |
| | | | | Средний Большой « Средний | Светлый « Средний | — | — | 200 |
| Малой точности | Св. 1 до 5 | V | а | Малый | Темный | 400 | 200 | 300 |
| | | | | Малый Средний | Средний Темный | — | — | 200 |
| | | | | Малый Средний Большой | Светлый Средний Темный | — | — | 200 |
| | | | | Средний Большой « Средний | Светлый « Средний | — | — | 200 |

Продолжение табл. 3.3

| Характеристика зрительной работы | Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм | Разряд зрительной работы | Подразряд зрительной работы | Контраст объекта с фоном | Характеристика фона | Освещенность, лк | | |
|--|--|--------------------------|-----------------------------|--|---------------------|--|-----------------------|------------------------------|
| | | | | | | при системе комбинированного освещения | | при системе общего освещения |
| | | | | | | всего | в том числе от общего | |
| Грубая (очень малой точности) | Более 5 | VI | — | Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном | — | — | 200 | |
| Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах | Более 0,5 | VII | — | То же | — | — | 200 | |
| Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное периодическое при постоянном пребывании людей в помещении | — | VIII | а | « | — | — | 200 | |
| | | | б | « | — | — | 75 | |
| | | | в | Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном | — | — | 50 | |
| | | | г | То же | — | — | 20 | |
| Периодическое при периодическом пребывании | — | | | | | | | |
| Общее наблюдение за инженерными коммуникациями | — | | | | | | | |

Нормирование искусственной освещенности производится согласно СНиП 23.05—95 с учетом разряда и подразряда зрительных работ (размеры объекта различения, цвет фона, величина контраста между объектом и фоном), типа освещения (общее или комбинированное) (см. табл. 3.3).

Выбор системы освещения предполагает учет большого колнчества факторов.

Применяемое на производстве искусственное освещение по конструктивному исполнению делится на *общее и комбинированное* — состоящее из общего освещения помещения и местного освещения рабочих поверхностей в поле зрения. В свою очередь общее освещенне подразделяется на *общее равномерное и общее локализованное* (выполненное с учетом расположения рабочих мест). Устройство только местного освещения запрещено, кроме временного (ручными светильниками), относящегося к разряду переносного. Согласно СНиП 23.05—95, рекомендуется комбинированное освещенне применять в местах с работами 1-IV, VA и VB разрядов.

Общее освещение больших производственных площадей, имеющих отдельные участки, которые характеризуются как РВР или НКР, рекомендуется устраивать локализованным к последним, имея в виду, что для остальной площади не требуется такой же, как на участках ведения работ, освещенности.

Выбор системы освещения включает и решение вопроса о размещении выбранных источников света над производственной площадью с учетом условий крепления или подвеса, дальности действия, допустимой высоты подвеса, мощности и т.п. Большую роль здесь играют конструктивные особенности здания или сооружения.

При выборе источника света предварительно решают вопрос о его виде. Существуют следующие виды источников света (ИС) производственного назначения: лампы накаливания, люминесцентные лампы, разрядные лампы высокого давления, ксеноновые лампы, лампы для специального облучения.

Лампы накаливания (ЛН) на производстве нередко еще преобладают, несмотря на имеющиеся в наличии более экономичные ИС. Их преимущества: включаются в сеть без дополнительных пусковых приспособлений и могут работать при значительных отклонениях напряжения сети от номинального, а также практически не зависят от условий окружающей среды и температуры, компактны, световой поток их к концу службы снижается незначительно (на 15 %). Однако ЛН имеют относительно низкую световую отдачу, а в их спектре преобладает желто-красная часть.

ЛН характеризуются номинальным значением напряжения, мощности и светового потока. На их выбор может оказывать влияние размер лампы: полная длина L (стеклянная колба вместе с цоколем), диаметр D и высота светового центра H (от резьбового цоколя до центра нити накаливания).

Лампы накаливания подбираются по каталогам или по специальной справочной светотехнической литературе.

Весьма перспективной и популярной разновидностью ЛН являются галогенные лампы накаливания, имеющие трубчатую форму с цоколями по концам. Отличаются особой компактностью, более белым светом, улучшенной цветопередачей и вдвое большим сроком службы. Эксплуатируются только в горизонтальном положении.

Люминесцентные лампы (ЛЛ) широко применяются в осветительных установках низкого давления, имеют высокую световую отдачу (до 75 лм/Вт), большой срок службы (до 10 000 ч), лучшую, чем у ЛН, цветопередачу, относительно малую яркость (хотя и создают ослепленность). В большинстве случаев они более экономичны по сравнению с ЛН. Однако для ЛЛ требуется более сложная схема включения, ограничения температурных условий для нормальной работы (при температуре -10°C они не загораются) и групповое использование для снижения вредных влияний пульсаций светового потока. К недостаткам ЛЛ относятся также малая единичная мощность при больших размерах лампы и значительное снижение светового потока к концу службы.

Большое значение имеет правильный выбор ЛЛ. Они намного превосходят по качеству цветопередачи ЛН, однако не полностью приближаются к естественному свету из-за малого излучения в красной части спектра. В настоящее время ближе других к естественному спектру считаются лампы ЛХБЦ. Для специальных условий выпускаются также красные (ЛК), зеленые (ЛЗ), желтые (ЛЖ), голубые (ЛГ), розовые (ЛР), амальгамные (ЛБА) лампы.

Последние имеют то преимущество, что у них световая отдача при повышении температуры окружающей среды снижается незначительно. Технические характеристики ряда ЛЛ приведены в СНиП 23.05—95.

Лампы типа ЛБ18-1, ЛДЦ18, ЛБ36, ЛДЦ36 и ЛБ58 предназначены для общего и местного освещения помещений промышленных и общественных зданий, лампы цветности ЕЦ — для освещения жилых и общественных зданий.

Газоразрядные лампы высокого давления (ГЛВД) применяются в условиях, когда требуется высокая световая отдача при компактности источника света и стойкость к условиям внешней среды. Среди этих типов ламп в настоящее время расширяется производство металлогенных ламп (МГЛ) (мощностью 250...2000 Вт) и натриевых ламп НЛВД

(70, 100, 150 Вт), а также зеркальных МГЛ типа ДРИЗ мощностью 250, 400 и 700 Вт.

В качестве источников света для целевых световодов применяют металлогенные лампы типа ДРИ. Технические характеристики ламп ДРЛ и ДРИ приведены в СНиП 23.05—95.

Дуговые ксеноновые трубчатые лампы (ДКСТ) применяются в основном в качестве источников света в осветительных устройствах с высокой единичной мощностью. Лампы ДКСТ выпускаются на единичные мощности от 5 до 10 тыс. Вт и имеют самый близкий к естественному спектральный состав света. Но это их достоинство практически не используется, поскольку они внутри зданий не применяются. Недостатки — большая пульсация светового потока, избыток в спектре ультрафиолетовых лучей, вызывающий необходимость создания защитных колб; малая надежность пусковых устройств и сравнительно низкая отдача светового потока (по сравнению с ДРЛ, ДРИ, ДНАТ и галогенными источниками КГ повышенной мощности).

Для рационального распределения светового потока, идущего от источника света любого вида, защиты глаз от чрезмерной яркости, предохранения источника от механических повреждений и загрязнения, а также для крепления его и подведения к нему электрического тока применяется осветительная арматура. Кроме деталей крепежа и электропроводки, конструкция осветительной аппаратуры включает отражатели (рассеиватели) и затенители света.

По распределению светового потока в пространстве различают светильники прямого, преимущественно прямого, рассеянного, преимущественно отраженного и отраженного света. Выбор тех или иных светильников по распределению света зависит от характера выполняемых в помещении работ, возможности запыления воздушной среды, коэффициентов отражения окружающих поверхностей, эстетических требований.

В зависимости от конструктивного исполнения различают светильники открытые, защищенные, закрытые, пыленепроницаемые, влагозащищенные, взрывозащищенные, взрывобезопасные.

По назначению светильники делятся на светильники общего и местного освещения.

Для выбора источников света и расчета потребного их количества разработано три метода расчета.

Для расчета общего равномерного освещения при горизонтальной рабочей поверхности основным является метод светового потока, учитывающий световой поток, отраженный от потолка и стен.

Световой поток лампы Φ (лм) при лампах накаливания или световой поток группы ламп светильника при люминесцентных лампах:

$$\Phi = \frac{100E_n SzK}{N\eta}, \quad (3.35)$$

где E_n — нормированная минимальная освещенность, лк; S — площадь помещения, м²; z — коэффициент минимальной освещенности, равный $E_{ср}/E_{\min}$. Для ламп накаливания и ДРЛ он принимается равным 1,15; для люминесцентных — 1,1; K — коэффициент запаса (для механических цехов $K = 1,4 \dots 1,5$; для литейных — 1,7; для заготовительных — 1,7; для гальваннеческих — 1,6...1,7; для малярных и сварочных работ — 1,8; для операторских пунктов — 1,5) [14]; N — число светильников в помещении; η — коэффициент использования светового потока ламп [5], лежит в диапазоне от 11 до 73.

Подсчитав Φ , по табл. 3.4 [14] можно подобрать ближайшую стандартную лампу и определить мощность всей осветительной системы, или же проверить, обеспечивает ли осветительная установка нормированную величину E_n .

3.4. Световые и электрические параметры ламп накаливания и люминесцентных ламп [14]

| Лампы накаливания | | | Люминесцентные лампы | | |
|-------------------|--------------------|------------------------|----------------------|--------------------|------------------------|
| Тип | Световой поток, лм | Световая отдача, лм/Вт | Тип | Световой поток, лм | Световая отдача, лм/Вт |
| В-125-135-15 | 135 | 0,9 | ЛДЦ20 | 820 | 41,0 |
| В-215-225-15 | 105 | 7,0 | ЛД20 | 920 | 46,0 |
| Б 125-135-40 | 485 | 12,0 | ЛБ20 | 1180 | 59,0 |
| Б 220-230-40 | 460 | 11,5 | ЛДЦ40 | 1450 | 48,2 |
| БК 125-135-100 | 1630 | 16,3 | ЛД30 | 1640 | 54,5 |
| БК 215-225-100 | 1450 | 14,5 | ЛБ30 | 2100 | 70,0 |
| Г 125-135-150 | 2280 | 15,3 | ЛДЦ40 | 2100 | 52,5 |
| Г 215-225-150 | 2090 | 13,3 | ЛД40 | 2340 | 58,5 |
| Г 125-135-300 | 4900 | 16,6 | ЛБ40 | 3120 | 78,0 |
| Г 215-225-300 | 4610 | 16,6 | ЛДЦ80 | 3740 | 46,8 |
| Г 125-135-1000 | 19100 | 19,1 | ЛД80 | 4070 | 50,8 |
| Г 215-225-1000 | 19600 | 18,6 | ЛБ80 | 5220 | 65,3 |

Примечание. Первые два числа в маркировке лампы обозначают диапазон допустимых напряжений в В, третье — мощность в Вт.

Для расчета локализованного местного освещения применяют точечный метод. В основу метода положено уравнение:

$$E = \frac{I_\alpha \cos \alpha}{r^2}, \quad (3.36)$$

где I_α — сила света в направлении от источника на данную точку рабочей поверхности, кд; r — расстояние от светильника до расчетной

точки, m ; α — угол между нормалью рабочей поверхности и направлением светового потока от источника.

Для практического использования метода вводим в формулу (3.36) коэффициент запаса K и заменяем r на $H_p / \cos\alpha$, откуда:

$$E = \frac{I_a \cos^3 \alpha}{KH_p^2}, \quad (3.37)$$

где H_p — высота светильника над рабочей поверхностью, m .

При необходимости расчета освещенности в точке, создаваемой несколькими светильниками, подсчитывают освещенность от каждого из них, а затем полученные значения складывают.

Рассчитанное значение E сравнивают с нормированным или наоборот, задавшись E_n , подсчитывают I_a и по этой характеристике подбирают подходящий светильник.

Наиболее простым, но наименее точным, поэтому применяющимся при ориентировочных расчетах, является метод удельной мощности. Этот метод позволяет определить мощность каждой лампы P_x (Вт) для создания в помещении нормируемой освещенности E_n :

$$P_x = \frac{pS}{n}, \quad (3.38)$$

где p — удельная мощность, $Вт/м^2$; S — площадь помещения, $м^2$; n — число ламп в осветительной установке.

Значения удельной мощности p приводятся в таблицах [14] в зависимости от требуемой освещенности, площади помещения, высоты подвеса и типа светильников.

Например, при $E_{норм} = 150$ лк, высоте подвеса светильников над рабочей поверхностью $H_p = 3 \dots 4$ м, и площади пола помещения $S = 300$ м, величина удельной мощности $p = 6,8$; при тех же условиях и при $E_{норм} = 300$ лк — $p = 13,6$.

3.3. ЗАЩИТА ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ ОТ АКУСТИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

3.3.1. Методы и средства снижения производственного шума

Шум на производстве (и в быту) наносит большой экономический и социальный ущерб. Неблагоприятно воздействуя на организм человека, он вызывает психические и физиологические нарушения, сни-

жающие работоспособность и создающие предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и производственного травматизма.

С физиологической точки зрения шумом является всякий нежелательный, неприятный для восприятия человеком звук.

Как физическое явление шум представляет собой волновое колебание упругой среды.

Уровень шума принято измерять в относительных единицах, называемых децибелами, (дБ), по формуле:

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 20 \lg \frac{P}{P_0} = 20 \lg \frac{V}{V_0}, \quad (3.39)$$

где L — уровень шума, дБ; I — интенсивность звука, Вт/м²; I_0 — нулевое значение интенсивности звука, Вт/м²; P — звуковое давление, Па; P_0 — нулевое значение звукового давления, условно принятое равным $2 \cdot 10^{-5}$ Па; V — колебательная скорость, м·с⁻¹; V_0 — нулевое значение колебательной скорости, которое условно принято равным $5 \cdot 10^{-8}$ м·с⁻¹.

Для относительной логарифмической шкалы в качестве нулевых уровней выбраны показатели, характеризующие минимальный порог восприятия звука человеческого голоса на частоте 1000 Гц.

В том случае, когда в расчетную точку попадает шум от нескольких источников, складываются их интенсивности:

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n. \quad (3.40)$$

Искомый уровень звукового давления L (дБ) при одновременной работе этих источников получается путем деления левой и правой частей уравнения (3.40) на I_0 и логарифмирования. После преобразований получаем:

$$L = 10 \lg (10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10}), \quad (3.41)$$

где L_1, L_2, \dots, L_n — уровни звукового давления, создаваемые каждым источником, дБ.

Если имеется n одинаковых источников шума с уровнями звукового давления L_i , то вычисления упрощаются:

$$L = L_i + 10 \lg n. \quad (3.42)$$

Например, два одинаковых станка совместно создадут уровень шума на 3 дБ больше, чем каждый из них.

Для измерения уровней шума используют приборы, называемые шумомерами, которые обычно снабжены корректирующими фильтрами с частотными характеристиками А, В, С, Д. Частотные характери-

стики фильтров соответствуют кривым равной громкости при различных интенсивностях звука.

Общие уровни шума, измеренные с помощью шумомера, называют уровнями звука и выражают в децибелах. Обычно уровень звука измеряют по шкале А. Эта величина L_A , дБА, принята в акустических стандартах многих стран, в том числе и у нас.

Анализ частотного спектра при определении уровня звукового давления (дБ) осуществляется с помощью набора фильтров, которые позволяют из колебаний сложной формы выделять колебания в исследуемой полосе частот. Приборы, предназначенные для спектрального анализа шума, называются частотными анализаторами либо спектрометрами. Дополнительно в измерительной схеме могут применяться статистические анализаторы, магнитофоны, самописцы и другие приборы.

По характеру спектра шума делятся на широкополосные (с непрерывным спектром и с шириной полосы более одной октавы) и тональные (в спектре которых имеются дискретные тона).

По временным характеристикам шума делятся на постоянные и непостоянные, последние делятся на колеблющиеся во времени, прерывистые и импульсные.

Уровни непостоянного шума измеряются специальными интегрирующими шумомерами — дозиметрами — и оцениваются эквивалентными уровнями звука L_A единиц в дБ по шкале А (среднеквадратичное значение уровня звука в пределах регламентируемого интервала времени).

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест, является ГОСТ 12.1.003—83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».

Уровни шума для территорий жилой и производственной застройки и для различных видов помещений регламентируются СН 2.2.4/2.1.8.562—96.

Например, согласно ГОСТ 12.1.003—83, уровни звука и эквивалентные уровни звука не должны превышать:

- в помещениях конструкторских бюро, лабораторий для теоретических работ и программирования — 50 дБА;
- в помещениях управления, рабочих комнатах — 60 дБА;
- в кабинетах наблюдений и дистанционного управления:
 - а) без речевой связи по телефону — 70 дБА;
 - б) с речевой связью по телефону — 65 дБА;
- в помещениях точной сборки, машинописных бюро — 65 дБА;
- в помещениях лабораторий для проведения экспериментальных работ — 75 дБА;

- на постоянных рабочих местах и в рабочих зонах производственных помещений — 80 дБА.

При измерениях микрофон следует располагать на уровне головы человека, подвергающегося воздействию шума. Он должен быть направлен в сторону источника шума и удален не менее чем на 0,5 м от экспериментатора. Измерения шума на рабочих местах должны производиться при работе не менее 2/3 установленных в помещении единиц технологического оборудования. При этом должны быть включены наиболее сильные источники шума.

Измеренные уровни звука или же уровни звукового давления в каждой октавной полосе частот должны быть ниже нормативных значений. Если имеются превышения, то необходимо предусмотреть мероприятия по глушению источников шума. В этом случае требуется снижение уровней шума $L_{тр}$:

$$\Delta L_{тр} = L - L_n \quad (3.43)$$

где L — измеренное значение, дБА; L_n — нормативное значение, дБА.

В табл. 3.5 приведены среднетиповые данные об уровнях звуковой мощности производственного оборудования [25].

3.5. Уровень звуковой мощности производственного оборудования

| Оборудование | Уровни звуковой мощности L_p , дБ на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц | | | | | | | |
|--|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| <i>Литейное производство</i> | | | | | | | | |
| Электропечь | | | | | | | | |
| ДС-2 | 100 | 99 | 98 | 100 | 102 | 101 | 95 | 88 |
| ДС-5 | 109 | 111 | 109 | 110 | 110 | 97 | 91 | 85 |
| Бегуны смесительные (УЗТМ) | 106 | 104 | 104 | 113 | 99 | 95 | 86 | 79 |
| Ленточный транспортер | 105 | 106 | 107 | 99 | 96 | 92 | 89 | 85 |
| Формовочная машина марки 26б | 110 | 109 | 103 | 110 | 111 | 105 | 104 | 102 |
| Шаровая мельница СМ-174 | 99 | 115 | 117 | 123 | 123 | 121 | 117 | 107 |
| Пескомет 296М | 104 | 110 | 113 | 105 | 100 | 96 | 94 | 91 |
| Пневматическая выбивная решетка | 108 | 115 | 115 | 113 | 112 | 113 | 106 | 96 |
| Трамбовка ТР-1 | 88 | 91 | 93 | 96 | 90 | 93 | 86 | 77 |
| Обдирочно-шлифовальный станок типа 3М634 | 105 | 99 | 101 | 100 | 105 | 105 | 97 | 84 |
| <i>Кузнечно-прессовое производство</i> | | | | | | | | |
| Горячештамповочный кривошипный пресс | 115 | 120 | 119 | 118 | 118 | 117 | 113 | 106 |

| Оборудование | Уровни звуковой мощности L_p , дБ на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц | | | | | | | |
|---|--|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Пресс ДС-135/800 при вырубке штампом: прямым скошенным | 120 | 134 | 135 | 134 | 135 | 131 | 128 | 123 |
| | 120 | 119 | 123 | 123 | 123 | 120 | 115 | 108 |
| Холодновысадочный автомат А-163 | 105 | 109 | 110 | 111 | 109 | 107 | 103 | 95 |
| Обрезной автомат А-233 | 103 | 109 | 112 | 116 | 112 | 109 | 105 | 98 |
| Кривошипный пресс АМР-30 | 98 | 104 | 106 | 108 | 105 | 103 | 97 | 93 |
| Кривошипный пресс ГП-1 | 102 | 106 | 108 | 110 | 112 | 112 | 109 | 104 |
| Прессы кривошипные: К2 124 К2 234 К2 238 | 93 | 95 | 99 | 99 | 94 | 93 | 92 | 90 |
| | 92 | 94 | 99 | 99 | 95 | 94 | 93 | 91 |
| | 93 | 97 | 104 | 104 | 100 | 98 | 96 | 94 |
| Прессы гидравлические: П 333 Д 2238 | 89 | 96 | 100 | 99 | 95 | 91 | 87 | 82 |
| | 83 | 83 | 95 | 95 | 93 | 90 | 86 | 86 |
| <i>Металлообрабатывающее и сварочное оборудование</i> | | | | | | | | |
| Токарные станки: 1А62 1К36 | 84 | 87 | 90 | 92 | 91 | 87 | 82 | 80 |
| | 96 | 94 | 95 | 98 | 93 | 90 | 90 | 86 |
| Горизонтально-фрезерный 6Н83 | 81 | 84 | 92 | 93 | 92 | 91 | 77 | 75 |
| Вертикально-фрезерный 6М12 | 85 | 86 | 92 | 97 | 94 | 83 | 92 | 96 |
| Продольно-фрезерный ЭФС | 98 | 98 | 95 | 99 | 96 | 94 | 86 | 84 |
| Шлифовальный 3А-277 | 88 | 91 | 94 | 98 | 99 | 97 | 91 | 86 |
| Координатно-расточной | 80 | 85 | 93 | 98 | 84 | 80 | 78 | 77 |
| Радиально-сверлильный с программ- ным управлением | 90 | 97 | 95 | 90 | 85 | 88 | 82 | 87 |
| Сварочный аппарат ПХ-464-А | 95 | 97 | 97 | 100 | 105 | 101 | 109 | 110 |
| Сварочная машина ПС-1000 | 94 | 94 | 94 | 97 | 90 | 91 | 91 | 90 |
| Газовая сварка | 94 | 95 | 97 | 92 | 96 | 87 | 102 | 103 |

Чтобы от данных табл. 3.5 перейти к данным о нормируемых в оране труда характеристиках производственного оборудования (уровне звукового давления L или уровне звука L_A), нужно выполнить расчет по формуле [25]:

$$L = L_p + 10 \lg \frac{X \cdot \Phi}{S}, \quad (3.39)$$

где L_p — октавный уровень звуковой мощности источника шума, дБ (см. табл. 3.5); X — коэффициент, учитывающий влияние ближнего

акустического поля, определяемый в зависимости от отношения расстояния между источником шума и точкой наблюдения к максимально-му размеру источника шума l_{\max} (рис. 3.16); Φ — фактор направленности, (для источников шума с равномерным его излучением $\Phi = 1$); S — площадь поверхности, на которую распространяется излучаемая энергия:

$$S = 2\pi r^2, \quad (3.40)$$

где r — расстояние между источником шума (центром станка или машины при наличии нескольких источников в них) и точкой наблюдения, м.

При необходимости анализа уровня звука L_A из табл. 3.5 следует брать данные для октавной полосы 1000 Гц.

Системой стандартов безопасности труда и другими республиканскими стандартами предусмотрены пять методов измерения шумовых характеристик источников шума — два точных, два технических и один ориентировочный.

Точные методы установлены для измерения шумовых характеристик источников шума в заглушенной камере — ГОСТ 12.1.024—81 «ССБТ. Шум. Определение шумовых характеристик источников шума в заглушенной камере. Точный метод» и в реверберационной камере — ГОСТ 12.1.025—81 «ССБТ. Шум. Определение шумовых характеристик источников шума в реверберационной камере. Точный метод». Технические методы установлены для измерения шумовых характеристик источников шума в свободном звуковом поле над звукоотражающей поверхностью — ГОСТ Р 51400—99 «Шум. Определение шумовых характеристик источников шума в свободном звуковом поле над звукоотражающей поверхностью. Технический метод» и в реверберационном поле — ГОСТ Р 51400—99. «Шум. Определение шумовых характеристик источников шума в реверберационном помещении».

В производственных условиях наиболее широко применим (ввиду отсутствия специальных измерительных помещений) ориентировочный метод измерения шумовых характеристик источников шума в местах их эксплуатации — ГОСТ Р 51400—99. «Шум. Определение шумовых характеристик источников шума. Ориентировочный метод». Замеры проводятся на расстоянии l м от наружного контура оборудования.

Нахождение показателя направленности источника шума возможно в заглушенной камере по точному мето-

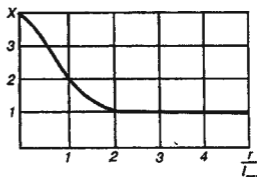


Рис. 3.16. График для определения коэффициента X

ду и в свободном звуковом поле над звукоотражающей поверхностью при техническом методе измерения.

Методы и средства борьбы с шумом принято подразделять на методы снижения шума в источнике его образования; методы снижения шума на пути его распространения; средства индивидуальной защиты от шума.

Снижение шума в источнике его образования достигается путем конструктивного изменения источника. Это обеспечивается заменой возвратно-поступательного перемещения деталей вращательным; заменой ударных процессов безударными (штамповки — прессованием, клепки — сваркой, обрубки — фрезерованием и т.д.); повышением качества балансировки вращающихся деталей и класса точности изготовления деталей; улучшением смазки и класса чистоты трущихся поверхностей; заменой материалов, а также заменой зубчатых передач клиноременными и гидравлическими; заменой подшипников скольжения подшипниками качения; обеспечением рассогласования собственных частот колебаний механизма с частотой возбуждающей силы; уменьшением частоты вращения валов; изменением конфигураций быстровращающихся деталей и т.д.

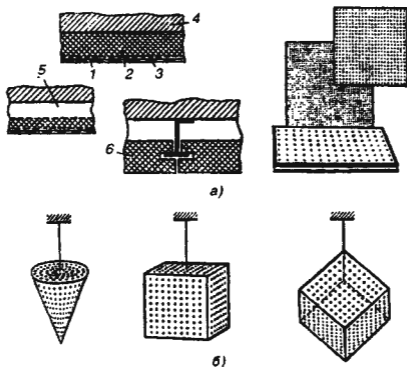


Рис. 3.17. Акустическая обработка помещений:

1 — защитный перфорированный слой, 2 — звукопоглощающий материал, 3 — защитная стеклоткань, 4 — стена или потолок, 5 — воздушный промежуток, 6 — плита из звукопоглощающего материала

Методы снижения шума на пути его распространения включают: акустическую обработку помещений; изоляцию источников шума или помещений от шума, проникающего извне; применение глушителей шума.

Под акустической обработкой помещения понимается облицовка части внутренних поверхностей ограждений звукопоглощающими материалами, (рис. 3.17, а) а также размещение в помещении штучных поглотителей, представляющих собой свободно подвешенные объемные поглощающие тела различной формы (рис. 3.17, б).

Наибольший эффект при акустической обработке можно получить в точках, расположенных в зоне отраженного звука.

Звукопоглощающие облицовки размещаются на потолке, в верхних частях стен при высоте помещения не более 6...8 м таким образом, чтобы акустически обработанная поверхность составляла не менее 60% от общей площади ограничивающих помещение поверхностей.

Дополнительные штучные поглотители применяются путем подвешивания как можно ближе к источнику либо в виде кулис, если площадь для размещения звукопоглощающей облицовки мала. Поскольку эффективность применения акустической обработки помещений невелика (4...7 дБ), при необходимости ее следует сочетать с другими мерами шумоглушения.

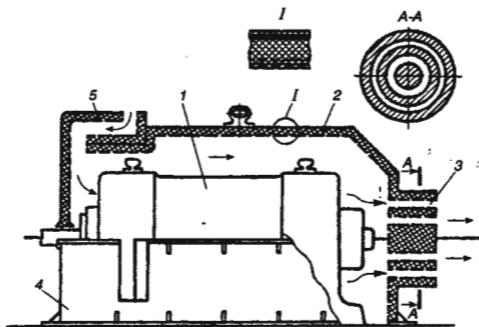


Рис. 3.18. Схема кожуха для электрической машины, требующей циркуляции воздуха для охлаждения:

- 1 — электрическая машина, 2 — внутренняя облицовка, 3 — каналы для выхода воздуха, 4 — наружная оболочка кожуха, 5 — канал входа воздуха

Изоляция источников шума включает такие средства, как звукоизолирующие ограждения, кожухи, кабины, экраны, средства виброизоляции (рис. 3.18, 3.19, 3.20) [27].

Звукоизолирующие ограждения позволяют изолировать источник шума от помещения или само помещение от шума, проникающего извне. Звукоизоляция достигается созданием герметичной преграды на пути распространения воздушного шума.

Эффективный способ уменьшения шума — помещение источника в звукоизолирующий кожух. Высокая эффективность звукоизоляции при этом может быть достигнута только в случае отсутствия щелей и отверстий, при тщательной виброизоляции кожуха от фундамента и трубопроводов, а также при наличии на внутренней поверхности кожуха звукопоглощающего материала.

В качестве материала для изготовления обшивки кожуха могут быть использованы сталь, алюминиевые сплавы, фанера, ДСП, стеклопластик. Звукоизолирующая способность кожуха определяется физическими параметрами материалов и конструктивными размерами его элементов.

Звукоизолирующие кабины, представляющие собой локальные средства шумозащиты, устанавливаются на автоматизированных линиях у постов управления там, где возможно на длительный срок изолировать человека от источника шума. Изготавливают их из стали, ДСП и других материалов. Окна и двери кабины должны иметь специальное

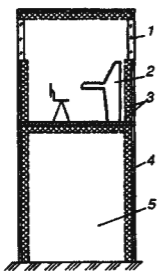


Рис. 3.19. Схема звукоизолированной кабины для шумных рабочих мест:

1 — органическое стекло, 2 — пульт управления, 3 — звукопоглощающая обшивка, 4 — металлический лист, 5 — помещение вентиляционного агрегата

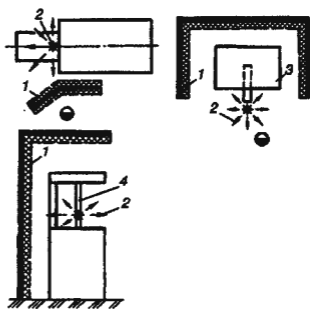


Рис. 3.20. Схемы размещения акустических экранов для шумных рабочих мест:

1 — акустический экран, 2 — источник шума, 3 — дисковая пила, 4 — ленточная пила

конструктивное исполнение. Окна с двойными стеклами по всему периметру заделываются резиновой прокладкой, двери выполняются двойными с резиновыми прокладками по периметру.

Если нет возможности полностью изолировать либо источник шума, либо самого человека с помощью кожухов и кабины, то частично уменьшить влияние шума на человека можно путем создания на пути распространения шума акустических экранов.

Экраны применяются либо для ограждения источников шума от соседних рабочих мест, либо для ограждения частей помещения с малозвучным технологическим оборудованием от сильных источников шума.

Плоские экраны эффективны в зоне действия прямого звука, начиная с частоты 500 Гц; вогнутые экраны различной формы (П-образные, С-образные и т.д.) эффективны также в зоне отраженного звука, начиная с частоты 250 Гц.

Применение экранов целесообразно в сочетании с акустической обработкой помещения, т.е. там, где постоянная помещения V велика.

Экраны могут быть изготовлены из стальных алюминиевых листов толщиной 1,5...2 мм, из легких сплавов толщиной 2...3 мм, фанеры — 5...15 мм, органического стекла — 5...10 мм и из других материалов.

Для звукопоглощающей облицовки экранов применяют те же материалы, что и для акустической обработки помещений.

Размеры и местоположение экрана определяются в зависимости от превышения спектра шума в расчетных точках над нормативными значениями.

Методы расчета рассмотренных устройств рассматриваются в [26].

Следующим средством снижения шума на пути его распространения служат глушители шума. Такие глушители — эффективное средство борьбы с шумом, возникающим при заборе воздуха и выбросе отработанных газов в вентиляторах, воздуховодах, пневмоинструментах, газотурбинных, дизельных, компрессорных установках.

По принципу действия глушители делятся на глушители активного (диссипативного) типа (рис. 3.21) и реактивного (отражающего) типа (рис. 3.22).

В глушителях активного типа снижение шума происходит за счет превращения звуковой энергии в тепловую в звукопоглощающем материале, размещенном во внутренних полостях. В глушителях реактивного типа шум снижается за счет отражения энергии звуковых волн в системе расширительных и резонансных камер, соединенных между собой и с объемом воздуховода с помощью труб, щелей, отверстий.

Камеры могут быть облицованы внутри звукопоглощающим материалом, тогда в низкочастотной области они работают как отражатели, а в высокочастотной — как поглотители звука (комбинированные глушители).

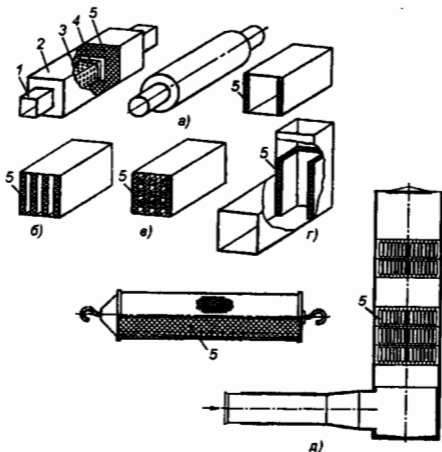


Рис. 3.21. Глушители активного типа:

а — трубчатый, *б* — пластинчатый, *в* — сотовый, *г* — звукопоглощающая облицовка поворота,
д — глушитель с цилиндрическими элементами, *1* — трубопровод, *2* — корпус глушителя,
3 — перфорированная стенка, *4* — стеклоткань, *5* — звукопоглощающий материал

Тип и размеры глушителей подбирают в зависимости от величины требуемого снижения шума с учетом его частоты из табличных данных акустической эффективности [26, 28, 29].

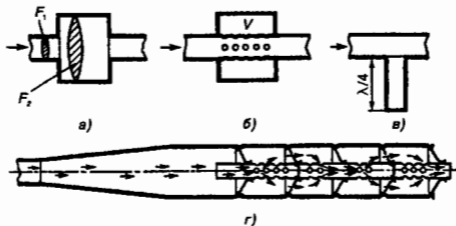


Рис. 3.22. Глушители реактивного типа:

а — камерный, *б* — резонансный, *в* — четвертьволновой, *г* — глушитель шума мотоциклетного двигателя

Третий вид методов и средств борьбы с шумом — применение *средств индивидуальной защиты*.

При таких производственных процессах как клепка, обрубка, штамповка и т.д., основными мерами, предотвращающими профзаболевания работающих, являются средства индивидуальной защиты: вкладыши, наушники и шлемы.

Вкладыши — это вставляемые в слуховой канал мягкие тампоны из ультратонкого волокна, иногда пропитанные смесью воска и парафина, и жесткие вкладыши (эбоитовые, резиновые) в форме конуса. Это самые дешевые, но недостаточно эффективные (снижение шума 5...20 дБ) и удобные средства.

Наушники (ВЦНИИОТ) плотно облегают ушную раковину и удерживаются дугообразной пружиной. Наиболее эффективны при высоких частотах. Тип наушника выбирается по акустическим характеристикам шума.

Шлемы применяются при воздействии шумов с высокими уровнями (более 120 дБ), когда шум действует непосредственно на мозг человека, а вкладыши и наушники не обеспечивают необходимой защиты.

3.3.2. Методы и средства снижения производственных вибраций

Одним из негативных факторов производственной среды является **в и б р а ц и я**.

В соответствии с ГОСТ 24346—80 «Вибрация. Термины и определения» под вибрацией понимается движение точки или механической системы, при котором происходит поочередное возрастание и убывание во времени значений, по крайней мере, одной координаты.

Принято различать общую и локальную вибрацию. Общая вибрация действует на весь организм человека через опорные поверхности — сиденье, пол. Локальная вибрация оказывает воздействие на отдельные части тела.

При действии на организм общей вибрации в первую очередь страдает опорно-двигательный аппарат, нервная система и такие анализаторы как вестибулярный, зрительный, тактильный. У рабочих вибрационных профессий возникают головокружения, расстройство координации движений, симптомы укачивания. Общая низкочастотная вибрация отрицательно влияет на обменные процессы организма.

Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушая снабжение конечностей кровью. Одновременно она действует на нервные окончания, мышечные и костяные ткани, вызывает снижение кожной чувствительности, отложение солей в суставах пальцев,

деформируя и уменьшая подвижность суставов. Рабочие жалуются на ноющие, ломящие, тянущие боли в руках, часто по ночам. Колебания низких частот вызывают резкое снижение тонуса капилляров, а колебания высоких частот — спазм сосудов.

Особенно опасны явления резонанса человеческого тела, отдельных его частей под действием вибрации при совпадении собственных частот колебаний внутренних органов с частотами внешних сил [48].

Общей вибрации подвергаются рабочие и водители транспортных средств, операторы мощных штампов; рабочие литейных цехов, обслуживающие выбивные решетки, формовочные и другие машины; обслуживающий персонал дизелей, компрессоров.

Источниками локальной вибрации являются кузнечно-прессовое оборудование, оборудование гальванических цехов, металлорежущие станки, трамбовки, пневматические рубильные молотки и другое оборудование. Повышенные уровни локальной вибрации возникают в сборочных цехах при сверлении, зенковании, шлифовании, полировании, шабрении, обрубке, отливании, зачистке, гибке, правке листовых и маложестких деталей, при различного рода очистке и промывке деталей.

Вибрация может характеризоваться как *абсолютными*, так и *относительными* параметрами.

Абсолютными параметрами вибрации являются вибросмещение, виброскорость и виброускорение.

Основной относительный параметр вибрации — *уровень в и б р о с к о р о с т и* (дБ), который определяется:

$$L_v = 10 \lg \frac{V}{V_0} = 20 \lg \frac{V}{V_0}, \quad (3.41)$$

где V — амплитуда виброскорости, м/с; $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с — пороговое значение виброскорости.

В соответствии с ГОСТ 12.1.012—90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования безопасности» подлежат *контролю* следующие виды общей вибрации: транспортная, транспортно-технологическая (для внутрицехового транспорта), технологическая, принципы нормирования которых одинаковы.

Нормируемыми параметрами вибрации являются средние квадратические значения *виброскоростей*, их логарифмические уровни или *виброускорения* в октавных полосах частот (для общей и локальной вибрации) и в 1/3 октавных полосах (для общей вибрации). Общая вибрация нормируется в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 1, 2, 4, 8, 16, 32, 63 Гц и в 1/3 октавных полосах со среднегеометрическими частотами 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10; 12,5; 20,0; 25; 31,5; 40,0; 50,0; 63,0; 80,0 Гц.

Локальная вибрация нормируется в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 8; 16; 32; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц.

Нормируются вибрации в направлении трех ортогональных осей координат x , y , z (z — вертикальная; x , y — горизонтальные оси).

Допустимые значения параметров транспортной, транспортно-технологической и технологической вибрации приведены в ГОСТ 12.1.012—90 и СН 2.2.4./2.1.8 -566—96. Регламентируется также продолжительность воздействия локальной и общей вибрации в зависимости от степени превышения ее параметров над нормативными значениями (табл. 3.6).

Суммарное время работы в контакте с ручными машинами, вызывающими вибрации, не должно превышать $2/3$ рабочей смены. При этом продолжительность одиоразового непрерывного воздействия вибрации, включая микропаузы, которые входят в данную операцию, не должна превышать 15...20 мин.

**3.6. Допустимое время воздействия вибрации
(ГОСТ 12.1.012—90)**

| Вибрация | Длительность воздействия вибраций, мин, при превышении уровней вибрации над нормативными значениями, дБ | | | | |
|-----------|---|-----|----|----|----|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| Локальная | 320 | 160 | 80 | 40 | 40 |
| Общая | 480 | 120 | 60 | 30 | 15 |

Суммарное время работы с вибринструментом не должно превышать для слесаря-сборщика 30 % сменного рабочего времени, для электромонтажника — 22 %, для наладчика — 15 %. При работе с вибринструментом масса оборудования, удерживаемая руками, не должна превышать 10 кг, а сила нажима не должна превышать 196 Н.

Параметры вибрации измеряются с помощью приборов, называемых виброметрами. В настоящее время в качестве виброизмерительной и шумоизмерительной аппаратуры используются отечественные приборы ИШВ-2, ВШВ-003; из зарубежной аппаратуры применяются универсальные виброакустические комплекты фирм RFT (Германия) и «Брюль и Кьер» (Дания).

Измерения проводятся по всем октавным полосам, результаты записываются на магнитофонную ленту, а затем расшифровываются в лабораторных условиях и сравниваются с нормируемыми показателями по каждой октавной полосе отдельно.

Как при проектировании производственного оборудования, так и при его установке практически всегда требуется применение средств виброзащиты.

По организационному признаку средства виброзащиты подразделяются на средства индивидуальной и коллективной виброзащиты.

Средства индивидуальной защиты от вибрации (СИЗ) по месту контакта оператора с вибрирующим объектом подразделяются на следующие: для рук оператора — изолирующие рукавицы, перчатки, вкладыши, прокладки; для ног оператора — специальная обувь, подметки, наколенники; для тела оператора — нагрудники, пояса, специальные костюмы.

Общие требования к средствам индивидуальной защиты рук от вибрации регламентируются ГОСТ 12.4.002—97 ССБТ «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний».

Средства коллективной защиты по отношению к источнику возбуждения вибрации подразделяются на средства, снижающие параметры вибрации воздействием на источник возбуждения, и средства, снижающие параметры вибрации в направлении ее распространения.

Воздействие на источник возбуждения вибрации сводится к изменению конструктивных элементов источника возбуждения и характера вынуждающих сил и моментов, обусловленных рабочим процессом в машине, а также к уравниванию отдельных элементов машин и к применению методов отстройки от резонансных явлений.

Отстройка от режима резонанса производится либо посредством рационального выбора массы и упругости колеблющейся системы, либо изменением частоты вынуждающей силы.

В направлении распространения вибрацию снижают, используя дополнительные устройства, встраиваемые в конструкцию машины (виброгасящие, виброизоляция); применяя демпфирующие покрытия, а также используя антифазную синхронизацию двух или нескольких источников возбуждения. В отдельных случаях могут совмещаться комбинации этих методов.

Средства динамического виброгашения по принципу действия подразделяются на динамические (пружинные, маятниковые, эксцентриковые, гидравлические, действующие в противофазе к колебательной системе) и ударные (маятниковые, пружинные, плавающие, камерного типа — как глушители шума). Динамическое виброгашение осуществляется также при установке агрегата на массивном фундаменте.

Виброизоляция заключается в уменьшении передачи колебаний от источника возбуждения к защищаемому объекту путем введения в колебательную систему дополнительной упругой связи. Эта связь препятствует передаче энергии либо от колеблющегося агрегата к основанию, либо от колеблющегося основания к человеку или к защищаемым конструкциям.

Виброизоляция осуществляется путем установки источников вибрации на виброизоляторы, а также применением гибких вставок в коммуникациях воздуховодов; использованием упругих прокладок в узлах крепления механизмов, воздуховодах, перекрытиях, несущих конструкциях зданий, в ручном механизированном инструменте и т.д.

В машинностроении для виброизоляции стационарных машин с вертикальной возбуждающей силой чаще всего применяют резиновые, пружинные и комбинированные виброизоляторы (опоры, коврики, фундаменты). Их упругие элементы могут быть металлическими, полимерными, волокнистыми, пневматическими, гидравлическими, электромагнитными.

Тип виброизолятора выбирается в зависимости от массы, частоты колебаний, предполагаемого числа изоляторов и требуемого снижения уровня вибраций.

Вибродемпфирование заключается в уменьшении уровня вибрации защищаемого объекта за счет превращения энергии механических колебаний колеблющейся системы в тепловую энергию. Вибродемпфирующие свойства материалов определяются величиной коэффициента потерь δ .

Чем выше коэффициент потерь δ , тем большего эффекта вибродемпфирования можно достичь.

Вибродемпфирование осуществляется:

- путем изготовления колеблющихся объектов из материалов с высоким коэффициентом потерь, т.е. из сплавов на основе систем Cu-Ni, Ni-Co, а также из пластмасс, дерева, резины, капрона, текстолита;
- нанесением на колеблющиеся объекты материалов с высоким коэффициентом потерь.

Действие таких покрытий основано на ослаблении вибраций путем перевода колебательной энергии в тепловую при деформациях покрытия.

Вибропоглощающие покрытия по своим упругим свойствам делятся на жесткие и мягкие.

К жестким покрытиям ($E^1 = 10^8 \dots 10^9$ Па) относятся твердые пластмассы, рубероид, изол, битумизированный войлок, фольга, гидроизол, стеклоизол, фольгоизол, и другие материалы.

К мягким вибродемпфирующим покрытиям ($E < 10^8$ Па) относятся мягкие пластмассы, материалы типа резины (пеноэласт, технический винипор), отдельные виды пластиков и пенопластмасс.

Для вибрирующих объектов сложной конфигурации, где невозможно использовать листовые вибродемпфирующие покрытия, применяют

¹ E — модуль упругости.

мастики ВД17-58, ВД17-59, ВД17-63, «Антивибрит» и др. (коэффициент потерь от 0,3 до 0,45).

Их применяют для снижения вибрации в вентиляционных системах, трубопроводах, насосах, центробежных компрессорах.

Оптимальная толщина покрытия должна быть равна двум-трем толщинам демпфируемого элемента конструкции.

3.3.3. Борьба с ультразвуком и инфразвуком в промышленности

В промышленности широко применяются ультразвук и инфразвук.

Под *ультразвуком* понимаются колебания, распространяющиеся в воздухе, жидкой и твердой средах с частотой свыше 16 000 Гц.

Источниками ультразвука являются генераторы, работающие в диапазоне от 12 до 22 кГц (обработка жидких расплавов, очистка отливок, очистка газов). В гальванических цехах ультразвуковые колебания возникают при работе ванн очистки и обезжиривания деталей, причем их воздействие сохраняется на расстоянии 25...50 см от оборудования. При загрузке и выгрузке деталей происходит непосредственное контактное воздействие ультразвука.

В сборочных цехах ультразвуковые поля высокой интенсивности возникают при удалении загрязнений с помощью ультразвука, химическом травлении, обдувке (очистке) деталей, а также при сборке неподвижных неразъемных соединений под действием осевой силы и при сборке методом склеивания, при контроле сборочных соединений.

Ультразвук оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека. Его действие может приводить к функциональным нарушениям нервной системы, головного мозга, головным болям, изменениям давления, состава и свойств крови, потере слуховой чувствительности, повышенной утомляемости. Он может действовать на человека через воздушную среду и контактно через жидкую и твердую среду.

Нормирование допустимых уровней звукового давления на рабочих местах при действии ультразвука производится в соответствии с ГОСТ 12.1.001—89 «ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности» и «Гигиеническими требованиями при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения», СанПиН 2.2.4/2.1.8.582—96.

Допустимые уровни *ультразвука* в зонах контакта рук и других частей тела оператора с рабочими органами приборов и установок не должны превышать 110 дБ.

Нормируется и суммарное время воздействия ультразвука на работающих.

Измерение уровней звукового давления ультразвука, распространяющегося в воздушной среде, следует производить на уровне головы человека, на расстоянии 5 см от уха. Микрофон должен быть направлен в сторону источника ультразвука и удален не менее, чем на 0,5 м от человека, производящего измерения.

Аппаратура включает микрофон (для твердой среды — датчик), электрическую цепь с линейной характеристикой, набор 1/3 октавных фильтров и измерительный прибор со стандартными временными характеристиками.

Для защиты от ультразвука, передающегося через воздушную среду, применяют звукоизоляцию — экраны между оборудованием и человеком, помещение установок в специальных помещениях, кабинах, герметичных звукоизолирующих кожухах. Рекомендуются при проектировании ультразвукового оборудования использовать более высокие частоты, поскольку для них допустимые уровни звукового давления выше.

При контактном действии ультразвука защита обеспечивается средствами виброизоляции: виброизолирующими покрытиями, резиновыми перчатками, резиновыми ковриками и т.п.

При работе вентиляторов, компрессоров, двигателей внутреннего сгорания, дизелей, любых механизмов, работающих при частотах вращения вала меньше 20 с^{-1} , возникает инфразвук.

Инфразвук — это колебания, распространяющиеся в воздухе, жидкой и твердой средах с частотой ниже 16 Гц. Такие колебания человек не слышит, но чувствует. Более того, высокий уровень инфразвука может вызывать нарушения функции вестибулярного аппарата, приводя к головокружениям, головным болям, а также снижает внимание, работоспособность и приводит к появлению чувства страха и общему недомоганию. Предполагают, что он оказывает сильное влияние на психику людей.

Нормативным документом, ограничивающим действие инфразвука, являются «Гигиенические нормативы инфразвука на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки», СанПиН 2.2.4/2.1.8.583—96. В соответствии с этим документом, уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8, 16 Гц должны быть не более 105 дБ, а для полос с частотой 32 Гц — не более 102 дБ.

Большая длина волны позволяет инфразвуку распространяться на значительные расстояния, достигающие десятков тысяч километров, его невозможно остановить с помощью строгих конструкций и

СИЗ. Меры борьбы поэтому нужно применять непосредственно к источнику его возникновения. К ним относятся: увеличение частот вращения валов до 20 с^{-1} и более; повышение жесткости колеблющихся конструкций больших размеров; устранение низкочастотных вибраций; конструктивные изменения источников, позволяющие из области инфразвуковых колебаний перейти в область звукового колебания, допускающую применение известных методов звукоизоляции и звукопоглощения.

3.4. ЗАЩИТА ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ ОТ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

3.4.1. Защита от электромагнитных излучений

Источником электромагнитных полей промышленной частоты являются токоведущие части действующих электроустановок. Длительное воздействие электромагнитного поля на организм человека может вызвать нарушение функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем, что выражается в повышенной утомляемости, снижении качества выполнения рабочих операций, сильных болях в области сердца, изменении кровяного давления и пульса.

Оценка опасности воздействия электромагнитного поля на человека производится по величине электромагнитной энергии, поглощаемой телом человека, с учетом электрической и магнитной напряженностей поля. Практически при обслуживании даже мощных электроустановок высокого напряжения магнитная напряженность значительно меньше опасной (в 8 раз), поэтому оценку потенциальной опасности воздействия электромагнитного поля достаточно производить по величине электрической напряженности поля. В соответствии с ГОСТ 12.1.002—84, ССБТ «Электромагнитные поля токов промышленной частоты. Общие требования безопасности», нормы допустимых уровней напряженности электромагнитных полей зависят от времени пребывания человека в контролируемой зоне. Присутствие персонала на рабочем месте в течение 8 ч допускается при напряженности, не превышающей 5 кВ/м ; при значении напряженности электромагнитного поля $E = 5 \dots 20 \text{ кВ/м}$ время допустимого пребывания в рабочей зоне (в ч):

$$T = \frac{50}{E} - 2 \quad (3.42)$$

Работа в условиях облучения электромагнитным полем с напряженностью 20...25 кВ/м продолжается не более 10 мин.

Основными видами средств коллективной защиты от воздействия электромагнитного поля токов промышленной частоты являются стационарные или переносные заземленные экранирующие устройства.

Стационарное экранирующее устройство — это составная часть электрической установки в виде козырька, навеса или перегородки из металлических канатов, прутков, сеток, предназначенная для защиты персонала в открытых распределительных устройствах и в воздушных линиях электропередач при осмотре оборудования и при оперативном наблюдении за производством работ.

Переносные экраны, также используемые при работах по обслуживанию электроустановок, бывают в виде съемных козырьков, навесов, перегородок, палаток, шнтов.

Наряду со стационарными и переносными экранирующими устройствами применяются индивидуальные экранирующие комплекты. В состав комплекта входят: спецодежда, спецобувь, средства защиты головы, а также рук и лица. Составные элементы комплектов объединяются в единую электрическую цепь и через обувь или с помощью специального проводника со струбиной обеспечивают качественное заземление.

3.4.2. Защита от ультрафиолетового и инфракрасного излучений

Ультрафиолетовое излучение — это электромагнитные волны с длиной волны от 0,0136 до 0,4 мкм. Различают три участка спектра ультрафиолетового (УФ) излучения, имеющих различную биологическую активность. Ультрафиолетовое излучение с длиной волны 0,4...0,315 мкм имеет слабое биологическое воздействие. УФ-лучи в диапазоне 0,315...0,28 мкм оказывают сильное воздействие на кожу и обладают противорахитичным действием. УФ-излучения с длиной волны 0,28...0,2 мкм обладают бактерицидным действием.

Избыток и недостаток этого вида излучения представляет опасность для организма человека. Воздействие на кожу больших доз УФ-излучений вызывает кожные заболевания — дерматиты. Пораженный участок имеет отечность, ощущается жжение, зуд. При воздействии повышенных доз УФ-излучения на центральную нервную систему характерны следующие симптомы заболеваний: головная боль, тошнота, головокружение, повышенная температура тела, повышенная утомляемость, нервное возбуждение и т.д.

УФ-лучи с длиной волны менее 0,32 мкм, действуя на глаза, вызывают заболевание, называемое электроофтальмией. Человек уже на на-

чальной стадии этого заболевания ощущает резкую боль и «песок в глазах», ухудшение зрения, головную боль. Заболевание сопровождается обильным слезотечением, а иногда светобоязнью и поражением роговицы. Оно быстро проходит (через 1...2 дня), если не продолжается воздействие УФ-излучения.

При нормировании допустимых доз УФ-излучения учитывается необходимость ограничений при воздействии больших интенсивных доз и в то же время обеспечения необходимых доз для предотвращения «ультрафиолетовой недостаточности».

Оценка УФ-облучения производится по величине эритемной дозы. За единицу эритемной дозы принят 1 эр, равный 1 Вт мощности УФ-излучения с длиной волны 0,297 мкм. Для профилактики достаточна приблизительно десятая часть эритемной дозы (60...90 мкэр·мин/см²).

Источниками УФ-излучений являются: электрическая дуга, автогенная сварка, плазменная резка и напыление, лазерные установки, газоразрядные лампы, ртутно-кварцевые лампы, радиолампы, ртутные выпрямители и др.

Для защиты от ультрафиолетового излучения применяются коллективные и индивидуальные способы и средства: экранирование источников излучения и рабочих мест; удаление обслуживающего персонала от источников ультрафиолетового излучения (защита расстоянием — дистанционное управление); рациональное размещение рабочих мест; специальная окраска помещений; СИЗ и предохранительные средства (пасты и мази).

Для экранирования рабочих мест применяют ширмы, щитки, или специальные кабины. Стены и ширмы окрашивают в светлые тона (серый, желтый, голубой), применяют цинковые и титановые белила для поглощения ультрафиолетового излучения.

К СИЗ от ультрафиолетовых излучений относятся: термозащитная спецодежда; рукавицы; спецобувь; защитные каски; защитные очки и щитки со светофильтрами.

Измерение интенсивности и спектра УФ-излучения производится с помощью УФ-дозиметров и инфракрасных спектрометров ИКС-10, ИКС-12, ИКС-14.

Для инфракрасного излучения характерны электромагнитные волны с длиной волны в пределах 0,76...420 мкм. Оно генерируется любым нагретым телом, температура которого определяет интенсивность и спектр излучаемой электромагнитной энергии. Нагретые тела, имеющие температуру выше 100 °С, являются источниками коротковолнового инфракрасного излучения (0,7...9 мкм). С уменьшением температуры нагретого тела (50...100 °С) инфракрасное излучение характеризуется в основном длинноволновым спектром.

Источником инфракрасных излучений в производственных условиях являются: открытое пламя; расплавленный и нагретый металл, материалы; нагретые поверхности стен, оборудования; источники искусственного освещения, различные виды сварки и др.

В зависимости от длины волны изменяется проникающая способность инфракрасного излучения. Наибольшую проникающую способность имеет коротковолновое инфракрасное излучение (0,76...1,4 мкм); инфракрасные лучи длинноволнового диапазона задерживаются в поверхностных слоях кожи.

Большая проникающая способность коротковолнового излучения вызывает непосредственное воздействие на жизненно важные органы человека (мозговые оболочки, мозговую ткань и др.), поэтому существует опасность его воздействия вплоть до «солнечного удара».

При воздействии на глаза наибольшую опасность представляет коротковолновое излучение. Возможное последствие — появление инфракрасной катаракты.

Потенциальная опасность облучения *оценивается по величине плотности потока энергии* инфракрасного излучения. Эту же величину используют для нормирования допустимой облученности на рабочих местах, которая не должна превышать 350 Вт/м. При этом ограничивается температура нагретых поверхностей. Если температура источника тепла не превышает 373 К (100°C), то поверхность оборудования должна иметь температуру не более 308 К (35 °C), а при температуре источника выше 373 К (100°C) — не более 318 К (45°C).

Основные мероприятия, направленные на *снижение опасности* воздействия инфракрасного излучения, состоят в следующем: снижение интенсивности источника, защитное экранирование источника или рабочего места, использование СИЗ, лечебно-профилактические мероприятия.

Снижение интенсивности инфракрасного излучения источника достигается выбором технологического оборудования, обеспечивающего минимальные излучения; заменой устаревших технологических схем современными (например, замена пламенных печей на электрические); рациональной компоновкой оборудования, с помощью которой обеспечивается минимум нагретых поверхностей.

Наиболее распространенные *средства защиты* от инфракрасного излучения, классифицируемые ГОСТ 12.4.123—83: оградительные, герметизирующие, теплоизолирующие, средства вентиляции, а также средства автоматического контроля и сигнализации.

Примером оградительных устройств являются конструкции, состоящие из одной или нескольких полированных отражающих пластин, охлаждаемых естественным или принудительным способом.

Локализация (герметизация) источников инфракрасного излучения осуществляется с помощью экранов из металлического листа; укрывающего набора труб, по которым под напором движется вода; сварных заслонок, футерованных огнеупорными материалами (асбест, вермикулитовые или перлитовые плиты и др.).

Средства индивидуальной защиты предназначаются для защиты глаз, лица и тела.

Для защиты глаз и лица используются очки со светофильтрами и щитки.

Защита поверхности тела от переоблучения инфракрасными электромагнитными волнами осуществляется с помощью спецодежды, вид которой зависит от специфики выполняемых работ (для сварщика при высокой температуре окружающего воздуха — из полульняной пропитанной парусины; при нормальных метеоусловиях или пониженной температуре окружающей среды — из льняной пропитанной парусины).

Лечебно-профилактические мероприятия предусматривают организацию рационального режима труда и отдыха и организацию регулярных периодических медосмотров.

Длительность и частота перерывов определяется с учетом интенсивности излучения и тяжести работ. Отдых происходит в специально оборудованных местах, где обеспечиваются благоприятные метеорологические условия. Регламентируется также длительность разового облучения.

Как уже сказано, при осуществлении сварочных работ, газовой и плазменной резке, в процессе работы у металлургических, стекловаренных и нагревательных печей, у прокатных станков, ковочных пресов, а также в условиях интенсивной солнечной радиации необходимо использовать средства защиты глаз.

В качестве экранов используются стеклянные светофильтры: круглые и прямоугольные — для защитных очков, прямоугольные — для щитков. Светофильтры изготавливают из темного (ТС) и синего (СС) стекла.

Тип светофильтра, который необходимо применять в конкретных условиях работы, определяется в зависимости от свойств пропускания и оптической плотности светофильтра для различных участков спектра электромагнитных волн. Учитывая, что практически оценка фактических условий облучения электромагнитными волнами является трудоемким процессом, рекомендуется выбор марки светофильтра производить на основе оценки косвенных показателей (например, силы тока, расхода ацетилен, кислорода и др.).

Для электрогазосварочных и вспомогательных работ рекомендуется использование светофильтров из темного стекла, марка которого опре-

деляется в зависимости от условий работ. Так, для работ на открытых площадках при интенсивной солнечной радиации рекомендованы светофильтры В-1. Эти светофильтры и светофильтры В-2 необходимо использовать при вспомогательных электросварочных работах в помещении. Светофильтры В-3 и Г-1 необходимо применять при газовой сварке и для вспомогательных работ на открытых площадках при электросварке. Для газосварщиков рекомендованы светофильтры Г-2 и Г-3, которые используются соответственно при сварке и резке средней и большой мощности.

Светофильтры Э-1, Э-2, Э-3, Э-4, Э-5 должны использоваться электросварщиками при силе тока 30...75 А, 75...200 А, 200...400 А, 400...500 А и свыше 500 А соответственно.

Дуговые методы электросварки также характеризуются различными спектром и интенсивностью электромагнитного излучения, зависящими от используемых материалов и режима сварки.

В работе [15] рекомендуются для различных условий дуговой сварки светофильтры С-1, С-2, Е, С-13.

Для производства работ с помощью газовой сварки и кислородной резки рекомендуются светофильтры из темного стекла, марка которых будет зависеть от расхода ацетилен и кислорода. Например, при расходе ацетилена или кислорода, соответственно 70...200 л/ч и 900...2000 л/ч рекомендуется светофильтр С-2. В других случаях применяются светофильтры марок С-1, С-3, С-4.

Для прокатных, плавильных и других подобных работ рекомендуются следующие светофильтры из темного и синего стекла: СМ, М — для работ у плавильных печей при температуре наблюдаемой поверхности 1500°C и 1500...1800°C соответственно; НКП, Д-1 — для работ у нагревательных печей, кузнечных горнов, прокатных станков; П-1, П-2, П-3 — для работ у плавильных печей (кроме доменных) при температуре наблюдаемых поверхностей до 1200°C, 1200...1500°C соответственно.

Работа у доменных печей должна производиться с использованием светофильтров Д-2 и Д-3 [15].

3.4.3. Защита от электромагнитных полей радиочастот

В настоящее время цивилизованный мир практически пронзан электромагнитными излучениями радиочастотного диапазона. Их источниками являются линии питания высокочастотной энергией, ВЧ-трансформаторы, индукторы, генераторные установки, радиолока-

ционные станции и радиопередатчики, установки ВЧ-термообработки, ВЧ-установки для нагрева металла и диэлектриков и т.д.

Электромагнитные поля радиочастот имеют диапазон длин волн от 3 км до 1 мм: высокие частоты (ВЧ) — длины волн от 3 км до 10 м, ультравысокие частоты (УВЧ) — от 10 до 1 м, сверхвысокие частоты (СВЧ) — от 1 м до 1 мм. По субъективным ощущениям и объективным реакциям организма человека не наблюдается особых различий при воздействии всего диапазона радиоволн ВЧ, УВЧ, СВЧ, но наиболее характерны проявления и неблагоприятные последствия воздействия СВЧ электромагнитных волн.

Наиболее характерными при воздействии радиоволн всех диапазонов являются отклонения от нормального состояния центральной нервной системы и сердечно-сосудистой системы человека. К субъективным ощущениям относятся: частая головная боль, сонливость или бессонница, вялость, слабость, утомляемость, рассеянность, головокружение и др. Следует добавить мутагенное действие, а также временную стерилизацию при облучении с интенсивностями выше теплового порога.

Для оценки потенциальных неблагоприятных воздействий электромагнитных волн приняты *допустимые энергетические характеристики электромагнитного поля для различного диапазона частот.*

Электромагнитные поля в диапазоне частот 60 кГц...300 мГц оцениваются по *напряженности электрической и магнитной составляющих*, а в диапазоне 300 мГц...30 ГГц — по *поверхностной плотности потока энергии* (ППЭ) и создаваемой им *энергетической нагрузке* (ЭН). Энергетическая нагрузка вычисляется как произведение ППЭ на T , т.е. является суммарным потоком энергии, приходящимся на единицу облучаемой поверхности за время облучения T . Допустимые значения E и H регламентируются СанПиН 2.2.4/2.1.8.055—96 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)». Допустимые значения плотности потока энергии ППЭ_{пду} (Вт/м²) рассчитываются исходя из нормативных значений энергетической нагрузки ЭН_{пду} за рабочий день по формуле:

$$\text{ППЭ}_{\text{пду}} = \frac{\text{ЭН}_{\text{пду}}}{T}, \quad (3.43)$$

где T — время воздействия электромагнитного поля за рабочую смену, ч.

Величины ЭН_{пду} также регламентируются по СанПиН 2.2.4/2.1.8.055—96, Вт·ч/м².

Независимо от времени воздействия за смену, величина ППЭ_{пду} не должна превышать 10 Вт/м² (1000 мкВт/см²).

Для обеспечения безопасности работ с источниками электромагнитных волн производится систематический контроль фактических значений нормируемых параметров на рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала. Контроль осуществляется измерением напряженности электрического и магнитного поля, а также плотности потока энергии по методикам, утвержденным министерством здравоохранения.

Защита персонала от воздействия радиоволн применяется при всех видах работ, если условия работы не удовлетворяют требованиям норм. Эта защита осуществляется следующими способами и средствами: использованием согласованных нагрузок и поглотителей мощности, снижающих напряженность и плотность потока энергии; экранированием рабочего места и источника излучения отражающими и поглощающими экранами или увеличением расстояния от рабочего места до источника излучения; подбором рациональных режимов работы оборудования и режима труда персонала; применением средств предупредительной защиты; применением делителей мощности, волноводных ослабителей мощности; применением спецодежды.

Мощные источники ВЧ, УВЧ, СВЧ создают опасность облучения работников, находящихся в смежных с основными помещениями, поэтому в там необходимы обычные и специальные защитные мероприятия.

Снижение напряженности электромагнитного поля в рабочей зоне достигается и за счет правильного размещения рабочего места. С учетом экранирования рабочее место располагается в определенных местах и на необходимом удалении от источника излучения с тем, чтобы предотвратить переоблучение персонала. Управление работой установок производится дистанционно из экранированных камер или отдельных помещений. Таким образом обслуживаются установки индукто-термин, мощные радиопередатчики. При выборе места расположения пульта управления учитывается направление распространения и распределение радиоволн. Рабочее место обычно располагается в зоне минимальной интенсивности электромагнитного поля. Конечным звеном в цепи инженерных средств защиты от воздействия электромагнитных волн являются средства индивидуальной защиты. В настоящее время вследствие неудобств конструкций средства индивидуальной защиты используются только в особых случаях (при проходе через особо опасные зоны; при ремонтных работах, в аварийных ситуациях, а также при кратковременных настрочных и измерительных работах).

3.4.4. Защита от ионизирующих излучений

Среди большого разнообразия ионизирующих излучений в промышленности встречаются: α -, β - и нейтронное излучение, которые являются корпускулярными (потоки частиц), а также γ - и рентгеновское излучение, представляющие собой электромагнитные волны высокой частоты.

α -излучение является потоком ядер гелия (He), испускаемых при радиоактивном распаде ядер некоторых веществ. Длина пробега α -частицы в воздухе составляет от 2 до 12 см, а с повышением плотности материала проникающая способность α -излучения резко уменьшается. В твердых веществах длина пробега α -частицы не превышает нескольких микрон, задерживается листом бумаги. β -излучение состоит из потока электронов или позитронов ядерного происхождения, возникающих при радиоактивном распаде ядер. Ионизирующая способность β -частиц низка, а проникающая выше, чем у α -частиц. Длина пробега электрона в воздухе — до 160 см, в биотканях — 2,5 см, свинце — 0,04 см. Поток β -частиц задерживается металлической фольгой.

Нейтронное излучение является потоком электронейтральных частиц ядра. Так называемое вторичное излучение нейтрона, когда он сталкивается с каким-либо ядром или электроном, оказывает сильное ионизирующее воздействие. Ослабление нейтронного излучения эффективно осуществляется на ядрах легких элементов, особенно водорода, а также на материалах, содержащих такие ядра, — воде, парафине, полиэтилене и др.

Рентгеновское и γ -излучения представляют электромагнитные волны, способные глубоко проникать в вещество. Ионизирующая способность их невелика (примерно как у β -излучения). Замедление рентгеновского и γ -излучения наиболее интенсивно происходит на тяжелых элементах, например свинце (пробег 20...25 см), железе, тяжелом бетоне и др.

Источниками ионизирующих излучений в промышленности могут быть высоковольтные электровакуумные установки, установки рентгеновского анализа, радионуклидные термоэлектрические генераторы, радиационные приборы (дефектоскопы, плотномеры, влагомеры, измерители и сигнализаторы уровня жидкости) и другие устройства.

Количество ионизирующего излучения в охране труда оценивается дозой и мощностью дозы. Различают экспозиционную, поглощенную и эквивалентную дозы облучения [16].

Экспозиционная доза характеризует излучение по эффекту ионизации и выражает энергию излучения, преобразованную в кинетическую энергию заряженных частиц в единице массы атмосферного воздуха. В системе СИ экспозиционная доза выражается в кулон/кг (Кл/кг). Внесистемной единицей экспозиционной дозы γ - или рентгеновского излучения является рентген (Р). 1 Р соответствует образованию $2,1 \cdot 10^9$ пар ионов в 1 см^3 воздуха при 0°C и давлении 760 мм рт. ст. 1 Р соответствует $2,58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг.

Поглощенная доза ($D_{\text{погл}}$) дает количественную оценку действия, производимого любым ионизационным излучением в любом облученном веществе, и показывает, какое количество энергии излучения поглощено в единице массы облучаемого вещества. За единицу поглощенной дозы в системе СИ принят грэй (Гр). 1 Гр равняется дозе излучения, при которой в 1 кг вещества поглощается энергия, равная 1 Дж. Внесистемной единицей поглощенной дозы является рад — энергия в 100 эрг, поглощенная в 1 г вещества: 1 рад = 0,01 Гр.

Эквивалентная доза ($D_{\text{экв}}$) служит для оценки радиационной опасности облучения человека от разных видов излучения и определяется как произведение поглощенной дозы на коэффициент качества излучения K :

$$D_{\text{экв}} = D_{\text{погл}} \cdot K. \quad (3.44)$$

Коэффициент качества (табл. 3.7) дает количественную оценку биологического действия каждого вида излучения, которая зависит от его ионизирующей способности.

3.7. Значения коэффициента качества K

| Вид излучения | Значение K |
|--------------------------------------|--------------|
| γ — и рентгеновское излучение | 1 |
| β — частицы | 1 |
| Нейтроны с энергией до 20 кэВ | 3 |
| Нейтроны с энергией 0,1... 10 МэВ | 10 |
| α — частицы | 20 |

Для излучений, K которых равен 1, т.е. для γ -, β - и рентгеновского излучений, значения поглощенной и эквивалентной доз будут равны.

В системе СИ эквивалентная доза измеряется в зивертах (Зв), внесистемной единицей служит БЭР (биологический эквивалент рада); 1 Зв = 100 БЭР.

Мощность дозы показывает, какую дозу облучения получает среда за единицу времени. Большинство дозиметрических приборов

измеряет мощность экспозиционной дозы. По ее значению можно судить об изменении интенсивности излучения. В системе СИ единицей мощности экспозиционной дозы является ампер на килограмм (А/кг), мощности поглощенной дозы — Гр/с (грэй/с); мощности эквивалентной дозы — Зв/с (зиверт/с). Внесистемными единицами служат соответственно Р/с (рентген/с); рад/с и бэр/с.

В настоящее время в нашей стране действуют «Нормы радиационной безопасности», выпущенные в 1996 г. (НРБ—96). Эти нормы определяют ПДД¹ как «наибольшее значение индивидуальной эквивалентной дозы за календарный год, при котором равномерное облучение в течение 50 лет не может вызвать в состоянии здоровья неблагоприятных изменений, обнаруживаемых современными методами». Допустимые уровни облучения установлены для трех категорий лиц. К категории А относятся профессиональные работники, постоянно или временно работающие непосредственно с источниками ионизирующих излучений. Для них установлена ПДД. К категории Б относится ограниченная часть населения, которая не работает непосредственно с источниками радиоактивного излучения, но по условиям проживания или профессиональной деятельности может подвергаться действию радиоактивных веществ. Для категории Б устанавливается предельная доза облучения (ПД). В категорию В включено остальное население страны.

Степень поражения человека зависит не только от вида, но и от характера облучения. Различают внешнее облучение человека, когда источник излучения размещается вне организма, внешне по отношению к человеку, и внутреннее, когда радиоактивная пыль или аэрозоль вместе с воздухом или пылью попадают во внутренние органы человека, становясь источником излучения и создавая повышенную опасность для человека.

По степени радиочувствительности органы человека разделяются на три группы (критические органы). К I группе относятся гонады, костный мозг; ко II — мышцы, щитовидная железа, жировая ткань, печень, почки, селезенка, желудочно-кишечный тракт, легкие, хрусталик глаза и другие органы; к III — кожный покров, костная ткань, кисти, предплечья, лодыжки и стопы.

Допустимые пределы суммарного внешнего и внутреннего облучения, бэр, за календарный год, согласно НРБ—96, представлены в табл. 3.8.

¹ ПДД — предельно-допустимая доза облучения.

3.8. Допустимые пределы радиационного облучения, БЭР

| Категория лиц | Группа критических органов | | | | | |
|---------------------|----------------------------|--------|-----|--------|-----|--------|
| | I | | II | | III | |
| | Год | Неделя | Год | Неделя | Год | Неделя |
| ПДД для категории А | 5 | 0,1 | 15 | 0,3 | 30 | 0,6 |
| ПД для категории Б | 0,5 | 0,01 | 1,5 | 0,03 | 3 | 0,06 |

При отсутствии источника внешнего излучения ПДД определяется внутренним облучением, которое ограничивается годовым предельно допустимым поступлением (ПДП) радиоактивных веществ в организм человека, а для отдельных лиц из населения (категории Б) — пределом годового поступления (ПГП). Исходя из этих величин, определяется среднегодовая допустимая концентрация (ДК) (в Бк/л)¹ данного радиоактивного вещества в атмосферном воздухе или воде:

$$ДК_A = \frac{ПДП}{2,5 \cdot 10^6} \cdot 3,7 \cdot 10^6, \quad (3.45)$$

$$ДК_B = \frac{ПГП}{7,3 \cdot 10^6} \cdot 3,7 \cdot 10^6, \quad (3.46)$$

где $2,5 \cdot 10^6$ и $7,3 \cdot 10^6$ — соответственно средние объемы воздуха, вдыхаемого за год профессиональным работником (категория А) и взрослым человеком (категория Б), л/год.

Величины ДК, ПДП, ПГП для 245 радиоактивных изотопов приведены в НРБ—96.

Меры снижения опасности биологического воздействия ионизирующих излучений включают комплекс мероприятий, снижающих суммарную дозу от всех источников внутреннего и внешнего облучения до уровня, который не превышает предельно допустимой дозы (ПДД). Основные положения об организации работ и защитных мероприятий при использовании источников ионизирующих излучений установлены в «Основных санитарных правилах работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений».

Методы защиты от воздействия ионизирующих излучений принципиально однотипны. В то же время при выборе технических средств защиты необходимо учитывать, в каких условиях работает человек (при внешнем или внутреннем облучении).

¹ Бк-беккерель; 1Бк = $2,7 \cdot 10^{11}$ Кл.

Защита от внешнего облучения предусматривает создание таких защитных ограждений, которые бы снижали дозу внешнего облучения до предельно допустимых значений. Ограждения могут быть выполнены стационарными или передвижными. К стационарным ограждениям относятся защитные стены, перекрытия пола и потолка, двери, смотровые окна и др. Передвижные защитные ограждения — это различного типа ширмы, экраны, тубусы, диафрагмы, контейнеры для хранения и транспортировки радиоактивных веществ.

Использование защитных ограждений обязательно, если мощность дозы, измеренная на расстоянии 0,1 м от источника, превышает 10^3 мЗв/ч.

В первую очередь при выборе защитных сооружений учитываются: спектральный состав излучения, его интенсивность, а также расстояние от источника и время пребывания под воздействием излучений.

Вследствие малых пробегов α - и β -частицы не представляют серьезной опасности как источники внешнего излучения (для защиты достаточно обеспечить расстояние 8...10 см от источника α -излучения, а для β -излучения применить защитную конструкцию из плексигласа, алюминия или стекла толщиной, превышающей максимальный пробег β -частиц).

Сложнее осуществить защиту от внешнего γ -излучения, проникающая способность которого гораздо выше. Защитные устройства позволяют только снизить в любое число раз величину дозы этого излучения. Материалом защитных устройств служат вещества, имеющие большую плотность (свинец, уран, бетон и др.). В последнее время используют воду, которая позволяет без помех проводить перезарядку и зарядку установок, выполнять ремонтные работы.

При использовании источников γ -излучения малой мощности более распространенными являются «защита расстоянием» (манипуляторы) и «защита временем» (такой регламент работ, при котором доза, полученная за время выполнения работ, не превышает предельно допустимую).

Для защиты от нейтронного излучения обычно используют воду или полиэтилен.

Рабочая часть стационарных установок ионизирующих излучений, как правило, размещается в отдельном здании или изолированном его крыле, пульт управления располагают в смежном помещении, соединенном с основным дверью, которая снабжается блокировкой, исключающей возможность случайного облучения персонала. Кроме того,

предусматривается устройство принудительного помещения источника в положение хранения в случае аварии. При работе с радиоактивными веществами в открытом виде, учитывая возможность поступлений излучений (кроме обеспечения защиты от внешнего облучения), предъявляются особые требования к планировке, отделке и оборудованию помещений, а также к системе вентиляции. Специфика этих требований зависит от класса работ, определяемого по группе радиационной опасности вещества и по фактической его активности на рабочем месте [15].

Установлено четыре группы радиационной опасности (А, Б, В, Г) и три класса работ (I, II, III).

Для защиты персонала широко используются и индивидуальные средства защиты.

При работах I класса и отдельных работах II класса работники обеспечиваются комбинезонами или костюмами, тапочками, спецбельем, носками, легкой обувью или ботинками, перчатками, бумажными полотенцами и носовыми платками разового пользования, а также средствами защиты органов дыхания; при работах II и III классов работники снабжаются халатами, тапочками, легкой обувью, перчатками и при необходимости средствами защиты органов дыхания (фильтрующими или изолирующими респираторами).

Защита от внутреннего облучения обеспечивается содержанием радиоактивных веществ в герметичных сосудах или запаянных ампулах; работой с ними в вытяжных шкафах или боксах; мощной вентиляцией (5...10-кратный обмен воздуха в час); средствами индивидуальной защиты, дозиметрическим контролем, дезактивацией спецодежды и рук после работы.

Лаборатории и предприятия, предназначенные для работ с источниками ионизирующих излучений (установками, хранилищами радиоактивных веществ), перед вводом их в эксплуатацию должны быть приняты комиссией, включающей представителей заинтересованных организаций, органов санитарного надзора, технических инспекций труда и органов МВД.

На основании акта комиссии местные органы санитарного надзора оформляют на срок в три года санитарный паспорт, разрешающий проведение соответствующих работ.

Администрация еще до получения источников радиационных излучений определяет перечень лиц, которые будут работать с этими источниками, а также инструктирует и обучает их и назначает работников, ответственных за радиационный контроль, учет и хранение источ-

ников. В каждом подразделении администрацией разрабатывается инструкция безопасного ведения работ, учета, хранения и выдачи источников излучения, а также сбора и хранения радиоактивных отходов.

Наладка, ремонт, монтаж ионизирующих источников осуществляются только специальными учреждениями, имеющими разрешение на производство таких работ.

Перед допуском к работе с источником ионизирующих излучений администрация обязывает персонал пройти предварительный медицинский осмотр. Только при отсутствии медицинских противопоказаний эти лица допускаются к работе.

3.4.5. Лазерное излучение и защита от него

Лазерное излучение — это электромагнитные излучения с длиной волны 0,2...1000 мкм: от 0,2 до 0,4 мкм — ультрафиолетовая область; свыше 0,4 до 0,75 мкм — видимая область; свыше 0,75 до 1 мкм — ближняя инфракрасная область; свыше 1,4 мкм — дальняя инфракрасная область.

Источниками лазерного излучения являются оптические квантовые генераторы — лазеры, которые нашли широкое применение в науке, технике, технологии (связи, локации, измерительной технике, голографии, разделении изотопов, термоядерном синтезе, сварке, резке металлов и т.п.).

Лазерное излучение характеризуется исключительно высоким уровнем концентрации энергии: плотность энергии — $10^{10}...10^{12}$ Дж/см³; плотность мощности — $10^{20}...10^{22}$ Вт/см². По виду излучения оно разделяется на прямое (заключенное в ограниченном телесном угле); рассеянное (рассеянное от вещества, находящегося в составе среды, сквозь которую проходит лазерный луч); зеркально отраженное (отраженное от поверхности под углом, равным углу падения луча); на диффузно отраженное (отражается от поверхности по всевозможным направлениям).

В процессе эксплуатации лазерных установок обслуживающий персонал может подвергнуться воздействию большой группы физических и химических факторов опасного и вредного воздействия. Наиболее характерными при обслуживании лазерной установки являются следующие факторы: а) лазерное излучение (прямое, рассеянное или отраженное); б) ультрафиолетовое излучение, источником которого являются импульсивные лампы накачки или кварцевые газоразрядные трубки; в) яркость света, излучаемого импульсивными лампами или материалом мишени под воздействием лазерного излучения; г) элек-

ромагнитные излучения диапазона ВЧ и СВЧ; д) инфракрасное излучение; ж) температура поверхностей оборудования; з) электрический ток цепей управления и источника питания; и) шум и вибрации; к) разрушение систем накачки лазера в результате взрыва; л) запыленность и загазованность воздуха, происходящие в результате воздействия лазерного излучения на мишень и радиолитиза воздуха (выделяются озон, окислы азота и другие газы).

Одновременность воздействия этих факторов и степень их проявления зависят от конструкции, характеристики установки и особенностей выполняемых с ее помощью технологических операций. В зависимости от потенциальной опасности обслуживания лазерных установок они подразделены на четыре класса [15]. Чем выше класс установки, тем выше опасность воздействия излучения на персонал и тем большее число факторов опасного и вредного воздействия проявляется одновременно.

Если для 1-го класса опасности лазерной установки обычно характерна лишь опасность воздействия электрического поля, то для 2-го класса характерна еще и опасность прямого и зеркального отраженного излучения; для 3-го класса — еще и опасность диффузного отражения, ультрафиолетового и инфракрасного излучения, яркости света, высокой температуры, шума, вибраций, запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны.

Лазерная установка 4-го класса опасности характеризуется полным наличием потенциальных опасностей, перечисленных выше.

В качестве основных критериев для *нормирования* лазерных излучений избрана степень изменения, происходящего под их влиянием в органах зрения и кожи человека. Безопасность при работе с лазерами оценивается вероятностью достижения того или иного патологического эффекта, определяемой:

$$P_{\text{без}} = 1 - P_{\text{пат}} , \quad (3.47)$$

где $P_{\text{без}}$ — вероятность безопасности работы с лазером в конкретных условиях; $P_{\text{пат}}$ — фактический патологический эффект, измеренный при воздействии лазерного излучения.

В настоящее время доказано, что при воздействии лазерного излучения (особенно при разовом) существует однозначная связь между количественным показателем интенсивности воздействия поля и производимым им эффектом.

В целях обеспечения безопасных условий труда персонала установлены *предельно допустимые уровни* (ПДУ) лазерного излучения, кото-

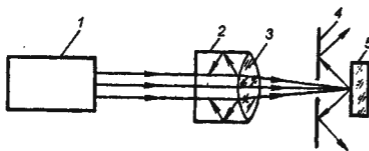


Рис. 3.23. Схема экранирования отраженного излучения лазера блендами и диафрагмами:

1 — лазер, 2 — бленда, 3 — линза, 4 — диафрагма, 5 — мишень

рые при ежедневном воздействии на человека не вызывают в процессе работы или в отдаленные сроки отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами медицинских исследований.

Биологические эффекты воздействия лазерного

излучения зависят не только от энергетической экспозиции, поэтому ПДУ лазерного излучения установлены с учетом длины волны излучения, длительности импульсов, частоты их повторения, времени воздействия и площади облучаемых участков, а также от биологических и физико-химических особенностей облучаемых тканей и органов.

Формулы расчета значений ПДУ лазерного излучения с учетом перечисленных характеристик приведены в [15].

Контроль уровней опасных и вредных факторов при эксплуатации лазеров проводится периодически (не реже одного раза в год), при приеме новых установок, при изменении конструкции лазерной установки или средств защиты, при организации новых рабочих мест.

В зависимости от класса лазерной установки используются различные *защитные средства*, включающие порядок эксплуатации установки, определенные «Санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров».

Комплекс мер, обеспечивающих безопасность работы с лазером, включает технические, санитарно-гигиенические и организационные мероприятия и направлен на предотвращение облучения персонала уровнями, превышающими ПДУ.

Достигается это обеспечением лазеров приспособлениями, исключающими воздействие прямого и отраженного излучения (экраны); использованием средств дистанционного управления, сигнализации и автоматического отключения; созданием специальных помещений для работ с лазером, их правильной компоновкой с обеспечением необходимого свободного пространства, систем контроля уровней облучения; оборудованием рабочих мест местной вытяжной вентиляцией.

В качестве экранирующих устройств от прямого и отраженного излучения на пути луча устанавливают бленды, а возле облучаемого объекта — диафрагмы (рис. 3.23).

К обслуживанию лазеров допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, прошедшие инструктаж и

обученные безопасным методам работы (имеют соответствующую квалификационную группу по технике безопасности).

В процессе эксплуатации установок на администрацию возложены обязанности контроля за безопасным ведением работ, а также предотвращение использования запрещенных приемов работ.

К средствам индивидуальной защиты от лазерного излучения, используемым только в комплексе со средствами коллективной защиты, относятся защитные очки и маски со светофильтрами.

Их выбор в каждом конкретном случае осуществляется с учетом длины волны генерируемого излучения [15].

3.5. ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ И ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА

Неотъемлемой частью проектирования производственного оборудования и организации производственной среды является соблюдение требований эргономики и технической эстетики.

Э р г о н о м и к а — научная дисциплина, изучающая функциональные возможности человека в трудовом процессе с целью создания для человека оптимальных условий труда. Название происходит от двух греческих слов: Ergon — труд, Nomos — работа.

Об эргономике как о науке стали впервые говорить в Англии в 1949 г., когда группа ученых (физиологов и инженеров) создала «Эргономическое исследовательское общество» для изучения деятельности человека в условиях производства. Своими корнями эргономика уходит в целый ряд наук и научных дисциплин, которые сформировались раньше: промышленная санитария, гигиена и физиология труда, психология труда, социология, антропология и другие.

Современная эргономика обладает комплексными методами исследований, богатым математическим аппаратом, компьютерным обеспечением, позволяющими рационализировать труд человека в условиях производства. Эргономическое обеспечение стало обязательным на уровне государственных стандартов и норм, на всех этапах создания и модификации промышленного оборудования.

Теоретическим и прикладным основам эргономики, содержанию и характеристикам трудовой деятельности человека посвящено большое количество работ [20, 21, 30, 31 и др.].

Требования эргономики к организации и проектированию трудовых процессов подразделяются на экономические, психофизиологические, психологические, гигиенические, эстетические, социальные [17].

К *экономическим* требованиям относятся: повышение технической вооруженности труда; наиболее полное использование оборудования и организация рабочего места; выбор оптимальной технологии, устранение лишних затрат рабочего времени; строгая регламентация темпа и ритма работы.

К *психофизиологическим* — установление соответствия скоростных, энергетических, зрительных и других физиологических возможностей человека и особенностей рассматриваемого технологического процесса; введение рациональных режимов труда и отдыха, сокращение объема информации, снижение нервно-эмоциональных напряжений и физических нагрузок; профессиональный отбор.

К *психологическим* — установление соответствия закрепленных и формируемых навыков и возможностей восприятия, памяти и мышления.

К *антропометрическим и биомеханическим* — установление соответствия орудий труда размерам, форме и массе тела человека, силе и направлению движений.

К *гигиеническим* — обеспечение оптимальных метеорологических условий, оптимального физико-химического состава воздушной среды, освещенности, уровней шума и вибраций в пределах требований ГОСТов, ССБТ и т.д.

К *эстетическим* — определение соответствия эстетических потребностей человека и реализуемых в художественно-конструкторских решениях рабочих мест (орудий труда) и производственной среды.

К *социальным* — повышение профессиональной подготовки, содержательности труда, творческой активности трудящихся, совершенствование кооперации труда, повышение эффективности управления производственными процессами и др.

На практике, при проектировании и модернизации промышленного оборудования, приспособлений, конвейеров, средств механизации и автоматизации, при установке оборудования, когда определяются размеры свободного пространства, проходов, проездов, настилов, лестниц, рабочей мебели и во многих других реальных ситуациях, требующих учета функциональных способностей и возможностей человека-оператора, на помощь специалиста приходят требования и рекомендации, содержащиеся в государственных стандартах ССБТ, СЧМ¹, отраслевых стандартах охраны труда, отраслевых методических разработках прикладного эргономического характера — руководящих материалах (РМ), базах компьютерных данных и т.д.

Не имея возможности привести все эргономические требования,

¹ Система «человек-машина».

имеющие отношение к обеспечению безопасности труда в машиностроении, остановимся лишь на основных.

Решение эргономических вопросов при определении общих размеров зон обслуживания и наладки производственного оборудования, определении размеров опасных зон, требует обращения к стандартам:

ГОСТ 12.2.032—78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»;

ГОСТ 12.2.033—78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования»;

ГОСТ 12.2.049—80 ССБТ. «Оборудование производственное. Общие эргономические требования (при выполнении работ сидя — стоя)».

При проектировании технологических процессов необходимо обратиться к стандарту системы СЧМ ГОСТ 22269—76, который регламентирует требования к взаимному расположению пульта управления, средств отображения информации, органов управления, рабочего сидения, вспомогательного и основного оборудования, организационно-технических средств. Соблюдение указанных требований обеспечивает удобную рабочую позу человека, необходимое пространство для его размещения, возможность обзора рабочего места и производства за его пределами, возможность размещения документации и (при необходимости) ведения записей.

При выборе, проектировании или анализе органов управления станками и другим оборудованием — выключателей и переключателей поворотных, клавишных и кнопочных, тумблеров, рычагов, маховиков, педалей — следует обращаться к стандартам СЧМ: ГОСТ 22613—77, ГОСТ 22614—77; ГОСТ 22615—77, ГОСТ 21752—76, ГОСТ 21753—76.

При проектировании или установке промышленного робота (ПР), роботизированного комплекса (РТК) или гибкой производственной системы (ГПС) необходимые эргономические требования следует соблюдать согласно ГОСТ 12.2.072—82* ССБТ «Работы промышленные, роботизированные технологические комплексы и участки. Общие требования безопасности».

Эргономические требования к визуальным средствам отображения информации: индикаторам, табло, мнемосхемам содержатся в стандартах СЧМ: ГОСТ 21829—76, ГОСТ 21786—76, ГОСТ 22902—78.

При организации ручных погрузочно-разгрузочных работ и перемещения грузов вручную следует руководствоваться требованиями ГОСТ 12.3.009—76* ССБТ «Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.3.020—80 ССБТ «Процессы перемещения грузов на предприятиях», а при использовании в качестве вспомогательного оборудования различных транспортеров — ГОСТ 12.2.022—80* ССБТ «Конвейеры. Общие требования безопасности».

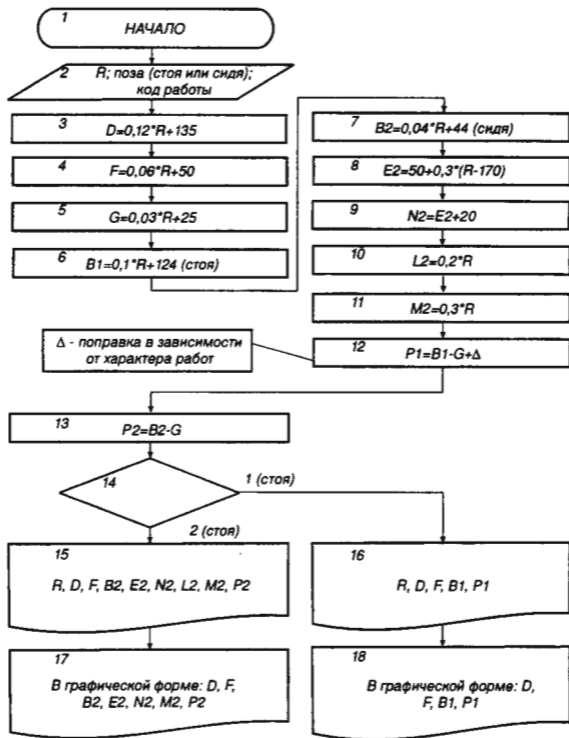


Рис. 3.24. Логическая схема антропометрической задачи

Пользование этими и другими руководящими материалами в настоящее время существенно облегчено использованием компьютерных баз данных по эргономике. Авторы при преподавании курса «Эргономика» и при проведении прикладных эргономических разработок используют следующий пакет компьютерных эргономических программ [31]:

- зоны досягаемости оператора;
- зоны зрения оператора;
- анализ затрат вспомогательного времени оператора;
- расчет (анализ) средств отображения информации;
- выбор (анализ) органов управления, настройки, регулирования производственного оборудования;
- моделирование управленческой деятельности оператора и оценка степени напряженности его труда;
- выбор цветового решения производственного интерьера;
- расчёт габаритов рабочего места оператора-микроскописта;
- оценка параметров микроклимата производственного помещения;
- средства шумоглушения;
- средства снижения вибраций;
- расчет производственного освещения;
- расчет аэрации и др.

Например, при проектировании, анализе или организации зон обслуживания производственного оборудования успешно применяются физиологические программы «зоны досягаемости оператора» и «зоны зрения оператора», логические схемы, примеры распечаток и схемы их практического использования (в графической форме за счет нанесения на чертеж оборудования в том же масштабе интересующих проектировщика размерных данных человека конкретного или среднего роста, полученных с помощью компьютера) представлены на рис. 3.24—3.31.

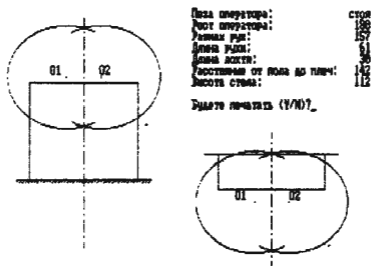
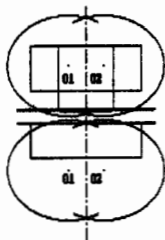


Рис. 3.25. Пример распечатки программы «зоны досягаемости оператора» (рабочая поза «стоя»)



Радиус оператора: _____
 Радиус оператора: _____
 Размер ради: _____
 Длина ради: _____
 Длина ради: _____
 Расстояние от центра до пола: _____
 Высота стола: _____
 Высота оператора: _____
 Минимальные размеры для ног: _____
 а) Высота: _____
 б) Ширина: _____
 в) Глубина: _____

Введите печатать (E/W)7.

Рис. 3.26. Пример распечатки программы «зоны досягаемости оператора» (рабочая поза «сидя»)

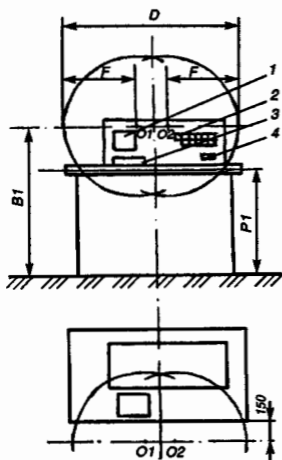


Рис. 3.27. Схема графического расчета размеров рабочего места при рабочей позе «стоя»

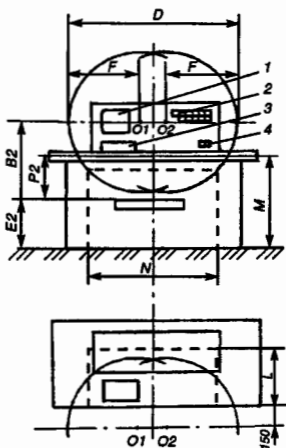


Рис. 3.28. Схема графического расчета размеров рабочего места при рабочей позе «сидя»

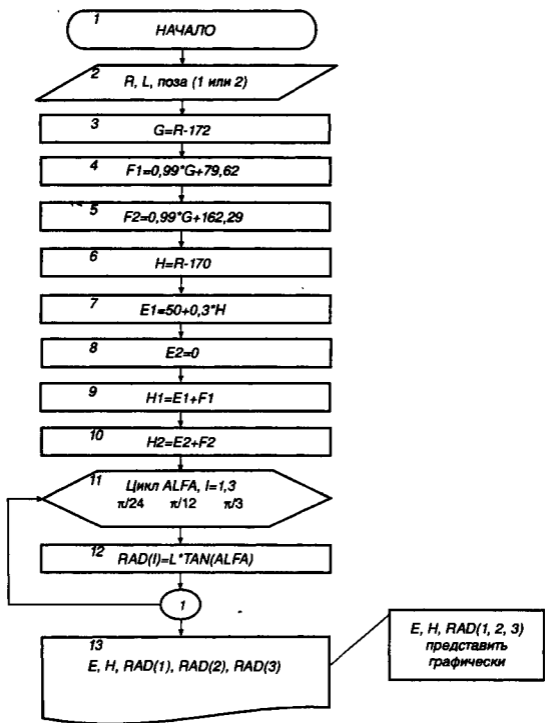


Рис. 3.29. Логическая схема задачи «зоны зрения»

Расчет зон зрения оператора

- Исходные данные
 Рост оператора, см 180
 Расстояние от глаз до экрана, см 80
 Рабочая поза сидя

> (Расчет) < (Печать) < (Выход)

- Результаты расчета
 Радиус зон зрения, см
 R1: 53
 R2: 82
 R3: 100

Высота расположения глаз оператора, H, см 140
 Высота сиденья, E, см 55

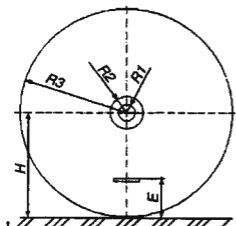


Рис. 3.30. Пример распечатки программы «зоны зрения»

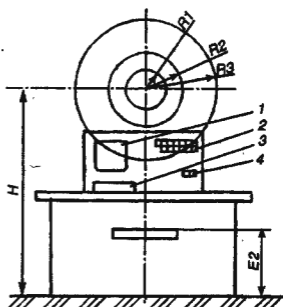


Рис. 3.31. Схема графического расчета зон расположения элементов рабочего места

На рис. 3.27, 3.28, 3.31 цифрами (позициями) обозначены подлежащие эргономическому анализу или учету предметы труда оператора, буквенные обозначения соответствуют буквенным обозначениям в логических схемах соответствующих задач.

Допустимые физические нагрузки и временные характеристики рабочих движений приведены в табл. 3.9 и 3.10.

3.9. Допустимые физические нагрузки [30]

| Характер движения | Допускаемые усилия, кгс | |
|--|-------------------------|-------------|
| | Поза «сидя» | Поза «стоя» |
| Давление (от себя) в горизонтальной плоскости перед корпусом | 10...14 | 18 |
| Тяга (на себя) в горизонтальной плоскости перед корпусом | 10...14 | 18 |
| Подъем (вверх) в вертикальной плоскости сбоку | 10 | 14 |
| Опускание (вниз) в вертикальной плоскости сбоку | 10 | 14 |
| Давление сбоку | 7 | 10 |
| Тяга сбоку | 7 | 10 |

3.10. Временные характеристики рабочих движений [30]

| Характер движения | Максимальная частота в минуту | Минимально необходимое время, с |
|--|-------------------------------|---------------------------------|
| Движение кистью руки | 180 | 0,33 |
| Движение пальцами рук | 360 | 0,17 |
| Нажатие рукой | 80 | 0,72 |
| Сгибание и разгибание рук | 80 | 0,72 |
| Сгибание и разгибание ног | 45 | 1,33 |
| Нажатие ногой на педаль | 80 | 0,72 |
| Повороты, сгибания и другие движения корпусом | 30 | 2,00 |
| Ходьба (при длине шага 0,85 м в рабочем ритме) | 40...80 | 1,40...1,70 |

* Более подробные сведения см. в 1.8.

Рекомендуемые размеры рабочих площадок, применяемых при обслуживании крупногабаритного оборудования, представлены на рис. 3.32.

Кроме этих и других психофизиологических данных, при эргономическом проектировании требуются данные по другим разделам эргономики, обозначенным выше. Например, обеспечение благоприятного *психологического климата* потребует не только учета типа нервной системы, особенностей характера и мотивации человека и других его личностных характеристик, но и показателей напряженности и монотонности труда. В частности, еще в семидесятые годы установлено [33], что физиологически и психологически оправдана такая повторяе-

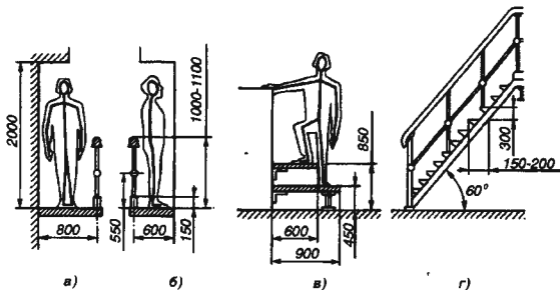


Рис. 3.32. Рабочие площадки на полиграфическом оборудовании:

а, б — рабочие площадки с ограждениями, в — открытая площадка со ступенькой, г — лестница

мость трудовых операций, которая не превышает 180 раз в час. Повторяемость от 191 до 300 раз в час рассматривается уже как повышенная, от 301 до 600 — как большая и свыше 600 раз в час — как особо большая. Избыточная повторяемость однородных производственных операций (монотонность) ведет к развитию торможения в центральной нервной системе человека, замедлению рабочих движений, повышенной утомляемости, снижению производительности труда.

В то же время установлено [48], что человеческий фактор часто становится определяющим при возникновении аварий в технических системах. Неблагоприятные психологические качества человека становятся на отдельных производствах причиной 40% несчастных случаев.

Под *эстетизацией производственной среды* — еще одним важным резервом оптимизации условий труда — понимается [34] деятельность, направленная на эстетическое преобразование рабочих мест, цехов или участков, вспомогательных помещений и территории предприятия. Цель эстетизации производства — удовлетворение духовных потребностей работающих и развитие эстетического отношения к процессу труда и его результатам.

Эстетические, художественно-конструкторские методы, направленные на создание гармонически целостной, композиционно отработанной формы, тесно переплетаются с задачами повышения уровня функциональности оборудования, улучшения удобств обслуживания, создания благоприятных санитарно-гигиенических условий. Средства, используемые для формирования производственной среды, определяются конкретно-практическими задачами, но во всех случаях необходимым условием является комплексность решения вопросов, связанных с ее эстетическим преобразованием: создание оптимального освещения, цветовое решение, элементы декора, озеленение, рекламные средства, малые архитектурные формы и другие средства современного дизайна и архитектуры.

Подробно вопросы эстетизации производственной среды изложены в [35] и другой специальной литературе по технической эстетике.

3.6. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМФОРТНЫХ И БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ВДТ И ПЭВМ

Трудовая деятельность операторов технологических процессов, техников, инженеров теперь все чаще бывает связана с использованием видеотерминалов (ВДТ) и персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ): приемом и вводом информации; наблюдением и корректировкой решаемых по готовым программам задач; раз-

работкой и отладкой программ; ведением расчетов и т.д. Работа с ВДТ и ПЭВМ относится к категории работ, связанных с вредными и опасными условиями труда [36]. Диалог с ВДТ или ПЭВМ, а также выполнение профилактических и ремонтных работ могут сопровождаться действием таких негативных факторов, как повышенные уровни электромагнитного, рентгеновского, ультрафиолетового, инфракрасного излучений; повышенный уровень статического электричества; повышенное содержание положительных и отрицательных аэроионов в воздухе рабочей зоны; неравномерность распределения яркости в поле зрения и др. В то же время, работа оператора с ПЭВМ и ВДТ сопровождается повышенной нервно-эмоциональной напряженностью, монотонностью, наличием длительных статических нагрузок, а рабочее место, как показывает практика, часто бывает организовано нераационально (стихийно).

Например, типичными являются такие организационные недостатки, как использование старых, тесных (загроможденных шкафами, сейфами и другой мебелью) — помещений; плохая организация освещения; неудобная расстановка оборудования; использование обычной рабочей мебели (подставок под компьютеры и сидений) вместо регламентированной гигиеническими нормами; отсутствие технической документации (сведений) о целом ряде гигиенических характеристик применяемых ВДТ и мониторов; даже отсутствие инструкций по охране труда и др.

В то же время, сейчас вступили в действие «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы», СанПиН 2.2.2.542—96, утвержденные Постановлением Госкомсанэпиднадзора России № 14 от 14.06.1996 г. и имеющие силу обязательного нормативного акта по охране труда на территории России с момента утверждения.

Нормативные требования СанПиН 2.2.2.542—96 при организации или аттестации рабочих мест пользователей ВДТ и ПЭВМ должны быть, как минимум, дополнены требованиями: ГОСТ 12.2.006—87 «ССБТ. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Требования безопасности», ГОСТ 12.2.032—78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»; ГОСТ 12.2.007.0—75* «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

Чтобы эффективно воспользоваться указанными нормативными актами и оптимально организовать рабочее место пользователя ВДТ и ПЭВМ, можно воспользоваться такой методикой:

- изучение особенностей производственного подразделения, использующего ВДТ или ПЭВМ (кадровый состав подразделения, служебные обязанности персонала, распределение обязанностей);
- вычерчивание планировки помещения с компоновкой и перечнем оборудования (или получение соответствующей технической документации);

- получение оценки (на основании опроса персонала подразделения) условий труда в подразделении, в том числе и оценки психологического климата (благоприятный, весьма благоприятный, неблагоприятный) и негативных психологических явлений;
- ознакомление с требованиями СанПиН 2.2.2.542—96 и другой нормативно-технической документации;
- проведение аттестации условий труда в подразделении с заполнением протокола аттестации (пример заполненного протокола аттестации см. в табл. 3.9) [12].

Протокол аттестации травмоопасности производственного оборудования рабочего места №5 программиста АСУ _____

наименование предприятия

1. Перечень оборудования:

— персональный компьютер COMPAQ DESKPRO 2000 — 4 единицы.

2. Используемые нормативные документы (НТД):

ГОСТ 12.2.006—83 ССБТ. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Требования безопасности.

ГОСТ 12.2.003—91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

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

ГОСТ 12.0.004—90 ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие требования.

СанПиН 2.2.2.542—96 Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

Правила эксплуатации электроустановок потребителей, изд. 5-е, Энергоатомиздат. 1992 г.

«Положение о порядке разработки и утверждения правил и инструкций по охране труда» (приложение к Постановлению МИНТРУДА РФ от 1.07.93 г., № 129).

Методические указания по разработке правил и инструкций по охране труда (Приложение к постановлению МИНТРУДА РФ от 1.07.93 г., №129).

Результаты аттестации

| № п/п | Наименование требований безопасности | Фактическое выполнение требований | | Необходимые мероприятия и рекомендации |
|---|---|--|----------------------------------|--|
| | | Наличие | Эффективность (соответствие НТД) | |
| Раздел I. Требования безопасности к оборудованию | | | | |
| 11 | Размеры рабочего места (помещения) и размещение его элементов должны обеспечивать выполнение рабочих операций в удобных рабочих позах и не затруднять движений работающего. Площадь на одно рабочее место — не менее 6 м ² , объем — 20 м ³ | Указанное требование, в основном, соблюдается. Площадь и объем помещения соответствуют требованиям НТД | Соответствует | |

| № п/п | Наименование требований безопасности | Фактическое выполнение требований | | Необходимые мероприятия и рекомендации |
|-------|---|---|----------------------------------|--|
| | | Наличие | Эффективность (соответствие НТД) | |
| 1.2 | Гигиенические характеристики помещения должны соответствовать требованиям СанПиН 2.2.2.542—96 (температура воздуха от 18 до 22°; относительная влажность от 62 до 31%; скорость движения воздуха не более 0,1 м/с; число ионов в 1см ³ воздуха — от 400 до 50 000; уровень шума: для ИТР — до 65 дБА, для помещений, где находятся принтеры — до 75 дБА; освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа — 300—500 ЛК светильниками серии ЛПО36; коэффициент естественной освещенности — не ниже 1,2 % через светопроемы, ориентированные преимущественно на север и северо-восток и расположенные сбоку, преимущественно слева; яркость бликов на экране — не более 40 кд/м ² ; яркость светящихся поверхностей (окна, светильники), находящихся в поле зрения, — не более 200 кд/м ²). | Гигиенические характеристики помещения, кроме освещенности, соответствуют требованиям НТД | Соответствует не полностью | |
| 1.3 | Пол помещения должен быть ровный, антистатический. Отделка помещения полимерными материалами должна производиться только с разрешения ГОССАНЭПИДНАДЗОРА | Требование соблюдается | Соответствует | |
| 1.4 | Ремонт ВДТ и ПЭВМ непосредственно в рабочих помещениях запрещен | Требование соблюдается | Соответствует | |
| 1.5 | В помещении должны быть медицинская аптечка и углекислотный огнетушитель | Требование соблюдается | Соответствует | |
| 1.6 | При отсутствии в техдокументации на ВДТ данных об оптимальных и допустимых значениях эргономических параметров эксплуатация ВДТ не допускается. Приэкранные фильтры (или специальные экраны) должны иметь гигиенический сертификат | В технической документации гарантируется соответствие эргономических параметров международным стандартам. Гигиенического сертификата на фильтр не имеется | Соответствует не полностью | |

| № п/п | Наименование требований безопасности | Фактическое выполнение требований | | Необходимые мероприятия и рекомендации |
|-------|--|---|----------------------------------|--|
| | | Наличие | Эффективность (соответствие НТД) | |
| 1.7 | На расстоянии 5 см от экрана и корпуса при любом положении регулировочных устройств доза рентгеновского излучения не должна превышать 100 мкР/ч | То же | Соответствует полностью | |
| 1.8 | Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см от ВДТ не должна превышать: — электрическая составляющая — 10 В/м, — магнитная составляющая — 0,3 А/м; — напряженность электростатического поля — не более 20 кВ/м | » | » | |
| 1.9 | Расстояние между боковыми поверхностями мониторов — не менее 1,2 м | Требование соблюдается | Соответствует | |
| 1.10 | Экран ВДТ должен находиться от глаз на расстоянии 600—700 мм, но не ближе 500 мм | То же | То же | |
| 1.11 | Эргономические характеристики ПЭВМ и ВДТ и рабочего места должны соответствовать требованиям СанПиН 2.2.2.542—96. Конструкция ВДТ должна обеспечивать поворот его корпуса на 30° в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении. Корпус должен быть окрашен в мягкие тона и иметь матовую поверхность без блестящих деталей. Органы управления на лицевой панели должны закрываться крышкой или быть утепленными в корпусе. Высота рабочего стола должна регулироваться от 680 до 800 мм. Если она не регулируется, то должна быть 725 мм. Пространство для ног должно быть: высотой не менее 600 мм, шириной не менее 500 мм, глубиной не менее 450 мм, а на уровне вытянутых ног — не менее 650 мм | Требования п.1.11 эргономические характеристики соответствуют | Соответствует | |
| 1.12 | В конструкции аппаратуры должна быть предусмотрена защита от поражения электрическим током, воздействия высокой температуры, воспламенения, прикосновения к движущимся частям рентгеновского излучения, последствия взрыва комплекса и механической неустойчивости | Требование соблюдается | Соответствует | |

| № п/п | Наименование требований безопасности | Фактическое выполнение требований | | Необходимые мероприятия и рекомендации |
|-------|---|-----------------------------------|----------------------------------|--|
| | | Наличие | Эффективность (соответствие НТД) | |
| 1.13 | Надписи и знаки на аппарате должны быть четкими, разборчивыми и соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.006—87* (допускаются надписи на иностранном языке) | Требование соблюдается | Соответствует | |
| 1.14 | Стеклоклянные поверхности кинескопа и защитное стекло не должны соприкасаться с металлическими деталями, кроме элементов заземления. Защитное стекло, съемное или соединенное с кинескопом, должно сниматься только с помощью инструмента | То же | То же | |
| 1.15 | Шнур питания должен быть многожильным и не должен иметь узлов. Сечение проводников шнура должно быть рассчитано по потребляемой мощности | То же | То же | |
| 1.16 | Доступные части аппаратуры и части, которые становятся доступными после снятия защитных крышек без применения инструментов, не должны находиться под опасным напряжением | Требование соблюдается | Соответствует | |
| 1.17 | Конструкцией аппаратуры должна обеспечиваться недоступность частей, находящихся под опасным напряжением при замене встроенных источников питания, при замене главных предохранителей | То же | То же | |
| 1.18 | Оси (рычаги и т.п.) элементов управления, находящиеся под опасным напряжением, не должны создавать опасность поражения электрическим током | Требование соблюдается | Соответствует | |
| 1.19 | Элементы управления аппаратуры, снятие которых делает доступными части, находящиеся под опасным напряжением, должны быть прочно закреплены на осях | То же | То же | |

| № п/п | Наименование требований безопасности | Фактическое выполнение требований | | Необходимые мероприятия и рекомендации |
|---|---|---|----------------------------------|--|
| | | Наличие | Эффективность (соответствие НТД) | |
| 1.20 | Наружные гибкие шнуры, находящиеся под опасным напряжением, должны так подсоединяться к аппаратуре, устройству дистанционного управления и штепсельным разъемам, чтобы они были предохранены от повреждения электроизоляционного материала и скручивания в месте ввода, от напряжения в местах закрепления проводников, а также смещения внутри аппаратуры и штепсельного разъема | Указанное требование соблюдается не полностью, подвод шнуров выполнен неаккуратно | Соответствует не полностью | |
| 1.21 | При наличии неисправностей в аппаратуре доступные части (детали) не должны находиться под опасным напряжением | Указанное требование соблюдено | Соответствует | |
| 1.22 | Запрещается использование ВДТ и ПЭВМ в производственных условиях, учебных процессах и в быту без: — гигиенической оценки их безопасности; — согласования документации с органами ГОССАНЭПИДНАДЗОРА; — получения гигиенического сертификата | ПЭВМ и ВДТ не проходили согласование с органами ГОССАНЭПИДНАДЗОРА | Не соответствует | |
| Раздел 2. Требования безопасности к инструментам и приспособлениям | | | | |
| 2.1. | Оконные проемы должны иметь регулирующие устройства (жалюзи, занавески) | Занавески имеются | Соответствует | |
| 2.2. | Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сидений и спинки, а также по расстоянию спинки от переднего края сидения, с надежной фиксацией положений. Поверхность элементов стула должна быть полумягкой, с нескользящим, незлектризующим, воздухопроницаемым покрытием | Указанное требование не выполняется. Применяются обычные стулья | Не соответствует | |
| 2.3. | Должна быть предусмотрена подставка для ног работающего шириной не менее 300 мм с регулировкой угла наклона | Подставка не применяется | Не соответствует | |
| 2.4. | Рабочее место с ВДТ должно иметь легко перемещаемые подпитры для документов | Подпитры не требуются | — | |

Продолжение табл.

| № п/п | Наименование требований безопасности | Фактическое выполнение требований | | Необходимые мероприятия и рекомендации |
|--|---|---------------------------------------|----------------------------------|--|
| | | Наличие | Эффективность (соответствие НТД) | |
| Раздел 3. Требования к инструктажу и обучению по охране труда | | | | |
| 3.1. | Обучение и инструктаж персонала, разработка инструкций по охране труда должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.0.004—90 | Инструкции по охране труда не имеются | Не соответствует | |
| 3.2. | Сроки утверждения инструкций не должны быть нарушены | | Не соответствует | |
| 3.3. | В инструкции должны быть отражены безопасные приемы, порядок допуска к работе, перечислены опасные и вредные производственные факторы | | Не соответствует | |

ВЫВОДЫ: не соответствуют требованиям НТД
 по РАЗДЕЛУ 1: п.п. 1.2.; 1.6.; 1.7.; 1.8.; 1.20.; 1.22
 по РАЗДЕЛУ 2: п.п. 2.2.; 2.3
 по РАЗДЕЛУ 3: п.п. 3.1; 3.2.; 3.3
 по видам оборудования:
 — персональный компьютер COMPAQ DESKPR02000
 п.п. 1.6; 1.7.; 1.8.; 1.20; 1.22

Аттестацию провели:

- разработка конкретных рекомендаций и мероприятий по обеспечению комфортных и безопасных условий труда в подразделении с вычерчиванием рекомендуемой планировки оборудования;
- выполнение расчетов по прогнозированию эффективности предложенных мероприятий (см. 1.8).

Необходимую помощь при организации рабочих мест пользователей ВДТ и ПЭВМ может оказать «Типовая инструкция по охране труда для операторов и пользователей персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ) и работников, занятых эксплуатацией ПЭВМ и видеодисплейных терминалов (ВДТ)», разработанная специалистами Государственной инспекции труда по Московской области [36].

Типовая инструкция

по охране труда для операторов и пользователей персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ) и работников, занятых эксплуатацией ПЭВМ и видеодисплейных терминалов (ВДТ)

ТОИ Р 01-00-01-96

1. Общие положения

1.1. Настоящая типовая инструкция разработана для работников, занятых эксплуатацией ПЭВМ и ВДТ, работа которых связана с приемом и вводом информации, наблюдением и корректировкой решаемых задач по готовым программам; программистов, занятых на ПЭВМ и ВДТ разработкой, проверкой, отладкой программ; инженеров и техников ЭВМ и ПЭВМ, выполняющих профилактические и ремонтные работы, устанавливающих причины сбоев, работающих со схемами и другой технической документацией; пользователей ПЭВМ и ВДТ, совмещающих работу оператора с основной работой и занятыми работой с ПЭВМ не менее половины своего рабочего времени.

1.2. Работа оператора ПЭВМ относится к категории работ, связанных с опасными и вредными условиями труда. В процессе труда на оператора оказывают действие следующие опасные и вредные производственные факторы.

Физические:

- повышенные уровни электромагнитного излучения,
- повышенные уровни рентгеновского излучения,
- повышенные уровни ультрафиолетового излучения,
- повышенный уровень инфракрасного излучения,
- повышенный уровень статического электричества,
- повышенные уровни запыленности воздуха рабочей зоны,
- повышенное содержание положительных аэроионов в воздухе рабочей зоны,
- пониженное содержание отрицательных аэроионов в воздухе рабочей зоны,
- пониженная или повышенная влажность воздуха рабочей зоны,
- пониженная или повышенная подвижность воздуха рабочей зоны,
- повышенный уровень шума,
- повышенный или пониженный уровень освещенности,
- повышенный уровень прямой блескости,
- повышенный уровень отраженной блескости,
- повышенный уровень ослепленности,
- неравномерность распределения яркости в поле зрения,
- повышенная яркость светового изображения,
- повышенный уровень пульсации светового потока,
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

Химические:

- повышенное содержание в воздухе рабочей зоны двуокиси углерода, озона, аммиака, фенола, формальдегида и полихлорированных бифенилов.

Психофизические:

- напряжение зрения,
- напряжение внимания,
- интеллектуальные нагрузки,
- эмоциональные нагрузки,
- длительные статические нагрузки,
- монотонность труда,

- большой объем информации, обрабатываемой в единицу времени,
- нерациональная организация рабочего места.

Биологические:

- повышенное содержание в воздухе рабочей зоны микроорганизмов.

1.3. К работе оператором, программистом, инженером и техником ПЭВМ допускаются лица, а также пользователем ПЭВМ и ВДТ:

- не моложе 18 лет, прошедшие обязательный при приеме на работу и ежегодные медицинские освидетельствования на предмет пригодности для работы на ЭВМ, ПЭВМ и ВДТ в соответствии с требованиями приказа Минздрава РФ № 90 совместно с Госкомсанэпиднадзором РФ № 980/88;
- прошедшие вводный инструктаж по охране труда;
- прошедшие обучение безопасным приемам и методам труда по программе, утвержденной руководителем предприятия (работодателем), разработанной на основе Типовой программы, и прошедшие проверку знаний, в том числе по электробезопасности с присвоением 1-й квалификационной группы по электробезопасности;
- прошедшие курс обучения принципам работы с вычислительной техникой, специальное обучение по работе на персональном компьютере с использованием конкретного программного обеспечения;
- инструктаж по охране труда на конкретном рабочем месте по данной инструкции.

1.4. На основании требований п. 10.3 Санитарных правил и норм «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы» СанПиН 2.2.2.542—96, утвержденных постановлением Госкомсанэпиднадзора России № 14 от 14 июля 1996 г. «женщины со времени установления беременности и в период кормления ребенка грудью к выполнению всех видов работ, связанных с использованием ВДТ и ПЭВМ, не допускаются».

1.5. Средствами индивидуальной защиты оператора являются:

- белый х/б халат с антистатической пропиткой; экранный защитный фильтр класса «полная защита»; специальные спектральные очки.

2. Требования безопасности перед началом работы

2.1. Перед началом работы оператор обязан:

- вымыть лицо и руки с мылом и одеть белый х/б халат,
- осмотреть и привести в порядок рабочее место,
- отрегулировать освещенность на рабочем месте, убедиться в достаточности освещенности, отсутствии отражений на экране, отсутствии встречного светового потока,
- проверить правильность подключения оборудования в электросеть,
- убедиться в наличии защитного заземления и подключения экранного проводника к корпусу процессора,
- протереть специальной салфеткой поверхность экрана и защитного фильтра,
- убедиться в отсутствии дискет в дисководах процессора персонального компьютера,
- проверить правильность установки стола, стула, подставки для ног, люпитра, положения оборудования, угла наклона экрана, положение клавиатуры и, при необходимости, произвести регулировку рабочего стола и кресла, а также расположение элементов компьютера в соответствии с требованиями эргономики и в целях исключения неудобных поз и длительных напряжений тела.

2.2. При включении компьютера оператор обязан соблюдать следующую последовательность включения оборудования:

- включить блок питания,
- включить периферийные устройства (принтер, монитор, сканер и др.),
- включить системный блок (процессор).

2.3. Оператору запрещается приступать к работе при:

- отсутствии информации о результатах аттестации условий труда на данном рабочем месте или при наличии информации о несоответствии параметров данного оборудования требованиям санитарных норм,
- отсутствии на ВДТ гигиенического сертификата, включающего оценку визуальных параметров,
- отсутствии защитного экранного фильтра класса «полная защита»,
- отключенном заземляющем проводнике защитного фильтра,
- обнаружении неисправности оборудования,
- отсутствии защитного заземления устройств ПЭВМ и ВДТ,
- отсутствии углекислотного или порошкового огнетушителя и аптечки первой помощи,
- нарушении гигиенических норм размещения ВДТ (при однорядном расположении менее 1 м от стен, при расположении рабочих мест в колонну на расстоянии менее 1,5 м, при размещении на площади менее 6 кв. м на одно рабочее место, при рядном размещении дисплеев экранами друг к другу).

3. Требования безопасности во время работы

3.1. Оператор во время работы обязан:

- выполнять только ту работу, которая ему была поручена и по которой он был проинструктирован,
- в течение всего рабочего дня содержать в порядке и чистоте рабочее место,
- держать открытыми все вентиляционные отверстия устройств,
- внешнее устройство «мышь» применять только при наличии специального коврика,
- при необходимости прекращения работы на некоторое время корректно закрыть все активные задачи,
- отключать питание только в том случае, если оператор во время перерыва в работе на компьютере вынужден находиться в непосредственной близости от видеотерминала (менее 9 м), в противном случае питание разрешается не отключать,
- выполнять санитарные нормы и соблюдать режимы работы и отдыха,
- соблюдать правила эксплуатации вычислительной техники в соответствии с инструкциями по эксплуатации,
- при работе с текстовой информацией выбирать наиболее физиологичный режим представления черных символов на белом фоне,
- соблюдать установленные режимом рабочего времени регламентированные перерывы в работе и выполнять в физкультурпаузах и физкультминутках рекомендованные упражнения для глаз, шеи, рук, туловища, ног,
- соблюдать расстояние от глаз до экрана в пределах 60—80 см.

3.2. Оператору во время работы запрещается: касаться одновременно экрана монитора и клавиатуры; прикасаться к задней панели системного блока (процессора) при включенном питании; переключать разъемы интерфейсных кабелей периферийных

устройств при включенном питании; загромождать верхние панели устройств бумагами и посторонними предметами; допускать захламленность рабочего места бумагой в целях недопущения накопления органической пыли; производить отключение питания во время выполнения активной задачи; производить частые переключения питания; допускать попадание влаги на поверхность системного блока (процессора), монитора, рабочую поверхность клавиатуры, дисководов, принтеров и других устройств; включать сильно охлажденное (принесенное с улицы в зимнее время) оборудование; производить самостоятельное вскрытие и ремонт оборудования; превышать величину количества обрабатываемых символов свыше 30 000 за 4 ч работы.

4. Требования безопасности в аварийных ситуациях

4.1. Оператор обязан:

- во всех случаях обнаружения обрыва проводов питания, неисправности заземления и других повреждений электрооборудования, появления запаха гари немедленно отключить питание и сообщить об аварийной ситуации руководителю и дежурному электрику,
- при обнаружении человека, попавшего под напряжение, немедленно освободить его от действия тока путем отключения электропитания и до прибытия врача оказать потерпевшему первую медицинскую помощь,
- при любых случаях обоя в работе технического оборудования или программного обеспечения немедленно вызвать представителя инженерно-технической службы эксплуатации вычислительной техники,
- в случае появления рези в глазах, резком ухудшении видимости (невозможности сфокусировать взгляд или навести его на резкость), появлении боли в пальцах и кистях рук, усилении сердцебиения немедленно покинуть рабочее место, сообщить о происшедшем руководителю работ и обратиться к врачу,
- при возгорании оборудования отключить питание и принять меры к тушению очага пожара при помощи углекислотного или порошкового огнетушителя, вызвать пожарную команду и сообщить о происшествии руководителю работ.

5. Требования безопасности после окончания работы

5.1. По окончании работ оператор обязан соблюдать следующую последовательность выключения вычислительной техники:

- произвести закрытие всех активных задач,
- выполнить парковку считывающей головки жесткого диска (если не предусмотрена автоматическая парковка головки),
- убедиться, что в дисководах нет дискетов,
- выключить питание системного блока (процессора),
- выключить питание всех периферийных устройств,
- отключить блок питания.

5.2. По окончании работ оператор обязан осмотреть и привести в порядок рабочее место, повесить халат в шкаф и вымыть с мылом руки и лицо.

4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

4.1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ И ИХ ПРИЧИНЫ

Окружающая среда (среда обитания человека) характеризуется [37,38] совокупностью физических, химических и биологических факторов, способных при определенных условиях оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на деятельность и здоровье человека.

Вопросами развития окружающей среды занимается экология — наука о взаимоотношении живых организмов и среды их обитания. Рациональное решение экологических проблем возможно лишь при оптимальном взаимодействии природы и общества, обеспечивающем, с одной стороны, дальнейшее развитие общества, с другой — сохранение и поддержание восстановительных сил в природе, что достижимо лишь при проведении широкого комплекса практических мероприятий и научных исследований по охране окружающей среды.

Наше время характеризуется интенсивным ростом населения планеты, бурным развитием урбанизации, промышленности, транспорта, энергетики, индустриализации и химизации сельского хозяйства. Повсеместно отмечается усиление антропогенного, т.е. производимого людьми, воздействия на окружающую среду, негативные последствия которого приобрели глобальный характер. Как следствие такого воздействия, наблюдается недопустимо высокая степень загрязнения воздуха и воды. В нашей стране отдельные регионы объявлены зоной экологического бедствия, вызванного, в частности, распространением радиоактивного загрязнения. В России состоит на учете около 3 млн.

человек, подвергшихся радиации вследствие аварии на Чернобыльской АЭС и испытаний ядерного оружия в Семипалатинске. В 84-х городах и промышленных центрах России неоднократно, а иногда и систематически, регистрировались уровни загрязнения воздуха выше 10 предельно допустимых концентраций (ПДК). Это приводит к увеличению количества людей, болеющих хроническим бронхитом, астмой, аллергией, ишемией, раком.

Атмосфера загрязняется выбросами, содержащими оксиды серы, азота, углерода, углеводороды, частицы пыли. В водоемы и реки попадают нефть и отходы нефтепродуктов, вещества органического и минерального происхождения; в почвенный покров — шлаки, зола, промышленные отходы, кислоты, соединения тяжелых металлов и др.

Неблагоприятное влияние на жизнедеятельность человека оказывают шум, вибрации, инфразвук, а также воздействия электромагнитных полей и различных излучений (ультрафиолетовых, инфракрасных, световых, ионизирующих).

Наиболее уязвимые составляющие окружающей среды, без которых невозможно существование человека и которым наносится наибольший ущерб промышленностью, — воздушная и водная среды, а также почва.

Воздушная среда (атмосфера) может быть наружной, в которой человек проводит 10—15 % времени; внутренней производственной, в которой человек проводит примерно треть своего времени; внутренней жилой, в которой люди пребывают до 60—70 % времени.

У поверхности земли наружный воздух содержит по объему (%): азота — 78,08; кислорода — 20,95; инертных газов — 0,94; диоксида углерода — 0,03. На высоте 5 км содержание кислорода остается тем же, содержание азота увеличивается до 78,89 %. У поверхности земли воздух имеет различные примеси, в частности, в городах — более 40 ингредиентов, чуждых природной воздушной среде. Внутренний воздух в жилищах и конторских помещениях отличается, как правило, повышенным содержанием диоксида углерода (CO_2). Внутренний воздух производственных помещений содержит примеси, характер которых определяется технологией производства.

Водная среда включает поверхностные и подземные воды. Поверхностные воды, в основном, сосредоточены в Мировом океане — 94 % всей воды на Земле; площадь поверхности океана (акватория) составляет 361 млн. км², и примерно в 2,4 раза больше площади суши. Подземные воды (4,1% гидросферы) могут быть солеными, солоноватыми и пресными.

Для производственной деятельности человечества и его хозяйственно-бытовых нужд требуется пресная вода, количество которой со-

ставляет 2,7 % общего объема воды на Земле, причем всего 0,36 % ее имеется в легкодоступных для добывания местах. Большая часть пресной воды содержится в снегах и пресноводных айсбергах в районах Северного и в основном Южного полярного круга.

При отсутствии пресной воды используют соленую поверхностную или подземную воду, производя ее опреснение или *гиперфильтрацию*: пропускают под большим перепадом давлений через полимерные мембраны с микроскопическими отверстиями, задерживающими молекулы соли.

Почва — верхний слой литосферы (земной коры) — занимает особое место среди всех природных богатств: дает продукты питания, корм для скота, волокно для одежды, лесоматериалы и т.д. Толщина почвы составляет в среднем 16—20 см, в некоторых районах суши (ледники, скалы, вулканические извержения) она вообще отсутствует, а в некоторых достигает 1,5—2 м. Под совокупным воздействием климата, растительности, жизнедеятельности организмов, изменений рельефа в почве непрерывно происходят процессы созидания и разрушения. Подсчитано, что создание растительного слоя толщиной 2—3 см происходит при благоприятных условиях за 200—1000 лет.

Главный фактор, характеризующий качество почвы, — плодородие. Его ухудшение возможно в результате действия процессов как природного, так и антропогенного происхождения: водная или ветровая эрозия; засоление; заболачивание; загрязнение почвы промышленными и бытовыми отходами; загрязнение в результате чрезмерно или непрерывно вносимых удобрений и ядохимикатов.

В результате хозяйственной деятельности человека наиболее сильному воздействию вредных веществ подвергается *воздушная среда*. Воздух загрязняется различными газами (наиболее распространены оксид углерода, диоксид серы, диоксид и оксид азота), парами углеводородов, кислот, металлов (например, ртути) и разнообразными пылями, имеющими органическое и неорганическое происхождение¹.

Содержание вредных веществ в воздухе определяется их концентрацией, выражаемой в миллиграммах на м³ воздуха (мг/м³).

Максимальная концентрация вредных веществ, не оказывающая вредного влияния на здоровье человека, называется *предельно-допустимой* концентрацией (ПДК), мг/м³. Определяют ее врачи-гигиенисты на основании данных экспериментальных исследований над подопытными животными и наблюдений за состоянием здоровья людей, находящихся под воздействием вредных веществ.

¹ Только 15% городского населения России проживает сейчас на территориях с уровнем загрязнения атмосферы, не превышающим принятых нормативов [1].

ПДК вредных веществ, загрязняющих внутреннюю воздушную среду, установлены ГОСТ 12.1.005—88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (содержат нормы ПДК более чем для 1300 различных вредных веществ). Для атмосферного воздуха населенных пунктов нормируется разовая и среднесуточная ПДК (там же).

Например, ПДК для оксида углерода (СО) в воздухе рабочей зоны составляет 20 мг/м³, в атмосферном воздухе — 3 мг/м³ (разовая).

Другие сведения о классификации и нормировании вредных веществ, загрязняющих воздушную среду см. в 3.1.

Опасность воздействия на человека загрязняющих воздух вредных веществ заключается в том, что человек сразу может не ощущать их влияния. Примером является упомянутый выше оксид углерода (угарный газ) — газ без цвета, вкуса и запаха, высокая концентрация которого вызывает тяжелые последствия вплоть до остановки сердца. Другой пример — пары ртути, вдыхая которые человек тоже непосредственно не ощущает их пагубного действия — накопления в органах, в частности, в печени. Тяжелое заболевание здесь наступает, как правило, после более или менее длительного воздействия при ослаблении организма в результате легкого заболевания типа насморка.

К наиболее распространенным газам, загрязняющим воздушную среду, относят оксид углерода (СО), оксиды азота (NO; N₂O₃; NO₂; N₂O₅) и сернистый ангидрид (SO₂).

Водная среда является вторым объектом массированного загрязнения сточными, дождевыми и талыми водами, несущими значительную массу веществ органического и минерального происхождения.

Содержание вредных веществ в воде определяется их концентрацией, измеряемой количеством миллиграммов в 1 л воды (мг/л). Максимальная концентрация вредных веществ в воде называется *предельно-допустимой концентрацией* (ПДК), мг/л. Она может быть разной в зависимости от назначения водоемов: водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения и водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей.

Например, для водоемов первого типа ПДК на бензол — 0,5 мг/л, ДДТ — 0,1 мг/л, ртуть — 0,0005 мг/л, свинец — 0,003 мг/л. Для бассейнов второго типа: аммиак — 0,05 мг/л, бензол — 0,5 мг/л, свинец — 0,1 мг/л, сероуглерод — 1 мг/л, нефтепродукты — 0,05 мг/л, скипидар — 0,2 мг/л.

Миграция веществ в почве несколько отличается от переноса в воздухе и воде, так как она осуществляется в основном в результате *диффузии* (распространение вещества в направлении убытия его концентрации, обусловленное тепловым движением ионов, атомов, молекул, а также более крупных частиц) или же путем *массопереноса*. Для почвы

также установлены ПДК вредных веществ, мг/кг: ДДТ — 0,1; ртуть — 2,1; свинец — 30; никель — 4,0 и т.д.

При поступлении вредных веществ в окружающую среду они могут разрушаться фотохимически, окисляться, восстанавливаться или гидролизироваться. При поступлении в растительные и животные организмы вещества могут накапливаться (биоаккумулироваться) и переходить по цепи питания. Так, вредные вещества, загрязняющие воздушную среду, переносятся в водную среду, причем часто с изменением своего состояния. Характерным примером этого являются кислотные дожди, образующиеся из сернистого ангидрида и оксидов азота, которые загрязняют воздух в основном вследствие сгорания органического топлива.

Многие вредные вещества, загрязняющие воздух и воду, усваиваются растениями через крону и корневую систему и приводят их к гибели или дегенерации (замедленному росту, уменьшению размеров листьев и т.п.). Это, например, можно видеть на деревьях около алюминиевых заводов вследствие действия на них газов с примесью соединений фтора, выходящих в атмосферу из фонарей в цехах электролиза алюминия.

Загрязняя воду и воздух, фтор, попав в растения, которые поедаются животными, по цепи питания с молоком и мясом переходит в пищу человека. В результате не только у животных, но и у человека наблюдается размягчение костей. Однако, полное отсутствие в питании человека фтора вызывает карнес зубов, поэтому водопроводную воду фторируют.

Еще одним примером перехода вредных веществ по цепи питания может служить движение ртути, которая в воде усваивается бактериями, попадает с ними в корм рыбе, а с рыбой — в пищу человека.

Массированное неблагоприятное воздействие на окружающую среду, вызываемое урбанизацией и развитием промышленности, оказывает шум. Кроме слышимого звука (частоты 63 — 3000 Гц), существуют инфразвук, ультразвук и гиперзвук с частотой колебаний соответственно до 16 Гц, от 20 кГц до 1 ГГц и более 1 ГГц (см. 3.3).

В связи с открытием реальной возможности получения атомной энергии (1930—1940) окружающая среда стала подвергаться радиоактивному и ионизирующему излучению в дозах, превышающих допустимую естественную радиоактивность и оказывающих вредное воздействие на животный мир. Причем это воздействие сразу не ощущается человеком.

Для предотвращения неблагоприятного воздействия радиации на человека разработаны Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излу-

чений (ОСП—72/87). Эти правила, кроме требований по обеспечению радиационной безопасности персонала, который находится под воздействием ионизирующего излучения вследствие своей производственной деятельности, содержат требования по охране окружающей среды от загрязнения радиоактивными веществами (в частности, требования к строительным материалам, используемым во всех вновь строящихся жилых, общественных и административных зданиях, требования к использованию промышленных отходов, содержащих естественные и искусственные радионуклиды; требования к условиям использования пищевых продуктов или предметов, подвергшихся радиационной обработке). ОСП—72/87 запрещают размещение учреждений и установок, предназначенных для работы с источниками ионизирующих излучений, в жилых зданиях и детских учреждениях.

Другими загрязнителями окружающей среды служат источники *вибраций*, источники *электромагнитных полей* (ЭМП) (см. 3.3.2; 3.4.), выбросы *теплоты* в атмосферу и водоемы, поступления *канцерогенов* — веществ или факторов, способных вызывать в живых организмах развитие злокачественных образований и не выводящихся из организма (химические: ароматические углеводороды типа бензапирена, эпоксины, гепатоксические яды типа хлороформа, соединения металлов типа оксида бериллия, оксида хрома, сульфида никеля; физические канцерогены: рентгеновские лучи, радиоактивные изотопы и другие виды радиоактивного загрязнения среды, ультрафиолетовые лучи в больших дозах, космические лучи, проникающая способность которых к поверхности Земли во многом определяется состоянием озонового слоя атмосферы).

4.2. БЕЗОТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ

В процессе производства и потребления образуется большое количество отходов, которые при соответствующей обработке могут быть вновь использованы как сырье для производства промышленной продукции.

Все виды промышленных отходов делятся на твердые и жидкие. *Твердые* — отходы металлов, дерева, пластмасс и других материалов, пыли минерального и органического происхождения от очистных сооружений, а также промышленный мусор, состоящий из различных органических и минеральных веществ (резина, бумага, ткань, песок,

шлак и т.п.). К жидким отходам относят осадки сточных вод после их обработки, а также шламы пылей минерального и органического происхождения в системах мокрой очистки газов.

Обычными для наших промышленных предприятий путями ликвидации и переработки промышленных (твердых) отходов (кроме металлоотходов) являются их вывоз и захоронение на полигонах, сжигание, складирование и хранение на территории предприятия до появления новой технологии переработки их в полезные продукты (вторичное сырье). В то же время, использование отходов производства и потребления и перевод неиспользуемых отходов в используемые имеют большое значение для охраны окружающей среды, исключают необходимость их нейтрализации, захоронения или уничтожения, сокращают энергетические и другие затраты, что само по себе уменьшает загрязнение окружающей среды и оказывается экономически выгодным.

Развитие безотходных (и малоотходных) производств необходимо не только для уменьшения загрязнения окружающей среды, но и для более экономичного расходования природных ресурсов.

Однако, в сырьевом балансе РФ доля вторичных ресурсов составляет лишь 3 %, хотя по расчетам специалистов, может быть доведена до 1/3 общего объема потребляемого сырья. Более полное использование вторичного сырья позволит преодолеть отставание нашей промышленности, которая сейчас на единицу продукции затрачивает в 2—2,5 раза больше материальных ресурсов, чем в более развитых в экономическом отношении странах¹.

Например, при производстве 1 т бумаги и картона использование макулатуры позволяет сэкономить 4,5 м³ древесины, 200 м³ воды и в 2 раза снизить затраты электроэнергии. Кроме того, в 2—3 раза снижается себестоимость продукции. Для изготовления того же количества бумаги требуется 15—16 взрослых деревьев.

Из 1 т шерстяных и полушерстяных отходов получают до 650 кг восстановленной шерсти, или 3 тыс. м² ткани, из которой можно сшить 800 костюмов. Для получения такого количества шерсти нужно остричь 250 овец.

Целесообразно получение на специальных химических заводах вторичных полимеров, например, из 1 т полиэтилена получается 860 кг новых изделий. Тонна использованных полимеров экономит 5 т нефти.

В нашей промышленности применяются следующие безотходные и малоотходные технологии: использование металлолома после обработки на специализированных обогатительных предприятиях, использование доменных шлаков в производстве стронтовых материалов, ис-

¹ Данные 1995 г. [38]

пользование боя стекла в производстве строительных материалов, вторичное использование после регенерации битумом старого асфальта при ремонте дорог, синтез аммиака по замкнутому циклу, получение серной кислоты из дымовых газов тепловых электростанций и предприятий цветной металлургии, использование сточных вод некоторых пищевых предприятий для орошения земельных угодий (стоки сахарных заводов, содержащие азот и фосфор и др.) и т.д.

У нас выпускаются специальные сортировочные машины, создаются специальные предприятия, извлекающие из отходов металл, макулатуру, дерево, после чего все эти материалы направляют отдельно на переработку. Например, древесные отходы (пришедшие в негодность мебель, ящики и т.п.) измельчают, добавляют связующее вещество, формуют и повторно используют в виде стенового материала и различных деталей при строительстве домов.

Одним из эффективных направлений безотходного производства, позволяющих уменьшить количество сжигаемого топлива, т.е. приносящих и экологическую и экономическую пользу, является вторичное использование энергетических ресурсов в системах теплоснабжения и вентиляции (выбросного пара, конденсата, нагретой воды, уходящей от печей и котлов, горячих газов). Большой интерес представляет их использование для обогрева теплиц, в частности, теплиц, располагаемых на крышах зданий.

Важное направление — снижение материалоемкости выпускаемой продукции, уменьшение или ликвидация отходов производства, предусматриваемые еще на стадии проектирования промышленных изделий (методы экодизайна (экологического дизайна), автоматизированный раскрой листового металла и изделий швейной промышленности и др.). Не менее важны — повышение стойкости металлов к коррозии и вообще повышение (или возможность неоднократного использования) срока эксплуатации изделий.

Экономически эффективно использование промышленных узлов и комплексов, т.е. нескольких предприятий различного профиля, расположенных на одной территории и обеспечивающих взаимную утилизацию отходов — *замкнутые циклы* (устройство оборотного водоснабжения, использование осадка сточных вод, вторичных энергоресурсов, компоста из переработанного мусора и т.д.). Например, отходы промышленных предприятий Запорожья были смешаны в небольшой камере (реакторе), в результате произошла взаимная нейтрализация отходов, а образовавшаяся газообразная среда оказалась по составу близкой к воздуху, жидкая часть продуктов напомнила морскую воду, осадок — глину.

Несмотря на принимаемые меры по развитию безотходного и малоотходного производства и потребления, на предприятиях остаются *неиспользуемые отходы*.

Все, что производится человечеством для удовлетворения его потребностей в виде продуктов питания, одежды, мебели, машин, т.е. все, что добывается, строится, выпускается промышленностью и выращивается сельским хозяйством, рано или поздно превращается в отходы. Часть этих отходов удаляется вместе со сточными водами, другая часть — в виде газов, паров и пыли попадает в атмосферу, но большая часть выбрасывается в виде *твердых* отходов.

Удаление промышленных твердых отходов, как правило, осуществляется самими предприятиями, которые вывозят их в специальные места захоронения (иногда отвалы) или на общие свалки бытовых отходов и городского мусора.

В подавляющем большинстве случаев твердые отходы удаляются вывозным путем пока еще в основном на так называемые неконтролируемые свалки — специально отведенные в пригородах отгороженные участки. Отходы на них разлагаются, часто загораются, в результате происходит загрязнение воздушной среды, иногда токсичными веществами, которые попадают с промышленными отходами. Кроме того, вредные вещества на неконтролируемых свалках вымываются дождем, талыми, поверхностными или грунтовыми водами и загрязняют водоемы.

В соответствии с законодательством о недрах, предоставление недр для захоронения вредных веществ и отходов производства, сброса сточных вод допускается только в исключительных случаях и при соблюдении специальных требований и условий.

Для уменьшения загрязнения окружающей среды вместо неконтролируемых свалок в Орле, Курске, Керчи и других городах успешно эксплуатируются *полигоны* для твердых отходов. Для них выбирается место в глинистом грунте, в котором можно складывать отходы 20—25 лет. Основание выбранной площади выполняют в виде огромного корыта глубиной около 1,5 м. Фильтрат (отходы) скапливается в нем, остается в пределах полигона и не загрязняет водоемы и подземные воды. Одна часть фильтрата испаряется с поверхности, другая проникает вглубь, где происходит медленный биотермический процесс с повышением температуры примерно до 30 °С.

В течение суток вывозят отходы на одну площадку полигона и уплотняют бульдозером послойно до 2-метровой высоты. На следующие сутки отходы вывозят на другую площадку, а предыдущую укрывают изолирующим слоем грунта толщиной 0,25 м. По мере загрузки полигона из разравниваемых слоев извлекают металлолом.

Для сокращения площади полигон загружают многослойно до высоты 60 м.

После полной загрузки и задернения поверхность полигона можно использовать для устройства парков, садов и т.д.

В ряде случаев требуется *нейтрализация и обезвреживание* твердых промышленных отходов (производство цветных металлов, искусственных волокон, соды, лаков, препаратов и др.). Специальные сооружения для этих целей могут находиться в ведении предприятия, дающего токсичные отходы, и располагаться на его территории.

Токсичные промышленные отходы складировуют, перерабатывают и нейтрализуют также централизованно на полигонах и станциях переработки и нейтрализации. Специальные полигоны устраивают двух типов: для обезвреживания одного вида отходов только захоронением и химическим способом и комплексные. В последнем случае полигон разделяют на зоны приема и захоронения твердых и негорючих отходов; приема и захоронения жидких химических отходов и осадков сточных вод, не подлежащих утилизации; захоронения особо вредных отходов, огневого уничтожения горючих отходов.

Захоронение токсических промышленных отходов производят в специальной таре, размещаемой в котлованах глубиной до 10—12 м (особо вредные отходы — в железобетонных резервуарах). Котлованы располагают в водонепроницаемых грунтах. Огневой метод ликвидации отходов позволяет сократить площади полигонов. Целесообразно сжигать осадок после механического обезвреживания на вакуум-фильтрах, центрифугах или фильтрах-прессах.

Радиоактивные отходы разделяют на жидкие и твердые. К жидким относят растворы неорганических веществ, пульпы фильтрующих материалов, органические жидкости (масла, растворители), к твердым — различные изделия, детали машин и механизмов, материалы, биологические объекты, отработавшие источники радионуклидов. Собирают их в местах образования отдельно от других отходов в специальные сборники, внутренние поверхности которых изготавливают из гладкого малосорбирующего материала. Мощность дозы излучения на расстоянии 1 м от сборника с радиоактивными отходами не должна превышать 10 мбэр/год. Автомшины и применяемые для транспортировки сменные сборники после каждого рейса дезактивируют.

Радиоактивные отходы вывозят на специальные пункты, на которых захоронение нерадиоактивных отходов запрещено.

4.3. ОХРАНА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

В нашей стране основное загрязнение атмосферы создают ряд отраслей промышленности, автотранспорт и теплоэнергетика. Их участие в загрязнении атмосферы, %: черная и цветная металлургия, нефтедобыча и нефтехимия, предприятия стройматериалов, химическая промышленность — 30; автотранспорт — 40; теплоэнергетика — 30 (в 1991 г.).

Основные примеси атмосферы и их источники приведены в табл. 4.1. Данные о ежегодных выбросах вредных веществ в атмосферу приведены в табл. 4.2.

Примерный относительный состав вредных веществ в атмосфере больших городов, %: CO — 45, SO_x — 18, C_nH_m — 15, пыль — 12, NO_x — 10. Превышение концентраций токсичных веществ в загрязненном атмосферном воздухе над фоновыми в среднем составляет: по CO 80—1250 и более; по SO₂ 50—300; по NO₂ — до 25; по озону — до 7 раз.

Кроме CO, SO_x, NO_x, C_nH_m и пыли в атмосферу выбрасываются и другие более токсичные вещества. Так, вентиляционные выбросы заводов электронной промышленности содержат пары плавиковой, серной, хромовой и других минеральных кислот, органические растворители и т.п. В настоящее время насчитывается более 500 вредных веществ, загрязняющих атмосферу, их количество все увеличивается, что требует действенных мер по очистке атмосферного воздуха.

4.1. Примеси атмосферы и их источники [37]

| Примеси | Основные источники примесей | | Среднегодовая концентрация в воздухе, мг/м ³ |
|------------------------------------|---|---|---|
| | Естественные | Антропогенные | |
| Твердые частицы (зола, пыль и др.) | Вулканические извержения, пылевые бури, лесные пожары и др. | Сжигание топлива в промышленных и бытовых установках | В городах 0,04—0,4 |
| SO ₂ | Вулканические извержения, окисление серы и сульфатов, рассеянных в море | То же | В городах до 1,0 |
| NO _x | Лесные пожары | Промышленность, автотранспорт, теплоэлектростанции | В районах с развитой промышленностью до 0,2 |
| CO | Лесные пожары, выделения океанов, окисление терпентов | Автотранспорт, промышленные энергоустановки, черная металлургия | В городах от 1 до 50 |

| Примесь | Основные источники примесей | | Среднегодовая концентрация в воздухе, мг/м ³ |
|---|--|--|---|
| | Естественные | Антропогенные | |
| Летучие углеводороды | Лесные пожары, природный метан, природные терпенты | Автотранспорт, дожигание отходов, испарение нефтепродуктов | В районах с развитой промышленностью до 3,0 |
| Полициклические, ароматические углеводороды | — | Автотранспорт, химические заводы, нефтеперерабатывающие заводы | В районах с развитой промышленностью до 0,01 |

4.2. Ежегодные выбросы в атмосферу [37]

| Вещество | Выбросы, млн. т | | Доля антропогенных примесей от общих поступлений, % |
|-------------------------------|-----------------|---------------|---|
| | Естественные | Антропогенные | |
| Твердые частицы | 3 700 | 1 000 | 27 |
| CO | 5 000 | 304 | 5,7 |
| C _n H _m | 2 600 | 88 | 3,3 |
| NO _x | 770 | 53 | 6,5 |
| SO _x | 650 | 100 | 13,3 |
| CO _x | 485 | 18 300 | 3,6 |

В промышленности применяются различные *мероприятия*, направленные одновременно на уменьшение загрязнения внутренней (в цехе) и наружной воздушной среды: замена применяемых токсичных веществ нетоксичными или малотоксичными; использование выбросов для других технологических процессов (см. 4.2) и производств; герметизация аппаратуры и коммуникаций; проведение технологических процессов в вакууме с тем, чтобы при непредвиденном или запланированном открывании аппаратов вредные вещества не загрязняли воздух. В случаях, когда технологический процесс нельзя герметизировать или вести в вакууме, в местах концентрированного выделения вредных веществ устанавливают устройства местной вытяжной вентиляции дополнительно к общеобменной (см. 3.1).

Оборудование, работа которого сопровождается выделением особо токсичных веществ, если невозможна его герметизация или устройство эффективных укрытий и отсосов, выделяют в изолированные помещения с применением дистанционно управляемых роботов и манипуляторов.

Наиболее эффективно загрязнение *наружной* воздушной среды уменьшают устройства очистки технологических и вентиляционных выбросов от вредных веществ.

Пылеулавливающее оборудование в соответствии с принципиальными особенностями процесса отделения твердых частиц от газовой фазы делится на оборудование для улавливания пыли *сухим* способом (циклоны, пылесадительные камеры, вихревые циклоны, жалюзийные и ротационные пылеулавливатели, фильтры, электрофильтры); оборудование для улавливания пыли *мокрым* способом (скрубберы Вентури, форсуночные скрубберы, пенные аппараты и др.)

Наиболее распространенным видом оборудования, действие которого основано на инерционном пылеотделении сухим способом, является циклон, представленный на рис. 4.1.

Очищаемая газопылевая смесь подводится к корпусу циклона тангенциально, поэтому частицы пыли, вращаясь около внутренней поверхности корпуса, осаждаются и удаляются снизу, а очищенный газ (воздух) через расположенную в центре трубу уходит в атмосферу.

При необходимости очистки большого количества газов устанавливают группу циклонов с параллельным подводом к каждому очищаемого газа. Промышленность выпускает циклоны разных конструкций, но наибольшее распространение получили циклоны типов ЦН-11 и ЦН-15. Если эффективность действия циклона, особенно на мелкодисперсных взвешах, невелика, применяют батарею циклонов — группу циклонов, в которой очищаемая газопылевая смесь проходит последовательно из одного циклона в другой. Необходимые данные и рекомендации по выбору циклонов приведены в [37, с. 68—72].

Для повышения эффективности пылеулавливания применяют гидроциклоны, в которых внутренняя поверхность корпуса смачивается водой, а также пылесадочные камеры, жалюзийные, ротационные и другие инерционные пылеуловители [37, с. 72—78].

Большое распространение для улавливания пыли из выбросов получили матерчатые фильтры, пыль в которых задерживается на ворсистом материале (лавсане, иглопробивном войлоке). Для удаления пыли с фильтра его периодически встряхивают и продувают воздухом. Схема действия матерчатого фильтра представлена на рис. 4.2.

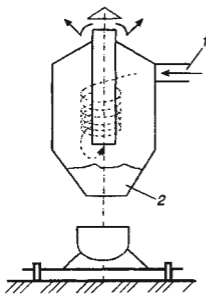


Рис. 4.1. Схема циклона:

1 — загрязненный поток, 2 — уловленная взвесь

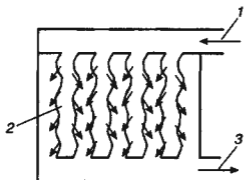


Рис. 4.2. Схема действия тканевого (матерчатого) фильтра:

1 — загрязненный поток, 2 — рукава из ворсистой ткани, 3 — очищенный поток

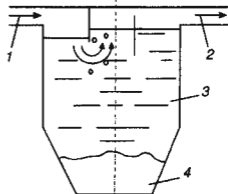


Рис. 4.3. Схема ротоциклона:

1 — загрязняющий поток, 2 — очищенный поток, 3 — вода, 4 — уловленная взвесь

Эффективность очистки от пыли повышают путем последовательной установки пылеуловителей разного типа, например, сначала для улавливания грубой фракции пыли устанавливают циклон, а за ним матерчатый фильтр.

Большое распространение в последние годы получили *мокрые* пылеуловители. Один из наиболее распространенных аппаратов этого вида — ротоциклон, в котором газопылевая смесь под давлением, создаваемым вентилятором, вихревым потоком проходит через слой воды (рис. 4.3). Тяжелые частицы пыли задерживаются водой и осаждаются в нижнюю часть ротоциклона, откуда затем удаляются, а очищенный поток уходит в атмосферу. К аппаратам, в которых пыль улавливается с помощью воды, относятся скрубберы, промывные башни, пенные аппараты, пылеуловители Вентури, в том числе в компоновке с циклоном, и др. [37, с. 93—100].

Разновидностью мокрых пылеуловителей являются конденсационные установки, удаляющие пыль из потока газа, насыщенного водой. Принцип их действия основан на быстром снижении давления газа, приводящем к испарению воды. Вследствие этого часть водяного пара конденсируется на витающих пылинках, а последние, смачиваясь и утяжеляясь, могут быть легко отделены от газа в каком-либо простейшем устройстве, например циклоне.

Более эффективное улавливание пыли достигается в электрическом фильтре (сухой способ). Такие фильтры (рис. 4.4) устанавливаются, например, в котельных для очистки дымовых газов от сажи, летучей золы — уноса. К коронирующим и осадительным электродам фильтров подводят постоянный ток высокого напряжения. Осадительные электроды присоединяют к положительному полюсу выпрямителей и заземляют, а

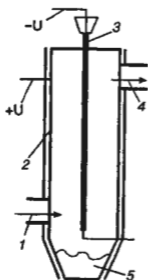


Рис. 4.4 Принципиальная схема электрического фильтра (показан один элемент цилиндрического фильтра):

1 — загрязненный поток, 2 — осадительный (цилиндрический) электрод, 3 — коронирующий электрод, 4 — очищенный поток, 5 — взвесь, +U, -U — электрический потенциал соответственно положительного и отрицательного зарядов

коронирующие изолируют от земли и присоединяют к отрицательному полюсу.

Очищаемый поток газов проходит через пространство между электродами и основная масса взвешенных частиц, заряжающихся под действием коронного разряда (сопровождается голубоватым свечением и потрескиванием), оседает на осадительных электродах. Путем встряхивания пыль удаляется в бункер, жидкая фаза загрязнений стекает.

Полное удаление пыли из загрязненного потока воздуха происходит в бумажных (сухих) фильтрах-поглотителях конструкции академика Петракова, изготовляемых из особого мягкого листового материала типа бумаги. Эти фильтры устанавливают в респираторы для улавливания радиоактивной пыли при работе в зонах с повышенной радиацией. После использования они, как и радиоактивные смывы грунта, подлежат захоронению.

Для очистки технологических и вентиляционных выбросов от вредных газов применяют *адсорберы* и *абсорберы*¹. В адсорбере (рис. 4.5) очищаемый поток пронизывает слой адсорбента, состоящего из зернистого вещества с развитой поверхностью, например, активированного угля, силикагеля, окиси алюминия, пирролизита и т.п. При этом вредные вещества (газы и пары) связываются адсорбентом и впоследствии могут быть выделены из него. Имеются адсорберы с неподвижным слоем адсорбента, который обновляется после насыщения улавливаемым веществом, а также адсорберы непрерывного действия, в которых адсорбент медленно перемещается и одновременно очищает проходящий через него поток.

Промышленность выпускает также адсорберы с псевдооживленным (кипящим) слоем, в которых очищаемый поток подается снизу вверх с большой скоростью и поддерживает слой адсорбента во взвешенном состоянии. Площадь соприкосновения очищаемого потока с поверхностью адсорбента при этом значительно увеличивается, но могут про-

Промышленность выпускает также адсорберы с псевдооживленным (кипящим) слоем, в которых очищаемый поток подается снизу вверх с большой скоростью и поддерживает слой адсорбента во взвешенном состоянии. Площадь соприкосновения очищаемого потока с поверхностью адсорбента при этом значительно увеличивается, но могут про-

¹ *Адсорбция* — поглощение вещества из раствора или газа поверхностью твердого вещества, *абсорбция* — поглощения вещества из раствора или газа всем объемом твердого вещества.

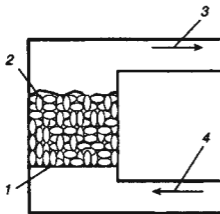


Рис. 4.5. Схема адсорбера:
1 — сетка, 2 — адсорбент, 3 — очищенный поток, 4 — загрязненный поток

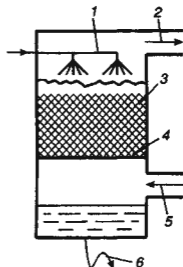


Рис. 4.6. Схема абсорбера:
1 — абсорбент, 2 — очищаемый поток, 3 — насадка, 4 — сетка, 5 — загрязненный поток, 6 — выброс в канализацию

изойти истирание адсорбента и запыление очищаемого потока, поэтому за адсорбентом в ряде случаев приходится устанавливать пылевой фильтр.

В абсорбере (рис. 4.6) для очистки от газов применяют, как правило, жидкие вещества, например воду или растворы солей (абсорбенты), поглощающие вредные газы и пары. При этом одни вредные вещества растворяются абсорбентом, другие — вступают с ним в реакцию. Конструкции абсорберов весьма разнообразны. В качестве абсорберов могут применяться распылительные камеры кондиционеров, в которых вместо воды разбрызгивается поглощающий примеси раствор, а также уже упоминавшиеся барботеры, ротоциклоны, пенные аппараты, пылеуловители Вентури и другое оборудование очистки от пыли мокрым способом.

Распространенным способом очистки газов и органических соединений от газообразных вредных веществ, в том числе обладающих неприятным запахом, является *дожигание*, возможное в тех случаях, когда вредные вещества способны к окислению. Если концентрация примесей в газах постоянна и превышает пределы воспламенения, применяют наиболее простое устройство — дожигающие газовые горелки. При низких концентрациях вредных веществ, не достигающих предела воспламенения, используют каталитическое окисление. В присутствии катализатора (какого-либо металла или его соединений, например, платины) происходит экзотермическое окисление органических соединений при температурах значительно ниже предела воспламенения.

Для дезодорации неприятно пахнущих веществ применяют *озонирование* — метод, основанный на окислительном разложении образующих неприятный запах веществ и нейтрализации запаха (применяется, например, на предприятиях мясной промышленности).

Далеко не все предприятия работают по безотходной технологии и не для всех выбросов разработаны системы очистки. Поэтому применяются в ы б р о с ы загрязняющих веществ на большую высоту. При этом вредные вещества, достигая приземного пространства, рассеиваются и их концентрация снижается до предельно допустимых значений. Некоторые вредные вещества на большой высоте переходят в иное состояние (конденсируются, вступают в реакции с другими веществами и т.д.), а такие, как ртуть, осаждаются на поверхности земли, листьев, строениях и при повышении температуры снова испаряются в воздухе.

Отведение загрязняющих веществ на большую высоту осуществляется, как правило, с помощью труб, которые в отдельных случаях достигают высоты более 350 м.

Расчет рассеивания производят по нормативному документу ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий». На основе этой методики разработаны компьютерные программы, успешно применяемые в промышленности.

Расчет рассеивания осуществляется только для организованных выбросов. В результате расчета определяется максимальная приземная концентрация вредных веществ выброса (мг/м^3) в интересующей проектировщика точке (точках), которая должна быть не более ПДК с учетом фоновой концентрации, образуемой другими выбросами.

Для отведения выбросов на большую высоту используют не только высокие трубы, но и так называемые факельные выбросы, представляющие собой конические насадки на выхлопном отверстии, через которые загрязненные газы выбрасываются вентилятором с большой скоростью (20—30 м/с). Применение факельных выбросов уменьшает единовременные затраты, но вызывает большой расход электроэнергии при эксплуатации.

Отведение вредных веществ на большую высоту с помощью высоких труб и факельных выбросов не уменьшает загрязнения окружающей среды (воздуха, почв, гидросферы), а приводит лишь к их рассеиванию. При этом концентрация вредных веществ в воздушной среде недалеко от места их выброса может оказаться меньше, чем на большом расстоянии. Примеры расчета выбросов приведены в [38, с. 154—162].

Для уменьшения концентрации вредных веществ на прилегающей к промышленному предприятию территории устраивают с а н и т а р - н о - з а щ и т н ы е з о н ы.

Они предназначены также для защиты селитебных территорий от запахов сильно пахнущих веществ, повышенных уровней шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных волн, радиочастот, статического электричества и ионизирующих излучений, источниками которых могут быть промышленные предприятия.

Санитарно-защитная зона начинается непосредственно от источника выделения вредных веществ: трубы, шахты и т.д. Для установления размеров санитарно-защитных зон в зависимости от характера и масштабов производственных вредностей введена санитарная классификация промышленных предприятий:

предприятия I класса имеют санитарно-защитную зону 1000 м (клееварочные заводы, производство технического желатина, утильзаводы по переработке падали животных, рыб и т.д.);

II класса — 500 м (костемельные заводы, бойни, мясокомбинаты и т.д.);

III класса — 300 м (производство кормовых дрожжей, предприятия свеклосахарные, рыбные промыслы и т.д.);

IV класса — 100 м (солеваренное и солеразмольное производство, производство парфюмерии, производство изделий из синтетических смол, полимерных материалов и т.д.);

V класса — 50 м (механическая обработка изделий из пластмасс и синтетических смол, производство столового уксуса, заводы спиртоводочные, предприятия табачно-махорочные, хлебозаводы, макаронные фабрики, молочное производство и многие другие предприятия).

Территорию санитарно-защитной зоны озеленяют и благоустраивают. На ней могут быть размещены отдельные сооружения, предприятия меньшего класса вредности, а также вспомогательные здания (пожарные депо, бани, прачечные и т.п.). Возможность использования земель, отводимых под санитарно-защитные зоны, для сельскохозяйственного производства зависит от количества и характера загрязнений, которые на них попадают.

Для улучшения состояния воздушной среды на селитебной территории большое значение имеет взаимное расположение промышленной площадки и селитебной территории, учитывающее климатические условия, в частности преобладающее направление ветров. Промышленные предприятия и селитебные территории следует располагать на хорошо проветриваемом месте, причем таким образом, чтобы при господствующем ветре выделяющиеся вредные вещества не заносились на селитебную территорию.

Для предприятий атомной промышленности и ядерной энергетики и для соответствующих объектов в составе промышленного предпри-

ятия санитарно-защитная зона устанавливается специальными нормативными актами.

Для очистки наружного воздуха, подаваемого приточной вентиляцией в производственные помещения (концентрация вредных веществ в нем не должна превышать 0,3 ПДК для внутреннего воздуха рабочей зоны) в приточных вентиляционных камерах устанавливают фильтры. Применяют масляные фильтры, фильтры из нетканого волокна и другие виды устройств, очищающих поступающий воздух от пыли и газов [38, с. 164—167].

Контроль концентраций вредных примесей воздушной среды сводится к следующим операциям: отбор проб воздуха, подготовка проб к анализу, анализ и обработка результатов.

Самым простым и распространенным способом накопления (отбора) газовой или пылевой пробы является протягивание воздуха воздухоуловными устройствами (аспиратор, эффектор, насос) с определенной скоростью, регистрируемой расходомерным устройством (реометр, ротаметр, газовые часы), через накопительные элементы, обладающие необходимой поглотительной способностью.

Для экспрессного метода определения характеристик токсичных веществ используют универсальные газоанализаторы упрощенного типа (УГ⁻2, ПГФ.2М1-М3, ГУ-4 и др.).

Выбор метода анализа загрязненного воздуха определяется природой примесей, а также ожидаемой концентрацией и целью анализа. Более подробно эти вопросы отражены в 3.1.

4.4. ОХРАНА ВОДНОЙ СРЕДЫ

Вода — самое распространенное вещество в природе (гидросфера занимает 71% поверхности земли). Воде принадлежит важнейшая роль в геологической истории планеты и возникновении жизни. Без воды невозможно существование живых организмов (около 65% человеческого тела составляет вода). Вода — обязательный компонент практически всех технологических процессов как промышленности, так и сельскохозяйственного производства. Вода особой чистоты необходима в производстве продуктов питания и медицине, при производстве полупроводников, в ядерной энергетике, в химическом анализе и т.д.

Мировое суммарное потребление воды в течение текущего столетия увеличилось примерно в 10 раз. Существенное загрязнение Мирового океана, принимающего в себя все поверхностные воды Земли,

дает сброс в него сточных вод, объем которых составляет более 700 млрд. м³ в год.

В водные объекты (водоемы, реки, моря) нашей страны (данные 1995 года) отводится примерно 150 км³ сточных, коллекторно-дренажных и других вод, в том числе промышленностью (включая теплоэнергетику) — 79; сельским хозяйством — 52; жилищно-коммунальным хозяйством — 18,3; другими отраслями — 0,7 км³.

К наиболее загрязненным водоемам, где уровень загрязнения выше 10 ПДК, относятся Дон, реки острова Сахалин, реки и озера Кольского полуострова, нижнее течение реки Амур. 27 видов радионуклидов обнаружены в реке Енисей.

Все это произошло за последние 20—25 лет и наносит соответствующим регионам огромный экологический и экономический ущерб.

Сточные воды *промышленных предприятий* бывают трех видов: бытовые, поверхностные и производственные.

Бытовые сточные воды предприятия образуются при эксплуатации на его территории душевых, туалетов, прачечных и столовых. Предприятие не отвечает за качество данных сточных вод и направляет их на городские (районные) станции очистки.

Поверхностные воды образуются в результате смывания дождевой, талой и поливочной водой примесей, скапливающихся на территории, крышах и стенах производственных зданий. Основными примесями этих вод являются твердые частицы (песок, камень, стружки и опилки, пыль, сажа, остатки растений, деревьев и т.п.); нефтепродукты (масла, бензин и керосин), используемые в двигателях транспортных средств; органические и минеральные удобрения, используемые в заводских скверах и цветниках. Каждое предприятие отвечает за загрязнение водоемов, поэтому ведется учет объема сточных вод данного типа.

Расход поверхностных сточных вод рассчитывают в соответствии со СНиП 2.04.03—85 «Нормы проектирования. Канализация. Наружные сети и сооружения» по методу предельной интенсивности с учетом климатических особенностей местности, площади стока (стоков), площади территории предприятия, проницаемости поверхности земли, особенностей процесса сбора и движения сточных вод в лотках и коллекторах (отстойниках).

Производственные сточные воды образуются в результате использования воды в технологических процессах. Их количество, состав и концентрацию определяют типом предприятия, его мощностью, видами используемых технологических операций. На основе анализа системы водоснабжения определены нормы потребляемой и сбрасываемой воды промышленного предприятия, которые учитываются при проектировании и реконструкции предприятий [37, с. 35].

Системы водоотведения и очистки сточных вод (канализация) состоят из комплекса оборудования, сетей и сооружений, предназначенных для приема и удаления по трубопроводам бытовых, производственных и поверхностных сточных вод, а также для их очистки и обеззараживания перед сбросом в водоем или утилизацией. Объектами водоотведения являются здания различного назначения, а также вновь строящиеся, существующие и реконструируемые города, поселки, промышленные предприятия, санитарно-курортные комплексы и т.п.

Бытовые, производственные и поверхностные (атмосферные) сточные воды отводятся как совместно, так и отдельно. На практике получили распространение обе системы водоотведения.

Сточные воды представляют собой сложные гетерогенные смеси, содержащие примеси органического и минерального происхождения, которые находятся в нерастворенном, коллоидном и растворенном состоянии. Степень загрязнения сточных вод оценивают по концентрации примесей в единице объема, измеряемой в мг/л или г/м³. Состав сточных вод регулярно подвергают анализу, в процессе которого устанавливают биологическую потребность в кислороде (БПК); концентрацию взвешенных веществ; интенсивность окраски; активную реакцию среды; степень минерализации, концентрации биогенных элементов (азота, фосфора, калия) и др.

Для разработки рациональной схемы водоотведения и оценки возможности повторного использования сточных вод изучают состав и режим водоотведения не только общего стока промышленного предприятия, но также сточных вод отдельных цехов и аппаратов.

Наиболее опасные для водоемов производственные сточные воды делятся на две основные категории: загрязненные и незагрязненные (условно чистые).

Загрязненные производственные сточные воды подразделяются на три группы:

- загрязненные преимущественно минеральными примесями (предприятия металлургической, машиностроительной, рудо- и угледобывающей промышленности; заводы по производству кислот, строительных изделий и материалов, минеральных удобрений и др.);
- загрязненные преимущественно органическими примесями (предприятия мясной, молочной, рыбной, пищевой, целлюлозно-бумажной промышленности и др.);
- загрязненные минеральными и органическими примесями (предприятия нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, текстильной, легкой, фармацевтической промышленности; заводы по производству сахара, консервов и др.).

Кроме указанных трех групп загрязненных производственных вод, в водоемы сбрасываются нагретые воды, что является причиной тепловых загрязнений.

Согласно требованиям «Основ водного законодательства», система водообеспечения промышленного предприятия должна быть, как правило, с оборотом воды для всего предприятия или для отдельных цехов; при этом следует предусматривать очистку отработанных вод.

При *прямоточном* водообеспечении (рис. 4.7) вся забираемая из водоема вода ($Q_{\text{ист}}$) после технологического процесса возвращается в водоем ($Q_{\text{сбр}}$), за исключением того количества воды, которое безвозвратно расходуется на производстве ($Q_{\text{пот}}$) или после очистных сооружений удаляется вместе с осадком (шламом) ($Q_{\text{шл}}$).

Повторное (оборотное) использование сточных вод после их очистки применяется довольно широко (рис. 4.8). В ряде отраслей промышленности (черная металлургия, нефтепереработка) 90—95 % сточных вод используют в системах оборотного водоснабжения и лишь 5—10 % сбрасывают в водоем. В составе инженерных коммуникаций в этом случае имеется, как правило, несколько водоотводящих сетей. Незагрязненные нагретые сточные воды поступают на охладительные установки (брызгальные бассейны, градирни, охладительные пруды), а затем возвращаются в систему оборотного водоснабжения. Загрязненные сточные воды поступают на очистные сооружения, а после очистки часть оборотных сточных вод подается в систему оборотного водообеспечения в те цехи, где их состав удовлетворяет нормативным требованиям.

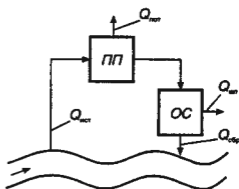


Рис. 4.7. Прямоточная схема водообеспечения промышленного предприятия:

ПП — промышленное предприятие, ОС — очистные сооружения

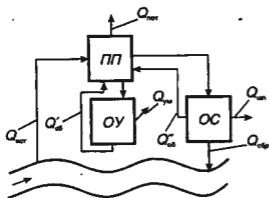


Рис. 4.8. Схема оборотного водообеспечения промышленного предприятия:

ПП — промышленное предприятие, ОС — очистные сооружения, ОУ — охладительные установки, $Q_{\text{ист}}$ — вода, подаваемая из источника на производственные нужды, $Q_{\text{пот}}$ — вода, безвозвратно потребляемая на предприятии, $Q_{\text{шл}}$ — вода, удаляемая со шламом (осадком), $Q_{\text{сбр}}$ — вода, сбрасываемая в водоемы, $Q_{\text{об}}$ — оборотная вода после охладительных установок, $Q_{\text{очи}}$ — оборотная вода после очистных сооружений, $Q_{\text{ит}}$ — вода, теряемая на испарение и унос из охладительных установок

Кроме указанных трех групп загрязненных производственных вод, в водоемы сбрасываются нагретые воды, что является причиной тепловых загрязнений.

Согласно требованиям «Основ водного законодательства», система водообеспечения промышленного предприятия должна быть, как правило, с оборотом воды для всего предприятия или для отдельных цехов; при этом следует предусматривать очистку отработанных вод.

При *прямоточном* водообеспечении (рис. 4.7) вся забираемая из водоема вода ($Q_{\text{вст}}$) после технологического процесса возвращается в водоем ($Q_{\text{сбр}}$), за исключением того количества воды, которое безвозвратно расходуется на производстве ($Q_{\text{пот}}$) или после очистных сооружений удаляется вместе с осадком (шламом) ($Q_{\text{шл}}$).

Повторное (оборотное) использование сточных вод после их очистки применяется довольно широко (рис. 4.8). В ряде отраслей промышленности (черная металлургия, нефтепереработка) 90—95 % сточных вод используют в системах оборотного водоснабжения и лишь 5—10 % сбрасывают в водоем. В составе инженерных коммуникаций в этом случае имеется, как правило, несколько водоотводящих сетей. Незагрязненные нагретые сточные воды поступают на охладительные установки (брызгальные бассейны, градирни, охладительные пруды), а затем возвращаются в систему оборотного водоснабжения. Загрязненные сточные воды поступают на очистные сооружения, а после очистки часть оборотных сточных вод подается в систему оборотного водообеспечения в те цехи, где их состав удовлетворяет нормативным требованиям.

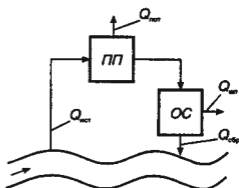


Рис. 4.7. Прямоточная схема водообеспечения промышленного предприятия:

ПП — промышленное предприятие, ОС — очистные сооружения

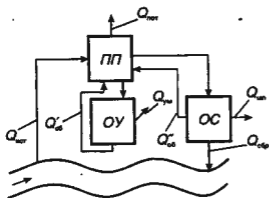


Рис. 4.8. Схема оборотного водообеспечения промышленного предприятия:

ПП — промышленное предприятие, ОС — очистные сооружения, ОУ — охладительные установки, $Q_{\text{вст}}$ — вода, подаваемая из источника на производственные нужды, $Q_{\text{пот}}$ — вода, безвозвратно потребляемая на предприятии, $Q_{\text{шл}}$ — вода, удаляемая со шламом (осадком), $Q_{\text{сбр}}$ — вода, сбрасываемая в водоемы, $Q'_{\text{об}}$ — оборотная вода после охладительных установок, $Q_{\text{от}}$ — оборотная вода после очистных сооружений, $Q_{\text{ит}}$ — вода, теряемая на испарение и унос из охладительных установок

При выборе системы и схемы водоотведения промышленного предприятия учитывают требования к качеству воды, используемой в различных технологических процессах; количество, состав и свойства сточных вод отдельных производственных цехов и предприятия в целом, а также режимы водоотведения; возможность сокращения количества загрязненных производственных сточных вод за счет рационализации производственных процессов; возможность повторного использования производственных сточных вод; целесообразность извлечения и использования ценных веществ, содержащихся в сточных водах; возможность и целесообразность совместного отведения и очистки сточных вод нескольких близлежащих промышленных предприятий, а также возможность комплексной очистки сточных вод промышленных предприятий и населенных пунктов; возможность использования в технологическом процессе очищенных бытовых сточных вод; возможность и целесообразность использования бытовых и промышленных сточных вод для орошения сельскохозяйственных и технических культур; целесообразность локальной очистки сточных вод отдельных цехов предприятия; способность водоема к самоочищению, условия сброса в него сточных вод и необходимую степень их очистки; целесообразность применения того или иного метода очистки.

Общие условия выпуска сточных вод любой категории в поверхностные водоемы определяются их народнохозяйственной значимостью и характером водопользования. После выпуска сточных вод допускается некоторое ухудшение качества воды в водоемах, однако это не должно заметно отражаться на его жизни и возможности дальнейшего использования водоема в качестве источника водоснабжения, для культурных и спортивных мероприятий, рыбохозяйственных целей.

Условия спуска производственных сточных вод в водоемы регламентируются «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» и «Правилами санитарной охраны прибрежных районов морей», содержащими указания по предупреждению и устранению загрязнения сточными водами поверхностных водоемов — рек, озер, искусственных каналов, водохранилищ и морей. В 1991 г. утверждены нормативы платы за выбросы загрязняющих веществ в водные объекты; предусматривается нормативная плата за сброс загрязняющих веществ в пределах ПДК, а при превышении ПДК плата увеличивается (подробнее см. 4.6).

Наблюдение за выполнением условий спуска производственных сточных вод в водоемы осуществляют санитарно-эпидемиологические станции и бассейновые управления.

Нормативы качества воды водоемов хозяйственно-бытового и культурно-бытового назначения установлены отдельно для водоемов двух видов: водоемов — источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также водоснабжения предприятий пищевой промышленности; водоемов, используемых для купания, спорта и отдыха населения, а также находящихся в черте населенных пунктов.

Отдельные нормативы установлены для водоемов, используемых в рыбохозяйственных целях.

Для определения необходимой степени очистки спускаемых в водоем сточных вод в каждом случае необходимо иметь подробные данные об их количестве и составе, а также детальную гидрологическую и санитарную характеристику водоема. Необходимую степень очистки сточных вод определяют по количеству взвешенных веществ, допустимой величине БПК (биологической потребности в кислороде) в смеси речной воды и сточных вод; потреблению сточными водами растворенного кислорода; температуре воды, окраске, запаху и солевому составу, ПДК токсичных примесей и других вредных веществ, а также по изменению величины активной реакции воды водоема.

Взаимосвязь между санитарными требованиями к условиям спуска сточных вод в водоемы и необходимой степенью очистки сточных вод перед спуском в водоем в общем виде выражается балансовым уравнением [38, с.194...195]:

$$C_{ст} \cdot g + C_{в} \cdot \alpha \cdot Q \leq (L \cdot Q + g) \cdot C_{пд}, \quad (4.1)$$

где $C_{ст}$ — концентрация загрязнения сточных вод, при которой не будут превышать предельно допустимые пределы загрязнений; g — расход сточных вод, поступающих в водоем; $C_{в}$ — концентрация этого же вида загрязнения в воде водоема выше места выпуска сточных вод; α — коэффициент смешения; Q — расход воды в водоеме; $C_{пд}$ — предельно допустимое содержание загрязнения в воде водоема.

Схема взаимосвязи источника загрязнения (объекта) и приемника сточных вод (водоема) представлена на рис. 4.9.

Определив из приведенного выше балансового уравнения допустимую величину концентрации загрязнения в сбрасываемых сточных водах

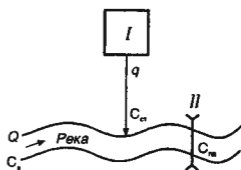


Рис. 4.9. Схема взаимосвязи источника загрязнения и приемника сточных вод (водоема);

I — источник загрязнения с комплексом водоотводящих сетей и сооружений, II — место расчетного створа

$$C_{\text{ст}} < \alpha \cdot Q \cdot (C_{\text{нв}} - C_{\text{н}}) / q + C_{\text{нв}} \quad (4.2)$$

и зная величину этого загрязнения в сточных водах, поступающих на очистные сооружения $C_{\text{нач}}$, можно рассчитать необходимую степень его очистки (%):

$$\Xi = (C_{\text{нач}} - C_{\text{ст}}) / C_{\text{нач}} \cdot 100. \quad (4.3)$$

Выполнение требований в отношении необходимой степени очистки сточных вод по всей номенклатуре загрязняющих факторов обеспечивается комплексом очистных сооружений, которые проектируются и строятся в соответствии со СНиП.

Методы, применяемые для очистки производственных и бытовых сточных вод, делятся на четыре группы: механические, химические, физико-химические, биологические.

В комплекс очистных сооружений (рис. 4.10), как правило, входят сооружения механической очистки. В зависимости от требуемой степени очистки они дополняются сооружениями химической, биологической либо физико-химической очистки, а при более высоких требованиях — сооружениями глубокой очистки.

Перед сбросом в водоем очищенные сточные воды обеззараживают. Образующийся на всех стадиях очистки осадок, или избыточная биомасса, поступает на сооружения по обработке осадка. Очищенные сточные воды направляют в оборотные системы водообеспечения промышленных предприятий, на сельскохозяйственные нужды или сбрасывают в водоем. Обработанный осадок утилизируют, уничтожают или складывают.

Механическая очистка применяется для выделения из сточных вод нерастворенных минеральных и органических примесей. Как правило, она используется для предварительной очистки, т.е. для подготовки сточных вод к последующей очистке, и обеспечивает снижение содержания взвешенных веществ до 90 %, органических —

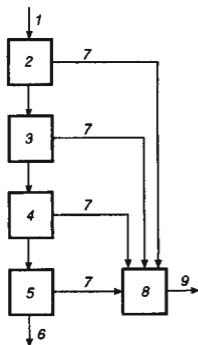


Рис. 4.10. Общая схема очистки сточных вод:

1 — необработанные сточные воды, 2 — сооружения механической очистки, 3 — сооружения химической, биологической, физико-химической очистки, 4 — сооружения глубокой очистки, 5 — сооружения по обеззараживанию сточных вод, 6 — очищенные сточные воды, 7 — осадок или избыточная биомасса, 8 — сооружения по обработке осадка, 9 — обработанный осадок

до 20 %. В состав сооружений механической очистки входят решетки, различного рода уловители, отстойники, фильтры. С целью повышения эффективности их работы применяют методы преаэрации, флокуляции, отстаивания в тонком слое и поле центробежных сил. Число рабочих единиц любых сооружений механической очистки должно быть не менее двух, а число отстойников — не менее четырех с целью обеспечения надежной работы очистной станции при аварии или ремонте сооружений.

Более подробно устройство различных видов оборудования механической очистки сточных вод см. [38, с. 200...206].

Химические и физико-химические методы очистки применяются как самостоятельно, так и в сочетании с механическими и биологическими методами очистки. К основным методам *химической* очистки относятся нейтрализация и окисление; к *физико-химическим* — коагуляция, сорбция, флотация, экстракция, ионный обмен, диализ и др.

Нейтрализацию применяют для обработки производственных сточных вод многих отраслей промышленности, содержащих щелочи и кислоты. В большинстве кислых сточных вод содержатся соли тяжелых металлов, которые необходимо выделять из этих вод. Нейтрализация сточных вод осуществляется с целью предупреждения коррозии металлов водопроводящих сетей и очистных сооружений, нарушения биохимических процессов в биологических окислителях и водоемах.

На практике применяют следующие способы нейтрализации: взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод; нейтрализация реагентами (растворы кислот, негашеная известь, гашеная известь, кальцинированная сода, аммиак и др.), фильтрование через нейтрализующие материалы (известь, известняк, доломит, магнезит, мел и др.) Выбор способа нейтрализации зависит от многих факторов: вида и концентрации кислот, загрязняющих сточные воды; расхода и режима поступления сточных вод на нейтрализацию; наличия реагентов; местных условий. На рис. 4.11 представлена принципиальная схема станции реагентной нейтрализации.

Окислительный метод очистки применяют для обеззараживания производственных сточных вод, содержащих токсичные примеси (цианиды, комплексные цианиды меди и цинка) или соединения, которые нецелесообразно извлекать из сточных вод, а также очищать другими методами (сероводород, сульфиды). Такие виды сточных вод встречаются в машиностроительной (цехи гальванических покрытий); горно-

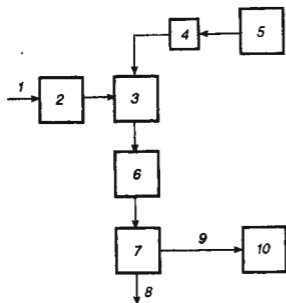


Рис. 4.11. Схема реagenтной нейтрализации:

1 — подача кислых сточных вод, 2 — сооружения механической очистки, 3 — смеситель, 4 — дозирующее устройство, 5 — реagenтное хозяйство (склады реagenтов, растворные баки), 6 — нейтрализатор, 7 — отстойник, 8 — выпуск нейтрализованных сточных вод, 9 — выпуск осадка, 10 — сооружения по обработке осадка

добывающей (обогащительные фабрики свинцово-цинковых и медных руд); нефтехимической; целлюлозно-бумажной (цехи варки целлюлозы) и в других отраслях промышленности.

В качестве окислителей используют хлор, гипохлорид кальция и натрия, хлорную известь, диоксид хлора, озон, технический кислород и кислород воздуха.

Коагуляцию (образование частиц в растворе) широко применяют для очистки сточных вод предприятий химической, нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной, легкой, текстильной и других отраслей промышленности. Для коагуляции используют соли алюминия, железа, магния,

шламовые отходы и отработанные растворы, а также различные виды флокулянтов.

Производственные сточные воды после сооружений механической очистки представляют агрегативно-устойчивую систему. При введении в такую сточную воду коагулянтов или флокулянтов совместно с флокулянтами агрегативная устойчивость нарушается, образуются более крупные агрегаты частиц (хлопья), которые затем удаляются механическими методами. В состав очистной станции при использовании данного способа входят реagenтное хозяйство (склады для хранения коагулянтов и флокулянтов, растворные и расходные баки, дозаторы); смесители; камеры хлопьеобразования; отстойники; сооружения по обработке осадка. Эффективность очистки может достигать 90—95 %.

На практике находят применение и метод *электрохимического коагулирования* с использованием электродов, изготовленных из железа или сплавов алюминия. Металл анода под действием постоянного тока ионизируется и переходит в сточную воду, частицы загрязнений коагулируются образовавшимися труднорастворимыми гидроксидами алюминия или железа.

Сорбция (поглощение вещества из раствора) — один из наиболее эффективных методов очистки от растворенных органических веществ

сточных вод предприятий химической, нефтехимической и других отраслей промышленности. Обеспечивающие высокую эффективность очистки сорбционные методы целесообразно применять для извлечения из сточных вод ценных растворенных веществ с их последующей утилизацией и использованием очищенных сточных вод в системе оборотного водоснабжения промышленных предприятий.

В качестве сорбентов применяют различные искусственные и природные *пористые* материалы: золу, коксовую мелочь, торф, силикагели, алюмогели, активные глины и др. Эффективными сорбентами являются активные угли разных марок.

Процесс сорбции может осуществляться в статических условиях, при которых частица жидкости не перемещается относительно частицы сорбента, т.е. движется вместе с последней (аппараты с перемешивающими устройствами), а также в динамических условиях, при которых частица жидкости перемещается относительно сорбента (фильтры, аппараты с псевдооживленным слоем). Подробнее см. [38, с. 217].

Флотация (всплывание загрязненных частиц) служит для очистки производственных сточных вод, содержащих поверхностно-активные вещества, нефть, нефтепродукты, жиры, масла, волокнистые частицы. Процесс флотации заключается в образовании в толще воды *газовых пузырьков* (чаще воздушных), *прилипании* частиц к поверхности раздела газовой и жидкой фаз, всплывании вредных компонентов на поверхность обрабатываемой сточной жидкости и удаления образовавшегося пенного слоя.

По методу насыщения жидкости пузырьками воздуха различают следующие способы флотации: с выделением воздуха из раствора (вакуумные и напорные установки); с механическим диспергированием воздуха (импеллерные, безнапорные, пневматические установки); с подачей воздуха через пористые материалы; электрофлотация.

Применение того или иного способа флотации зависит от состава сточных вод, необходимой степени очистки и обосновывается технико-экономическими расчетами.

Наиболее широко применяют напорную флотацию (рис. 4.12), позволяющую обрабатывать сточные воды с начальной концентрацией до 4—5 г/л и более.

При использовании напорной флотации сточные воды насосом подаются в напорный бак. На всасывающем трубопроводе имеется патрубок для подсоса воздуха. Из напорного бака насыщенная воздухом вода поступает в флотационную камеру, где выделяющиеся из сточной воды пузырьки воздуха всплывают вместе с частицами загрязнений. Всплывающая масса непрерывно удаляется механизмами для сгребания пены в пеносборники. Продолжительность флотации 15—30 мин,

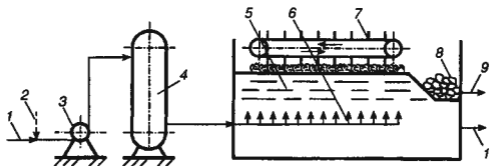


Рис. 4.12. Схема напорной флотационной установки:

1 и 2 — соответственно трубопроводы для подачи сточной воды и воздуха, 3 — насос, 4 — напорный бак, 5 — флотационная камера, 6 — система распределения водо-воздушной смеси, 7 — механизм для сгребания пены, 8 — пеносборник, 9 и 10 — соответственно отводы пены и обработанной сточной воды

глубина камеры не менее 3 м. Пропускная способность флотаторов до $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

При механическом диспергировании воздуха за счет перемещения воздушной струи в воде создается интенсивное вихревое движение, под воздействием которого воздушная струя распадается на отдельные пузырьки.

При электрофлотационной обработке флотационный эффект создается за счет выделения пузырьков водорода на катоде и кислорода на аноде в процессе электролиза воды. Если применяют растворимые электроды, флотационный процесс дополняется коагуляционным, что повышает общий эффект очистки.

Экстракционный метод очистки производственных сточных вод основан на распределении загрязняющего вещества в смеси двух взаимно нерастворимых жидкостей, в зависимости от его растворимости в них. Метод целесообразно применять при относительно высоком содержании в сточных водах растворенных органических веществ, представляющих техническую ценность (фенолы, жирные кислоты). В процессе экстракции экстрагент вводят в обрабатываемую воду. После достижения равновесия концентрация экстрагируемого вещества в экстрагенте значительно превышает остаточную концентрацию в сточной воде, и экстракт (экстрагент с растворенным веществом) отделяется от обработанной сточной воды, а затем с помощью различных методов осуществляется отделение экстрагируемого (вредного) вещества, которое утилизируется. Экстрагент затем вновь используется в технологическом процессе.

Метод экстракции широко применяется при очистке сточных вод предприятий по термической переработке каменного и бурого углей, сланцев, торфа, содержащих значительное количество фенолов. Эффективность их извлечения из сточных вод достигает 80—95 %.

Методом *ионного обмена* из сточных вод за счет обмена между ионами, находящимися в растворе, и ионами, присутствующими на поверхности твердой фазы (ионита), из сточных вод можно извлекать и утилизировать ценные примеси (соединения мышьяка, фосфора, а также хром, цинк, свинец, медь, ртуть и др.), радиоактивные вещества. При этом сточная вода может быть очищена до ПДК вредных веществ и использоваться в технологических процессах или в системах оборотного водообеспечения.

При очистке производственных сточных вод находят применение и другие химические и физико-химические методы [38, с. 220; 2, с. 170...175].

Метод *биологической очистки* бытовых и производственных сточных вод основан на биологическом окислении содержащихся в сточных водах органических соединений, которое реализуется в естественных и искусственных сооружениях. В естественных сооружениях очистку осуществляют на полях фильтрации или орошения и в биологических прудах.

Биологическая очистка на полях состоит в том, что при фильтровании сточной воды через слой почвы в ней адсорбируются взвешенные и коллоидные вещества, которые со временем образуют в порах почвы микробиологическую пленку. Эта пленка адсорбирует и окисляет задержанные органические вещества, превращая их в минеральные соединения.

Различают биологические пруды с естественной и искусственной аэрацией. Требуемая площадь прудов с искусственной аэрацией существенно меньше за счет более равномерного перемещения сточной воды подаваемым в нее сжатым воздухом и дополнительного поступления кислорода из подаваемого воздуха.

Биологическая очистка сточных вод в искусственных сооружениях осуществляется в биологических фильтрах, аэротенках и окситенках.

На рис. 4.13 представлена схема биологического фильтра. Исходная сточная вода по трубопроводу 1 поступает в распределитель сточных вод 2 и равномерно распределяется над поверхностью загрузочного материала 3. В процессе фильтрования через загрузочный материал, в качестве которого используют

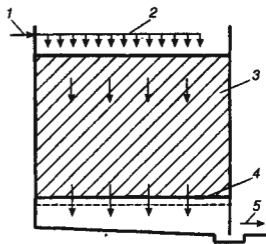


Рис. 4.13. Схема биологического фильтра

шлак, щебень, керамзит, пластмассу, гравий и т.п., на загрузочном материале образуется биологическая пленка, микроорганизмы которой поглощают органические вещества. Загрузочный материал поддерживается поддерживающей решеткой 4. Очищенная от органических примесей вода выводится из фильтра через трубопровод 5.

Аэротенки по конструкции аналогичны отстойникам, в которые помещают активный ил — микроорганизмы и подают сжатый воздух, обеспечивающий интенсификацию процесса окисления органических примесей.

Окситенки — модификация аэротенков, в которые вместо сжатого воздуха подают газообразный кислород. При этом процессы окисления существенно интенсифицируются, однако усложняются условия эксплуатации вследствие взрывопожароопасности кислорода.

Более подробно биологические методы очистки сточных вод изложены в [38, с. 206...214].

Содержащиеся в биологически очищенных сточных водах частицы активного ила, биопленки, остаточные загрязнения биологического происхождения, поверхностно-активные вещества, биогенные элементы (азот и фосфор), бактериальные загрязнения оказывают вредное влияние на водоемы, вызывают их эвтрофикацию (повышение уровня питательных веществ), создают трудности при повторном использовании сточных вод в системах оборотного водообеспечения. Эти обстоятельства вызывают необходимость *глубокой очистки* (доочистки) бытовых и производственных сточных вод.

Необходимая степень глубокой очистки определяется требованиями технологического регламента производства и повышенными требованиями к санитарному состоянию водоемов. Глубокая очистка сточных вод предусматривает: уменьшение концентрации взвешенных веществ в очищенных сточных водах; снижение величины БПК (биологической потребности в кислороде), содержания биогенных элементов; обеззараживание сточных вод; насыщение очищенных сточных вод кислородом при спуске их в водоемы рыбохозяйственного назначения.

Для глубокой очистки от взвешенных и растворенных веществ применяют фильтры различных конструкций с загрузкой из песка, гравийного щебня, антрацита, пластмассовых гранул. При начальных концентрациях взвешенных веществ и БПК 15—25 мг/л эффективность очистки по взвешенным веществам составляет 75—90 %, а по БПК — 50—60 %. Для глубокой очистки от биологически окисляемых загрязнений применяют биологические пруды, обеспечивающие снижение концентраций БПК до 3—5 мг/л.

Биологически неокисляемые загрязнения могут удаляться из сточных вод с помощью сорбционных и ионообменных установок.

Для уничтожения содержащейся в очищенных сточных водах болезнетворной микрофлоры производят *обеззараживание* их. Эффект обеззараживания должен составлять практически 100 %. Сточные воды после полной очистки обеззараживают путем введения в воду соединений хлора или других сильных окислителей (например, озона), обеспечивающих защиту водоемов от попадания в них возбудителей заболеваний.

С целью предотвращения интенсивного разрастания в водоемах растительности следует предупреждать нарушение баланса поступления в них питательных веществ и биогенных элементов. Соединения фосфора из сточных вод извлекают с помощью коагуляции. Соединения азота удаляют методами отдувки, ионного обмена, электролиза, а также химическим или биологическим методами.

Наиболее надежной технологической схемой биологической обработки является трехстадийная (рис. 4.14), включающая процессы аэрации, нитрификации (процесс окисления азота аммонийных солей в нитриты и нитраты), денитрификации (процесс восстановления азота нитратов до газообразного). В результате такой глубокой очистки эффект снижения количества биогенных элементов достигает 98—99 %.

Определенную специфику представляют очистка и обеззараживание сточных вод, предназначенных для водоемов рыбохозяйственного назначения, и сточных вод от радиоактивных загрязнений [38, с. 222].

Вопросы обработки и использования осадков сточных вод, объем которых обычно не превышает 0,5—2 % объема очищаемой воды, подробно отражены в [38, с. 222...225].

В общем виде технологическая *схема обработки осадков* включает следующие стадии: уплотнение, стабилизацию, кондиционирование, обезвоживание, ликвидацию, обеззараживание, утилизацию. Задачей стадии уплотнения является уменьшение влагосодержания осадка, что позволяет снизить затраты на последующих стадиях обработки. Уплотнение осадков осуществляется гравитационным способом, центрифуги-

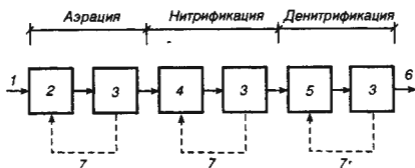


Рис. 4.14. Трехстадийная схема очистки:

1 — сточные воды, содержащие азот аммонийных солей, 2 — аэротенк, 3 — отстойники, 4 — нитрификатор, 5 — денитрификатор, 6 — обработанная сточная вода, 7 — циркуляционный ил

рованием, фильтрованием, флотацией. Стабилизация производится с целью предотвращения загнивания осадков и достигается минерализацией органических веществ с помощью анаэробного (метанового) брожения, аэробного окисления; изменением активной реакции среды (подщелачиванием), высушиванием. Процесс анаэробного брожения применяют для минерализации органических осадков из первичных отстойников и избыточного активного ила, а также их смесей, и проводят в герметически закрытых резервуарах — метантенках при двух температурных режимах: мезофильном (температура 30—35 °С) и термофильном (температура 52—55 °С). При этом образуется метан, который выводится из метантенка и утилизируется в качестве топлива.

Среди методов кондиционирования осадков наиболее известна реагентная обработка их минеральными коагулянтами. Обезвоживание осадков может осуществляться в естественных условиях на иловых площадках и в искусственных условиях на вакуум-фильтрах, центрифугах, виброфильтрах, фильтр-прессах. Заключительный этап обезвоживания осадков — термическая сушка. При утилизации осадков из них извлекают ценные вещества для добавки к кормам и для удобрения. Осадки минерального происхождения находят применение при производстве строительных материалов и строительстве дорог. Если осадки имеют токсичные примеси или их утилизация не целесообразна, применяют метод их сжигания.

4.5. ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ; ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ПРЕДПРИЯТИЯ

Контроль за состоянием окружающей среды осуществляют министерства, государственные комитеты и ведомства при проектировании, строительстве и эксплуатации сооружений, оборудования и аппаратуры для очистки выбросов от загрязняющих веществ. Они также следят за оснащением приборов, необходимых для постоянного наблюдения за эффективностью очистки, величиной выбросов и вредных физических, биологических и химических воздействий.

Работа этих органов в указанном направлении регламентируется нормативными документами, приведенными в п. 4.6. Контроль проводится при участии представителей санитарно-эпидемиологических станций, бассейновых территориальных управлений и инспекций по регулированию использования и охране вод, Государственной инспекции по контролю за работой газоочистных и пылеулавливающих уста-

новок, санитарных лабораторий на промышленных предприятиях, а при их отсутствии — инженеров по охране труда.

Одним из важных мероприятий, обеспечивающих эффективный контроль состояния окружающей среды, является *инвентаризация* всех выбросов и сбросов, загрязняющих атмосферу и воду. Она проводится на объектах, дающих загрязнение окружающей среды, на основании замеров и расчетов, причем определяются виды вредных веществ, их количество и режим выделения.

Центральное статистическое управление утвердило формы статистической отчетности, касающиеся охраны окружающей среды, по которым производственные объединения и предприятия, имеющие выбросы вредных веществ, обязаны регулярно представлять сведения в заинтересованные организации о выполнении мероприятий по уменьшению вредных выбросов, их количестве, характере, очистке и утилизации, характеристике источников выбросов и показателях работы очистных установок.

С целью совершенствования и упорядочивания контроля за состоянием окружающей среды разработаны: положение о государственном контроле за работой газоочистных и пылеулавливающих установок; правила технической эксплуатации и безопасного обслуживания газо-пылеулавливающих установок; инструкция должностным лицам Государственной инспекции по проведению обследования источников загрязнения атмосферы, газоочистных и пылеулавливающих установок, утвержденная Государственной инспекцией по контролю за работой газоочистных и пылеулавливающих установок; правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами; правила санитарной охраны прибрежных вод морей.

Контроль за состоянием окружающей среды ведут с помощью анализа проб воздуха, воды и почвы на выбросах, сбросах и в местах использования вредных веществ.

Центральным звеном в контроле за охраной труда и в управлении ею является Министерство экологии и природных ресурсов Российской Федерации. Оно имеет свои органы в республиках, областях, районах и городах.

Министерство осуществляет комплексное управление природоохранной деятельностью, корректирует и координирует в этой области деятельность всех министерств и ведомств. Оно утверждает экологические нормативы, правила и стандарты по использованию природных ресурсов и охране природы от загрязнения, проводит экологическую экспертизу планов развития и размещения производительных сил страны, контролирует соблюдение экологических норм при разработке новой техники, технологий и материалов; подвергает экологической экс-

пертизе проекты предприятий, могущих оказать существенное воздействие на состояние окружающей среды.

Это министерство и его органы в районах и городах имеют право запрещать строительство и расширение предприятий, наносящих вред окружающей среде, останавливать работу цехов, заводов и других объектов в случаях грубого нарушения ими норм и правил охраны окружающей среды.

Управление охраной природы и окружающей среды *на предприятиях* включает следующие вопросы:

- планирование мероприятий по охране окружающей среды, определение заданий подразделениям предприятия по выполнению требований охраны окружающей среды, использованию побочных и побочных продуктов производства, технологических отходов, выбросов и сбросов;
- инженерное обеспечение работ по охране окружающей среды, состоящее в экологической экспертизе технической документации на продукцию и технологические процессы и приведении их в соответствие с экологическими нормами и требованиями;
- перестройка технологических процессов в соответствии с требованиями охраны природы с целью уменьшения или полной ликвидации вредного воздействия побочных продуктов на окружающую среду;
- метрологическое обеспечение контроля загрязнения окружающей среды (обеспечение методами и средствами определения качества окружающей среды);
- материально-техническое обеспечение проводимых мероприятий по охране окружающей среды;
- обеспечение нормального функционирования средств охраны природы (техническое обследование устройств и установок по улавливанию, очистке и обеззараживанию выбросов и отходов);
- повышение квалификации руководящих работников, специалистов и рабочих в области охраны окружающей среды;
- контроль и регулирование выполнения мероприятий по охране окружающей среды, включая контроль уровней выбросов и сбросов веществ, загрязняющих окружающую среду, принятие мер по предупреждению и ликвидации аварийных ситуаций;
- учет и отчетность по охране окружающей среды, анализ результатов контроля состояния окружающей среды и использование их при планировании природоохранной деятельности;
- финансовое обеспечение работ по охране окружающей среды;
- оценка эффективности управления охраной окружающей среды по экономическим, гигиеническим, экологическим и социальным показателям.

В выполнении указанных мероприятий на предприятии участвуют отделы главного технолога, главного конструктора, главного энергетика, главного механика, материально-технического снабжения, капитального строительства, производственно-технический, заводская лаборатория и другие заинтересованные подразделения. Руководит работой, как правило, заместитель руководителя предприятия — главный инженер совместно с отделом охраны окружающей среды (при отсутствии последнего — с отделом (специалистом) по охране труда).

Органнзующим началом в обеспечении защиты окружающей среды является научно и экономически обоснованное проектирование, позволяющее найти оптимальное решение. Так, еще в комплексном проекте промышленного предприятия необходимо разрабатывать разделы по обеспечению чистоты воздуха, гидросферы, акустической среды, а также охраны окружающей среды от загрязнения твердыми отходами производства. Эти вопросы изложены в [38, с. 250...253].

В улучшении экологических показателей промышленных предприятий, рациональном использовании ими природных ресурсов существенную роль играет введенный (согласно ГОСТ 17.0.0.04 «Экологический паспорт предприятия») с 1 января 1990 г. для каждого предприятия экологический паспорт. Экологический паспорт дополняется и корректируется по мере изменения технологии производства, замены оборудования, устройства дополнительной очистки выбросов и сбросов и т.д. Хранится паспорт на предприятии и в территориальном органе Министерства экологии и природных ресурсов, где он и регистрируется.

Базой для разработки экологического паспорта являются основные показатели производства, ПДВ, предельно допустимые сбросы, разрешения на природопользование, паспорта газо- и водоочистных сооружений и установок по утилизации и использованию отходов, данные государственной статистической отчетности, инвентаризации источников загрязнения и нормативно-технические документы.

Экологический паспорт состоит из нескольких разделов. В первом разделе представляются *общие сведения о предприятии*, в следующем — дается *краткая природно-климатическая характеристика* района расположения предприятия, в следующем — представляются *краткое описание технологии производства и сведения о выпускаемой продукции*. Далее в паспорт включаются: раздел, содержащий сведения об использовании земельных ресурсов, раздел «Характеристика сырья, используемых материальных и энергетических ресурсов», раздел «Характеристики водопотребления и водоотведения», раздел «Характеристики выбросов в атмосферу», раздел «Характеристики отходов», раздел «Сведения о рекультивации нарушенных земель», раздел «Све-

дения о транспорте предприятия» (с его экологическими характеристиками). Последний раздел экологического паспорта «Сведения об эколого-экономической деятельности предприятия» состоит из двух частей. В первой части содержатся сведения об утвержденных лимитах (пределах) на вещества, находящиеся в выбросах в атмосферу, сбросах в водоемы и размещаемые с отходами, сведения о плате за допустимые выбросы и сбросы. Во второй части раздела указываются размеры платежей по годам, начиная с года составления паспорта за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в окружающую среду и размещение отходов. Сведения последнего раздела, приводимые по годам, дают возможность оценить, находится ли предприятие в рассматриваемых направлениях его деятельности на подъеме или спаде.

ГОСТ 17.0.0.04—90 предписывает составлять экологический паспорт в виде таблиц, пользуясь для этого Временными методическими рекомендациями по разработке экологического паспорта промышленного предприятия [38, с. 258...263].

4.6. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Существовавшая у нас система управления народным хозяйством ориентировалась (и ориентируется сейчас) в основном на вовлечение в общественное производство все новых и новых ресурсов, прежде всего взятых у природы. Свойственная ей ш т р а ф н а я система компенсации загрязнения окружающей среды и недопустимое, приводящее к пагубным последствиям, воздействие человека на животный и растительный мир, явно неприемлемы.

Только экономическое воздействие, основанное на оптимальной прогнозной оценке использования природных и других ресурсов, способно внести гармонию в развитие производительных сил общества и охраны окружающей среды и природы.

Отсутствие экономического механизма, который препятствовал бы распространению экологически несостоятельных решений и технологий, приводит к развитию загрязнения окружающей среды. Для предупреждения этого следует создать такие условия экологического расчета, при которых с учетом всех воздействий (последствий), в том числе косвенных и отдаленных, целесообразна была бы реализация только экономически и экологически оптимальных проектов и действующих производств.

С этой целью в 1990 г. в 49 регионах бывшего СССР был проведен экономический эксперимент, суть которого состояла в установлении двух видов плат за загрязнение окружающей среды: одна — в пределах допустимых выбросов и сбросов, другая (более высокая) — при превышении допустимых выбросов и сбросов. Проведенный эксперимент был успешным, в результате в 1990 г. только в союзный фонд охраны природы было перечислено 1808,1 тыс. рублей, из которых 53,7 % было использовано на помощь заказчикам, экспертизу, экспозиции на ВДНХ и научно-исследовательские работы. По результатам эксперимента правительством были установлены нормативы и коэффициенты платы за выбросы и порядок их применения: отдельно за выбросы и сбросы в пределах ПДК и за выбросы и сбросы, превышающие ПДК (разница в плате) соответственно составляет 4...6 раз и более [38, с. 238...241].

Плата за выбросы загрязняющих веществ представляет собой компенсацию за экономический ущерб от загрязнения окружающей среды и производится за счет прибыли (дохода), остающейся в распоряжении природопользователей.

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 5 августа 1992 г. № 552 «Об утверждении положения о составе затрат по производству и реализации продукции (работ и услуг)» устанавливаются следующие источники платежей за загрязнение окружающей природной среды:

1. Платежи в пределах допустимых нормативов выбросов и сбросов загрязняющих веществ, размещения отходов осуществляются за счет себестоимости продукции (работ, услуг).

2. Платежи за превышение допустимых нормативов выбросов и сбросов загрязняющих веществ, размещение отходов, а также превышение лимитов или временно согласованных нормативов выбросов, осуществляются за счет прибыли, остающейся в распоряжении природопользователей.

В себестоимость продукции (работ, услуг) включаются текущие затраты, связанные с содержанием и эксплуатацией фондов природоохранного назначения, очистных сооружений, золоуловителей, фильтров и других природоохранных объектов; оплатой услуг сторонних организаций за прием, хранение и уничтожение опасных отходов, сточных вод; другими видами текущих природоохранных затрат.

Порядок определения платы за загрязнение окружающей среды [47].

1. Рассматриваемый порядок распространяется на предприятия, физических лиц, осуществляющих любые виды деятельности, связанные

с природопользованием и предусматривает взимание платы за следующие виды вредного воздействия на окружающую среду:

а) выброс загрязняющих веществ в атмосферу, в поверхностные и подземные объекты;

б) размещение отходов;

в) другие виды вредного воздействия (шум, вибрация, электромагнитные и радиационные воздействия).

2. Устанавливаются два вида базовых нормативов платы:

а) за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, других видов вредного воздействия в пределах допустимых нормативов;

б) за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, других видов вредного воздействия в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов).

Базовые нормативы платы устанавливаются по каждому виду загрязняющего вещества (отхода) с учетом степени опасности их для окружающей среды и здоровья населения.

Для отдельных регионов и бассейнов рек устанавливаются коэффициенты к базовым нормативам платы, учитывающие экологические факторы, природно-климатические особенности территории, значимость природных и социально-культурных объектов.

Дифференцированные ставки платы определяются путем умножения базовых нормативов платы на коэффициенты, учитывающие экологические факторы.

3. Плата за загрязнение окружающей среды в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормы выбросов загрязняющих веществ, объемы размещения отходов, уровень вредного воздействия определяется путем умножения соответствующих ставок платы на величину указанных видов загрязнения и суммирования полученных произведений по видам загрязнения.

4. Плата за загрязнение окружающей природной среды в пределах установленных лимитов определяется путем умножения соответствующих ставок платы на разницу между лимитными и предельно допустимыми сбросами загрязняющих веществ, объемами размещения отходов, уровня вредного воздействия и суммированием полученных произведений по видам загрязнения.

5. Плата за сверхлимитное загрязнение окружающей природной среды определяется путем умножения соответствующих ставок платы за загрязнение в пределах установленных лимитов на величину превышения фактической массы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, объемов размещения отходов, уровней вредного воздействия над установленными лимитами, суммирования полученных произведений по

видам загрязнения и умножения этих сумм на пятикратный повышающий коэффициент.

6. В случае отсутствия у природопользователя оформленного в установленном порядке разрешения на выброс, сброс загрязняющих веществ, размещение отходов, все массы загрязняющих веществ учитывается как сверхлимитные. Плата за загрязнение окружающей природной среды в таких случаях определяется в соответствии с пунктом 5 настоящего порядка.

7. Платежи за предельно допустимые выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, уровни вредного воздействия осуществляются за счет себестоимости продукции (работ, услуг), а платежи за превышение их — за счет прибыли, остающейся в распоряжении природопользователя.

8. Предельные размеры платы за загрязнение окружающей среды сверх предельно допустимых нормативов устанавливаются в процентах от прибыли, остающейся в распоряжении природопользователя, дифференцировано по отдельным отраслям экономики с учетом их экономических особенностей.

Если указанные платежи, определенные расчетным путем в соответствии с настоящим Порядком, равны или превышают размер прибыли, остающейся в распоряжении природопользователя, то специально уполномоченными государственными органами в области охраны окружающей среды, органами санитарно-эпидемиологического надзора, соответствующими органами исполнительной власти рассматривается вопрос о приостановке или прекращении деятельности предприятия, организации.

9. Средства, взимаемые за загрязнение окружающей природной среды, в соответствии с законом «Об охране окружающей природной среды», перечисляются природопользователями в бесспорном порядке в размере 90 % на специальные счета внебюджетных государственных экологических фондов и 10 % в доход республиканского бюджета Российской Федерации для финансирования мероприятий в области охраны окружающей природной среды.

Плата за воду с предприятий, отводящих сточные воды через системы коммунальной канализации, поступает на счет предприятий водопроводно-канализационного хозяйства и направляется на совершенствование техники и технологии городских систем водоотведения.

В случаях аварийных выбросов и сбросов по вине природопользователей, а также размещения отходов на не отведенной для этой цели территории устанавливается повышенный тариф к нормативам платы за допустимые выбросы и сбросы загрязняющих веществ.

Контрольным показателем, определяющим допустимость поступления вредных веществ в воздушную среду, является предельно допустимый выброс (ПДВ), который при неблагоприятных погодных условиях создает в приземном слое примесей, равные предельно допустимой концентрации (ПДК) этих вредных веществ в атмосферном воздухе. С целью обеспечения чистоты воздушной среды представляется весьма важным, чтобы источники выделения вредных веществ не только не превышали ПДК, но вообще выбрасывали меньше вредных веществ.

Для этого и для большего стимулирования сокращения вредных выбросов введены показатель загрязнения воздушной среды P ($\text{м}^3/\text{ч}$) объектом (технологическим оборудованием, линией, цехом и т.д.) и суммарный годовой показатель загрязнения воздуха объектом Σ ($\text{км}^3/\text{год}$) [38].

Показатель загрязнения воздушной среды определяется:

$$P = M / (C_{\text{ПДК а.в.}} - C_{\phi}), \quad (4.4)$$

где M — количество выделяемых объектом вредных веществ в единицу времени, $\text{мг}/\text{ч}$; $C_{\text{ПДК а.в.}}$ — ПДК вредного вещества в атмосферном воздухе, $\text{мг}/\text{м}^3$; C_{ϕ} — фоновая концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Физический смысл этой величины — количество атмосферного воздуха для данной местности (с учетом фоновой концентрации вредных веществ в ее воздушной среде), которое нужно подать на объект для растворения выделяемых им вредных веществ до предельно-допустимой концентрации.

Суммарный годовой показатель загрязнения воздуха объектом введен с учетом времени работы объекта и возможной неравномерности выделения им вредных веществ:

$$\sum_{n=0}^{m=n} = [(M_1 Z_1 + M_2 Z_2 + \dots + M_n Z_n / C_{\text{ПДК а.в.}} - C_{\phi})] \cdot 10^{-9}, \quad (4.5)$$

где $M_1, M_2 \dots M_n$ — количества вредных веществ, выделяющихся в единицу времени с различной интенсивностью, $\text{мг}/\text{ч}$; $Z_1, Z_2 \dots Z_n$ — время, соответствующее работе источников загрязнения с соответствующей интенсивностью выделения вредных веществ за год, ч.

Например, если котельная производительностью 3000 $\text{мДж}/\text{ч}$ будет работать на кузнецком угле или на худшем по качеству подмосковном буром угле, то суммарные годовые показатели загрязнения воздушной среды будут соответственно: 0,025 и 0,4 $\text{км}^3/\text{ч}$. Соответственно возрастает и плата за загрязнение воздушной среды диоксидом серы.

Использование показателей загрязнения воздушной среды объектом и стоимости воздуха, расходуемого на разбавление выбрасываемых источником вредных веществ до ПДК, создает более тонкий, чем существующие, экономический механизм, способствующий уменьшению количества вредных веществ, выделяемых оборудованием, процессами, цехами и предприятиями при их разработке, создании и совершенствовании; при выборе того или иного решения во время проектирования; при установлении экологически оптимальных условий эксплуатации, в частности с помощью поощрения работников, сокращающих расходы воздуха для разбавления выделяющихся вредных веществ до ПДК. В дополнение к применяющимся штрафным санкциям за недопустимое загрязнение окружающей среды такой экономический механизм будет предупреждать эти неблагоприятные явления и таким образом способствовать их сокращению.

За рубежом, в частности в Голландии, при решении подобных вопросов находят применение теории приемлемого риска экологической опасности [6].

Для проведения расчетов, в соответствии с приведенным выше порядком расчета, могут быть использованы ниже следующие формулы.

Плата за выбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы выбросов, определяется, как уже говорилось, путем умножения соответствующих ставок платы на величину загрязнения и суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ:

$$P_{\text{нАТМ}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{нАТМ}} \cdot M_{i\text{АТМ}}, \quad (\text{при } M_{i\text{АТМ}} \leq M_{\text{нАТМ}}), \quad (4.6)$$

где i — вид загрязняющего вещества ($i = 1, 2, \dots, n$); $P_{\text{нАТМ}}$ — плата за выбросы загрязняющих веществ в размерах не превышающих предельно допустимые нормативы выбросов, руб; $C_{\text{нАТМ}}$ — ставка платы за выбросы одной тонны i -го загрязняющего вещества в пределах допустимых нормативных выбросов, руб; $M_{i\text{АТМ}}$ — фактический выброс i -го загрязняющего вещества, т; $M_{\text{нАТМ}}$ — предельно допустимый выброс i -го загрязняющего вещества, т.

$$C_{\text{нАТМ}} = H_{\text{бнАТМ}} \cdot K_{\text{зАТМ}}, \quad (4.7)$$

где $H_{\text{бнАТМ}}$ — базовый норматив платы за выброс одной тонны i -го загрязняющего вещества в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы выбросов; $K_{\text{зАТМ}}$ — коэффициент экологической ситуации и экологической значимости атмосферы в данном регионе.

Плата за выброс загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов, как уже говорилось, определяется путем умножения соответствующих ставок платы на разницу между лимитными и предельно допустимыми выбросами загрязняющих веществ и суммированием полученных произведений по видам загрязняющих веществ:

$$P_{\text{ЛИАТМ}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{ЛИАТМ}} (M_{i\text{ИАТМ}} - M_{\text{н}i\text{ИАТМ}}) \quad (\text{при } M_{\text{н}i\text{ИАТМ}} < M_{i\text{ИАТМ}} \leq M_{\text{лиАТМ}}),$$

где i — вид загрязняющего вещества ($i = 1, 2, \dots, n$); $P_{\text{ЛИАТМ}}$ — плата за выбросы загрязняющих веществ в пределах установленного минимума, руб; $C_{\text{ЛИАТМ}}$ — ставка платы за выбросы одной тонны i -го загрязняющего вещества в пределах установленных минимумов, руб; $M_{i\text{ИАТМ}}$ — фактический выброс i -го загрязняющего вещества, т; $M_{\text{н}i\text{ИАТМ}}$ — предельно допустимый выброс i -го загрязняющего вещества, т; $M_{\text{лиАТМ}}$ — выброс i -го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита, т

$$C_{\text{ЛИАТМ}} = H_{\text{блн}i\text{ИАТМ}} \cdot K_{\text{зАТМ}},$$

где $H_{\text{блн}i\text{ИАТМ}}$ — базовый норматив платы за выброс одной тонны i -го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита; $K_{\text{зАТМ}}$ — коэффициент экологической ситуации и экологической значимости атмосферы в данном регионе.

Плата за сверхнормативный выброс загрязняющих веществ, согласно приведенному выше порядку, определяется путем умножения соответствующих ставок платы за загрязнение в пределах установленных лимитов на величину превышения фактической массы выбросов над установленными лимитами, суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ и умножения этих сумм на пятикратный повышающий коэффициент:

$$P_{\text{сАТМ}} = 5 \sum_{i=1}^n C_{\text{лиАТМ}} (M_{i\text{ИАТМ}} - M_{\text{лиАТМ}}) \quad (\text{при } M_{i\text{ИАТМ}} > M_{\text{лиАТМ}}).$$

Для реализации эффективных мероприятий по охране окружающей среды, кроме экономических санкций и стимулов, действуют о ф и ц и а л ь н ы е д о к у м е н т ы, устанавливающие порядок проведения этих мероприятий.

Еще в бывшем СССР были приняты законы об охране атмосферного воздуха и об охране и использовании животного и растительного мира. Большое значение для охраны природы и рационального использования природных ресурсов имеют следующие законодательные документы: Основы законодательства о здравоохранении, Основы водно-

го законодательства, Основы земельного законодательства, Основы лесного законодательства, Основы законодательства о недрах.

Указанные законодательные документы периодически перерабатываются и дополняются, а на их основе разрабатываются региональные нормативно-правовые акты.

С 1992 г. действует Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды», который:

- обязывает планирующие, проектирующие и хозяйственные органы и предприятия учитывать взаимосвязь природной среды и эксплуатируемой техники, чтобы последствия не оказывали вредного воздействия на окружающую среду;
- требует выделения ассигнованной и других материальных средств для охраны и улучшения качества природной среды;
- предусматривает участие общественности в охране природы, организацию преподавания, пропаганды и научно-исследовательских работ по сохранению и улучшению окружающей природной среды;
- обязывает организации, производящие строительные работы, осуществлять мероприятия по сохранению почвенного покрова и производить работы по его восстановлению на землях, затронутых работами;
- возлагает на министерства и ведомства обязанность обеспечения контроля за соблюдением учреждениями, предприятиями и гражданами законов об охране природы и за выполнением мероприятий по сохранению и восстановлению природных ресурсов.

Министерства и ведомства в соответствии с природоохранными законами и постановлениями вышестоящих органов с учетом особенностей производственной и хозяйственной деятельности подведомственных предприятий, организаций и учреждений разрабатывают ведомственные положения, правила и инструкции, определяющие природоохранительные действия на объектах.

Нормативные документы министерств и ведомств (см. п. 4.5), осуществляющих государственный контроль за соблюдением правил охраны природы, носят обязательный характер для всех министерств, ведомств, предприятий, организаций и учреждений независимо от их ведомственной подчиненности. К таким, в частности, относятся Санитарные нормы и правила.

С целью повышения научно-технического уровня охраны природы разрабатываются и вводятся в действие обязательные на всей территории страны государственные стандарты по экологии (более 200). Стандартизация экологической деятельности обеспечивает применение единых и обязательных методов и правил охраны природы, а также единой терминологии.

Экологические стандарты в системе стандартизации выделены в специальную группу, имеющую порядковый номер 17, и подразделяются на комплексы. Организационно-методические стандарты образуют нулевой комплекс, например ГОСТ 17.0.0.04—90 и другие, остальные формируются по природно-ресурсному принципу. Стандарты в области охраны и рационального использования вод образуют первый комплекс, например ГОСТ 17.1.1.01—77 «Основные термины и определения». Стандарты, регламентирующие охрану атмосферы, объединяются во второй комплекс, например ГОСТ 17.2.3.01—86 «Правила контроля качества воздуха населенных пунктов» и др. Стандарты, определяющие требования по охране и рациональному использованию почв, сведены в четвертый комплекс, использованию земель — в пятый, охране флоры — в шестой комплекс.

5. ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

5.1. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ МИРНОГО И ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ И СИСТЕМА ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

Под «чрезвычайными ситуациями» (ЧС) следует понимать события, которые могут произойти в мирное и военное время и приводят к возникновению *очагов массового поражения*.

Чрезвычайные ситуации можно классифицировать следующим образом:

1. ЧС, связанные со стихийными бедствиями (землетрясения, катастрофы, наводнения, ураганы и штормовые ветры, снежные бури и заносы, сели, оползни, обвалы, лавины, лесные и торфяные пожары, эпидемии и др.).

2. ЧС, связанные с выбросом вредных веществ в окружающую среду (аварии на АЭС и других объектах ядерной энергетики), с выбросом (утечкой) радиоактивных веществ (РВ) в атмосферу; аварии на объектах, имеющих сильно действующие ядовитые вещества (СДЯВ), с выбросом (утечкой) их в окружающую среду; аварии на производственных предприятиях с выбросом (утечкой) биологических средств.

3. ЧС, связанные с возникновением пожаров и взрывов и их последствиями (разрушение и повреждение зданий, сооружений, технологических установок, емкостей и трубопроводов на предприятиях со взрыво- и пожароопасной технологией; пожары и взрывы в населенных пунктах и на транспортных коммуникациях и т.д.).

4. ЧС конфликтного характера (вооруженные нападения на военные объекты и склады; волнения в отдельных районах, вызванные выступлениями экстремистских групп (элементов); применение оружия массового поражения (ОМП) и других современных средств поражения).

Стихийные бедствия могут возникать как независимо друг от друга, так и во взаимосвязи: одно из них может повлечь за собой другое. Некоторые из них, например, лесные и торфяные пожары, оползни, обвалы ледников, снежные лавины и т.п., часто возникают из-за не всегда разумной деятельности человека.

Независимо от источника возникновения стихийные бедствия характеризуются значительными масштабами и различной продолжительностью — от нескольких секунд и минут (землетрясения, снежные лавины) до нескольких часов (сель), дней (оползень) и месяцев (наводнение).

Каждое стихийное бедствие имеет свои характеристики, последствия, требует специфичных методов ликвидации, достаточно отработанных системой гражданской обороны (ГО).

Авария (катастрофа) — это выход из строя машин, механизмов, устройств, коммуникаций, сооружений, их систем и т.п. вследствие нарушения технологии производства, правил эксплуатации, мер безопасности; ошибок, допущенных при проектировании, строительстве или изготовлении станков, агрегатов и т.д.; низкой трудовой дисциплины, а также в результате стихийных бедствий.

Наиболее характерными авариями, вызывающими тяжелые последствия, являются взрывы, пожары, заражение атмосферы и местности СДЯВ, РВ.

Взрывы и, как их следствие, *пожары* происходят на объектах, производящих взрывоопасные и химические вещества; в системах и агрегатах, находящихся под большим давлением; на газо- и продуктоводах и т.д. Наиболее взрыво- и пожароопасные смеси с воздухом образуются при истечении газообразных и сжижении углеводородных продуктов метана, пропана, бутана, этилена, пропилена, бутилена.

Пожары на предприятиях могут возникнуть также вследствие повреждения электропроводки машин, находящихся под напряжением; топок и отопительных систем; емкостей с легковоспламеняющимися жидкостями, нарушений правил техники безопасности.

На характер и масштабы пожаров существенное влияние оказывают огнестойкость зданий и сооружений, пожарная опасность производства, плотность застройки, метеорологические условия, состояние систем и средств пожаротушения и др. (см. п. 2.2).

Аварии с истечением (выбросом) СДЯВ и заражением окружающей среды возникают на предприятиях химической, нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной, мясомолочной и пищевой промышленности; водопроводных и очистных сооружениях а также при транспортировке СДЯВ. Непосредственными причинами являются нарушения правил хранения и транспортировки, несоблюдение требований техники безопасности, выход из строя агрегатов, механизмов, трубопроводов, повреждение емкостей и др.

Сильно действующими ядовитыми веществами (СДЯВ) называют химические соединения, которые в определенных количествах, превышающих ПДК, оказывают вредное воздействие на людей, сельскохозяйственных животных, растения и вызывают у них поражение различной степени.

СДЯВ могут быть элементами технологического процесса (аммиак, хлор, серная и азотная кислоты, фтористый водород) и могут образовываться при пожарах на предприятиях (оксид углерода, оксид азота, хлористый водород, сернистый газ).

Для защиты от СДЯВ применяются промышленные фильтрующие протнвогазы различных марок, выбор которых зависит от вида СДЯВ и его концентрации.

Наиболее опасными по масштабам последствий являются *аварии на АЭС с выбросом в атмосферу РВ*, в результате чего, кроме разрушения энергоблоков, имеет место длительное радиоактивное загрязнение местности на огромных площадях.

Поражающее действие РВ на незащищенных людей в условиях аварии обусловлено (см. п. 3.4.4.):

- внутренним облучением в результате ингаляционного поступления в организм человека радионуклидов за время прохождения парогазового облака, а также возможного попадания их с продуктами питания и водой (основной поставщик — йод-131 с периодом полураспада 8 суток);
- внешним облучением от парогазового радиоактивного облака за время его прохождения и от радиоактивного загрязнения местности и объектов на следе облака.

К современным *средствам поражения*, вызывающим ЧС конфликтного характера, относятся оружие массового поражения (ОМП) и обычные средства нападения.

Современные виды ОМП делятся на ядерное, химическое и бактериологическое [41].

Для их доставки к целям используются ракеты различных типов, а также самолеты и артиллерия.

Ядерное (атомное термоядерное и нейтронное) оружие — самое мощное по своим поражающим свойствам. В зависимости от характера целей могут применяться воздушные, высотные, надводные, наземные, подводные и подземные ядерные взрывы.

Основными поражающими факторами ядерного взрыва являются: ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, радиоактивное заражение и электромагнитный импульс.

Ударная волна — наиболее сильный поражающий фактор ядерного взрыва, распространяется с большой скоростью во все стороны от места ядерного взрыва, вызывает уничтожение людей и животных, разрушение зданий и сооружений, повреждение техники. Поражения людей и животных вызываются как прямым ее воздействием, так и косвенным: обломками разрушенных зданий и сооружений, падающими деревьями, осколками стекла, комьями земли, последствиями аварий линий энерго- и газоснабжения, а также пожарами. Спустя 1—2 мин после взрыва поражающее действие ударной волны совершенно прекращается.

Световое излучение — это поток лучистой энергии, исходящей из светящейся области ядерного взрыва, которая состоит из видимых, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Оно действует 8—15 с (время свечения огненного шара) и способно вызывать ожоги открытых участков кожи и поражение глаз у незащищенных людей и животных, а также массовые пожары.

Проникающая радиация — поток гамма-лучей и нейтронов, исходящих в течение 10—12 с в окружающую среду из зоны ядерного взрыва. В результате воздействия этого излучения у людей и животных может возникнуть заболевание, называемое лучевой болезнью.

Радиоактивное заражение является результатом выпадения радиоактивных веществ из облака ядерного взрыва как в районе взрыва, так и далеко за его пределами, на расстоянии нескольких сот и даже тысяч километров («след» радиоактивного облака). Радиоактивное заражение (загрязнение) может произойти также в случае выброса в атмосферу радиоактивных веществ при аварии на атомной электростанции (АЭС). Они являются источником вредных для живого организма излучений. На «следе» радиоактивного облака могут образоваться обширные зоны заражения: чрезвычайно опасного (от 4000 до 10 000 Р), опасного (1200—4000 Р), сильного (от 400 до 1200 Р) и умеренного (от 40 до 400 Р).

Электромагнитный импульс возникает в результате взаимодействия излучения, исходящего из зоны ядерного взрыва (гамма-квантов и нейтронов), с атомами окружающей среды. Вследствие этого в воздухе возникают кратковременные электромагнитные и магнитные поля, ко-

торые и представляют собой электромагнитный импульс (ЭМИ). В результате воздействия ЭМИ повреждаются проводные и кабельные линии, различная аппаратура. Особенно вредно ЭМИ влияет на работу систем связи, сигнализации и управления.

Разновидностью ядерного оружия является *нейтронное оружие*. При взрыве нейтронных боеприпасов главным поражающим фактором является проникающая радиация, а в ней — нейтронный поток. Остальные поражающие факторы проявляются, как в других разновидностях ядерного оружия, но со значительно меньшей силой.

Основу *химического оружия* составляют отравляющие вещества (ОВ), поражающие людей и животных, заражающие воздух, почву, источники воды, здания и сооружения, транспорт, различную технику, продукты питания и корм для животных. В момент применения отравляющие вещества, как правило, переходят из жидкого или твердого состояния в капельножидкое, газообразное, парообразное или аэрозольное (туман, дым).

Отравляющие вещества поражают организм при попадании на кожу и в глаза, при вдыхании зараженного воздуха, а также при потреблении зараженной пищи и воды.

По своим поражающим свойствам отравляющие вещества отличаются от других боевых средств способностью проникать вместе с воздухом в различные негерметизированные сооружения и объекты и поражать находящихся в них людей, сохранять свое поражающее действие в воздухе, на местности, на различных объектах в промежутке от нескольких часов до нескольких дней и даже недель. Пары отравляющих веществ способны распространяться по направлению ветра на значительные расстояния от районов непосредственного применения химического оружия.

Чтобы своевременно определить возникающую опасность отравления и принять необходимые меры по защите, необходимо иметь общее представление об отравляющих веществах, фитотоксикантах и сильнодействующих ядовитых веществах.

По характеру воздействия на организм ОВ делятся на группы: нервно-паралитического действия (фосфорорганические) (V-газы, зарин, зоман); общедовитого действия (синильная кислота, хлорциан); кожно-нарывного действия (нприт, люизит); удушающего действия (фосген); психохимического действия (диэтиламид лизергиновой кислоты, би-зед); раздражающего действия (хлорацетофенон, си-зс, адамсит, днфенил-хлорарсен).

Бактериологическое оружие является средством массового поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений. Основу его

составляют бактериальные средства: болезнетворные бактерии, вирусы, риккетсии, патогенные грибы, вырабатываемые болезнетворными бактериями яды (токсины).

Бактериальные средства (БС) вызывают особо опасные инфекционные заболевания: оспу, чуму, холеру, сибирскую язву, различные виды лихорадок, туляремию, бруцеллез и др.

Организация защиты от заражения бактериальными средствами особо осложняется следующими основными факторами: трудностью распознавания характера бактериальных средств во внешней среде; наличием продолжительного инкубационного (скрытого) периода заболевания; способностью бактериальных средств вместе с воздухом проникать в различные укрытия, сооружения, машины и заражать находящихся в них людей.

Обычное оружие составляют все огневые и ударные средства, применяющие артиллерийские, зенитные, авиационные, стрелковые и инженерные боеприпасы и ракеты в обычном снаряжении, зажигательные боеприпасы и огнесмеси. Обычное оружие может применяться самостоятельно и в сочетании с ядерным оружием для поражения живой силы и техники противника, а также для разрушения и уничтожения различных особо прочных объектов. В целях затруднения проведения спасательных работ вслед за ударно-взрывными и зажигательными средствами применяются бомбовые кассеты с малогабаритными бомбами (минами) мгновенного или замедленного действия, бомбы-сюрпризы и другие средства.

В результате различных ЧС возникает очаг поражения (ОП) — территория, в пределах которой произошли массовые разрушения и повреждения зданий, сооружений и других объектов, сопровождающиеся поражениями и гибелью людей, животных, растений.

Для каждого вида ЧС существуют свои методы расчета размеров и других характеристик очага поражения. Для предприятий со взрыво- и пожароопасной технологией, в частности, учитывается, что при взрыве газозвушной смеси образуется ударная волна, поэтому рассчитывается избыточное давление ударной волны, по величине которого судят о степени возможного разрушения здания или сооружения, находящегося на определенном расстоянии от источника взрыва.

В военное или мирное время возможно одновременное или последовательное возникновение на одной территории нескольких ЧС, поэтому применяется понятие — очаг комбинированного поражения (ОКП). Наиболее сложные виды ОКП могут иметь место при сочетании радиоактивного и химического, радиоактивного и биологического, химического и биологического заражения.

ОКП, как правило, характеризуется сочетанием различных видов поражения людей, различных степеней разрушения техники, зданий и сооружений, вызывает увеличение потерь населения, значительное усложнение ведения спасательных работ.

Несмотря на различные ОКП, правила поведения в них имеют некоторые общие черты. К ним относятся, в частности: экстренный характер оповещения о возникшей угрозе; принятие срочных мер по предотвращению или снижению поражающего действия наиболее опасного, а затем и всех других факторов; строгое соблюдение мер предосторожности при действиях и поведении в ОКП.

Безопасность населения и территорий в условиях ЧС мирного и военного времени призвана обеспечить система их предупреждения (Гражданская оборона). Современная структура государственной системы защиты населения и территорий в условиях ЧС мирного и военного времени представлена на рис. 5.1.

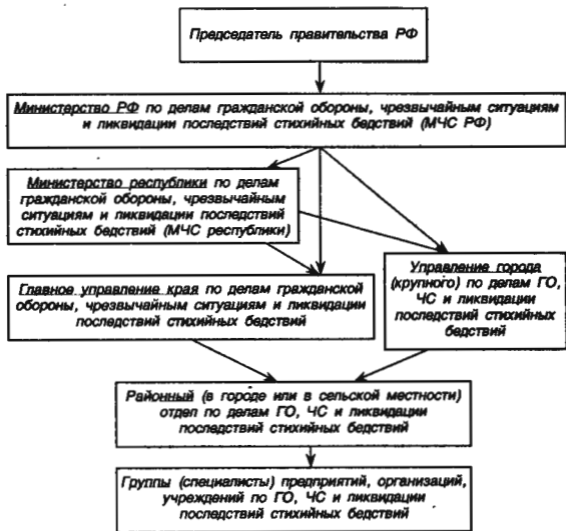


Рис. 5.1. Схема управления ГО и ликвидацией последствий ЧС и стихийных бедствий

Руководителями органов и служб соответственно являются: в министерствах — министры, в главных управлениях — главы краевых (областных) администраций; в управлениях — мэры городов; в районных управлениях — главы районных администраций; на предприятиях, в организациях и в учреждениях — их руководители.

К основным задачам системы обеспечения БЖД в условиях ЧС мирного и военного времени относятся [40]:

- защита населения в чрезвычайных ситуациях — при авариях на АЭС, радиационно и химически опасных объектах, при стихийных бедствиях и катастрофах, а также от оружия массового поражения и других средствах нападения противника;
- повышение устойчивости работы объектов и отраслей экономики в условиях мирного и военного времени;
- проведение спасательных и других неотложных работ (СидНР) в очагах поражения.

Кроме основных, имеется еще целый ряд задач:

- всеобщее обязательное обучение населения;
- создание, подготовка и поддержание в постоянной готовности формирований по обеспечению БЖД в ЧС;
- создание и поддержание в готовности пунктов управления, систем и средств оповещения и связи, наблюдения и контроля за радиоактивным, химическим и бактериологическим заражением;
- защита продовольствия, пищевого сырья, водонсточников и систем водоснабжения от ОМП и проведение мероприятий по ликвидации последствий их заражения.

5.2. ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ В УСЛОВИЯХ ЧС МИРНОГО И ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ

Основные средства защиты населения и территорий от различных видов ЧС за многие годы отработаны системой гражданской обороны применительно к обеспечению защиты от оружия массового поражения и в настоящее время являются основными в любой ЧС, сопровождающейся возникновением очага массового поражения [41].

Основными способами защиты от оружия массового поражения являются:

— укрытие населения в коллективных средствах защиты — защитных сооружениях и простейших укрытиях, а также умелое использование защитных свойств местности и местных предметов;

— эвакуация и рассредоточение населения из крупных городов в загородную зону;

— своевременное и умелое применение средств индивидуальной защиты.

Коллективные средства защиты. Для укрытия людей заблаговременно строятся защитные сооружения: убежища и противорадиационные укрытия.

Убежища обеспечивают наиболее надежную защиту от всех поражающих факторов оружия массового поражения (в том числе и нейтронного), всех видов обычного оружия, а также от вредных последствий применения ядерного оружия (от высоких температур, ядовитых дымов и паров, обвалов, обломков разрушенных зданий и т. д.). В убежищах можно находиться длительное время.

Убежища оборудуются в заглубленной части зданий (встроенные) или строятся отдельно (отдельно стоящее убежище). Под убежища приспособляются также метрополитены, горные выработки, гаражи и другие заглубленные сооружения.

Убежища имеют не менее двух входов (выходов), один из которых оборудуется в качестве аварийного; в убежищах, оборудованных в метрополитенах и подземных выработках, тоже, как правило, имеется аварийный выход. Входы оборудуются защитно-герметическими дверями.

Каждое убежище (рис. 5.2) состоит из помещения для укрываемых, шлюзовых камер (тамбуров), фильтровентиляционной камеры, санитарного узла и других помещений.

Наружный воздух, поступающий в убежище, очищается от радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств, а также от

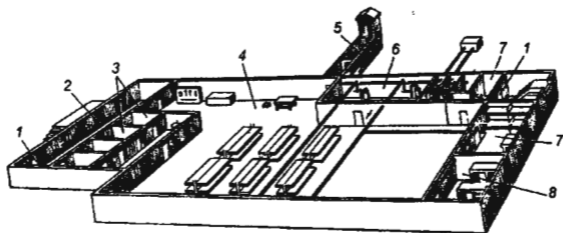


Рис. 5.2. План убежища:

1 — защитно-герметические двери, 2 — шлюзовые камеры, 3 — помещение санитарного узла, 4 — основное помещение для размещения людей, 5 — галерея и оголовок аварийного выхода, 6 — фильтровентиляционная камера, 7 — медицинская комната, 8 — кладовая для продуктов (помещения 7 и 8 могут не устраиваться)

других вредных продуктов сгорания в фильтровентиляционных установках с электрическим или ручным приводом.

Фильтровентиляционные установки могут работать в двух режимах: чистой вентиляции (воздух очищается только от пыли в противопыльных фильтрах) и фильтро-вентиляции (воздух очищается от радиоактивных, отравляющих веществ, бактериальных средств в фильтрах-поглотителях).

В убежищах оборудуются системы водоснабжения, канализации, отопления и освещения; устанавливаются радио и телефон. В основном помещении находятся скамьи для сидения и нары для лежаний. Каждое убежище обеспечивается комплектом средств для ведения разведки на зараженной местности, соответствующим инвентарем (в том числе и для проведения аварийных работ) и средствами аварийного освещения.

Убежища, расположенные в местах, где возможны массовые пожары и распространение сильнодействующих ядовитых веществ, должны иметь более высокие защитные свойства.

Все убежища должны обязательно использоваться в мирное время для удовлетворения народнохозяйственных и культурно-бытовых нужд.

Необходимо осуществлять контроль за эксплуатацией и содержанием убежищ в готовности.

Противорадиационные укрытия (ПРУ) защищают от радиоактивного заражения, светового излучения и ослабляют воздействие удар-

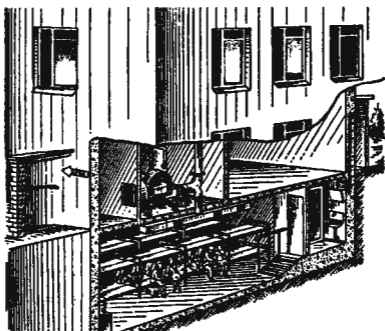


Рис. 5.3. Противорадиационное укрытие в подвале многоэтажного здания

ной волны и проникающей радиации ядерного взрыва. Оборудуются они обычно в подвалах (погребах) или надземных цокольных этажах прочных зданий и сооружений. Заглубленный подвал многоэтажного здания, оборудованный под ПРУ большой вместимости, показан на рис. 5.3. Укрытие ослабляет действие радиации во много раз.

Имеющиеся в здании системы отопления, вентиляции, водоснабжения, канализации, освещения, радиотрансляции и связи используются для жизнеобеспечения людей, находящихся в укрытии.

При возникновении угрозы нападения в здании заделываются оконные проемы, устанавливаются нары, скамьи и создаются необходимые запасы продовольствия, воды и медикаментов.

При необходимости сооружаются отдельно стоящие быстровозводимые ПРУ. Место для их строительства выбирается как можно ближе к укрываемым. При строительстве быстровозводимых ПРУ используются все имеющиеся местные строительные материалы (дерево, камень, саман, хворост, камыш). Зимой можно использовать промерзший грунт, лед и снег. Достаточно сказать, что даже 60-сантиметровый слой уплотненного снега ослабляет радиацию в 2 раза.

Строительство такого укрытия начинается с трассировки его размеров, затем снимается дерн и отрывается соответствующая по длине, ширине и глубине траншея.

В слабых грунтах устраивается, как правило, одежда (покрытие) крутостей из различных материалов (доски, жерди, фашины из хвороста, соломы или камыша и др.). Вход должен располагаться под углом 90° к продольной оси укрытия. На дне отрывается водосборная канава. Настилается пол и ставятся нары. У входа отрывается водосборный колодец (глубиной до 50 см), а в противоположном от входа торце устраивается вентиляционный короб или простейший вентилятор.

Слой грунта над верхним перекрытием должен быть толщиной не менее 60—70 см. Для предотвращения попадания в укрытие дождевой воды в слое грунта над перекрытием укладывается рулонный гидроизоляционный материал или полиэтиленовая пленка. Вокруг укрытия отрывается канава для стока дождевой воды. Вход во внутреннее помещение оборудуется двумя занавесями из плотного материала или обычными дверями из досок; между ними устанавливается емкость для отходов. Запас воды и продуктов хранится в герметичных емкостях.

Следует также знать, что противорадиационные укрытия выгоднее оборудовать в подземных выработках и естественных подземных полостях.

Наиболее оперативно возводится *простейшее укрытие*.

Оно представляет собой траншею глубиной 180—200 см, шириной по верху 100—120 см и по дну — 80 см, с входом под углом 90° к его продольной оси. Длина укрытия определяется из расчета 0,5 м на одного укрываемого.

При наличии времени и материалов защитные свойства такого укрытия (щели) доводятся в сельской местности до уровня противорадиационного укрытия, а в городах — до быстровозводимых убежищ.

Наиболее высокую степень защиты, в том числе и от нейтронного оружия, обеспечивают такие защитные свойства местности, как узкие, глубокие и извилистые овраги, карьеры и особенно подземные выработки. Однако и крутые скаты любой возвышенности, насыпи, котлованы, низкая кирпичная ограда и другие укрытия значительно ослабляют поражающее воздействие ядерного взрыва. Если рельеф местности имеет слабопересеченный характер, можно использовать для защиты даже мелкие выемки, ложбинные канавы.

Лесные массивы тоже ослабляют воздействие всех поражающих факторов ядерного взрыва. Они снижают воздействие ударной волны, уменьшают радиоактивное заражение, значительно ослабляют световое излучение.

Однако следует помнить, что световое излучение вызывает в лесу пожар. В связи с этим для защиты в первую очередь следует использовать молодой лиственный лес, так как он наименее подвержен возгоранию.

В лесу безопаснее располагаться на полянах и вырубках, заросших кустарником, а при отсутствии таковых — в глубине леса.

Способы защиты от ядерного взрыва с помощью предметов при нахождении на открытой местности. В момент вспышки надо закрыть глаза, чтобы защитить их от поражения световым излучением, и упасть лицом вниз, применяясь к рельефу местности и используя для защиты находящиеся на ней низкие кирпичные ограды, кюветы, канавы, пни, дорожную насыпь и т. д.

У стен зданий и сооружений укрываться нельзя — они могут обрушиться.

Во избежание ожогов открытые участки тела следует закрывать какой-нибудь тканью, руки прятать под себя.

Как только ударная волна пройдет, необходимо немедленно надеть средства индивидуальной защиты. Если их не окажется, надо закрыть рот и нос платком (шарфом), отряхнуть одежду и обувь от осевшей на них пыли и выйти в безопасное место.

Средства индивидуальной защиты предохраняют от попадания внутрь организма и на кожные покровы радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств. Они подразделяются на средства индивидуальной защиты органов дыхания и средства индивидуальной защиты кожи. К средствам индивидуальной защиты относятся также медицинские средства: пакет перевязочный медицинский (ППМ), аптечка индивидуальная АИ-2, индивидуальный противохимический пакет ИПП-8.

В средства индивидуальной защиты *органов дыхания* входят противогазы фильтрующие и изолирующие, респираторы и простейшие средства — противопыльная тканевая маска ПТМ-1 и ватно-марлевая повязка (ВМП). Простейшие средства изготавливаются, как правило, самим населением (подробнее см. [41]).

Противогаз защищает органы дыхания, глаза и лицо от радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств.

Респираторы Р-2 и Р-2Д обеспечивают защиту органов дыхания от пыли, в том числе и от радиоактивной, а также от аэрозолей, насыщенных бактериальными средствами.

Противопыльная тканевая маска (ПТМ) предназначена для защиты от радиоактивной пыли органов дыхания и глаз детей (от 3 лет) и взрослых. Изготавливается семи размеров в зависимости от высоты лица.

Противопыльная тканевая маска состоит из корпуса и крепления. Корпус изготавливается из четырех-пяти слоев ткани: два-три внутренних слоя — из плотных тканей (фланель, шерстяная ткань с начесом), верхний — из неплотной ткани (штапель, трикотаж). Крепление делается из одного слоя любой ткани.

Ватно-марлевая повязка изготавливается из куска марли размером 100×50 см. На его середину кладется слой ваты размером 30×20 и толщиной 1—2 см; марлю с обеих сторон загибают, закрывая ею вату. Концы марли надрезают так, чтобы образовались две пары завязок.

Повязка накладывается на нос и рот, верхняя пара завязок крепится на затылке за ушами, нижняя — на темени. Глаза защищаются специальными противопыльными или приспособленными для этой цели очками.

При отсутствии маски и повязки можно использовать любую ткань, сложенную в несколько слоев, полотенце, шарф, платок и т.п.

Средства индивидуальной защиты *кожи* предохраняют тело от заражения капельно-жидкими отравляющими веществами, радиоактивной пылью и биологическими аэрозолями. Они состоят из специальной защитной одежды (общевойсковой защитный комплект, легкий защитный костюм Л-1, защитный комбинезон, защитная фильтрующая

одежда) и предметов повседневной одежды и обуви, приспособляемых для этой цели.

К медицинским средствам индивидуальной защиты относятся ниже следующие средства.

Пакет перевязочный медицинский (ППМ), предназначенный для наложения стерильных повязок на раны и ожоги.

При наложении повязки необходимо: вскрыть пакет, вынуть булавку и приколоть ее к одежде; левой рукой взять конец бинта, а правой — скатку бинта и развернуть его; наложить подушечки, не касаясь ими других предметов, на рану или ожог той стороной, которая не прошита черными нитками; прибинтовать подушечки, а конец бинта закрепить булавкой.

Аптечка индивидуальная АИ-2, содержащая медицинские средства, предназначенные для профилактики и оказания первой помощи населению при радиационном облучении или поражении отравляющими веществами и бактериальными средствами.

В аптечку входит комплект медицинских средств, размещенных в соответствующих гнездах.

Индивидуальный противохимический пакет ИПП-8 применяется с целью обеззараживания капельно-жидких ОВ, попавших на кожу, одежду и обувь.

Пакет состоит из флакона с дегазирующим раствором и ватно-марлевых тампонов. Этими тампонами, смоченными жидкостью из флакона, обрабатываются зараженные участки кожи, одежды и обуви.

Эвакуация и рассредоточение населения являются следующим способом защиты населения от поражения ядерным оружием. Рассредоточение рабочих и служащих — это организованный вывоз из крупных городов (других населенных пунктов) и размещение в загородной зоне свободной от работы смены рабочих и служащих объектов народного хозяйства, продолжающих работу в военное время.

Эвакуация заключается в организованном выводе (вывозе) населения из крупных городов (других населенных пунктов) и размещении его в загородной зоне, а также в выводе (вывозе) населения из зон возможного катастрофического затопления.

О начале эвакуации рабочим, служащим и членам их семей объявляет администрация предприятий, учреждений, организаций; остальной части населения — администрация жилищно-эксплуатационных контор по месту жительства.

Получив извещение о начале эвакуации, люди должны как можно быстрее собрать все, что надлежит взять с собой:

- средства индивидуальной защиты (противогаз, респиратор, ПТМ-1 или ватно-марлевую повязку; одежду и обувь, приспособенные для защиты кожи);
- аптечку индивидуальную АИ-2 вместе с другими каждодневно необходимыми лекарствами, индивидуальный противохимический пакет ИПХ-8, пакет перевязочный медицинский (ППМ) или другие перевязочные материалы, йод;
- комплект верхней одежды и обуви по сезону (в летнее время необходимо захватить и теплые вещи);
- постельное белье и туалетные принадлежности;
- двухдневный запас непортящихся продуктов;
- документы (паспорт, военный билет, профбилет, документы об образовании, трудовую книжку, свидетельства о рождении детей), деньги.

Все вещи и медикаменты необходимо аккуратно уложить в рюкзак или любой мешок, удобный для переноски (при отсутствии — в чемодан), на который прикрепляется бирка с указанием фамилии, имени и отчества, адреса постоянного места жительства владельца.

Выключив газ, электроприборы, обесточив электропроводку, нужно закрыть квартиру и сдать ключ в ЖЭХ или его представителям, после чего к назначенному времени прибыть на сборный эвакуационный пункт по месту приписки.

В пути следования нужно соблюдать установленный порядок, неукоснительно выполнять распоряжения, команды руководителей, старших, быстро и грамотно действовать по сигналам оповещения. При следовании на транспортных средствах нельзя покидать своих мест без разрешения старшего, выходить без команды, а при следовании пешком нужно оказывать помощь отстающим.

Эвакуированное население в своих пунктах размещения должно принимать активное участие в строительстве укрытий для себя и членов семей. Кроме того, население должно посещать беседы, смотреть кинофильмы, передачи по телевидению по вопросам ГО, принимать участие в практических занятиях.

Местное население, к которому будут подселены горожане, должно принять деятельное участие в подготовке жилья для эвакуированного населения.

Действия самого населения в условиях ЧС мирного и военного времени заключаются в подготовке СИЗ, защите детей, проведении противопожарных мероприятий, защите домов (квартир) от проникновения ОВ, обеспечении светомаскировки, защите продуктов питания и воды от заражения ОВ и т.д. Подробно см. в [41, с. 49...93]. Вопросы оказания первой медицинской помощи пострадавшим см. в п. 2.4.

5.3. УСТОЙЧИВОСТЬ РАБОТЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ И МЕТОДЫ ЕЕ ОЦЕНКИ

Под устойчивостью функционирования предприятия понимают способность его в чрезвычайных ситуациях (ЧС) выпускать продукцию в запланированном объеме и номенклатуре (выполнять свои функции в соответствии с назначением), а в случае аварий (повреждения) восстанавливать производство в минимально короткие сроки.

На устойчивость функционирования предприятия в ЧС влияют следующие факторы: надежность защиты работающих от последствий стихийных бедствий, аварий (катастроф), а также воздействия первичных и вторичных поражающих факторов ОМП и других современных средств нападения; способность инженерно-технического комплекса объекта противостоять в определенной степени этим воздействиям; надежность системы снабжения объекта всем необходимым для производства продукции (сырьем, топливом, электроэнергией, газом, водой и т.п.); устойчивость и непрерывность управления производством и ГО; подготовленность объекта к ведению спасательных и других неотложных работ (СидНР) и работ по восстановлению нарушенного производства.

Перечисленные факторы определяют и основные требования к устойчивому функционированию предприятия в условиях ЧС и пути его повышения.

Особое значение приобретают в настоящее время требования к устойчивости функционирования промышленных производств в условиях ЧС мирного времени, чтобы в будущем исключить аварии типа Чернобыльской. Эти требования изложены в Нормах проектирования инженерно-технических мероприятий (ИТМ) ГО, а также в разработанных на их основе ведомственных нормативных документах, дополняющих и развивающих требования действующих норм применительно к отраслям.

Оценка устойчивости предприятий к воздействию различных поражающих факторов проводится с использованием специальных методик. Исходными данными для проведения расчетов по оценке устойчивости предприятия являются возможные максимальные значения параметров поражающих факторов; характеристики объекта и его элементов.

Параметры поражающих факторов обычно задаются вышестоящим органом обеспечения БЖД в условиях ЧС. Если такая информация не поступила, то максимальные значения поражающих факторов определяются расчетным путем. При отсутствии и этих данных характер и степень ожидаемых разрушений могут быть определены для различ-

ных значений интенсивности землетрясений (I , в баллах) или избыточного давления (ΔP_{ϕ}) воздушной ударной волны ядерного взрыва, вызывающего в зданиях и сооружениях слабые, средние и сильные разрушения.

Оценка степени устойчивости объекта к воздействию сейсмической (ударной) волны заключается в выявлении основных элементов объекта (цехов, участков, систем), от которых зависят его функционирование и выпуск необходимой продукции; определении предела устойчивости каждого элемента и объекта в целом по минимальному пределу входящих в его состав элементов; сопоставлении найденного предела устойчивости объекта с ожидаемым максимальным значением сейсмической (ударной) волны и заключении о его устойчивости. Устойчивость самих элементов оценивается по средним разрушениям.

В выводах и предложениях на основе анализа результатов оценки устойчивости каждого элемента и объекта в целом даются рекомендации по целесообразному повышению устойчивости наиболее уязвимых элементов объекта.

Целесообразным пределом повышения устойчивости принято считать такое значение сейсмической (ударной) волны, при котором восстановление поврежденного объекта возможно в короткие сроки и экономически оправдано (обычно при полученном объектом слабых и средних разрушений).

Оценка устойчивости объекта к воздействию светового излучения ядерного взрыва заключается в определении предела устойчивости здания к световому излучению и сопоставлении этого значения с ожидаемым максимальным световым импульсом на объекте.

Оценка устойчивости объекта к воздействию проникающей радиации ядерного взрыва заключается в определении максимального значения дозы излучения D_{\max} , ожидаемой на объекте, определении степени поражения людей и повреждения материалов и приборов, чувствительных к радиации (ЭВМ, оптические приборы, фотопленка и др.).

Те же принципы лежат и в основе методик оценки устойчивости к химическому заражению, а также к вторичным факторам поражения СДЯВ: затоплению местности и др.

Учитывая, что одной из наиболее распространенных причин возникновения ЧС является пожар, а сами промышленные предприятия часто находятся в черте города или населенного пункта, рассмотрим метод оценки и прогнозирования пожарной обстановки в населенном пункте [42].

Пожарная обстановка в населенном пункте определяется, исходя из характера застройки, огнестойкости зданий и категорий пожарной опасности объекта.

Исходными данными для оценки служат: расстояние между зданиями R , м; длина фронта пожара $L_{\text{фр}}$, м; относительная влажность воздуха ϕ , %; тип защитных сооружений (встроенные, отдельно стоящие, негерметичные) K ; скорость ветра V_v , м/с.

Вначале расчета устанавливается степень огнестойкости зданий и сооружений объекта, исходя из типа материала и времени развития пожара $t_{\text{разв}}$:

I степень огнестойкости ($t_{\text{разв}} < 2$ ч) — основные сооружения из негорючих материалов повышенной сопротивляемости;

II степень огнестойкости ($t_{\text{разв}} \approx 2$ ч) — основные сооружения — негорючие материалы;

III степень огнестойкости ($t_{\text{разв}} \leq 1,5$ ч) — сооружение каменные с деревянными отштукатуренными переборками;

VI степень огнестойкости ($t_{\text{разв}} \leq 1$ ч) — отштукатуренные деревянные здания;

V степень огнестойкости — деревянные здания и сооружения.

Затем устанавливается категория пожарной опасности (ПО) объекта, исходя из характера технологического процесса и типа промышленного производства.

Кроме того, учитывается, что в зданиях I—II степени огнестойкости пожар возникает от повреждения газовых и электрических сетей при взрывах с избыточным давлением $\Delta P_{\text{ф}} = 30 \dots 50$ кПа, а IV—V — $\Delta P_{\text{ф}} \approx 20$ кПа.

Категории объектов по пожарной опасности (ПО):

А — нефтеперерабатывающие заводы; химические производства; склады бензина, растворителей, красок;

Б — производства приготовления и транспортировки угольной пыли, древесной муки, воздушные коммуникации;

В — деревообрабатывающие производства, склады леса, масел, текстильные производства, штапель с деревянными лесами;

Г — металлургические производства, котельные, литейные, транспортные цеха;

Д — предприятия по холодной обработке металла, корпусные, механосборочные цеха.

На объектах категорий А и Б пожары возникают при разрушении систем жизнеобеспечения избыточным давлением $\Delta P_{\text{ф}} = 10 \dots 30$ кПа.

Плотность застройки объекта, населенного пункта определяется по формуле:

$$\Pi = \frac{S_{зд}}{S_p} 100, \quad (5.1)$$

где $S_{зд}$ — площадь зданий, m^2 ; S_p — площадь района, m^2 .

Вероятность возникновения и распространения пожара для средних топографических и климатических условий определяется как функция $P = f(\Pi)$ по графику (рис. 5.4).

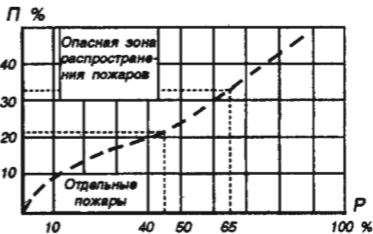


Рис. 5.4. Зависимость вероятности возникновения и распространения пожаров от плотности застройки

В других случаях вероятность P , %, определяется в зависимости от расстояния между зданиями R :

| | |
|----------------------|----------|
| при $R = 10$ м | $P = 65$ |
| при $R = 20$ м | $P = 27$ |
| при $R = 30$ м | $P = 23$ |
| при $R = 50$ м | $P = 3$ |

Скорость распространения пожара V_n в населенных пунктах с деревянной застройкой при скорости ветра $V_s = 3...4$ м/с составляет 150...300 м/ч, а время развития пожара 0,5 ч.

В населенных пунктах с каменными зданиями (при той же скорости ветра) $V_n = 60...120$ м/ч.

При высокой и средней скорости распространения пожара (более 4 м/с) требуется срочная эвакуация населения.

Порядок определения характеристик проходимости улиц для эвакуации населения и тушения пожара, характера воздействия пожара, характера воздействия пожара на людей, находящихся в защитных сооружениях, представлен в [42].

Потребность в силах и средствах пожаротушения рассчитывается по формуле:

$$N_{отд} = \frac{L_{фр}}{50}, \quad (5.2)$$

где $N_{отд}$ — число отделений пожаротушения; $L_{фр}$ — длина фронта пожара, м.

5.4. МЕРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Основные мероприятия по повышению устойчивости, проводимые на объектах в мирное время, предусматривают защиту работающих и инженерно-технического комплекса от последствий стихийных бедствий, аварий (катастроф), а также первичных и вторичных поражающих факторов ядерного взрыва; обеспечение надежности управления и материально-технического снабжения; светомаскировку объекта; подготовку его к восстановлению нарушенного производства и переводу на режим работы в условиях ЧС (ГОСТ Р 22.8.01—96 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Ликвидация чрезвычайных ситуаций. Общие требования»).

Надежная защита работающих является важнейшей задачей повышения устойчивости работы любого объекта (предприятия). С этой целью возводятся защитные сооружения: убежища для укрытия наибольшей работающей смены предприятия и противорадиоактивные укрытия (ПРУ) в загородной зоне для отдыхающей смены и членов семьи (см. п. 5.2).

На участках с непрерывными производственными процессами строятся индивидуальные убежища с дистанционным управлением технологическими процессами.

Производятся подготовительные мероприятия к рассредоточению и эвакуации в загородные зоны производственного персонала и членов семей; накоплению, хранению и поддержанию готовности средств индивидуальной защиты (см. п. 5.2).

Важнейшим элементом подготовки к защите является обучение работающих умелому применению средств и способов защиты, действиям в условиях ЧС, а также в составе формирований при проведении СидНР.

Защита инженерно-технического комплекса предусматривает сохранение материальной основы производства; зданий и сооружений, технологического оборудования и коммунально-энергетических сетей.

Здания и сооружения на предприятии необходимо размещать рассредоточено. Между зданиями должны быть противопожарные разрывы шириной не менее суммарной высоты двух соседних зданий.

Наиболее важные производственные здания необходимо строить заглубленными или пониженной высоты, по конструкции лучше железобетонные, с металлическим каркасом.

В каменных зданиях перекрытия должны быть из армированного бетона или бетонных плит. Большие здания следует разделять на секции несгораемыми стенами (брандмауэрами).

Складские помещения для хранения легковоспламеняющихся веществ (бензин, керосин, нефть, мазут) должны размещаться в отдельных блоках заглубленного или полузаглубленного типа у границ территории объекта или за ее пределами.

От устойчивости зданий и сооружений зависит в основном устойчивость всего предприятия. Повышение их устойчивости достигается устройством каркасов, рам, подкосов, контрфорсов, промежуточных опор для уменьшения пролета несущих конструкций.

Невысокие сооружения для повышения их прочности частично обсыпают грунтом. Высокие трубы, вышки, башни, колонны закрепляются стяжками, рассчитанными на воздействие скоростного напора ударной волны.

Защита емкостей со СДЯВ и легковоспламеняющимися жидкостями осуществляется путем их обваления — устройства земляного вала вокруг емкости, рассчитанного на удержание полного объема жидкости.

Основные мероприятия по повышению устойчивости технологического оборудования заключаются в сооружении над ним специальных устройств в виде кожухов (рис. 5.5, а), шатров (рис. 5.5, б), зонтов (рис. 5.5, в).

Само оборудование должно быть прочно закреплено на фундаменте болтами.

При реконструкции и расширении объектов промышленности наиболее ценное и уникальное оборудование необходимо размещать в нижних этажах и подвальных помещениях или в специальных защитных сооружениях. Целесообразно также размещать его в отдельно стоящих зданиях павильонного типа, имеющих облегченные и несгораемые ограждения конструкции, разрушение которых не повлияет на сохранность оборудования.

Система газоснабжения должна закольцовываться, что позволяет отключить поврежденные участки и использовать сохранившиеся линии. На газопроводах следует устанавливать запорную арматуру с дистанционным управлением и краны, автоматически перекрывающие газ при разрушении труб.

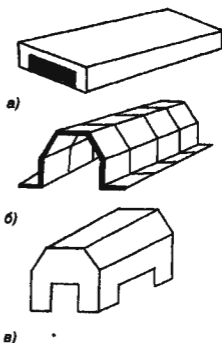


Рис. 5.5. Защитные устройства промышленного оборудования

Снабжение водой должно осуществляться от двух источников — основного и резервного, один из которых должен быть подземным (например, артезианские скважины).

Для повышения устойчивости систем электроснабжения электроэнергия должна поступать с двух направлений, а при питании с одного направления необходимо предусмотреть автономный (аварийный) источник, например, передвижную электростанцию.

Трансформаторные помещения, распределительная аппаратура и приборы должны быть надежно защищены, в том числе и от электромагнитного импульса ядерного взрыва.

Резервными источниками могут быть близко расположенный водоем, от которого к объекту заблаговременно подводится водопровод, а также резервуары с запасом воды, защищенные от радиоактивного, химического и биологического заражения. Сети водоснабжения оборудуются задвижками для отключения отдельных участков при авариях.

Промышленные объекты должны быть снабжены двумя источниками пара и тепла: внешний (ТЭЦ) и внутренний (местные котельные). Котельные необходимо размещать в подвальных помещениях или специально оборудованных отдельно стоящих защитных сооружениях.

Тепловая сеть закольцовывается, параллельные участки соединяются. Паропроводы прокладываются под землей в специальных траншеях. На паротепловых сетях устанавливаются запорно-регулирующие приспособления.

Для повышения устойчивости канализации следует строить раздельные системы: одна — для ливневых, другая — для промышленных и хозяйственных (фекальных) вод. В системе промышленной и хозяйственной канализации необходимо оборудовать не менее двух выпусков в коллекторы города. На случай аварии в городских сетях и на насосных станциях система канализации должна иметь аварийные сбросы в расположенные вблизи ручьи, овраги или в ливневую сеть.

Мероприятия по *исключению или ограничению поражения от вторичных поражающих факторов* тесно связаны с приведенными выше. Дополнительно к перечисленным проводятся следующие мероприятия: максимально сокращаются запасы взрывоопасных, горючих и сильнодействующих веществ непосредственно на территории объекта; сверхнормативные запасы вывозятся на безопасные расстояния.

Для целей дегазации на химических предприятиях со СДЯВ необходимо иметь запас различных дегазационных веществ: щелочей, водного раствора аммиака, сернистого натрия и др.

В цехах необходимо оборудовать автоматическую сигнализацию, которая позволяла бы предотвращать аварии, взрывы и загазованность территории; следует предусмотреть, где это необходимо, стронгелест-

во защитных дамб от затопления территории, подготовить и рационально разместить средства пожаротушения.

Для обеспечения непрерывного управления необходимо иметь на предприятии надежно защищенные пункты управления, диспетчерские пункты, АТС и радиоузел, резервную электростанцию для зарядки аккумуляторов АТС и питания радиоузла; надежную связь с местными органами управления, вышестоящим начальником ГО и его штабом, с формированиями на объекте и в загородной зоне; эффективную систему оповещения должностных лиц и всего производственного персонала предприятия.

Надежность материально-технического снабжения обеспечивается: установлением устойчивых связей с предприятиями-поставщиками; заблаговременной подготовкой складов для хранения готовой продукции; переходом на местные источники сырья и топлива; строительством за пределами крупных городов филиалов предприятий; созданием на объектах запасов сырья, топлива, оборудования, материалов и комплектующих деталей; организацией маневра запасами в пределах объединения, отрасли.

Подготовка объектов к восстановлению должна предусматривать планы первоочередных восстановительных работ по нескольким вариантам возможного повреждения, разрушения объекта с использованием сил самих объектов, имеющихся строительных материалов, с учетом при необходимости размещения оборудования на открытых площадках, перераспределения рабочей силы, помещений и оборудования.

Для обеспечения сохранности технической документации целесообразно изготовленне копий ее в виде микрофильмов, один экземпляр которых должен храниться в загородной зоне.

5.5. СПАСАТЕЛЬНЫЕ И ДРУГИЕ НЕОТЛОЖНЫЕ РАБОТЫ В ОЧАГАХ МАССОВОГО ПОРАЖЕНИЯ

Целью проведения *спасательных и других неотложных работ* (СнДНР) в очагах массового поражения является спасение людей и оказание медицинской помощи пораженным; локализация аварий и устранение повреждений, препятствующих ведению спасательных работ; создание условий для последующего проведения восстановительных работ на предприятиях.

Спасательные работы в очагах массового поражения включают: разведку маршрутов выдвижения формирований и участков (объектов) работ; локализацию и тушение пожаров на маршрутах вы-

движения и участках (объектах) работ; розыск пораженных и извлечение их из поврежденных и горящих зданий, загазованных, затопленных и задымленных помещений, завалов; вскрытие разрушенных, поврежденных и заваленных защитных сооружений и спасение находящихся в них людей; подачу воздуха в заваленные защитные сооружения с поврежденной фильтровентиляционной системой; оказание первой медицинской помощи пораженным и эвакуацию их в лечебные учреждения; вывод (вывоз) населения из опасных зон в безопасные районы; санитарную обработку людей, ветеринарную обработку животных, дезактивацию и дегазацию техники, средств защиты и одежды, продовольствия, пищевого сырья, воды и фуража.

Другие неотложные работы включают: прокладку колонных путей и устройство проездов (проходов) в завалах и зонах заражения; локализацию аварий на газовых, энергетических, водопроводных, канализационных и технологических сетях в целях создания условий для проведения спасательных работ; укрепление или обрушивание конструкций зданий и сооружений, угрожающих обвалом и препятствующих безопасному движению и проведению спасательных работ; ремонт и восстановление разрушенных линий связи и коммунально-энергетических сетей в целях обеспечения спасательных работ, а также защитных сооружений для укрытия людей в случае повторных ЧС; обнаружение, обезвреживание и уничтожение неразорвавшихся боеприпасов и других взрывоопасных предметов.

СиДНР проводятся непрерывно, днем и ночью, в любую погоду до полного их завершения.

Должны быть обеспечены: быстрый вход в очаг поражения, развертывание и проведение СиДНР в сжатые сроки; непрерывность их проведения; наращивание усилий по мере расширения фронта работ; маневр силами и средствами в ходе их выполнения; своевременную замену формирований; широкое и умелое использование прибывающей техники, а также аппаратуры для розыска и извлечения людей из-под завалов и разрушенных защитных сооружений; удобство в управлении и поддержании взаимодействия.

Для проведения СиДНР могут применяться все имеющиеся типы и марки строительных и дорожных машин и механизмов, техники коммунального хозяйства района (города). В зависимости от вида проводимых работ они подразделяются на следующие группы:

а) машины и механизмы для вскрытия заваленных убежищ и укрытий, разборки и расчистки завалов, подъема, перемещения и транспортировки грузов (экскаваторы, тракторы, бульдозеры, краны, самосвалы, лебедки, блоки, домкраты);

б) пневматический инструмент (бурильные и отбойные молотки), который используется для продельвания отверстий в стенах, перекрытиях заваленных убежищ;

в) оборудование для резки металлов: керосинорезы, бензорезы, автономные электросварочные аппараты;

г) механизмы для откачки воды: насосы, мотопомпы, поливомоечные машины, пожарные и авторазливочные станции;

д) средства, обеспечивающие транспортировку или переправу через водную преграду основных машин и оборудования: прицепы-тяжеловозы, тягачи-трайлеры, баржи, паромы, понтоны и др.;

е) ремонтные и обслуживающие средства: ремонтные мастерские, станции обслуживания, бензо- и водозаправщики, осветительные станции и т.д.

5.6. УЩЕРБ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ И ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАТРАТ НА ЕГО ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ

Опыт показывает, что ликвидация последствий ЧС на объектах требует больших моральных и финансовых затрат, например стоимость аварии на Чернобыльской АЭС превысила 14 млрд. руб. Поэтому большое значение имеет прогнозирование ущерба, планирование вложения средств на мероприятия по предотвращению возможных последствий ЧС.

Рекомендуется следующая методика прогнозирования, изложенная в [43].

Обычно оценивается только прямой ущерб от последствий ЧС (Y_n). Однако, косвенный ущерб (Y_k) может превышать величину Y_n в 2...10 раз.

Поэтому целесообразно прогнозировать величину суммарного ущерба (Y_c):

$$Y_c = Y_n + Y_k, \quad (5.3)$$

$$Y_n = (C_{зд} + C_{то} + C_{кэс}) - C_A, \quad (5.4)$$

где $C_{зд}$ — стоимость зданий; $C_{то}$ — стоимость технологического оборудования; $C_{кэс}$ — стоимость коммунально-энергетических сетей; C_A — величина амортизации.

$$Y_k = C_{нс} + C_n + C_{ш} + C_{нэс} + C_{пом} + C_{лп} + C_{сф}, \quad (5.5)$$

где $C_{нс}$ — стоимость нового строительства; C_n — потерянная прибыль от произведенной продукции; $C_{ш}$ — штрафы за недоставку про-

дукции; $C_{\text{нзс}}$ — стоимость незавершенного строительства; $C_{\text{пом}}$ — средства на помощь и лечение пострадавших; $C_{\text{лп}}$ — стоимость ликвидации последствий ЧС; $C_{\text{сф}}$ — выплаты в страховой фонд.

Экономическая эффективность инженерно-технических мероприятий ($\mathcal{E}_{\text{итм}}$) по предотвращению чрезвычайной ситуации:

$$\mathcal{E}_{\text{итм}} = \frac{C_{\text{итм}}}{Y_c - C_{\text{итм}}} \cdot 100\%,$$

где $C_{\text{итм}}$ — стоимость инженерно-технических мероприятий по предотвращению ЧС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклад о состоянии и мерах по улучшению условий и охраны труда в Российской Федерации в 1996 году, Министерство труда и социальной защиты РФ, 1997.
2. Рухак О.Н. и др. Безопасность жизнедеятельности. — С-Петербург, 1992.
3. Служба охраны труда на предприятии и в учреждении. Составители: Сафронов В.В. и др. Орел: Издательский Дом «Фоллиант», 1996.
4. Организация и проведение работ по охране труда. Рекомендации для руководителей и специалистов. Составители: Липунов А.Г., Малютин С.В. Комитет труда и занятости правительства Москвы, ИИЦ «Альфа-Композит»: М.: 1998.
5. Расследование и учет несчастных случаев на производстве. Составители: Еремин В.Г. и др. Орел: Издательский Дом «Фоллиант», 1996.
6. Риск как точная наука, «Наука и жизнь», № 3, 1991.
7. Браун Дэвид Б. Анализ и разработка системы обеспечения техники безопасности. М.: Машиностроение, 1979.
8. Методы повышения безопасности производственного оборудования. Составитель: Земин О.Н. М.: ВЦНИИОТ, 1991.
9. Средства индивидуальной защиты работающих на производстве: Каталог-справочник. Под общей редакцией В.Н. Ардашенова — М.: Профиздат, 1988.
10. Еремин В.Г. и др. Предприятие внедряет КСУКП. — Тула: Приокское книж. изд., 1984.
11. Еремин В.Г., Еремин О.В. Современные методы количественной оценки психофизиологического уровня организации труда. Научные труды ОрелГТУ, т. 9. — Орел, 1995.
12. Еремин В.Г. и др. Обеспечение безопасности жизнедеятельности в машиностроении. — М.: Машиностроение, 2000.
13. Справочник по инженерной психологии / Под ред. Б.Ф. Ломова — М.: Машиностроение, 1982.
14. Юдин Е.Я. Охрана труда в машиностроении, «Машиностроение»: М., 1983.
15. Бектобеков Г.В. и др. Справочная книга по охране труда в машиностроении / Под общ.ред. О.Н. Русака — Л.: Машиностроение, 1989.
16. Пчелинцев В.А. и др. Охрана труда в строительстве. — М.: Высшая школа, 1991.
17. Павлов С.П., Губонина З.И. Охрана труда в приборостроении. — М.: Высшая школа, 1986.
18. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. — М.: Энергия, 1985.
19. Дьяков В.И. Типовые расчеты по электрооборудованию. — М.: Высшая школа, 1980.
20. Эргономика: принципы и рекомендации. Методическое руководство / Под ред. В.М. Мунипова и др. М.: ВНИИТЭ, 1983.

21. Инженерная психология в применении к проектированию оборудования. Пер. с англ. Под ред. Клиффорд Т. Морган и др. — М.: Машиностроение, 1971.
22. Безопасность производственных процессов / Под ред. Белова С.В. — М.: Машиностроение, 1985.
23. Карнас А.А. Вентиляция и отопление сварочных, гальванических, окрасочных цехов и зарядных аккумуляторных станций. — М.: Машиностроение, 1997.
24. Кнорринг Г.М. и др. Справочная книга для проектирования электрического освещения. — Л.: Энергия, 1973.
25. Щербакова Е.В. Защита от шума. — ОрелГТУ, 1998.
26. Справочник проектировщика. Защита от шума / Под ред. Юдина Е.Я. — М.: Стройиздат, 1974.
27. Погодин А.С. Шумоглушащие устройства. — М.: Машиностроение, 1973.
28. Юдин Е.Я. Борьба с шумом на производстве. Справочник. — М.: Машиностроение, 1985.
29. Лагунов Л.Ф. и др. Производственный шум и борьба с ним. — Горький, 1977.
30. Решетов Е.Т. Эргономика в полиграфии. — М.: Книга, 1991.
31. Еремин В.Г. Компьютерное обеспечение эргономических разработок. — ОрелГТУ, 1996.
32. Методические рекомендации для конструкторов и технологов по созданию безопасного производственного оборудования и технологических процессов. Составители: Попадейкин В.В. и др. М.: ВЦНИИОТ, 1991.
33. Горшков С.И. Соблюдение требований эргономики — важный фактор улучшения условий труда и повышения его производительности. Сб.: Психологические и эстетические основы НОТ. — М.: Экономика, 1971.
34. Лапин Ю.С. Эстетизация производственной среды. Сб.: Психофизиологические и эстетические основы НОТ. — М.: Экономика, 1971.
35. Галкин В.А. Промышленная эстетика на машиностроительных предприятиях. — Л.: Машиностроение, 1983.
36. Компьютер и закон // Охрана труда и социальное страхование, № 12, 1998.
37. Охрана окружающей среды / Под ред. Белова С.В. — М.: Высшая школа, 1991.
38. Ливчак И.Ф. и др. Охрана окружающей среды. — М.: Колос, 1995.
39. Гражданская оборона / Под ред. Е.П. Шубина. — М.: Просвещение, 1991.
40. Иванов В.С., Мелешкин А.К. Гражданская оборона в чрезвычайных ситуациях. — Обнинский институт атомной энергетики, 1991.
41. Это должен знать каждый / Под ред. С.Г. Сергеева — М.: Военное издательство, 1987.
42. Корсаков Г.А. Комплексная оценка обстановки и управления предприятием в чрезвычайных ситуациях, уч. пособие — СПб, 1993.
43. Хохлов В.С. Социально-экономическое прогнозирование материальных затрат на предупреждение ЧС. Сб. материалов Российской научной конференции «Экология, техника, жизнь: принципы взаимодействия и развития». — ОрелГТУ, 1999.
44. Расточные оправки с устройствами для отвода стружки. Составитель: Схиртладзе А.Г., инф. листок № 21—82, МГЦНТИ, М.: 1982.
45. Козьяков А.Ф., Морозова Л.Л. Охрана труда в машиностроении. — М.: Машиностроение, 1990.
46. Сенькин Е.Г. Техника безопасности и противопожарная техника в пищевой промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1973.
47. Филоненко В.Ю., Кочергина Т. В. Плата за загрязнение окружающей среды. — Липецк: ЛЭГИ, 1998 г.
48. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для студентов средних проф. учеб. заведений / Под общ. ред. С.В. Белова. — М.: Высш. шк., НМЦ СПО, 1999.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
| 1. УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРО- МЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ | 6 |
| 1.1. Понятие «Охрана труда». Нормативно-правовые основы охраны труда | 6 |
| 1.2. Организация надзора и контроля за охраной труда в промышленности | 11 |
| 1.3. Обязанности и ответственность работодателей и работников в области охраны труда | 14 |
| 1.4. Организация работы по охране труда на предприятии | 17 |
| 1.5. Порядок обучения работников предприятия по охране труда | 24 |
| 1.6. Порядок расследования, оформления, учета и исследования несчастных случаев на производстве | 26 |
| 1.7. Порядок использования средств индивидуальной защиты работающих | 30 |
| 1.8. Планирование затрат на мероприятия по охране труда | 35 |
| 2. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕС- КИХ СИСТЕМ | 51 |
| 2.1. Защита от техногенных опасностей | 51 |
| 2.1.1. Требования безопасности к технологическому оборудованию и про- изводственным процессам | 51 |
| 2.1.2. Обеспечение безопасности технологического оборудования и ос- новных производственных процессов | 54 |
| 2.1.3. Обеспечение безопасной эксплуатации транспортных и грузоподъ- емных средств | 95 |
| 2.1.4. Обеспечение безопасной эксплуатации сосудов, баллонов и уст- ройств, находящихся под давлением | 99 |
| 2.1.5. Обеспечение безопасной эксплуатации роботизированного обо- рудования | 102 |
| 2.1.6. Проектирование промышленного предприятия и требования охра- ны труда | 108 |
| 2.2. Средства и методы обеспечения взрывопожаробезопасности промышлен- ного предприятия | 111 |
| 2.2.1. Защита от пожаров и взрывов | 111 |
| 2.2.2. Защита от статического электричества | 125 |
| 2.2.3. Организация молниезащиты промышленного предприятия | 126 |
| 2.3. Обеспечение электробезопасности производства | 128 |
| 2.3.1. Опасное действие электрического тока на человека | 128 |
| 2.3.2. Обеспечение электробезопасности персонала | 132 |
| 2.4. Оказание первой доврачебной помощи пострадавшему от несчастного случая | 141 |

| | |
|---|------------|
| 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА | 144 |
| 3.1. Пути оздоровления воздушной среды в цехе, на участке | 144 |
| 3.1.1. Неблагоприятные действия вредных веществ | 144 |
| 3.1.2. Воздушная среда и метеорологические условия в производственном помещении | 145 |
| 3.1.3. Методы и средства оздоровления воздушной среды | 152 |
| 3.2. Организация производственного освещения | 166 |
| 3.2.1. Общие требования и рекомендации по организации производственного освещения | 166 |
| 3.2.2. Организация естественного освещения | 169 |
| 3.2.3. Организация искусственного освещения | 172 |
| 3.3. Защита персонала предприятия от акустических и механических колебаний | 180 |
| 3.3.1. Методы и средства снижения производственного шума | 180 |
| 3.3.2. Методы и средства снижения производственных вибраций | 191 |
| 3.3.3. Борьба с ультразвуком и инфразвуком в промышленности | 196 |
| 3.4. Защита персонала предприятия от опасных и вредных излучений | 198 |
| 3.4.1. Защита от электромагнитных излучений | 198 |
| 3.4.2. Защита от ультрафиолетового и инфракрасного излучений | 199 |
| 3.4.3. Защита от электромагнитных полей радиочастот | 203 |
| 3.4.4. Защита от ионизирующих излучений | 206 |
| 3.4.5. Лазерное излучение и защита от него | 212 |
| 3.5. Эргономические и эстетические требования к обеспечению комфортных условий труда | 215 |
| 3.6. Обеспечение комфортных и безопасных условий труда пользователей ВДТ и ПЭВМ | 224 |
| 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ | 236 |
| 4.1. Экологические опасности и их причины | 236 |
| 4.2. Безотходные технологии; организация захоронения отходов | 241 |
| 4.3. Охрана воздушной среды | 246 |
| 4.4. Охрана водной среды | 254 |
| 4.5. Организация контроля за состоянием окружающей среды; экологический паспорт предприятия | 268 |
| 4.6. Экономические и правовые основы охраны окружающей среды промышленного предприятия | 272 |
| 5. ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ | 281 |
| 5.1. Чрезвычайные ситуации мирного и военного времени и система их предупреждения | 281 |
| 5.2. Защита населения и территорий в условиях ЧС мирного и военного времени | 288 |
| 5.3. Устойчивость работы промышленного предприятия и методы ее оценки | 296 |
| 5.4. Меры обеспечения устойчивости промышленного предприятия | 300 |
| 5.5. Спасательные и другие неотложные работы в очагах массового поражения | 303 |
| 5.6. Ущерб от чрезвычайной ситуации и планирование затрат на его предотвращение | 305 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | 307 |

Учебное издание

**Еремин Вадим Геннадиевич,
Сафронов Владислав Васильевич,
Скляртадзе Александр Георгиевич,
Харламов Геннадий Андреевич**

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

**Редактор В.А. Козлов
Художник К.Э. Семенов
Художественный редактор Ю.Э. Иванова
Технические редакторы Н.В. Быкова, Л.А. Овчинникова
Корректор Н.Е. Жданова
Оператор Е.А. Левченко
Компьютерная верстка О.М. Чернова**

Лицензия ИД № 06236 от 09.11.01.

Изд. № ОТМ-58. Сдано в набор 03.10.01. Подп. в печать 14.03.02.
Формат 60×88¹/₁₆. Бум. офсетная. Гарнитура «Таймс». Печать офсетная.
Объем 19,11 усл. печ. л. 19,61 усл. кр.-отт. 19,82 уч.-изд. л.
Тираж 5000 экз. Заказ № Б-183.

ФГУП «Издательство «Высшая школа», 127994, Москва, ГСП-4,
Неглинная ул., 29/14.

Тел.: (095) 200-04-56 E-mail: info@v-shkola.ru <http://www.v-shkola.ru>

Отдел продаж: (095) 200-07-69, 200-59-39, факс: (095) 200-03-01.
E-mail: sales@v-shkola.ru

Отдел «Книга-почтой»: (095) 200-33-36. E-mail: bookpost@v-shkola.ru

Набрано на персональных компьютерах издательства.

Отпечатано в типографии ГУП ПИК «Идел-Пресс»,
420066, г. Казань, ул. Декабристов, 2.