

**УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТЬЮ.
УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Учебное пособие

**Самара
Самарский государственный технический университет
2017**



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТЬЮ.
УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Учебное пособие

Самара
Самарский государственный технический университет
2017

Печатается по решению редакционно-издательского совета СамГТУ.

УДК 502.7 (075.8)

ББК 28.08я73

У 67

У 67 Управление техносферной безопасностью. Управление безопасностью производственных процессов: учеб. пособие / Сост. *Д.А. Мельникова, Н.Г. Яговкин, Г.Н. Яговкин*; под ред. *Г.Н. Яговкина*. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2017. – 292 с.: ил.

ISBN 978-5-7964-1968-7

Написано с опорой на изданные ранее учебные пособия «Основы обеспечения безопасности жизнедеятельности на машиностроительных предприятиях» (автор *Г.Н. Яговкин*) и «Организационные основы охраны труда, электро- и промышленной безопасности» (авторы *Г.Н. Яговкин, Н.Г. Яговкин* с участием *Л.В. Сорокиной*). Дополнено и расширено с учетом современных знаний.

В части I изложены научные, организационные и технические основы управления производственной безопасностью. В частях II и III предполагается изложить вопросы управления экологической безопасностью и управления безопасностью в чрезвычайных ситуациях.

Предназначено для студентов технических специальностей высших учебных заведений.

УДК 502.7 (075.8)

ББК 28.08я73

У 67

Рецензент: д-р пед. наук, профессор *Л.Н. Горина*

ISBN 978-5-7964-1968-7

© *Д.А. Мельникова, Г.Н. Яговкин, Н.Г. Яговкин*, 2017

© Самарский государственный технический университет, 2017

ПРЕДИСЛОВИЕ

Наука «Техносферная безопасность» на общей методологической основе интегрирует в единый комплекс знания из большого количества областей науки и практики, позволяющие обеспечить безопасность людей при их взаимодействии с окружающей средой, что позволяет сформировать принципы, стратегию и тактику обеспечения безопасности.

В учебном пособии обобщен опыт преподавания её составных элементов на кафедре «Безопасность жизнедеятельности» Самарского государственного технического университета.

ВВЕДЕНИЕ

Решением проблемы обеспечения безопасности человека является формирование здоровых и безопасных условий его деятельности, защита его и окружающей среды от воздействия вредных и опасных факторов природного и техногенного характера. Основу обеспечения безопасности составляет предупреждение, а также упреждение реальной и потенциальной опасности.

Вопросами обеспечения производственной безопасности занимается охрана труда. При этом основным методом является управление охраной труда, так как более 96 % несчастных случаев происходит при ее несоответствии предъявляемым требованиям.

Управление производственной безопасностью – это система устройства и регулирования совместного труда работников предприятия (организации), аппарата управления, органов государственной власти и др. формирований. В процессе трудовой деятельности люди вступают во взаимодействие с материальными элементами производства и между собой. Для обеспечения их безопасности необходимо [1, 11]:

– определить субъекты труда, т.е. подобрать и профессионально подготовить кадры в соответствии с потребностями предприятия (ор-

ганизации), обеспечить их необходимыми предметами и средствами труда;

- организовать трудовые процессы, установить приемы и методы труда в соответствии с технологией производства, создать благоприятные условия труда;

- установить режимы труда и отдыха в течение рабочей смены, недели, месяца, года;

- разделить и скооперировать труд между участниками совместной деятельности;

- наладить трудовые отношения между подразделениями по вертикали и горизонтали;

- осуществить контроль процесса труда, его нормирование и регулирование, сформировать систему стимулов труда, организацию его оплаты;

- сформировать структуру предприятия (организации) в соответствии с функциями трудового процесса и разделением труда;

- определить должностные обязанности, права и полномочия сотрудников.

Цель управления производственной безопасностью – обеспечение работникам предприятия защиты их трудовых прав, безопасных условий труда и принятие мер по сохранению их здоровья и жизни в процессе трудовой деятельности в соответствии с требованиями законов и иных нормативных правовых актов.

Учебное пособие освещает именно эти вопросы и предназначено для студентов специальностей, изучающих курс «Безопасность жизнедеятельности».

Эти и другие вопросы нашли отражение в Трудовом Кодексе Российской Федерации [10].

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Авария – разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ.

Анализ риска – использование информации для определения источников и количественной оценки риска. Обеспечивает базу для оценивания риска и принятия мероприятий по снижению риска.

Анализ риска аварии – процесс идентификации опасностей и оценки риска аварии на опасном производственном объекте для отдельных лиц или групп людей, имущества или окружающей природной среды.

Аудит (проверка) – систематический, независимый и отражаемый в документах процесс получения и объективной оценки данных для определения степени соблюдения установленных критериев обеспечения безопасности.

Безопасность (продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации) – состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц и окружающей среде.

Вероятность – степень возможности реализации какого-либо определенного события в тех или иных условиях или возможность того, что происшествие будет иметь место.

Вред – физический ущерб или урон здоровью, имуществу или окружающей среде.

Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию.

Гигиенические нормативы условий труда – уровни вредных факторов рабочей среды, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не должны вызывать заболеваний или от-

клонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Допустимый риск – риск, который в данной ситуации можно допустить, исходя из социально-экономических соображений, учитывая требования охраны труда и промышленной безопасности.

Защита временем – уменьшение вредного действия неблагоприятных факторов рабочей среды и трудового процесса на работников за счет снижения времени их действия: введение внутрисменных перерывов, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, ограничение стажа работы в данных условиях.

Идентификация опасностей – процесс определения наличия опасности и её характерных черт.

Индивидуальный риск – возможная частота поражения отдельного человека.

Инцидент (происшествие) – событие, которое приводит или может привести к нежелательным последствиям (авариям, травмам и т.п.).

Коллективный риск – ожидаемое количество пораженных в результате возможных аварий за определенный промежуток времени.

Корректирующее действие – действие, предпринятое для устранения причины обнаруженного несоответствия обстановки нормативным требованиям или другой нежелательной ситуации.

Меры управления риском – защитные или превентивные меры, предпринимаемые для снижения вероятности и (или) тяжести последствий воздействия источника опасности. Меры могут носить технический и (или) организационный характер.

Мониторинг – процесс отслеживания состояния объекта (системы или сложного явления) с помощью непрерывного или периодически повторяющегося сбора данных, представляющих собой совокупность определенных ключевых показателей.

Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную си-

стему, органы чувств, эмоциональную сферу работника. К факторам, характеризующим напряженность труда, относятся интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы.

Наряд-допуск – подписанное, согласованное и утвержденное задание на производство работ повышенной опасности, письменно оформленное на специальном бланке установленной формы и определяющее содержание, место работы, время её начала и окончания, состав бригады и лиц, ответственных за подготовку и безопасное проведение указанных работ (включая зоны действия опасных и вредных производственных факторов, возникновение которых не связано с характером выполняемых работ), а также комплекс всех необходимых мер безопасности, конкретных организационно-технических мероприятий как при подготовке, так и при проведении работ, выполнение которых обеспечивает исключение травмирования и отравления работников, возникновения несчастных случаев на производстве, профзаболеваний, брака, аварий, инцидентов, обрушений, возгораний и пожаров, материальных потерь и т.д. К наряду-допуску в зависимости от видов работ повышенной опасности прилагаются бланки оценки риска, технологические схемы, схемы расположения запорной арматуры, удаления продукта, промывки, продувки, пропарки и установки заглушек, эскизы защитных устройств и приспособлений, схемы расстановки постов, оцепления, установки предупредительных знаков, схемы переезда газопроводов, расстановки техники и т.д.

Несчастный случай на производстве – событие, в результате которого работник получил увечье или иное повреждение здоровья при исполнении им обязанностей по трудовому договору (контракту) и в иных установленных Федеральным законодательством случаях как на территории организации, так и за ее пределами либо во время следования к месту работы или возвращения с места работы на транспорте, предоставленном организацией, и которое повлекло необходимость перевода работника на другую работу, временную или стойкую утрату им профессиональной трудоспособности либо его смерть.

Нормативный документ – документ, устанавливающий правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов.

Ожидаемый ущерб – математическое ожидание величины ущерба от возможной нештатной ситуации за определенный промежуток времени.

Опасное событие – событие, которое может причинить вред здоровью или окружающей среде.

Опасность – источник потенциального вреда или ситуация с потенциальной возможностью нанесения вреда.

Опасные вещества – воспламеняющиеся, окисляющие, горючие, взрывчатые, токсичные, высокотоксичные вещества и вещества, представляющие опасность для человека и окружающей природной среды.

Опасный (вредный) производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме.

Организация работ по охране труда – система взаимосвязанных мероприятий, направленных на обеспечение техносферной безопасности.

Остаточный риск – риск, остающийся после принятых мер управления по доведению риска до допустимого уровня.

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

Оценка величины риска – процесс присвоения значений вероятности и последствий риска. Может рассматривать стоимость, выгоды, озабоченность участвующих сторон и другие переменные, рассматриваемые при оценивании риска.

Оценка рисков – процесс оценивания рисков, связанных с опасностями, принимающий во внимание полноту всех существующих средств управления и позволяющий решить вопрос о том, являются ли риски допустимыми или нет.

Пожарный риск – мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей.

Предупреждающее действие – действие, предпринятое для устранения опасности или другой потенциально нежелательной ситуации.

Приемлемый (предельно допустимый) риск – риск, уровень которого допустим и обоснован, исходя из экономических и социальных соображений.

Производственный контроль – составная часть системы управления промышленной безопасностью. Осуществляется эксплуатирующей организацией путем проведения комплекса мероприятий, направленных на обеспечение безопасного функционирования опасных производственных объектов, а также на предупреждение аварий на этих объектах и обеспечение готовности к локализации аварий и инцидентов и ликвидации их последствий.

Промышленная безопасность – состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий аварий.

Профессиональное заболевание – хроническое или острое заболевание работника, являющееся результатом воздействия на него вредного(ых) производственного(ых) фактора(ов) и повлекшее временную или стойкую утрату им профессиональной трудоспособности.

Профессиональный риск – вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти, связанная с исполнением обязанностей по трудовому договору (контракту) и в иных установленных законом случаях.

Процесс – совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих видов деятельности.

Работоспособность – состояние человека, определяемое возможностью физиологических и психологических функций организма, которое характеризует его способность выполнять определенное количество работы заданного качества за требуемый интервал времени.

Работы повышенной опасности – работы в местах действия опасных и (или) вредных производственных факторов, а также рабо-

ты, при выполнении которых имеется или может возникнуть производственная опасность вне связи с характером выполняемой работы.

Рабочее место – место, где работник должен находиться или куда ему необходимо следовать в связи с его работой, и которые прямо или косвенно находятся под контролем работодателя.

Риск – сочетание вероятности события и его последствий.

Система – составной объект любого уровня сложности, который может включать персонал, процедуры, материалы, инструменты, оборудование, средства обслуживания, программное обеспечение.

Система управления охраной труда (СУОТ) – часть общей системы управления организации, обеспечивающая управление рисками в области охраны здоровья и безопасности труда, связанными с деятельностью организации, включающая в себя набор взаимосвязанных или взаимодействующих между собой элементов, устанавливающих политику и цели обеспечения охраны труда и процедуры по достижению этой цели.

Система управления промышленной безопасностью (СУПБ) – часть общей системы управления организации, обеспечивающая выполнение требований промышленной безопасности, защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий при всех видах деятельности организации.

Специальная оценка условий труда – оценка условий труда на рабочих местах в целях выявления вредных и (или) опасных производственных факторов и осуществления мероприятий по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда.

Средства индивидуальной и коллективной защиты работников – технические средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных или опасных производственных факторов, а также для защиты окружающей среды от загрязнения.

Стандарт – документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции,

правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ и оказания услуг.

Технический риск – вероятность отказа технических устройств с последствиями определенного уровня (класса) за определенный период функционирования опасного производственного объекта.

Техносферная безопасность охватывает экологическую и производственную безопасность, что в определенной степени характеризует распределение опасностей в пространстве. Оценивая развитие опасностей во времени, можно говорить о медленных (вялотекущих) и быстрых (взрывных) процессах. В последнем случае возникают чрезвычайные ситуации, которые также входят в круг вопросов, рассматриваемых техносферной безопасностью.

Требования охраны труда – государственные нормативные требования, а также требования, установленные правилами и инструкциями по охране труда.

Требования промышленной безопасности – условия, запреты, ограничения и другие обязательные требования, содержащиеся в федеральных законах и иных нормативных правовых актах РФ, а также в нормативных технических документах, которые принимаются в установленном порядке и соблюдение которых обеспечивает промышленную безопасность.

Тяжесть труда – характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность. Тяжесть труда характеризуется физической динамической нагрузкой, массой поднимаемого и перемещаемого груза, общим числом стереотипных рабочих движений, величиной статической нагрузки, характером рабочей позы, глубиной и частотой наклона корпуса, перемещениями в пространстве.

Управление риском – действия по управлению организацией, направленные на снижение риска.

Ущерб – нанесение физического повреждения или другого вреда здоровью людей, или вреда имуществу или окружающей среде.

Физические факторы внешней среды – температура, относительная влажность, скорость движения воздуха, тепловое излучение; неионизирующие электромагнитные поля и излучения – электростатическое поле; постоянное магнитное поле; электрические и магнитные поля промышленной частоты (50 Гц); электромагнитные излучения радиочастотного диапазона; широкополосные электромагнитные импульсы; электромагнитные излучения оптического диапазона (в т.ч. лазерное и ультрафиолетовое); ионизирующие излучения; жесткое рентгеновское излучение при работе с приборами, содержащими радиоактивные источники; производственный шум, ультразвук, инфразвук; вибрация (локальная, общая); аэрозоли (пыли) преимущественно фиброгенного действия; освещение – естественное (отсутствие или недостаточность), искусственное (недостаточная освещенность, пульсация освещенности, избыточная яркость, высокая неравномерность распределения яркости, прямая и отраженная слепящая блескостность); электрически заряженные частицы воздуха – аэроионы.

Химические факторы внешней среды – химические вещества, смеси; природный газ (метан – CH_4); одорант – меркаптаны, этилмеркаптан ($\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$); метанол – яд; окись углерода – угарный газ (CO); диэтиленгликоль; антифриз; газоконденсат; тяжелые углеводороды – пропан (C_3H_8), бутан (C_4H_{10}); меркаптиды, пирофорные соединения; нефтепродукты (масла, бензин, керосин, дизельное топливо); оксид углерода; углеводороды; серная и соляная кислоты; свинец; железо; оксид железа; марганец; оксиды азота; озон, медь; хром; никель; серный ангидрид; аммиак; хлор; сероводород; бензол; толуол; ксилол; аммиак; ацетон; синтетические поверхностно-активные вещества (в т.ч. синтетические моющие средства); электрокорунд (пыли); сварочный аэрозоль и др.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

1.1. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Понятие «профессиональные компетенции» определяется как «способность применять знание, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области». Они основываются на комплексе знаний, умений, навыков, опыта, но не являются их совокупностью, так как предусматривают способность человека к самообучению, креативному мышлению, ориентации в нестандартных и проблемных вопросах, изменению вида своей деятельности в соответствии с изменяющимися потребностями общества и рынка труда. Компетентным является человек, способный к восприятию изменений и адаптации к ним на основе имеющихся знаний, кругозора и готовности к самообучению и самосовершенствованию.

Формирование профессиональной компетенции по обеспечению безопасности производственных процессов включает в себя комплекс знаний по техническим, правовым, медицинским, психологическим вопросам, физическим и иным средствам обеспечения безопасности, а также обучение необходимым умениям и навыкам по профилактике и преодолению опасных ситуаций. Соответствующая структура представлена на рис. 1.1. Она определяется интеллектуальной, мировоззренческой, волевой, коммуникативной, психологической подготовкой и самоконтролем.

Мировоззренческая подготовка формирует систему обобщенных понятий о причинах возникновения опасных ситуаций, о взаимосвязи внутренних и внешних факторов возникновения вредности и опасности, о соотношении вредных и опасных факторов в жизни человека, о роли личности в преодолении и предупреждении опасных ситуаций и т.д.



Рис. 1.1. Структура формирования компетенций по обеспечению безопасности производственных процессов

Одним из компонентов мировоззрения является система понятий, взглядов, идей, теоретических концепций, принятых человеком в качестве достоверных. Они определяют взаимосвязь поведения человека и уровень его безопасности, а также служат основополагающими ориентирами в оценках, отношениях, поступках и решениях. Готовность к безопасной жизнедеятельности формируют убеждения в наличии объективных возможностей для предупреждения и преодоления опасных ситуаций, способность человека к активным и успешным действиям по прогнозированию и распознаванию опасных ситуаций.

Интеллектуальная подготовка формирует умение решать неординарные проблемы по защите от опасностей в конкретных условиях.

Умение сформулировать вопрос о причинах возникновения опасности, решить поставленную задачу и разработать нетрадиционное решение в неожиданной ситуации, в первую очередь, основано на интеллектуальном потенциале личности. При возникновении опасной ситуации необходимо проявлять дальновидность, проницательность и предусмотрительность.

Интеллектуальная подготовка основывается на опыте, формирующемся при анализе причин несчастных случаев, изучении ошибок жертв несчастных случаев, прогнозировании действий людей в экстремальных ситуациях и т.п.

Коммуникативная подготовка является средством воспитания готовности к предупреждению и преодолению опасных ситуаций. Она формирует мотивацию к успешному общению с окружающими людьми, готовность к конструктивному диалогу и разрешению противоречий с коллегами. Склонность к манипулированию другими людьми, конфликтность, стремление к решению собственных проблем за счет окружающих людей понижают общий уровень безопасности.

При воспитании готовности к безопасному общению с людьми, склонными к причинению зла окружающим, важно учить понимать, чувствовать другого человека по его вербальным, невербальным и паралингвистическим средствам общения.

Волевая подготовка к предупреждению и преодолению опасных ситуаций предполагает формирование готовности к волевому усилию, преодолению препятствий, трудностей, обусловленных внешними факторами: страхом, усталостью, нежеланием делать что-то.

Психологическая подготовка является этапом формирования готовности к рациональному поведению в трудных и экстремальных ситуациях. Трудная ситуация характеризуется расхождением между реальными возможностями человека и целью его деятельности. Опыт преодоления таких ситуаций воспитывает уверенность в собственных силах и готовность к самосовершенствованию с целью обеспечения безопасности жизнедеятельности. Одним из эффективных методов психологической подготовки являются деловые игры, в которых отсутствует реальная опасность, хотя условно присутствует ее источник.

Для формирования *самоконтроля* в опасных ситуациях необходимо производить систематический внешний контроль.

Целесообразным является специальное обучение людей поведению в опасных ситуациях, при котором имитируются основные виды и источники опасности, существующие в реальности.

Основными компонентами воспитания компетенций в области безопасности являются следующие методы (см. рис. 1.1).

Догматический основывается на обучающем воздействии при помощи слов, жестов, наглядных и других средств. Однако при таком подходе выводы и оценки воспринимают в готовом виде, без обоснования и объяснения.

Объяснительный основан на представлении обучаемому информации о вредностях и опасностях, правилах и нормах безопасного поведения. Это помогает понять причины возникновения опасностей, взаимосвязи внешних источников опасностей, влияние собственного поведения на уровень личной безопасности.

Репродуктивный основан на организации воспроизводящей деятельности и заключается в применении формируемых умений и навыков в различных ситуациях.

Поисковый предполагает совместное решение практических, коммуникативных и других проблем, которые влияют на уровень личной безопасности.

Творческий направлен на обучение самостоятельному решению разнообразных проблем обеспечения безопасности человека.

Эвристический предполагает максимально возможный уровень самостоятельности и творчества людей в процессе формирования культуры личной безопасности.

Методы и средства формируют системы знаний об обеспечении безопасной деятельности в процессе воспитания и обучения на протяжении всего жизненного цикла человека, которые включают в себя обще-профессиональные и профессиональные компетенции.

1.2. АСПЕКТЫ ОБЩЕ-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Процесс формирования компетентности по обеспечению безопасности производственных процессов включает в себя профессиональные знания, умения и навыки, уровень которых зависит от состояния потребностно-мотивационной сферы. При её формировании необходимо обеспечить общепрофессиональную компетенцию, которая, в свою очередь, является базой для профессиональной [1, 11, 12].

Общепрофессиональная компетентность имеет следующие аспекты: мировоззренческий, исторический, физиологический, психологический, воспитательный, эргономический, экономический и социальный.

Мировоззренческий аспект. Мировоззрение предполагает систему общих понятий о причинах возникновения опасных ситуаций, о взаимосвязи внешних и внутренних факторов возникновения опасностей, их соотношении в жизни человека, о роли личности в предупреждении и преодолении потенциально опасных ситуаций и т.д.

В целом мировоззрение складывается из понятия и убеждения. Понятия представляют основу взглядов, теоретических концепций, идей, принятых человеком в качестве истинных. Взгляды служат ориентирами в оценках, решениях, поступках и определяют взаимосвязь поведения человека с уровнем его безопасности.

Убеждения – это знания, концепции, идеи, которые воспринимаются человеком как истина, и он прилагает усилия и практические действия для их осуществления. С точки зрения безопасности жизнедеятельности – это уверенность в наличии объективных возможностей для предупреждения и преодоления опасных ситуаций и способность к активным и успешным действиям по их распознаванию и прогнозированию.

Исторический аспект. Глубокое и всестороннее понимание научной проблематики позволяет осознать ее место в структуре отрасли науки, развитие научных идей, их историческую логику и диалектическую взаимосвязь.

Возникновение трудовой деятельности, а вместе с ней и зачатков науки об обеспечении безопасности труда происходило много веков тому назад, и вполне очевидно, что современное представление об этом должно опираться на достижения наук, объясняющих эволюцию человека и общества в историческом аспекте.

С древних времен и до наших дней обеспечение безопасности деятельности человека является одной из его главных задач. С развитием промышленности это стало требовать специальных знаний, которые в свою очередь должны опираться на определенную теоретическую базу.

История проблемы предполагает знание науки во всей её полноте на основе исторически сформированных закономерностей, выявить которые можно не обращаясь непосредственно к реальной истории, а изучая процесс на высших стадиях ее развития и воспроизводя наиболее существенные этапы.

В науке о техносферной безопасности такие этапы связаны с Аристотелем (384-322 гг. до н.э.) и Гиппократом (460-377 гг. до н.э.), которые изучали условия труда работающих.

Парацельс (1493-1541) занимался изучением опасностей, связанных с горным делом. Агрикола (1494-1555) является автором работы «О горном деле», в которой отражены вопросы обеспечения безопасности. Рамацинни (1683-1714), автор книги «О болезнях ремесленников», сформировал основы гигиены труда. М.В. Ломоносов (1711-1765) также занимался вопросами безопасности труда в горном деле.

Большой вклад в развитие теории безопасности деятельности внесли известные русские ученые В.Л. Кирпичев (1845-1913), А.А. Пресс (1857-1931), Д.П. Никольский (1855-1918), А.А. Скочинский (1874-1961), В.А. Левицкий (1867-1936), С.И. Каплун (1897-1943) и др.

Из современных следует отметить вклад таких ученых, как Н.А. Стрельчук, О.Н. Русак и ряда других.

Физиологический аспект. Трудовая деятельность человека сопровождается различными физиологическими процессами в его организме, регулирование которых требуется для приспособления последнего к условиям труда.

Влияние условий труда сказывается, в первую очередь, на таком физиологическом показателе состояния организма работающего, как работоспособность. Высокая работоспособность является важным условием обеспечения безопасности жизнедеятельности, так как влияет на процесс формирования ошибочных действий, а следовательно и на травмоопасность.

Динамика сменной работоспособности используется при нормализации режима труда и отдыха, улучшении внешней производственной среды, профессиональном отборе и создании физиологически обоснованной системы обучения, которые рассматриваются как важные предпосылки сохранения высокого уровня работоспособности. Сменная динамика работоспособности совпадает с динамиками ошибочных действий и как следствие – травмоопасности.

Психологический аспект. Психология безопасности – часть психологии, изучающая психологические причины несчастных случаев, возникающих в процессе труда и других видов деятельности, и разрабатывающая методы и приемы повышения безопасности. Объектом психологии безопасности являются различные виды предметной деятельности людей, связанные с опасностью.

Предметом исследования в психологии безопасности являются:

- психические процессы, порождаемые самой деятельностью и влияющие на её безопасность;
- психические состояния человека, сказывающиеся на безопасности деятельности;
- свойства личности, отражающиеся на безопасности поведения.

Основные направления психологии труда при обеспечении безопасности производственных процессов:

- психологическая трудовая экспертиза, объединяющая ретроспективную экспертизу (анализ причин случаев снижения качества труда и производственного травматизма, имевших место ранее) и прогностическую экспертизу (профессиональная ориентация и профессиональный отбор);

- психология профессионального обучения, включающая проблемы исследования и формирования трудовых навыков, психологической

оценки методов обучения, тренировки, трудового воспитания и воспитание навыков безопасного труда. Сюда же включаются проблемы формирования профессиональных способностей и психологии ошибочных действий, рассматриваемых с позиций предупреждения неуспеваемости;

– инженерная психология, определяющая требования к рабочим местам с точки зрения их соответствия психологическим закономерностям, а также частично учитывающая проблемы переноса трудовых навыков при переподготовке, ритма работы и утомляемости;

– психологические вопросы организации труда – решение вопросов рационализации, организации и нормирования труда по психологическим оценкам и комбинированным критериям с учетом профессиональной утомляемости, режима труда и отдыха, психологической разгрузки.

Воспитательный аспект. Он сводится к воспитанию культуры безопасности, которая состоит из культуры личной безопасности и культуры сохранения среды обитания (рис. 1.2).

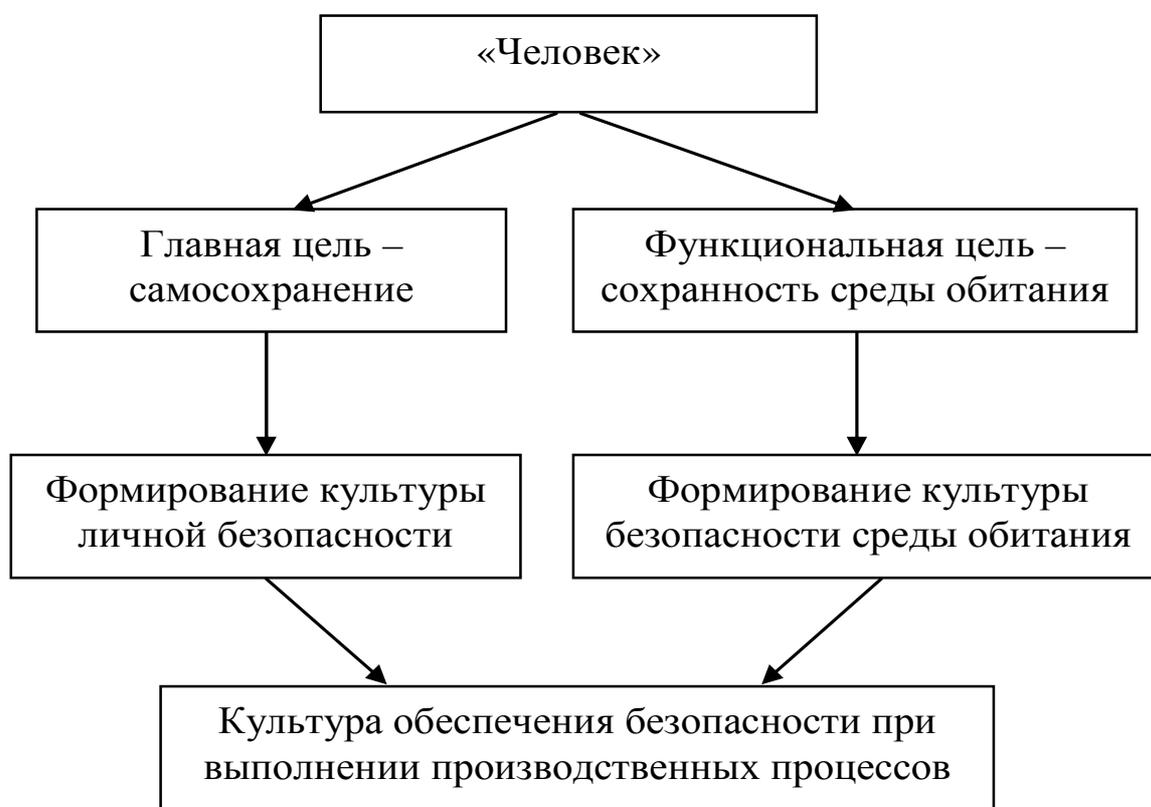


Рис. 1.2. Сущность культуры обеспечения безопасности при выполнении производственных процессов

Воспитание культуры личной безопасности состоит из формирования следующих ее аспектов: системы знаний об источниках опасностей, средствах их предупреждения и разработке мероприятий по их устранению; системы навыков и умений безопасного поведения; личностных качеств, способствующих предупреждению и преодолению опасных ситуаций; психологической подготовки к безопасному поведению.

Система знаний по безопасной деятельности формируется в процессе воспитания и обучения на протяжении всей жизни человека. Она осуществляется усвоением следующих элементов:

- знаний об источниках опасностей, их видах (типах опасных и вредных факторов, видах аварийных ситуаций и т.п.), причинах и условиях возникновения;

- сведений о видах действия опасных и вредных факторов на организм человека в различных условиях;

- информации о типичных ошибках людей, неправильных действиях, которые порождают опасные ситуации и не позволяют предвидеть и преодолеть неблагоприятные последствия внешних факторов риска;

- знаний о способах, правилах, средствах, принципах поведения, направленных на предупреждение и преодоление опасных ситуаций;

- информации об условиях, которые необходимо учитывать при выборе и использовании мер предупреждения и преодоления опасных ситуаций.

Эргономический аспект. Эргономика изучает функциональные возможности человека в процессе деятельности с целью создания таких условий, которые делают деятельность эффективной и обеспечивают комфорт для человека. Другими словами, речь идет об определенных совместимостях характеристик человека, техники и производственной среды. Через неё человек и осуществляет управление самыми сложными системами.

Задача эргономики состоит в том, чтобы обеспечить создание такой информационной модели, которая отражала бы все нужные ха-

рактические характеристики машины в данный момент и в то же время позволяла бы оператору безошибочно принимать и перерабатывать информацию, не перегружая его внимание и память. Эта задача очень сложная. От её решения зависят безопасность, точность, качество, производительность труда человека. Иначе говоря, информационная модель должна соответствовать психофизиологическим возможностям человека. В этом и заключается требование информационной совместимости.

Забота о биофизической совместимости подразумевает создание такой окружающей среды, которая обеспечивает приемлемую работоспособность и нормальное физиологическое состояние работающего.

Достижение энергетической совместимости предусматривает согласование органов управления машиной с оптимальными возможностями оператора в отношении прилагаемых усилий, затрачиваемой мощности, скорости и точности движений.

Пространственно-антропометрическая совместимость. Предполагает учет размеров тела человека, возможности обзора внешнего пространства, положение человека в процессе работы. При решении этой задачи определяют объем рабочего места, зоны досягаемости для конечностей работающего, расстояние до приборного пульта и др. Некоторая сложность обеспечения этой совместимости заключается в том, что антропометрические показатели у людей разные.

Технико-эстетическая совместимость. Заключается в обеспечении удовлетворенности человека от общения с машиной, от процесса труда.

Экономический аспект. Складывается из материальных затрат на улучшение условий труда и потерь вследствие их неудовлетворительного состояния.

Затраты включают в себя: совершенствование технологии выполняемых работ, рабочих мест, помещений, приобретение средств индивидуальной защиты, обучение вопросам безопасности труда, что направлено на снижение возможных потерь.

Потери складываются из следующих компонентов:

– прямой ущерб от снижения производительности труда, увеличение численности работающих для компенсации временно нетрудо-

способных, снижение работоспособности, повышение текучести кадров, рост потерь от брака и т.п.;

– затраты на льготы и компенсации работникам, работающим во вредных условиях труда, состоящие из повышения тарифных ставок, сокращения рабочего дня, предоставления дополнительных отпусков, лечебно-профилактического питания и т.п.;

– затраты на возмещение последствий тяжелых и вредных условий труда в виде оплаты недоработок, единовременных пособий и т.п.;

– затраты на компенсацию потери трудоспособности в случае возникновения травматизма и профзаболеваемости в виде оплаты стоимости испорченного инструмента, оборудования, сооружений, ремонтных работ, затрат на переквалификацию и т.п.;

– увеличение выплат в фонд социального страхования на обязательное страхование от несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

Годовой экономический эффект от внедрения мероприятий по обеспечению безопасности вычисляется следующим образом:

$$\mathcal{E}_T = X - A_T \text{ или } \mathcal{E}_T = X - (C_T + E_{н.к.}K),$$

где X – полученный экономический результат;

A_T – текущие и капитальные затраты на мероприятия по обеспечению безопасности;

C_T – годовые эксплуатационные расходы на мероприятия по улучшению безопасности;

$E_{н.к.} = 0,08$ – нормативный коэффициент экономической эффективности для капитальных мероприятий по улучшению условий и охраны труда;

K – капитальные вложения.

Срок окупаемости:

$$F = K / (X - C_T) = 1 / \mathcal{E}_k,$$

где \mathcal{E}_k – общая экономическая эффективность капитальных вложений.

Срок окупаемости капитальных вложений должен быть не ниже нормативного ($F_n = 2,5$ года).

Социальный аспект. Данный аспект обеспечения безопасности состоит в сохранении жизни и здоровья работающих. Социальный ущерб определяется числом работающих, у которых ухудшилось здоровье.

Социальную эффективность мероприятий (С) по улучшению условий труда в % можно подсчитать по формуле

$$C = \left(1 - \frac{P_2 D_2}{P_1 D_1}\right) \cdot 100,$$

где D_1 и D_2 – число работающих во вредных условиях труда до и после внедрения мероприятий по их улучшению;

P_1 и P_2 – соответственно вероятность повреждения здоровья работающих.

Ориентировочно вероятность повреждения здоровья работающих можно определить по табл. 1.1.

Таблица 1.1

Вероятность повреждения здоровья работающих

Класс условий труда		Продолжительность работы t , лет				
		5	10	15	20	25
Оптимальный 1		0,01	0,03	0,05	0,06	0,07
Допустимый 2		0,04	0,1	0,14	0,16	0,16
Вредные	3.1	0,07	0,17	0,24	0,28	0,29
	3.2	0,12	0,29	0,37	0,42	0,43
	3.3	0,18	0,48	0,53	0,58	0,60
	3.4	0,26	0,55	0,71	0,78	0,78
Опасные		0,36	0,71	0,83	0,87	0,84

Положительному социальному эффекту отвечают значения $C > 0$.

Социально эффективными могут оказаться мероприятия, при которых условия труда несколько ухудшились, но число работающих, подвергающихся воздействию вредности, уменьшилось.

Если в результате внедрения мероприятий класс условий труда изменился с 3.1 до 3.2, но число работающих во вредных условиях уменьшилось вдвое ($D_1 / D_2 = 2$), то через пять лет социальная эффективность таких мероприятий составит

$$C = (1 - 0.09/2 \cdot 0,07) \cdot 100 = 36\%,$$

что соответствует такому же уменьшению уровня профессиональной заболеваемости.

В то же время улучшение условий труда при одновременном увеличении числа рабочих, подвергающихся их негативному влиянию, может привести к росту заболеваемости, т.е. отрицательному социальному эффекту.

1.3. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Профессиональная компетентность формируется из понимания природы возникновения опасности, знания способов оценки профессионального риска и умения выбирать оптимальные мероприятия по его устранению.

Опасность – это явления и процессы, способные в определенных условиях при воздействии различных факторов окружающей среды наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно. Она возникает при освобождении накопленных или получаемых энергетических потенциалов при реализации всякого производственного процесса. Энтропия любой системы обратно пропорциональна величине накопленной в ней энергии, т.е. той, которая способна к дальнейшим превращениям. Она является мерой вероятности пребывания системы в данном состоянии, что отражает тенденцию системы, состоящей из очень большого числа хаотически движущихся частиц, к самопроизвольному переходу из состояний менее вероятных в более вероятные. Любая физическая система при переходе из одного состояния в другое имеет очень большую энтропию, т.е. неустойчива и поэтому опасна.

Система в этом случае – это совокупность взаимосвязанных компонентов производственной среды, взаимодействующих между собой таким образом, что достигается определенный результат. Под её компонентами понимают не только материальные (персонал, машины и оборудование, приспособления, инструмент, материалы и полуфаб-

рикаты и др.) и энергетические объекты (виброакустические факторы, ЭМИ, подвижные части машин и механизмов и пр.), но и отношения – связи между ними.

Опасность может быть причиной аварии и повреждения здоровья человека. Во втором случае процесс деятельности можно представить в виде модели взаимодействия двух сложных подсистем: человека и производственной среды, между которыми установлены реактивные связи. Результатом взаимодействия подсистемы являются два эффекта: положительный – созидание чего-либо и отрицательный – риск, в результате которого может быть нанесен ущерб здоровью человека.

Основные закономерности возникновения профессиональной опасности.

- любая деятельность человека потенциально опасна, так как связана с энергопотреблением;

- опасность формируется при выходе энергии, накопленной в результате выполнения технологического процесса;

- возникновение происшествий и аварий является следствием появления и развития причинной цепи предпосылок, приводящих к потере управления технологическим процессом;

- причины происшествий возникают в результате ошибочных или несанкционированных действий работающих, отказов оборудования и других внешних факторов;

- ошибочные и несанкционированные действия работающих обусловлены их недостаточной профессиональной подготовленностью, несоблюдением технологической дисциплины, несовершенством (потенциальной опасностью) применяемых технологией, оборудования и оснастки;

- отказы и неисправности технологического оборудования вызваны чаще всего их собственной низкой надежностью, а также несанкционированными или ошибочными действиями работающих.

- производственная деятельность человека потенциально опасна, так как связана с проведением технологических процессов, а последние – с энергопотреблением (выработкой, хранением, преобразованием тепловой, механической, электрической и другой энергии);

– опасность на рабочем месте проявляется в результате несанкционированного или неуправляемого выхода энергии, накопленной в технологическом оборудовании, инструментах, материалах и других компонентах производственного процесса непосредственно в самих работающих, или во внешнюю относительно людей технику и среду;

– возникновение происшествий и аварий является следствием появления и развития причинной цепи предпосылок, приводящих к потере управления технологическим процессом;

– инициаторами и составными частями причинной цепи происшествия являются ошибочные и несанкционированные действия работающих, неисправности и отказы технологического оборудования, а также нерасчетные воздействия на них иных внешних факторов;

– ошибочные и несанкционированные действия работающих обусловлены их недостаточной профессиональной подготовленностью, несоблюдением технологической дисциплины, несовершенством (потенциальной опасностью) применяемых технологий, оборудования и оснастки;

– отказы и неисправности технологического оборудования вызваны чаще всего его собственной низкой надежностью, а также несанкционированными или ошибочными действиями работающих.

Пространство, в котором постоянно существуют или периодически возникают опасности, называется нокосферой, а то, в котором находится человек, – гомосферой. Их совмещение формирует зону риска (рис. 1.3). Причиной пересечения может быть свободный выход энергии, что происходит при возникновении аварийной ситуации, форс-мажорные обстоятельства природного характера или неправильные либо ошибочные действия персонала (человеческий фактор), а также имеющаяся среди работников «группа риска» – лица не соответствующие по своим качествам выполняемой работе. Несоответствие может заключаться в уровне профессиональной подготовки, а также в отсутствии или недостаточности профессионально значимых качеств.

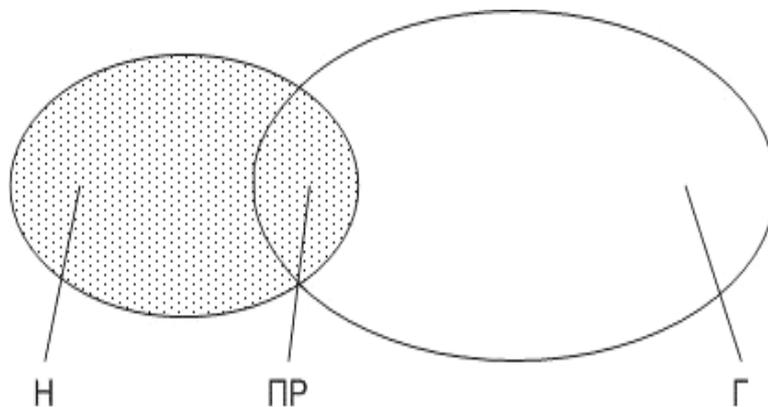


Рис. 1.3. Формирование зоны риска:

Н – зона формирования профессиональных опасностей (нокосфера);

Г – зона деятельности человека (гомосфера); ПР – зона профессионального риска

Предложенная концепция дает возможность сформировать три основных метода обеспечения безопасности:

- пространственное или временное разделение гомосферы и нокосферы;
- нормализация нокосферы, путем исключения опасности;
- приемы и средства, направленные на адаптацию человека к окружающей среде и повышению его защищенности.

Профессиональные риски могут формировать безопасные, допустимые и недопустимые условия труда.

Безопасными условиями труда являются *практически безопасные* условия труда, при которых риски неблагоприятных событий являются пренебрежимо малыми (ничтожными), то есть такими, наличием которых можно пренебречь и работать в рамках общих мер безопасного поведения и приёмов труда без специально предусмотренных мер безопасности.

Допустимыми условиями труда являются такие, при которых риски неблагоприятных событий существуют, являются значимыми, но допустимыми, что означает возможность допуска к работе в таких условиях, но обязательно при строгом соблюдении установленных регламентов выполнения работы и использовании регламентированных мер безопасности.

Недопустимыми условиями труда являются такие, при которых риски неблагоприятных событий являются значительными, а потому

недопустимыми (недопустимо высокими), и работники не должны быть допущены к выполнению этих работ без крайней необходимости, экстремальных или чрезвычайных ситуаций, поскольку в итоге не всегда удается охранить их жизнь и трудоспособность.

Проектом Федерального закона о безопасности и гигиене труда, безопасность производственных процессов обеспечивается системой управления охраной труда (СУОТ). Наиболее известные в России два подхода к ее созданию изложены в международном стандарте OHSAS 18001: 2007 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования» (Occupational health and safety management systems – Requirements) и руководстве МОТ-БГТ 2001 «Руководящие принципы по системам управления безопасностью и гигиеной труда» (ILOOSH 2001 «Guidelines on occupational safety and health management systems»).

Российский аналог первого – национальный стандарт ГОСТ Р 54934-2012/OHSAS 18001: 2007 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования».

Второй подход в России принят в качестве ГОСТ 12.0.230-2007 «Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования».

Национальные стандарты не являются обязательными к руководству, а носят рекомендательный характер.

Система управления безопасностью должна включать организационную структуру, деятельность по планированию, распределению ответственности, процедуры, процессы и ресурсы для разработки, внедрения, достижения безопасности производства, анализа результативности политики и мероприятий по обеспечению безопасности труда в организации, устанавливать форму участия работников в этой деятельности, их обязанности и ответственность, функциональные обязанности работодателя (его представителя), других должностных лиц и их взаимодействие.

Основная цель применения системы – сохранение жизни и здоровья работников в процессе производственной деятельности. Это мо-

жет быть достигнуто в том случае, если в организации будут созданы безопасные и безвредные условия труда на всех рабочих местах.

Достижение целей охраны труда обеспечиваются организационно-распорядительными, экономическими и социально-психологическими методами и средствами.

Выработка управленческих решений может состоять из следующих этапов:

- анализ ситуаций и информации по охране труда для выявления задач, требующих решения в связи с поставленными целями;

- подготовка и обоснование управленческого решения по обеспечению безопасности труда с учетом материальных, финансовых и трудовых ресурсов;

- принятие управленческого решения и оформление его в виде письменного документа или распоряжения;

- распределение функций между структурными подразделениями и исполнителями;

- доведение управленческих решений до исполнителя;

- организация контроля за ходом выполнения принятого решения;

- оценка результатов и эффективности от реализации решения;

- обобщение и распространение передового опыта по реализации поставленных целей по обеспечению безопасности между подразделениями.

Управленческие решения должны отвечать следующим требованиям:

- основываться на законодательных актах, действующих правилах, нормах;

- иметь адресата, регламентировать время исполнения;

- быть краткими, четкими, раскрывать методы достижения цели.

Решения могут оформляться приказами, распоряжениями, планами мероприятий, стандартами предприятий и т. п.

Информация в систему управления должна поступать в виде количественных и качественных показателей, характеризующих состояние условий и безопасности труда на рабочих местах, участках, в цехах и в организациях (критерия управления). Её можно разделить

на нормативную и осведомительную. Нормативная представляет собой данные, характеризующие требуемое состояние, осведомительная характеризует действительное состояние управляемого объекта. Нормативная информация относительно устойчива, поскольку объекты управления, их параметры и нормы, которым должны удовлетворять эти параметры в некоторый период времени неизменны в отличие от осведомительной информации, которая постоянно меняется.

Для целей управления в последнее время предусматривается использование автоматизированной системы, которая служит для поддержки принятия управленческих решений.

Можно выделить следующие её составляющие:

- информационное обеспечение на основе правовых нормативных документов;

- законодательство о труде и охране труда, государственные стандарты, строительные нормы и правила и др.;

- банк данных о состоянии условий и безопасности труда, т.е. сбор и формирование осведомляющей информации по результатам комплексных проверок, специальной оценки условий труда, предписаний и экспертных листов; математическое и программное обеспечение всей системы управления. Программное обеспечение должно включать взаимодействие между управляющим звеном и субъектами управления с наиболее простым входением каждого пользователя в управляющую систему.

Необходим также и ряд прикладных программных блоков:

- статистика травматизма и его анализ;

- сбор и обработка входящей информации;

- обучение и инструктаж персонала;

- обеспечение спецодеждой и средствами индивидуальной защиты;

- опасные вещества, их характеристики, правила хранения и обращения с ними;

- предварительный и периодический медицинские осмотры;

- финансирование мероприятий по обеспечению безопасности;

- ряд других.

Операции управления могут выполняться исполнителем, программно-аппаратным комплексом и совместно.

Основным достоинством многочисленных действующих систем является то, что они придают управлению системный характер, т.е. позволяют эффективно осуществлять профилактические и другие мероприятия по снижению аварийности и травматизма. Основным их недостатком является то, что управление не носит непрерывный характер. Причинами этого являются:

- во-первых, оценка состояния охраны труда и промышленной безопасности чаще всего осуществляется на основании специальной оценки условий труда и производственного контроля без учета состояния потенциальной опасности. Это делает возможным лишь приближенно и весьма нерегулярно оценивать на рабочих местах уровень опасностей и вредностей;

- во-вторых, достаточно редко и зачастую субъективно планируются и осуществляются мероприятия по устранению или снижению опасных и вредных факторов. Это в значительной степени зависит и от компетенций лиц, осуществляющих руководство охраной труда.

Для целей обеспечения безопасности производственных процессов путем управления охраной труда необходимо иметь компетенции по следующим направлениям:

- причины возникновения и методы устранения ошибочных действий персонала;

- организационные основы охраны труда;

- санитарно-гигиенические условия труда;

- обеспечение безопасности при проектировании и эксплуатации механизмов и машин;

- опасности, возникающие при эксплуатации электроустановок и меры их профилактики;

- организационные основы промышленной безопасности;

- организационные основы пожарной безопасности.

2. ПРОФИЛАКТИКА ОШИБОЧНЫХ ДЕЙСТВИЙ ПЕРСОНАЛА

2.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОШИБОЧНЫХ ДЕЙСТВИЙ ПЕРСОНАЛА

В действиях человека имеют место три функциональные части: мотивационная, ориентировочная и исполнительная. Нарушение в любой из этих частей влечет за собой совершение ошибки. Таким образом, можно выделить три основные причины ошибочных действий человека.

Нарушение мотивационной части. Проявляется в нежелании выполнять определенные действия (операции). Нарушение может быть относительно постоянным (человек недооценивает опасность, склонен к риску, отрицательно относится к трудовым и (или) техническим регламентациям, безопасный труд не стимулируется и т.п.) и временным (человек в состоянии депрессии; алкогольного опьянения и т.п.).

Нарушение ориентировочной части. Проявляется в незнании правил эксплуатации технических систем и норм по безопасности труда и способов их выполнения.

Нарушение исполнительной части. Проявляется в невыполнении правил (инструкций, предписаний, норм и т.д.) вследствие несоответствия психических и физических возможностей человека требованиям работы. Такое несоответствие, как и в случае с нарушением мотивационной части действий, может быть постоянным (недостаточная координация, плохая концентрация внимания, несоответствие роста габаритам обслуживаемого оборудования и т.д.) и временным (переутомление, понижение трудоспособности, ухудшение состояния здоровья и т.п.).

Под ошибочным понимается действие, отклоняющееся от нормального, то есть предусматриваемого, ожидаемого, и, таким образом, приводящее к тяжелым последствиям: травмам, гибели людей, материальному ущербу. Таким образом, неосознанные опасные действия являются ошибками. Травмоопасная деятельность характеризуется до-

стижением цели неправильным, опасным способом. В некоторых случаях подобные опасные или неадекватные действия совершаются осознанно, умышленно и классифицируются как нарушения, в других, когда человек не осознает, что выполняет опасное действие – как ошибка. Часто ошибки возникают в стрессовых – аварийных – ситуациях. Широкий спектр свойств личности, социальных обстоятельств и производственных условий труда формирует 12 психологических причин сознательного нарушения правил выполнения безопасной работы [1].

Экономия сил – потребность, которая побуждает к действиям, направленным на сохранение энергетических ресурсов. Поведение человека строится по принципу «наименьшего действия».

Экономия времени – стремление увеличить производительность труда для выполнения плана или личной выгоды за счет увеличения темпа работы, пропуска отдельных операций, не влияющих на конечный результат труда, но необходимых для обеспечения его безопасности.

Адаптация к опасности или недооценка опасности и ее последствий – причина, которая возникает в результате способности человека привыкать к явлениям, осваиваться с ними. Основой фактора «недооценка опасности» является физическая и социальная безнаказанность за совершение неправильных действий.

Самоутверждение в глазах коллег, желание нравиться окружающим. Эти моменты проявляются в рискованных действиях. Риск для таких людей – дело не только привычное, но и «благородное».

Стремление следовать групповым нормам трудового коллектива. Это происходит там, где негласно поощряется нарушение правил безопасности или технологического процесса. Девизом такой производственной деятельности является выполнение плана любой ценой. Следование правилам безопасности в таких случаях может поставить человека в положение «белой вороны».

Ориентация на идеалы. При этом идеалами могут быть как примерные работники, так и нарушители.

Самоутверждение в собственных глазах может быть причиной сознательного игнорирования безопасных методов труда. Часто это

объясняется врожденной неуверенностью в себе или упреками каких-либо лиц, не связанных с конкретным производством.

Привычка работать с нарушениями, перенесение привычек из другой сферы деятельности. Эти качества могут быть приобретены на другой работе или вне работы.

Стрессовые состояния, побуждающие человека к действиям, которые, по его убеждению, способны снять это состояние или ослабить. Более сильная форма этого – эмоциональный шок, когда человеком движут чувства, а не разум.

Склонность к риску, вкус к риску как личностная характеристика. В психической структуре некоторых лиц имеется повышенная тенденция к рискованным действиям. Такие люди испытывают удовольствие, когда могут «поставить все на карту».

Надситуативный риск (бескорыстный, спонтанный, немотивированный, непрагматический, риск ради риска). Явление состоит в том, что субъект успешно осуществляя какие-либо действия, как бы «вдруг» ставит перед собой цель, появление которой не продиктовано ситуацией и прямо не вытекает из нее.

Причины ошибок человека разделяют на непосредственные, главные и способствующие. Непосредственные причины зависят от места в психологической структуре действия оператора (восприятие, принятие решения, ответная реакция и т.д.) и вида этого действия, т.е. от психологических закономерностей, определяющих оптимальную деятельность: несоответствия психическим возможностям переработки информации (объем или скорость поступления информации, отношение к порогу различения, малая длительность сигнала и т.д.); недостатка навыка (стандартные действия при нестандартной ситуации) и структуры внимания. Главные причины связаны с рабочим местом, организацией труда, подготовкой оператора, состоянием организма, психологической установкой, психическим состоянием человека. Способствующие причины зависят от особенностей личности, состояния здоровья, внешних условий, изменяющих функциональное состояние организма, отбора, обучения и тренировки.

Используя кибернетическую схему, классифицировать, причины ошибок можно следующим образом:

- ошибки в ориентации (неполучение информации);
- ошибки принятия решения, т.е. принятие неправильного решения;
- ошибки выполнения действий, т.е. неправильные действия.

Неполучение нужной информации может происходить из-за отсутствия сигнала, из-за слабого сигнала, из-за множества одновременных сигналов. Ошибки в ориентации – самые распространенные.

В другом случае налицо вся необходимая информация, достоверная и в достаточном объеме, но процесс осмысления ее был неправильным, и в результате принято неправильное решение. Это может произойти по двум причинам: во-первых, из-за неспособности принять решение ввиду неправильной оценки ситуации, неприспособленности к работе из-за недостатка знаний, опыта; во-вторых, неправильный выбор действия по причинам, указанным выше. Последствием будет принятие неверного решения, которое при определенных обстоятельствах может привести к несчастному случаю. И, наоборот, информация и принятое решение могут быть правильными, но ответное действие ошибочным. Неправильное действие может быть выражено в бездействии (неспособность к действию, неувоенная последовательность действий) или в неправильном выборе действия (неадекватное расположение приборов, недостаточность внимания, усталость и т.д.).

По другому принципу ошибки делятся на обратимые и необратимые. Обратимые ошибки могут и не привести к несчастному случаю.

Можно разделить ошибки на систематические и случайные. Случайные ошибки непредсказуемы, а систематические предсказуемы и, следовательно, легко исправимы. Но применение этого метода на практике часто вызывает существенные трудности, поскольку систематически действующий побудитель ошибки не всегда очевиден и, пока он не выявлен, ошибку вполне можно отнести к ошибкам случайного происхождения.

При встрече с определенной опасностью у человека наступает мобилизация сил, когда все органы чувств находятся в напряженном состоянии. При этом снижается точность движений, что может вызвать ошибки или неверные реакции.

Потеря ориентации – неверная оценка информации, искажение процесса контроля и оценки действительных причин ошибок.

Нарушение соотношения между основными и второстепенными действиями. Для выхода из аварийной ситуации необходимы четкие действия, направленные на уменьшение или ликвидацию основной опасности, но при столкновении с трудностями у человека снижается внимание к главным в данной ситуации задачам, и он начинает заниматься мелочами.

Распад структуры операций – усиление ошибок предыдущей фазы, так как практически все технологические процессы или операции имеют определенный алгоритм. При этом нарушение последовательности операций, сосредоточение внимания человека-оператора на выполнении отдельной операции не способствуют поиску путей выхода из аварийной ситуации.

Обострение оборонительных реакций и отказ. При наслоении трудностей и неудач человек начинает больше внимания уделять поискам искусственных оправданий, обвинению других участников в невыполнении своих обязанностей. При длительном или интенсивном процессе преодоления трудностей и выполнении тяжелой работы возможен отказ, когда мобилизация сил сменяется апатией.

Классификация предоставляет реальную возможность в соответствии с каждой группой причин возникновения опасных ситуаций и несчастных случаев назначить группу профилактических мероприятий в каждой части: мотивационная часть – мотивирование к безопасной деятельности, ориентировочная – обучение навыкам безопасного труда, исполнительная – воспитание профессионально значимых качеств.

2.2. МОТИВАЦИЯ ПЕРСОНАЛА К БЕЗОПАСНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Мотивация персонала к безопасной деятельности является одним из элементов снижения влияния человеческого фактора на уровень аварийности и травматизма.

Мотивация будет эффективна, если она носит системный характер. Это достигается в том случае, если последовательность ее проектирования выполняется в три этапа. На первом строится структурная модель мотивации, на втором – ее структура, на третьем устанавливается содержание мотивации. Далее производится оценка выполненной задачи. С целью ее решения используется обобщенная структурная модель мотивации. Модель содержит три основных конструктивных блока (рис. 2.1):

- политика, т.е. направления, формирующие основу мотивационной системы;
- механизмы, создающие мотивационную систему;
- решаемые мотивационной системой задачи.

Мотивационной системой к безопасной деятельности решаются четыре политических задачи, представленные на левой стороне модели:

- выравнивание;
- конкурентоспособность;
- вклад сотрудников;
- управление системой мотивации.

Выравнивание относится к сравнениям по масштабам и опасности работ по обеспечению безопасной деятельности. Оно включает в себя несколько этапов:

- анализ эффективности работы каждого подразделения по обеспечению безопасной деятельности;
- оценку эффективности этой работы;
- разработку мероприятий по повышению эффективности.

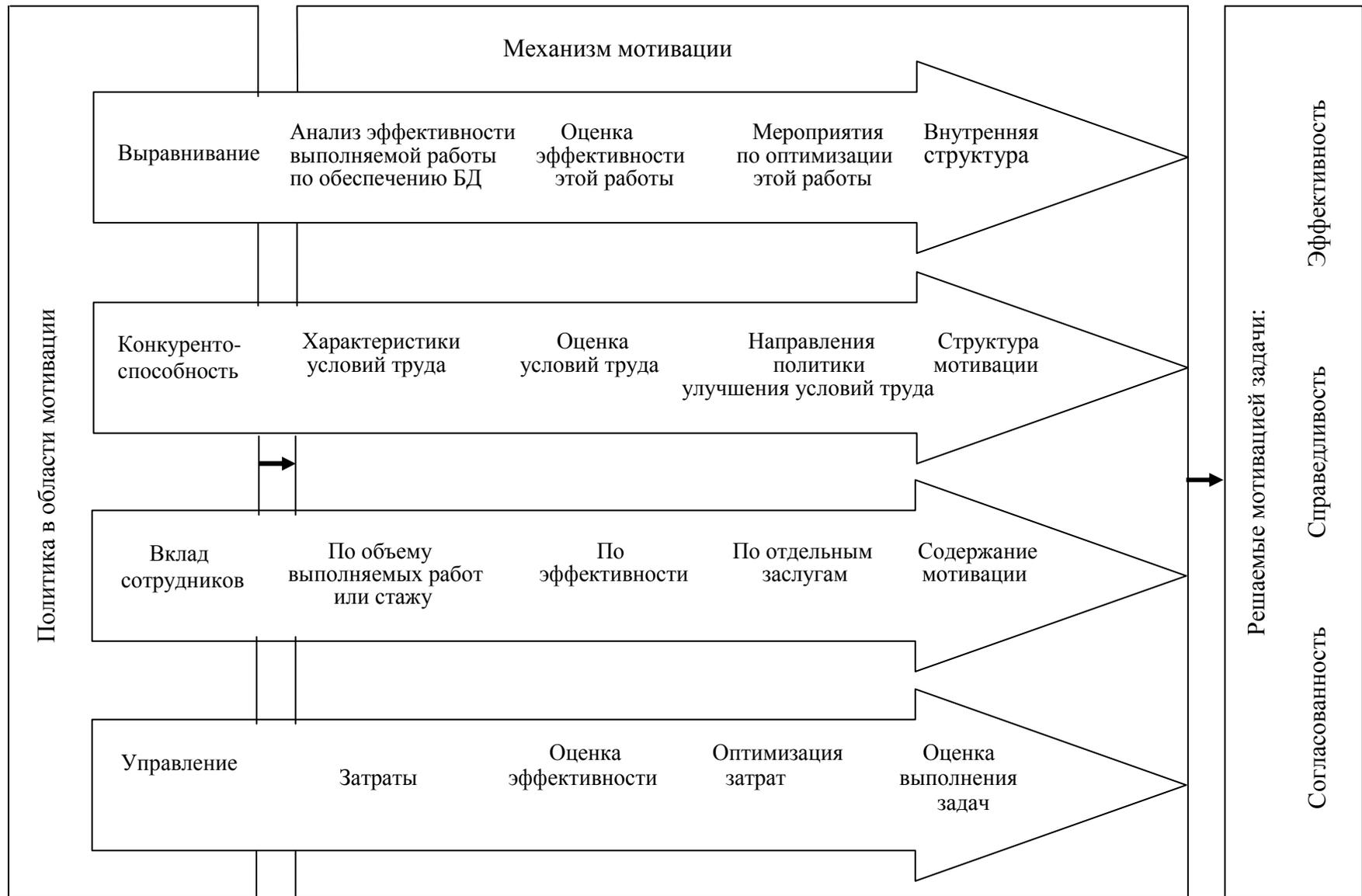


Рис. 2.1. Структурная модель мотивации персонала к безопасной деятельности (БД)

Виды деятельности и умения людей сравниваются с точки зрения относительного вклада в решение задачи обеспечения безопасной деятельности.

Конкурентоспособность относится к компенсационным отношениям. Это в первую очередь относится к условиям труда на рабочих местах, которые должны быть не только безопасны, но и привлекательны. Они определяются программой обеспечения безопасности при эксплуатации оборудования, методами совершенствования подготовки работающих к обеспечению безопасной деятельности, обучения их приемам безопасно проведения работ, профессионального отбора, учета влияния рабочей среды, качества средств защиты работающих и многими другими показателями. Именно благоприятные условия труда заставляют персонал внимательно относиться к собственной безопасности и безопасности окружающих. Конкурентоспособность оценивают в три этапа: на первом определяются характеристики условий труда, на втором осуществляется их оценка, на третьем определяются политика (мероприятия) по их улучшению.

Одним из основных элементов мотивации к безопасной деятельности является вклад сотрудников. Структура персонала предприятия содержит ряд категорий от руководителей до непосредственных исполнителей работ. Они решают разные задачи в области обеспечения безопасной деятельности: верхний эшелон персонала ее организует, а нижний выполняет. В связи с различием в выполняемых задачах и вклад сотрудников в обеспечении безопасной деятельности значительно отличается друг от друга по объему, эффективности, отдельным заслугам.

Несмотря на то, что возможно разработать систему мотивации, основанную на выравнивании конкурентоспособности и вклада сотрудников, эта система никогда не выполнит своего назначения, если ей не будут управлять должным образом.

Управление означает понимание, как работает система. Необходимо ответить на следующие вопросы: в состоянии ли работники предприятия обеспечить безопасную деятельность? Что необходимо

предпринять для повышения ее эффективности? Верят ли сотрудники в установленную систему оплаты по обеспечению безопасности? Понимают ли они свои задачи? Понимают ли они, как производится оплата за личный вклад в обеспечение безопасности?

Это необходимо для того, чтобы настроить или перепроектировать систему, приспособить ее к переменам и выдвинуть на первый план область дальнейшего ее совершенствования. В конечном плане необходимо определить затраты на ее функционирование, оценить эффективность и определить направления оптимизации затрат.

Механизмы мотивации связывают четыре основных политических направления с задачами предприятия. Выравнивание обычно устанавливается через последовательность механизмов, которая начинается с анализа проделанной работы и квалификации людей, ее выполняющих. Эти сведения собираются, систематизируются и оцениваются. На основе этих оценок проектируется структура мотивации.

Основные задачи мотивации включают согласованность, справедливость и эффективность.

Согласованность как задача мотивации означает подчинение федеральным и государственным законам и положениям по компенсационным выплатам. Если они изменяются, то могут потребоваться изменения в системе мотивации, чтобы обеспечить продолжение согласованности.

Справедливость – фундаментальная задача любой системы мотивации. Она понимается как отсутствие привилегий, связанных с субъективным отношением руководства к конкретному коллективу или работнику. Это означает не то, что ко всем относятся одинаково, но то, что ко всем относятся справедливо, исходя из соответствующей ситуации. Следовательно, задача справедливости требует «одинакового» отношения ко всем сотрудникам, признавая их вклад в обеспечение личной безопасности и безопасности окружающих.

Эффективность выражается в обеспечении безопасной деятельности и затратах на ее обеспечение.

Мотивация к безопасной деятельности представляет собой процесс формирования мотивов поведения, побуждающих к действию. В нем существенную роль играет происходящая в сознании человека борьба различных потенциальных мотивов, оценка значимости потребностей, способности личности оценить последствия своих действий и другие факторы. В отличие от общеизвестных положений, утверждающих, что формой удовлетворения потребности являются интересы, которые реализуются посредством мотивов и стимулов, представляется целесообразным исходить из того, что мотив поведения определяется как конкретное объяснение, обоснование интереса, как фактор, от использования которого зависит обеспечение безопасной деятельности, а стимул представляет систему внутренних побудителей и метод воздействия на работников для достижения поставленных целей. Согласование интересов персонала в области дополнительной оплаты труда может усилить мотив и целенаправленно сформировать его.

Объективно существующие системы стимулов, побудителей, мотиваторов в составе известных экономических организмов на макро- и микроуровнях довольно слабо формируют мотивационный механизм, который может проявлять себя в соответствии с условиями своего функционирования. Для развития дальнейшей мотивации (от года до нескольких лет) недостаточно использовать только стимулы заработной платы, а следует относить системы участия и прибыли, социальные льготы и трансферты. Эти и другие мотивационные механизмы должны быть интегрированы в единую систему мотивации. Современный подход к проблеме мотивации состоит с одной стороны, в выделении и составлении системы принуждающих факторов, а с другой стороны – системы мотивов и стимулов. От правильного сочетания этих систем зависит, станет ли конкретная цель для работника внутренне значимой, ценной и осознанно необходимой. Цель стимулирования – не только побудить человека обеспечивать безопасность трудовой деятельности, сколько побудить его к безопасному и качественному труду.

Механизм мотивации формируется не только с помощью чисто экономических факторов, но и социальных факторов.

Системность в стимулировании необходима и с производственной точки зрения. Основная цель – построить систему стимулирования на предприятии таким образом, чтобы с ее помощью добиться максимальной эффективности. Таким образом, для создания эффективной системы необходимо добиться баланса между уровнем требований и стимулированием. Однако снижение уровня материального стимулирования или его отсутствие приводит к уменьшению возможностей использования материальных стимулов в мотивационном комплексе. Это уменьшение необходимо компенсировать активизацией морального стимулирования, внутренней мотивацией и вовлечением работников в решение задач по обеспечению безопасности.

На основе результатов проведенных исследований и анализа зарубежного и российского опыта можно сделать вывод о том, что ведущую роль в формировании оптимального мотивационного комплекса персонала играет разумное сочетание административных и материальных стимулов. Но без оценки отношения каждого работника невозможно реализовать эффективность влияния мотивационных факторов. Естественно, что оценочная система должна быть многофакторной, т.е. необходимо оценивать совокупность не только профессиональных знаний, но и весь трудовой и мотивационный потенциал работника.

Наиболее приемлемой и удовлетворяющей требованиям стимуляции является система комплексной оценки потенциала и результатов.

Учитывая многообразие показателей, характеризующих деятельность работников можно предложить построение оценки на основе следующих показателей:

- мотивационный потенциал работника;
- выполнение требований обеспечения безопасности;
- творческая активность работника по повышению эффективности системы.

Каждый показатель охватывает определенную сферу деятельности персонала. Совокупность представленных оценочных критериев будет наиболее полно соответствовать конкретному работнику. Эта совокупность – многофакторная, и поэтому может быть применена только для мотивации на длительный интервал (годовой). Именно годовой интервал удобнее всего с точки зрения не только психологического восприятия, но и экономической целесообразности.

Экспертным путем устанавливается максимальная оценка по каждому показателю.

Фактические оценки делаются по десятибалльной шкале:

– низкий уровень и есть тенденция к ухудшению по сравнению с предыдущим годом – 1 балл;

– низкий уровень и есть тенденция к улучшению по сравнению с предыдущим годом – 2 балла;

– удовлетворительный уровень и есть тенденция к ухудшению по сравнению с предыдущим годом – 3 балла;

– удовлетворительный уровень и нет тенденции к ухудшению или улучшению по сравнению с предыдущим годом – 4 балла;

– удовлетворительный уровень и есть тенденция к улучшению по сравнению с предыдущим годом – 5 баллов;

– средний уровень и есть тенденция к ухудшению по сравнению с предыдущим годом – 6 баллов;

– средний уровень и нет тенденции к ухудшению или улучшению по сравнению с предыдущим годом – 7 баллов;

– средний уровень и есть тенденция к улучшению по сравнению с предыдущим годом – 8 баллов;

– высокий уровень и есть тенденция к ухудшению по сравнению с предыдущим годом – 9 баллов;

– высокий уровень и нет тенденции к ухудшению или улучшению по сравнению с предыдущим годом – 10 баллов.

По каждому показателю можно определить коэффициент как среднее арифметическое набранных баллов:

$$K_i = A_{\text{факт}} / A_{\text{max}}, i = 1, 2, 3,$$

где K_i – коэффициент, соответственно, мотивационного потенциала, выполнения требований, творческой активности;

$A_{\text{факт}}$ – фактическое количество набранных баллов;

A_{max} – максимальная сумма баллов.

Оценку мотивационного потенциала работника можно рассматривать на основе интегрального показателя мотивационной активности:

$$K_{\Sigma} = K_{\text{м}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{а}},$$

где $K_{\text{м}}$ – коэффициент мотивационного потенциала;

$K_{\text{т}}$ – коэффициент выполнения требований безопасности;

$K_{\text{а}}$ – коэффициент творческой активности.

По значению интегрального показателя можно определять размеры морального и материального вознаграждения. С целью развития эффективности мотивации работника в перспективе важно дифференцировать оценку с учетом стажа работника на предприятии.

2.3. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА ПЕРСОНАЛА К БЕЗОПАСНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Процесс обучения безопасным приемам и способам выполнения работы сводится к последовательному предъявлению человеку задач, многократное решение которых приводит к появлению у него соответствующих навыков по дозированным воздействиям на объект управления. По мере приобретения навыка действия обучаемого характеризуются некоторой степенью статической устойчивости.

Чаще всего цель подготовки персонала – дать по возможности больше практических знаний и навыков выполнения операций – достигается с использованием тренажеров [11].

Суть использования тренажера – полностью повторить требуемое поведение человека в процессе выполнения работы. Для этого на тренажере должна воспроизводиться копия объекта управления, обеспечивающая имитацию его поведения в режиме реального времени.

Особенностями применения тренажера являются:

– уникальность, связанная с точным воспроизведением реальности;

– сложность логико-динамической модели, вызванная всережимностью, полномасштабностью и сопряженностью (требуется использование дифференциальных уравнений в частных производных высокого порядка);

– потребность в высококвалифицированном обслуживающем персонале;

– необходимость использования высококвалифицированных, математиков системотехников, кибернетиков, технологов при создании моделей;

– ограниченные дидактические возможности, которые необходимы для формирования психологических характеристик.

Тренажер должен иметь возможность:

– преобразовывать информацию о реальном состоянии органа управления;

– вычленять из этого потока информации критические ситуации и задачи;

– предъявлять эти задачи и ситуации в виде, удобном для усвоения и овладения приемами решения.

При упрощении тренажера у обучаемого могут возникать неверные представления об управляемом объекте. С другой стороны, на моделях без упрощений человек не в состоянии контролировать быстро протекающие процессы.

Существуют различные критерии точности моделирования обстановки тренажером, но в целом статическая точность имеет порядок 10 %, динамическая – 20 %. Под динамической точностью обычно понимается сохранение постоянных времени переходного процесса, который считается протекающим по экспоненте (при моделировании процессов линейными дифференциальными уравнениями первого порядка).

Объект управления, фактически имитируемый тренажером, может быть описан только с некоторой погрешностью в связи с множеством факторов, влияние которых учесть не удастся. Однако эта по-

грешность не вносит методической ошибки при обучении персонала. Действительно, наблюдения за работой персонала показывают, что он практически не реагирует на незначительные (в пределах единиц процентов) медленно протекающие переходные процессы в системе на самом объекте управления. Поэтому нет необходимости стремиться к точному моделированию органов управления при обучении с использованием тренажеров.

Алгоритм подготовки персонала можно представить в следующем виде: знания → решения → навыки.

Главная цель обучения – развитие оперативного мышления. При этом выделяются следующие моменты деятельности:

- контроль и наблюдение;
- распознавание ситуации;
- диагностика неисправности;
- планирование действий;
- выбор программы деятельности;
- коррекция программы действия в процессе управления.

При обучении тренажер интерпретирует или выполняет некоторую обучающую программу, где представлены знания, навыки и алгоритмы овладения ими.

Обучающая программа состоит из связанных между собой кадров – квантов информации, с помощью которых обучаемый усваивает минимальную единицу знаний. Основная цель обучения – приобретение и закрепление навыков и способов безопасного выполнения работы.

Формирования сценариев диалога позволяет автоматизировать построение и коррекцию сценариев организации учебного процесса.

Тренажер обеспечивает:

- автоматизацию построения учебно-информационных моделей;
- создание в режиме диалога причинно-следственных связей, характерных для модели;
- выбор из подготовленной заранее базы типовых элементов, обеспечивающих воздействие, адекватное каждой из введенных причинно-следственных связей.

Тренажер представляет собой единство систем имитации объекта и организации учебного процесса с контролем качества деятельности обучаемого.

Использование тренажеров основывается на следующих принципах:

- использование серийной аппаратуры;
- обеспечение агрегируемости технических и модульности программных связей;
- широкий набор и универсальность базовых учебно-методических средств;
- многопользовательский режим работы;
- самостоятельное обучение и тренаж;
- модернизация существующего учебного процесса с целью повышения эффективности;
- обеспечение автоматизации построения и коррекции в режиме диалога моделей знаний.

Тренажер должен имитировать работу объекта управления как в нормальных режимах, так и в режимах с нарушением работы оборудования. Имитация процессов в объекте воспроизводится как в реальном времени, так и в аварийных и других режимах с нарушением работы оборудования. Перечень неисправностей составляется на основании анализа опыта эксплуатации объекта-прототипа. Для изучения процессов, протекающих в объекте управления, тренажер должен обладать свойством замораживания процесса развития аварии. Замораживание – это состояние тренажера, при котором динамическая имитация прерывается и заменяется статической до тех пор, пока тренажер не будет выведен из этого состояния.

Тренажер содержит также архив, включающий расчетные, экспериментальные и прогнозируемые данные о конструктивных и эксплуатационных характеристиках объекта управления.

Особенность обучения навыкам и безопасным способам выполнения работ состоит в том, что в некоторых случаях обучение должно быть поэтапным.

2.4. ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПРИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОТБОРЕ

Профессиональный отбор (профотбор) предназначен для установления профессиональной пригодности человека к выполняемой работе. При этом подлежит оценке физическое состояние человека и его психодиагностические характеристики. Физическое состояние оценивается на стадии обязательного медицинского освидетельствования, где основными оцениваемыми характеристиками являются затраты мышечной энергии, физическая и динамическая нагрузка, сила рук, острота и точность зрения, слух, координация и ряд других, необходимых для выполнения предполагаемой работы качеств.

Интеллектуальные, психофизиологические, личностные и другие подобные характеристики профессионально-значимых качеств оцениваются путем тестирования как при приеме на работу, так и на стадии профессиональной деятельности [12].

Оценка профессионально-значимых качеств проводится в несколько этапов.

На первом с помощью метода экспертных оценок проводится анализ производственной деятельности.

Он включает в себя следующие вопросы:

- общие сведения о специальности;
- основное содержание труда по специальности;
- предметные и функциональные особенности труда по специальности;
- условия деятельности;
- социально-психологические факторы деятельности;
- факторы, определяющие качество деятельности.

По результатам опроса экспертов составляются профессиографические характеристики (профессиограммы) работников рассматриваемых специальностей, а также выявляются профессионально значимые качества, необходимые для их эффективной и безопасной производственной деятельности.

На втором этапе осуществляется выбор психодиагностических методик, позволяющих определить уровень развития у работающих профессионально значимых качеств.

Используемые психодиагностические методики должны отвечать следующим требованиям:

– валидность – мера соответствия методики и результатов исследования поставленным задачам;

– надежность – мера стабильности (постоянства, устойчивости) результатов, полученных с помощью конкретной методики при повторных исследованиях одного и того же испытуемого.

– дифференцированность означает, что с помощью выбранного теста оценивается только определенное качество или совокупность качеств.

Широко известные методики психологического тестирования перечислены ниже.

1. *«Установление закономерностей»*

Методика предназначена для изучения некоторых особенностей процесса мышления (активности, сообразительности) и оперативной памяти.

Сущность задания состоит в поиске слов с определенным (заданным) порядком и количеством букв.

2. *«Шкалы»*

Эта методика тестирования применяется для изучения оперативной памяти. Задача обследуемых – складывать в уме по определенным схемам показания шкал приборов, рассчитывая одновременно цену деления каждой шкалы, показания стрелок на нужных приборах и сохраняя при этом в памяти сумму предыдущих шкал.

3. *«Отыскивание чисел с переключением»*

Эта методика тестирования предназначена для определения особенностей произвольного внимания: распределения, устойчивости, а также характеристик оперативной памяти. В методике использована таблица с числами красного (от 1 до 24) и черного (от 1 до 24) цветов,

расположенными в случайном порядке. Рядом с каждым числом стоит буква. Сущность задания заключается в том, что обследуемый должен находить поочередно красные и черные числа и записывать буквы, стоящие рядом с ними, причем красные числа он отыскивает в возрастающем порядке, а черные в убывающем.

4. Оценка уровня развития технических способностей «Тест Беннета»

Тест предназначен для того, чтобы оценивать техническое мышление человека – его умение читать чертежи, разбираться в схемах технических устройств и их работе, решать простейшие физико-технические задачи.

Испытуемый получает 70 технических рисунков с заданиями и вариантами возможных ответов, из них только один является правильным. Испытуемому необходимо выбрать ответ и указать его номер на регистрационном бланке. На всю работу над тестом отводится 25 мин. Развитость технического мышления оценивается по количеству правильно решенных за это время задач.

5. «Краткий ориентировочный тест»

Краткий ориентировочный тест (КОТ) предназначен для исследования структуры познавательных способностей. Его помощью определяется интегральный показатель «общие познавательные способности», а также способности индивида к обучению.

КОТ позволяет дать обследуемому рекомендации по коррекции тех аспектов интеллекта, недостаточное развитие которых не дает возможности правильно и быстро выполнять соответствующие задания.

6. «Шестнадцатифакторный личностный опросник Кэттелла» (16 – ФЛО)

Эта методика тестирования предназначена для определения интеллектуальных особенностей, эмоционально-волевых, коммуникативных особенностей межличностного взаимодействия, объединенных в 16 функционально связанных факторов, обуславливающих по-

ведение человека в разнообразных ситуациях. Она представляет собой личностный опросник, разработанный Р. Кэттеллом с соавторами. Сущность исследования 16-ФЛЮ состоит в том, что обследуемый должен из трех предложенных в опроснике ответов выбрать тот, который наиболее полно отражает его мнение, и зафиксировать этот ответ в регистрационном бланке.

7. «КОС – 1»

С помощью этой методики тестирования выявляются и оцениваются коммуникативные и организаторские способности человека.

Она базируется на принципе отражения и оценки испытуемыми некоторых особенностей своего поведения в различных ситуациях. Выбраны ситуации, знакомые испытуемому по его личному опыту. Поэтому оценка ситуации и поведения в ее условиях основывается на воспроизведении испытуемыми своего реального поведения в прошлом.

Исходя из этого принципа создан проективный опросник.

8. «Поведение в конфликтных ситуациях»

С помощью данной методики тестирования определяется преобладающий тип поведения человека в межличностном конфликте. Выявляется склонность его к соперничеству или сотрудничеству, избеганию или приспособлению, а также компромиссному решению спорного вопроса.

Методика позволяет выявить лиц, склонных к различного рода конфликтам, сделать предложение о поведении каждого из кандидатов в условиях конфликта, спрогнозировать направленность процесса адаптации конкретной личности в новом коллективе.

Она состоит из текста, каждый из 30-ти пунктов которого предлагает испытуемому сделать альтернативный выбор («а» или «б») между двумя утверждениями и регистрационного бланка.

Виды профессионально значимых качеств, которые оценивают эти методики, приведены в табл. 2.1.

**Психодиагностические тесты для оценки
профессионально значимых качеств**

№ пп	Профессионально значимое качество	№ психодиагностического теста
<i>Интеллектуальные</i>		
1	Аналитическое мышление	1,5
2	Пространственное мышление	5
3	Техническое мышление	4
4	Кратковременная память	3
5	Внимание (распределение, переключаемость, устойчивость)	3,5
<i>Психофизиологические</i>		
6	Скорость мыслительных процессов	1,2,4,5
7	Эмоциональная стабильность	6,5
<i>Личностные</i>		
8	Ответственность	6
9	Коммуникабельность	7
10	Организаторские способности	7
11	Поведение в конфликтной ситуации	8

На третьем этапе проводится процесс психодиагностического тестирования.

2.5. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕЖИМА ТРУДА И ОТДЫХА

Организация режима труда и отдыха заключается в установлении времени и длительности перерывов для отдыха [5].

Микропаузы – перерывы на отдых длительностью в несколько секунд, возникающие самопроизвольно между операциями и движениями. Необходимость и наличие таких микропауз объясняется тем, что прекращение одного действия и переход к последующему требуют от организма известного времени на переключение процессов возбуждения и торможения в нервной системе. Исключение таких мельчайших перерывов в работе приводит к быстрому развитию утомления и снижению работоспособности.

Длительность микропауз определяется в зависимости от тяжести выполняемых операций. При физически тяжелых операциях микропаузы должны быть более длительными, чем при легких, и наоборот.

В зависимости от характера и тяжести выполняемой работы они могут составить 9-10 % рабочего времени. Следовательно, общая загруженность рабочих в смену с учетом времени на микропаузы, перерывы на отдых при нормальных условиях не должна превышать 85-90 %.

Перерыв на обед наиболее целесообразно предоставлять в середине рабочего дня или с отклонением в пределах до 1 ч.

Нормальная продолжительность обеденного перерыва составляет 40-60 мин. Время для нормального приема пищи из трех блюд составляет 18 мин. Количество перерывов определяется в зависимости от степени и характера проявления утомления, обуславливающих динамику работоспособности в течение рабочей смены.

Отдых целесообразно предоставлять в начальной стадии появления утомления у работников, т.е. при первых признаках снижения работоспособности с тем, чтобы предотвратить резкое ее падение. Перерыв, введенный до начала снижения работоспособности, будет сбивать рабочий ритм и соответственно вызывать не уменьшение, а увеличение утомления. Перерыв, введенный в период значительного снижения работоспособности, оказывается малоэффективным. Наиболее благоприятный интервал для отдыха составляет 5-10 мин.

Для физиологического обоснования перерывов для отдыха используются графики сменной работоспособности.

Работоспособность человека зависит от двух факторов – вработываемости и утомления. Эти факторы действуют в противоположных направлениях, в начале работы первый имеет перевес, далее – второй. Графически они представляют собой экспоненциальные функции, асимптотически приближающиеся к определенным предельным уровням (рис. 2.2).

Формула, описывающая динамику работоспособности, имеет следующий вид:

$$E(t) = K_1(1 - e^{-N_1 t}) + K_2(-1 + e^{-N_2 t}), \quad (2.1)$$

где $E(t)$ – значение физиологической функции, характеризующей работоспособность;

K_1, K_2 – наибольшие значения соответственно факторов вработываемости и утомления при $t \rightarrow \infty$;

N_1, N_2 – коэффициенты, учитывающие скорость приближения этих факторов к асимптотически предельным значениям;

t – время работы.

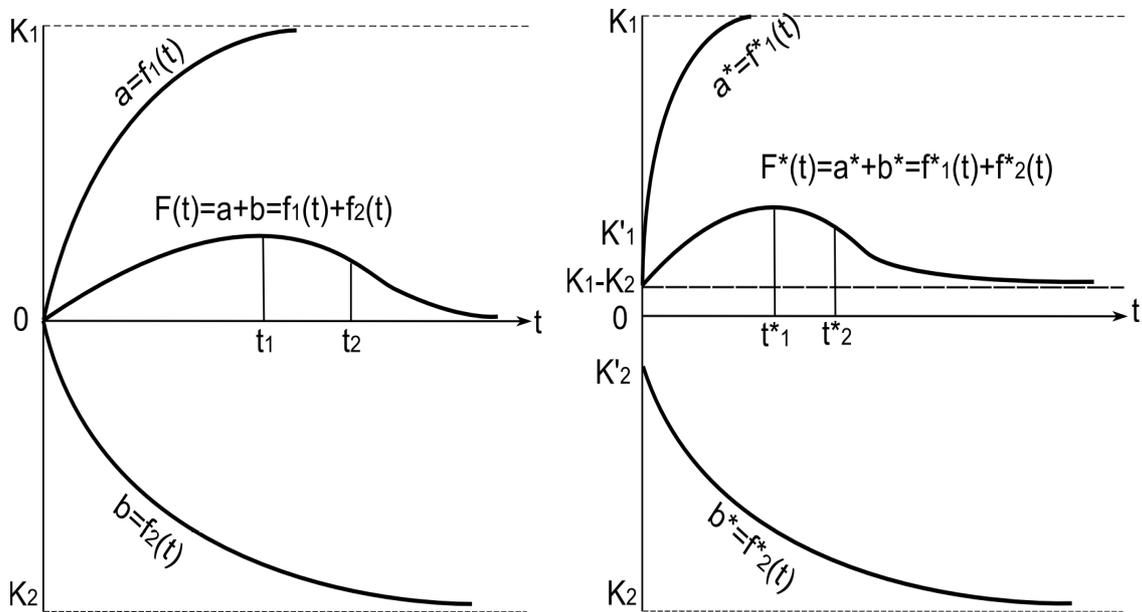


Рис. 2.2. Два вида динамик работоспособности

Первая критическая точка – время наступления периода неустойчивой работоспособности t_1 , при котором функция $E(t)$ принимает максимальное значение, можно найти, взяв ее первую производную и приравняв её к нулю:

$$E'(t) = K_1(-e^{-N_1 t} - N_1) + K_2(-N_2 e^{-N_2 t}) = 0, \quad (2.2)$$

$$t_1 = \frac{1}{N_2 - N_1} \ln \frac{K_2 N_2}{K_1 N_1}, \quad (2.3)$$

Начало периода прогрессивного снижения работоспособности должно происходить в точке перегиба t_2 функции $E(t_2)$ на интервале (t_1, ∞) , которая определяется как вторая производная, если приравнять ее к нулю:

$$t_2 = \frac{1}{N_2 - N_1} \ln \frac{K_2 N_2^2}{K_1 N_1^2}. \quad (2.4)$$

Уравнение (2.1) не всегда удовлетворяет требованиям моделирования физиологического процесса, так как в первоначальный момент времени факторы утомления и вработываемости могут быть не равны между собой.

Значение времени t_1^* , при котором $E^*(t)$ принимает максимальное значение, будет

$$t_1^* = \frac{1}{N_2 - N_1} \ln\left(\frac{K_2 - K_2^{\odot}}{K_1 - K_1^{\odot}} \cdot \frac{N_2}{N_1}\right). \quad (2.5)$$

Аналогично

$$t_2^* = \frac{1}{N_2 - N_1} \ln\left(\frac{K_2 - K_2^{\odot}}{K_1 - K_1^{\odot}} \cdot \frac{N_2^2}{N_1^2}\right) \quad (2.6)$$

Точки t_1 , t_2 , t_1^* , t_2^* являются основополагающими для формирования графика всех видов перерывов для отдыха.

2.6. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОЯВЛЕНИЯ ОШИБОЧНЫХ ДЕЙСТВИЙ ПЕРСОНАЛА

Мерой количественной оценки числа ошибочных действий является надежность человека [1, 11].

Надежность может быть структурной (характеризует работоспособность человека) и функциональной (характеризует безошибочность, готовность, восстанавливаемость и своевременность). В ходе производственной деятельности, одну из основных опасностей представляют нештатные ситуации. Поэтому количественную оценку целесообразно производить по показателю «функциональная надежность».

Основным показателем *безошибочности* является вероятность безошибочной работы, которую можно оценить как на уровне отдельной операции, так и процесса в целом. Этот показатель определяется в расчете на одну выполняемую операцию (алгоритм). По результатам анализа, статистическим данным, показатели надежности имеют следующий вид:

$$p_j = \frac{N_j - n_{\text{ош}j}}{N_j}; \quad \lambda_j = \frac{n_{\text{ош}j}}{N_j T_j},$$

где p_j – вероятность безошибочного выполнения операций j -того вида;

λ_j – интенсивность ошибок, допущенных при выполнении операций j -того вида;

$N_j, n_{\text{ош}j}$ – общее число выполненных операций j -того вида и допущенное при этом число ошибок;

T_j – среднее время выполнения операции j -того вида.

Зная интенсивность ошибок λ_j при выполнении различных операций и порядок (алгоритм) работы человека, можно найти вероятность безошибочного выполнения этого алгоритма:

$$p_{\text{оп}} = \prod_{j=1}^r p_j^{k_j} \approx e^{-\sum_{j=1}^r \lambda_j T_j k_j} = e^{-\sum_{j=1}^r (1-p_j)^{k_j}},$$

где k_j – число выполненных операций j -того вида;

r – число различных видов операций ($j = 1, 2, \dots, r$).

Важным показателем надежности является *коэффициент готовности*, представляющий собой вероятность включения человека в работу в любой произвольный момент времени и определяемый выражением:

$$K_{\text{оп}} = 1 - T_0/T,$$

где T_0 – время, в течение которого человек-оператор по тем или иным причинам не может принять поступившую к нему информацию;

T – общее время работы человека.

В качестве показателя *восстанавливаемости* используют вероятность исправления допущенной ошибки

$$p_{\text{исп}} = p_k p_{\text{обн}} p_{\text{и}}, \quad (2.7)$$

где p_k – вероятность выдачи сигнала схемой контроля;

$p_{\text{обн}}$ – вероятность обнаружения человеком сигнала контроля;

$p_{\text{и}}$ – вероятность исправления ошибочных действий при повторном выполнении алгоритма.

Этот показатель позволяет оценить возможность самоконтроля человеком своих действий и исправления допущенных им ошибок.

В качестве показателя *своевременности* выступает вероятность выполнения задачи в течение времени $\tau \leq t_{\text{л}}$, где $t_{\text{л}}$ – лимит времени,

превышение которого рассматривается как ошибка. Эта вероятность определяется формулой

$$p_{\text{св}} = \{\tau \leq t_{\text{л}}\} = \int_0^{t_{\text{л}}} f(\tau) d\tau, \quad (2.8)$$

где $f(\tau)$ – функция распределения времени решения задачи человеком.

Время $t_{\text{л}}$ может являться как постоянной, так и случайной величиной. В первом случае вероятность $p_{\text{св}}$ определяется выражением (2.7). Во втором случае вычисление $p_{\text{св}}$ упрощается, если τ и $t_{\text{л}}$ подчинены нормальному распределению с параметрами $\bar{\tau}$, σ_{τ} и $\bar{t}_{\text{л}}$ соответственно. Поскольку $t_{\text{л}}$ и τ обычно являются независимыми величинами, то $\Delta t = t_{\text{л}} - \tau$ также распределена по нормальному закону с параметрами

$$\Delta \bar{t} = \bar{t}_{\text{л}} - \bar{\tau}, \quad \sigma_{\Delta} = \sqrt{\sigma_{t_{\text{л}}}^2 + \sigma_{\tau}^2}.$$

На основании известных положений теории вероятности

$$p_{\text{св}} = p\{\Delta t \geq 0\} = \int_{-\infty}^{\frac{\Delta t}{\sigma_{\Delta}}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx = 0,5 + \Phi_0\left(\frac{\Delta t}{\sigma_{\Delta}}\right), \quad (2.9)$$

где $\Phi_0\left(\frac{\Delta t}{\sigma_{\Delta}}\right)$ – табличное значение функции Лапласа.

Среднее значение времени исправления ошибки

$$\bar{\tau}_{\text{И}} = \sum_{k=1}^{\infty} \bar{\tau}_k p_k,$$

где $\bar{\tau}_k$ – среднее значение времени исправления ошибки с k -той попытки;
 p_k – вероятность исправления ошибки с k -той попытки при условии, что в предыдущих $k - 1$ попытках имела место ошибка.

Такая вероятность подчинена геометрическому распределению вида

$$p_k = p_{\text{оп}}(1 - p_{\text{оп}})^{k-1}.$$

Среднее значение времени решения задачи с учетом времени исправления ошибки определяется формулой

$$\bar{\tau}_p = \bar{\tau}_{\text{оп}} + \bar{\tau}_{\text{И}}, \quad (2.10)$$

где $\bar{\tau}_{\text{оп}}$ – среднее значение времени безошибочного выполнения человеком решения задачи с учетом времени исправления ошибки

$$\sigma_p^2 = \sigma_\tau^2 + \sigma_{\text{И}}^2. \quad (2.11)$$

Предположительно можно считать, что время τ_p подчинено нормальному закону распределения с параметрами, определяемыми выражениями (2.10) и (2.11). Вероятность своевременного исправления ошибки

$$p_{\text{И}}(t_{\text{л}}) = p\{\tau_p < t_{\text{л}}\}$$

определяется в зависимости от характера величины $t_{\text{л}}$ либо выражением (2.8), либо выражением (2.9).

Общая вероятность исправления ошибки согласно (2.7) может быть выражена формулой

$$p_{\text{исп}} = p_k p_{\text{обн}} p_{\text{И}}(t_{\text{л}}).$$

Среднее значение вероятности безошибочной работы человека (при условии независимости появления ошибок)

$$p_{\text{оп}} = \sum_{i=1}^m p_i p_{\text{оп}/i},$$

где p_i – вероятность наступления i -того состояния производственной системы;

$p_{\text{оп}/i}$ – условная вероятность безошибочной работы человека в i -том состоянии;

m – число рассматриваемых состояний системы.

Вероятности p_i в ряде случаев могут быть определены методами теории массового обслуживания. Вероятности $p_{\text{оп}/i}$ могут быть получены в результате анализа деятельности человека.

3. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Управление организацией обеспечения безопасности производственных процессов – система мер, направленная на обеспечение работникам защиты их трудовых прав, безопасных условий труда и принятие мер по сохранению их здоровья и жизни в процессе трудо-

вой деятельности в соответствии с требованиями законов и иных нормативных правовых актов [1, 12].

Она включает в себя: правовые основы обеспечения безопасности и управление ею; государственный надзор и контроль и общественный контроль за состоянием безопасности; ответственность за нарушение законодательства о труде; условия труда, компенсации за тяжелые, вредные и опасные условия труда; обучение правилам обеспечения безопасности; обеспечение наличия и правильное применение средств индивидуальной защиты; порядок расследования и учёта аварий, несчастных случаев и профессиональных заболеваний; порядок компенсации вреда пострадавшим на производстве; организация работ с повышенной опасностью; санитарно-бытовое обеспечение работников; планирование и финансирование работы по обеспечению безопасности.

Эти и другие вопросы обеспечения безопасности нашли отражение в Трудовом кодексе Российской Федерации

3.1. ГОСУДАРСТВЕННЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

В Российской Федерации действует система нормативных правовых актов, которая состоит из межотраслевых и отраслевых правил и типовых инструкций по охране труда, строительных и санитарных норм и правил, инструкций по безопасности, правил устройства и безопасной эксплуатации, свода правил по проектированию и строительству, гигиенических нормативов и государственных стандартов безопасности труда.

Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Это комплекс взаимосвязанных стандартов, содержащих требования, нормы и правила организационно-технического, метрологического, санитарно-гигиенического характера, направленные на обеспечение безопасных условий труда, сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Нормативные документы в строительстве подразделяются на федеральные, (государственные) документы, документы субъектов Российской Федерации и производственно-отраслевые документы субъектов хозяйственной деятельности. Федеральным документом являются строительные нормы и правила РФ – СНИП.

Федеральными нормативными документами по пожарной безопасности являются правила пожарной безопасности (ППБ) и нормы пожарной безопасности (НПБ).

Санитарные нормы (СН) и Санитарные нормы и правила (СанПин) устанавливают гигиенические и противоэпидемиологические требования по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения, благоприятных условий его проживания, труда, быта, отдыха, обучения и питания, а также по профилактике заболеваний, сохранению и укреплению здоровья работников.

Правила по охране труда (ПОТ) – межотраслевые или отраслевые нормативные правовые акты, содержащие государственные нормативные требования охраны труда.

Требования промышленной безопасности по отраслям надзора регламентированы руководящими документами (РД), правилами безопасности (ПБ) и Федеральными нормами и правилами (ФНП) Ростехнадзора.

3.2. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАДЗОР ЗА ПРАВОПРИМЕНИТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКОЙ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Надзор и контроль за соблюдением требований обеспечения безопасности осуществляют следующие государственные органы в субъектах Российской Федерации [10].

1. Федеральная инспекция труда (Рострудинспекция), которая контролирует выполнение работодателями требований по обеспечению охраны труда и соблюдения положений трудового законодательства.

2. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) контролирует выполнение работо-

дателями требований по обеспечению промышленной, электро- и экологической безопасности.

3. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) контролирует выполнение работодателями требований по обеспечению санитарно-гигиенических условий труда.

4. Государственный пожарный надзор Министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС) (Роспожнадзор) контролирует выполнение работодателями требований по обеспечению пожарной безопасности объектов.

3.3. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ РАБОТОДАТЕЛЯ И ДРУГИХ ДОЛЖНОСТНЫХ ЛИЦ ЗА НАРУШЕНИЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА, РЕГУЛИРУЮЩЕГО РАБОТЫ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Ответственность работодателя и должностных лиц за нарушение законодательных и иных нормативных актов по обеспечению безопасности труда может быть административной, дисциплинарной или уголовной, а в некоторых случаях и материальной [10].

Руководителям надзорных органов предоставлено право налагать административное взыскание (штраф) на должностных лиц, нарушающих законодательство об охране труда.

Дисциплинарная ответственность заключается в наложении на должностное лицо одного из следующих дисциплинарных взысканий: замечание, выговор, увольнение.

Нарушение правил охраны труда, которое повлекло причинение тяжелого и средней тяжести вреда здоровью человека, наказывается по постановлению суда штрафом или лишением свободы.

Если несчастный случай повлек за собой материальные потери производства, то ответственному за это должностному лицу судом может быть назначена их частичная компенсация (материальная ответственность).

3.4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ТРУДОВОЙ ДОГОВОР

Работником считается субъект права – физическое лицо, заключившее индивидуальный трудовой договор с работодателем. Тем самым индивидуальный трудовой договор связывает конкретного работника с конкретным работодателем, обязывая работника к исполнению трудовой функции, а работодателя – к выплате заработной платы. В трудовом договоре регламентируются права и обязанности обеих сторон. С точки зрения обеспечения безопасности работник имеет право на рабочее место, соответствующее государственным нормативным требованиям по обеспечению безопасности, информацию об условиях труда, обучение правилам и нормам обеспечения безопасности, возмещение полученного на производстве вреда, получение средств индивидуальной защиты.

Права работника являются обязанностями работодателя.

Работник обязан соблюдать нормы и правила по обеспечению безопасности труда, сообщать работодателю о возникновении опасных ситуаций, пользоваться средствами индивидуальной защиты. В свою очередь работодатель имеет право наказывать работника за невыполнение им своих обязанностей.

3.5. КОЛЛЕКТИВНЫЙ ДОГОВОР

Коллективный договор включает в себя мероприятия конкретного характера по обеспечению безопасности, а также предусматривает дополнительные мероприятия по следующим вопросам:

- предоставление компенсаций за работу в тяжелых и вредных условиях труда;
- рабочее время и время отдыха, а также отпуска;
- улучшение условий и охраны труда персонала, включая женщин и молодежь;
- охрана здоровья работников в ходе производственной деятельности, экологическая безопасность;
- гарантии и льготы, предоставляемые работникам, которые совмещают работу и обучение;

– меры по оздоровлению работников и др.

Коллективный договор заключается на срок не более трех лет и вступает в силу со дня подписания его сторонами либо со дня, установленного коллективным договором. Стороны имеют право продлевать действие коллективного договора на следующий срок длительностью не более трех лет.

3.6. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЯЗАННОСТЕЙ РАБОТОДАТЕЛЕМ ПО УПРАВЛЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Руководитель организации, как правило, не в состоянии лично в полной мере реализовать обязанности в части обеспечения условий и безопасности труда, поэтому он распределяет их между должностными лицами организации.

Распорядительными актами должны быть назначены [11, 12]:

– должностное лицо (как правило, руководитель или его заместитель), ответственное за обеспечение безопасных условий и охраны труда и безопасное производство работ по предприятию в целом;

– должностные лица, ответственные за безопасное производство работ на отдельных участках или в подразделениях организации;

– должностное лицо, ответственное за электрохозяйство организации и лицо, замещающее его в период отсутствия;

– должностные лица, ответственные за безопасную эксплуатацию объектов повышенной опасности (грузоподъемных машин и механизмов, сосудов, работающих под давлением и т.п.);

– другие ответственные лица в соответствии с требованиями отраслевых норм и правил безопасности.

3.7. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СЛУЖБ ОХРАНЫ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Службы охраны труда и промышленной безопасности организации подчиняются непосредственно руководителю организации или по его поручению одному из его заместителей [4, 10].

Для выполнения поставленных задач на Службу возлагаются следующие основные функции:

1) организация и координация работы по оказанию различных видов помощи подразделениям, участие в работе различных комиссий, оформлении и хранении документов по обеспечению безопасности, планирование работы по обеспечению безопасности и т.п.;

2) контроль за соблюдением работниками законов и иных нормативных правовых актов по охране труда и промышленной безопасности, коллективного договора, соглашения по охране труда и других локальных нормативных правовых актов.

3.8. ОБЩЕСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

По инициативе работодателя и (или) по инициативе работников либо их представительного органа на предприятии создаются комитеты (комиссии) по охране труда [10, 12]. В их состав на паритетной основе входят представители работодателя и представители выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников.

На комитет по охране труда могут возлагаться следующие основные задачи:

– разработка программы совместных действий работодателя, профессиональных союзов и (или) иных уполномоченных работниками представительных органов по обеспечению требований охраны труда, предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний;

– организация проведения проверок состояния условий и охраны труда на рабочих местах, подготовка соответствующих предложений работодателю по решению проблем охраны труда на основе анализа состояния условий и охраны труда, производственного травматизма и профессиональной заболеваемости;

– информирование работников о состоянии условий и охраны труда на рабочих местах, существующем риске повреждения здоровья

и о полагающихся работникам компенсациях за работу во вредных и (или) опасных условиях труда, средствах индивидуальной защиты.

В соответствии с поставленными задачами на комитет возлагаются соответствующие функции и предоставляются права.

Институт уполномоченных на предприятии создается для организации общественного контроля за соблюдением прав и интересов работников в области охраны труда на предприятиях всех форм собственности независимо от сферы их деятельности, ведомственной подчиненности и численности работников.

Уполномоченные входят, как правило, в состав комитета (комиссии) по охране труда учреждения.

Основными задачами уполномоченных являются:

- содействие созданию в структурных подразделениях организации здоровых и безопасных условий труда, соответствующих требованиям норм и правил по охране труда;

- осуществление контроля за состоянием охраны труда в структурных подразделениях и за соблюдением законных прав и интересов работников в области охраны труда;

- представление интересов работников в государственных и общественных организациях при рассмотрении трудовых споров, связанных с применением законодательства об охране труда, выполнением работодателем обязательств, установленных коллективными договорами или соглашениями по охране труда;

- консультирование работников по вопросам охраны труда, оказание им помощи по защите их прав на охрану труда.

С целью реализации этих задач для уполномоченных предусмотрены соответствующие функции и права.

3.9. ПЛАНИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО УПРАВЛЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Планирование работы по обеспечению безопасности – это организационный управленческий процесс, осуществляемый с целью обеспечения безопасных условий труда работников на основе эффективного использования денежных средств [11, 12].

Составление планов представляет собой разработку конкретных мероприятий на определенный, чаще всего трехлетний срок, с указанием исполнителей и средств, необходимых для реализации мероприятий.

Они могут оформляться и как раздел в коллективном договоре и включают в себя следующие основные разделы:

- модернизация технологического процесса с целью устранения опасных и вредных условий труда;
- улучшение условий труда;
- улучшение санитарно-бытового обслуживания работающих;
- другие работы, направленные на улучшение и оздоровление труда работников.

3.10. ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТ ПО УПРАВЛЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

В соответствии с действующим законодательством, финансирование мероприятий по улучшению условий и охране труда, а также промышленной безопасности работодателями осуществляется в размере не менее 0,2 % суммы затрат на производство продукции, работ или услуг (за исключением государственных унитарных предприятий и федеральных учреждений). В эти расходы включаются средства на [11, 12]:

- совершенствование технологических процессов, замену и модернизацию оборудования, т.е. мероприятия, влекущие за собой благоприятные изменения условий труда на рабочих местах;
- материальное обеспечение безопасных условий труда на рабочих местах, средства индивидуальной и коллективной защиты и т.п.;
- организацию мероприятий по охране труда и промышленной безопасности, в том числе на подготовку работников;
- возмещение вреда работникам, в том числе на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

3.11. СТРАХОВАНИЕ РАБОТНИКОВ ОТ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ

При повреждении здоровья или в случае смерти работника вследствие несчастного случая на производстве либо профессионального заболевания работнику (его семье) возмещаются его утраченный заработок (доход), а также связанные с повреждением здоровья дополнительные расходы на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию либо соответствующие расходы в связи со смертью работника.

Системой защиты имущественных интересов пострадавшего работника (и членов его семьи), а также работодателя является обязательное социальное страхование [11, 12].

3.12. ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Основными видами документов являются следующие [11, 12]:

1) локальные нормативные акты работодателя, связанные с вопросами безопасности производства, которые устанавливают организационно-управленческие правила соблюдения работниками требований охраны труда и промышленной безопасности;

2) документы, фиксирующие деятельность работников и работодателя по соблюдению требований локальных нормативных актов, государственных нормативных требований охраны труда и промышленной безопасности, и т.п.;

3) материалы расследования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

4) предписания органов надзора и контроля;

5) документы, содержащие государственные нормативные требования охраны труда и промышленной безопасности;

6) документы, содержащие требования к безопасной эксплуатации оборудования, безопасному использованию инструмента, сведения об опасности материалов, сертификаты соответствия и т.п.;

7) документы официальной статистической отчетности работодателя перед органами государственной власти. Наличие данных документов подразумевает и следующий, восьмой тип;

8) документы внутренней отчетности подразделений перед управлением, управления перед собственником. Эти документы могут содержать сведения, составляющие коммерческую тайну работодателя;

9) учебно-методические, информационные и другие (не строго обязательные) документы, связанные обеспечением безопасности производства;

10) прочие документы.

3.13. ОБУЧЕНИЕ ВОПРОСАМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Обучение по охране труда в обучающих организациях проходят:

– руководители и их заместители, курирующие вопросы охраны труда, руководители подразделений, специалисты, инженерно-технические работники, осуществляющие организацию, руководство и проведение работ на рабочих местах в подразделениях, а также контроль и технический надзор за проведением работ;

– специалисты служб охраны труда, работники, на которых работодателем возложены обязанности организации работы по охране труда, члены комитетов (комиссий) по охране труда, уполномоченные (доверенные) лица по охране труда профессиональных союзов.

Для проведения проверки знаний требований охраны труда у работников приказом (распоряжением) работодателя создается комиссия по проверке знаний требований охраны труда в составе не менее трех человек, прошедших обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в установленном порядке [10, 11, 12].

Проверка знаний требований охраны труда работников, в том числе руководителей, проводится в соответствии с нормативными правовыми актами по охране труда, обеспечение и соблюдение тре-

бований которых входит в их обязанности с учетом их должностных обязанностей и характера производственной деятельности.

Результаты проверки знаний требований охраны труда работников организации оформляются протоколом утвержденной формы.

Обучение вопросам промышленной безопасности проходят в обучающих организациях все специалисты, обслуживающие опасные производственные объекты. Экзамены по правилам безопасности они сдают в обучающей организации при Ростехнадзоре.

3.14. ИНСТРУКТАЖ РАБОТАЮЩИХ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

По характеру и времени проведения инструктажи подразделяются на [11, 12]:

- вводный;
- первичный на рабочем месте;
- повторный;
- внеплановый;
- целевой.

Программа вводного инструктажа представляет информацию о местонахождении организации, ее непосредственному подчинению, видах деятельности, вредных и опасных производственных факторах на ее территории, правилах поведения работников и т.п.

Проводит вводный инструктаж специалист по охране труда или лицо, назначенное приказом работодателя.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводит непосредственный руководитель подразделения.

При первичном инструктаже работник обязан пройти стажировку на рабочем месте от 2 до 14 смен в зависимости от опыта и квалификации.

Повторный инструктаж проходят все работники организации независимо от их квалификации, образования и стажа работы, прошедшие первичный инструктаж, не реже одного раза в шесть месяцев по программам, разработанным для проведения первичного инструктажа на рабочем месте.

Внеплановый инструктаж проводится:

– при введении в действие новых или изменении законодательных и иных нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, а также инструкций по охране труда;

– при изменении технологических процессов, замене или модернизации оборудования, приспособлений, инструмента и других факторов, влияющих на безопасность труда;

– при нарушении работниками требований охраны труда, если эти нарушения создали реальную угрозу наступления тяжких последствий (несчастный случай на производстве, авария и т.п.);

– в ряде других случаев.

Целевой инструктаж проводится при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности, при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и работ, на которые оформляется наряд-допуск.

Проведение инструктажей включает в себя ознакомление с имеющимися опасными вредными факторами и применение безопасных методов и приемов выполнения работ.

Инструктаж завершается устной проверкой приобретенных работником знаний и навыков безопасных приемов работы лицом, проводившим инструктаж, и фиксируется в соответствующем журнале.

3.15. РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Инструкции по охране труда для работников разрабатываются руководителями соответствующих структурных подразделений организации и утверждаются приказом работодателя по согласованию с соответствующим профсоюзным либо иным уполномоченным работниками представительным органом [10, 11, 12].

Служба охраны труда (специалист по охране труда и промышленной безопасности) организации осуществляет контроль за своевременной разработкой, проверкой, пересмотром и утверждением инструкций по охране труда для работников, а также оказывает методическую помощь разработчикам.

Инструкции по охране труда для работников должны состоять из следующих разделов:

- 1) общие требования охраны труда;
- 2) требования охраны труда перед началом работы;
- 3) требования охраны труда во время работы;
- 4) требования охраны труда в аварийных ситуациях;
- 5) требования охраны труда по окончании работы.

3.16. ПРОВЕДЕНИЕ МЕДИЦИНСКИХ ОСМОТРОВ РАБОТНИКОВ

Медицинские осмотры работников проводятся за счёт средств работодателя [10, 11, 12].

Целью предварительных медицинских осмотров при поступлении на работу является определение соответствия состояния здоровья работников поручаемой им работе.

Периодические медицинские осмотры проводятся ежегодно с целью наблюдения за состоянием здоровья работников и своевременного выявления начальных форм профессиональных заболеваний, ранних признаков воздействия вредных и производственных факторов на состояние здоровья работников, формирования групп риска.

Медицинская организация на основании полученного от работодателя поименного списка работников, подлежащих периодическим медицинским осмотрам, утверждает совместно с работодателем календарный план проведения медицинских осмотров.

3.17. САНИТАРНО-БЫТОВОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ РАБОТНИКОВ

В состав санитарно-бытовых помещений входят: гардеробные, душевые, умывальные, уборные, комнаты гигиены женщин, курительные, места для размещения полудушей, сауны, устройства питьевого водоснабжения, помещения для обогрева или охлаждения, обработки, хранения и выдачи спецодежды, стирки её и др.

Состав и количество санитарно-бытовых помещений назначается в зависимости от числа работающих, соотношения мужчин и женщин, а также условий труда [11, 12].

3.18. ЛЬГОТЫ И КОМПЕНСАЦИИ ЗА РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА, ВЫЗВАННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ, ОПАСНЫМИ И ВРЕДНЫМИ УСЛОВИЯМИ ТРУДА

Действующим законодательством предусмотрено представление следующих льгот и компенсаций за тяжелые работы и работы с вредными и опасными условиями труда [10, 11, 12]:

- сокращение продолжительности рабочего времени – не более 36 часов в неделю (при сохранении заработной платы как за полный рабочий день);
- дополнительный оплачиваемый отпуск;
- доплаты к заработной плате или повышенные тарифные ставки;
- бесплатная выдача молока, лечебно-профилактического питания;
- льготное пенсионное обеспечение по старости.

3.19. ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТНИКОВ СРЕДСТВАМИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ

Работникам, занятым на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, выдаются бесплатно сертифицированная специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (СИЗ) в соответствии с нормами, утвержденными в порядке, определенном Правительством РФ [10, 11, 12].

В зависимости от назначения, СИЗ подразделяются на 12 классов, которые также подразделяются на виды.

Виды СИЗ в зависимости от конкретного опасного и вредного фактора или конструктивных особенностей подразделяются на типы:

- специальная одежда (тулупы, полушубки, накидки, плащи, халаты, костюмы, куртки, брюки, комбинезоны, платья, фартуки и т.п.);
- средства защиты рук (рукавицы, перчатки, напальчники, напульсники, нарукавники, налокотники и т.п.);
- средства защиты ног (сапоги, ботинки, туфли, бахилы, галоши, боты, тапочки, унты, наколенники, портянки и т.п.);

- средства защиты лица и глаз (защитные очки, лицевые щитки и т.п.);
- средства защиты головы (каска, шлемы, подшлемники, косынки, накомарники и т.п.);
- средства защиты органов дыхания (противогазы, респираторы, пневмошлемы, пневмокуртки и т.п.);
- костюмы изолирующие (пневмокостюмы, гидроизолирующие костюмы, скафандры);
- средства защиты органов слуха (противошумные шлемы, противошумные вкладыши, противошумные наушники);
- средства защиты от падения с высоты и другие предохранительные средства (предохранительные пояса, тросы, ручные захваты, манипуляторы, наколенники, налокотники, наплечники):
- защитные дерматологические средства (очистители кожи, средства для регенерации кожи и т.п.);
- комплексные средства защиты.

Выдача работнику и сдача им СИЗ фиксируется в его личной карточке.

Сроки пользования СИЗ исчисляются со дня фактической выдачи их работникам. При этом в сроки носки теплой специальной одежды и теплой специальной обуви включается и время ее хранения в теплое время года.

3.20. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ С ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТЬЮ

Нормативными правовыми актами определены виды работ, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности, и установлен особый порядок допуска работников к их выполнению [11, 12]. К таким работам относятся устройство, эксплуатация и ремонт электроустановок, котлов и сосудов, работающих под давлением, грузоподъемных машин и лифтов, обслуживание газового хозяйства, выполнение строительных, верхолазных, электрогазосварочных, погрузочно-разгрузочных работ, деятельность, связан-

ная с применением радиоактивных веществ, взрывчатых материалов, пиротехнических средств и др.

Работодатель обязан составить перечень работ, к которым предъявляются повышенные требования безопасности, необходимый для решения вопроса об обучении и проверке знаний работников после приема их на работу.

Особое место в организации безопасного производства работ отводится работам, на проведение которых требуется наряд-допуск. В связи с этим работодатель обязан определить виды таких работ.

Наряд-допуск – это задание на производство работ, оформленное на специальном бланке и определяющее содержание, место работы, время её начала и окончания, условия безопасного проведения работы, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность выполнения работ.

3.21. РАССЛЕДОВАНИЕ И УЧЁТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

При несчастном случае на производстве мастер обязан [11, 12]:

- немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в учреждение здравоохранения;
- принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц;
- сохранить до начала расследования несчастного случая на производстве обстановку, какой она была на момент происшествия, если это не угрожает жизни и здоровью других лиц и не ведет к аварии. Немедленно проинформировать о несчастном случае вышестоящее руководство.

Расследование несчастного случая (в том числе группового), в результате которого один или несколько пострадавших получили легкие повреждения здоровья, проводится комиссией в течение трех дней. Расследование несчастного случая (в том числе группового), в результате которого один или несколько пострадавших получили тяжелые по-

вреждения здоровья, либо несчастного случая (в том числе группового) со смертельным исходом проводится комиссией в течение 15 дней.

Для расследования несчастного случая работодатель незамедлительно создает комиссию в составе не менее трех человек. В ее состав включаются: специалист по охране труда, представитель работодателя, представитель профсоюзного органа или иного уполномоченного работниками представительного органа и/или уполномоченный по охране труда.

При расследовании несчастного случая в результате которого один или несколько пострадавших получили тяжелые повреждения здоровья, либо несчастного случая со смертельным исходом в состав комиссии также включается государственный инспектор труда или Ростехнадзора, представители органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации или органа местного самоуправления.

По каждому несчастному случаю оформляется акт по установленной форме в трех экземплярах. Один оставляется в организации, второй выдается пострадавшему (родственникам), третий направляется в Региональное отделение фонда социального страхования.

3.22. СПЕЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА

Основными задачами специальной оценки условий труда являются [10, 12]:

- определение фактических значений вредных производственных факторов на рабочих местах;
- оценка фактического состояния условий труда и уровня безопасности на рабочих местах;
- предоставление работникам соответствующих льгот и компенсаций за работу с тяжелыми и вредными и условиями труда;
- разработка мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда работников.

Оценку проводит специализированная организация.

Оценке подлежат все имеющиеся на рабочем месте вредные производственные факторы (физические, химические, биологические), тяжесть и напряженность труда. С результатами знакомят работника.

По результатам оценки рабочих мест по условиям труда заполняются:

– ведомость рабочих мест и результатов их оценки по условиям труда;

– сводная ведомость рабочих мест;

– план мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда в организации.

По завершении оценки издается приказ по предприятию.

Результаты оценки направляются в региональное отделение Федеральной инспекции труда.

4. УПРАВЛЕНИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ ТРУДА

В процессе производства на организм человека действуют различные факторы, которые формируют условия труда.

Условия труда – это совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье человека в процессе трудовой деятельности.

Влияние вредных факторов на организм человека изучает *гигиена труда*, а ограничение их вредного воздействия на организм человека регламентируется гигиеническими нормативами.

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

4.1. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ГИГИЕНЫ ТРУДА

4.1.1. Действие метеоусловий на организм человека.

Нормирование метеоусловий

В организме человека непрерывно происходят окислительные реакции, связанные с образованием тепла, которое выделяется в окру-

жающую среду [1, 11]. Совокупность процессов, обуславливающих теплообмен между организмом и внешней средой, в результате которого поддерживается постоянная температура тела, называется *терморегуляцией*.

Если температура окружающей среды выше 30 °С, то теплоотдача происходит за счет испарения влаги с поверхности тела человека. При этом организм теряет большое количество влаги и солей, играющих значительную роль в обеспечении жизнедеятельности, нарушается работа сердечно-сосудистой системы. При тяжелых физических работах при температуре более 30 °С в течение рабочей смены человек может терять до 10 л влаги и около 60 г поваренной соли.

Повышенная влажность сильно затрудняется процесс терморегуляции, вызывая быстрое утомление и прекращение потовыделения, что может привести к тепловому удару.

Движение воздуха улучшает теплоотдачу.

Вследствие лучепрозрачности воздуха количество тепла, отдаваемого путем излучения, зависит не от температуры воздуха, а от температуры ограждающих помещения поверхностей (стены, экраны и т.п.). Таким образом, тепловой баланс человека и его самочувствие определяются следующими факторами:

- температурой и влажностью воздуха в помещении;
- скоростью движения воздуха возле тела человека;
- температурой ограждающих помещения поверхностей и предметов, находящихся в нем;
- количеством и интенсивностью источников теплового излучения.

Влажность воздуха (содержание в нем паров воды) характеризуется понятиями абсолютной, максимальной и относительной. *Абсолютная влажность* выражается парциальным давлением водяных паров (Па) или концентрацией в весовых единицах в единичном объеме воздуха (г/м^3). *Максимальная влажность* – количество влаги при полном насыщении воздуха при данной температуре. *Относительная влажность* – отношение абсолютной влажности к максимальной, выражен-

ное в процентах. Нормируемой является относительная влажность.

Следовательно, метеорологические условия производственных помещений складываются из температуры воздуха в помещении, влажности воздуха, его подвижности (скорости движения) и интенсивности инфракрасного и ультрафиолетового излучения от нагретого оборудования. Совокупность этих факторов в определённом месте или во всём помещении носит название *микроклимат*.

Показатели микроклимата нормируются СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [8], при этом учитываются энергозатраты работающих, время выполнения работы и периоды года с целью сохранения теплового баланса человека с окружающей средой и поддержания оптимального или допустимого теплового состояния организма.

4.1.2. Действие на организм человека вредных паров, газов, пыли и их нормирование

По характеру воздействия на организм человека вредные пары и газы разделяются на четыре основные группы [1, 3, 11]:

- удушающие (окись углерода, синильная кислота и др.);
- раздражающие (хлор, фтористый водород, сернистый газ, сероводород и др.);
- отравляющие (ртуть, свинец, фосфор, мышьяковые и металлоорганические соединения и др.);
- наркотические (бензин, бензол, нитробензол, сероуглерод, анилин, метил-крилат, фенол и другие, последние 2 вещества содержатся в пластмассах).

Все эти вещества способны вступать с тканями человеческого тела в химическое и физико-химическое взаимодействие и вызывать нарушение нормальной деятельности организма. Такие вещества называются токсичными, а болезненное состояние, возникающее в результате их действия – *отравлением*.

Токсичные вещества проникают в организм человека через дыхательные пути, а хорошо растворимые в жирах (ароматические и хло-

рированные углеводороды, бензол, толуол и др.) – через кожу. Яды, проникающие в организм через дыхательные пути, оказывают наиболее сильное воздействие, так как поступают непосредственно в кровь.

В воздушной среде могут находиться и мелкие твердые или жидкие частицы (пыль и туман). Если в данном объеме большую часть занимает воздух, а меньшую – частица, то такая смесь называется *аэрозолем*, а если наоборот – *аэрогелем*. Пыль во взвешенном состоянии – аэрозоль, в осевшем – аэрогель.

Дисперсность частиц оказывает существенное влияние на физико-химические свойства аэрозоля, так как чем больше распылено вещество, тем больше поверхность и тем выше его активность благодаря увеличению наиболее активных поверхностных молекул, приобретению электрических свойств и повышению адсорбционной способности.

Пыль обладает способностью адсорбировать из воздуха некоторые ядовитые газы, например, сажа и угольная пыль могут адсорбировать окись углерода, что делает её ядовитой. Пыль может заряжаться электростатически от трения.

В зависимости от размера пылевые частицы делятся на видимые (более 10 мкм), микроскопические (от 0,25 до 10 мкм) и ультрамикроскопические (менее 0,25 мкм).

По характеру действия на организм человека пыль делится на раздражающую и ядовитую. К раздражающим пылям относятся следующие:

- 1) минеральная (кварцевая, асбестовая, наждачная и т.д.);
- 2) металлическая (чугунная, железная, медная и т.д.);
- 3) древесная;
- 4) фенольно-альдегидная (клей ВИАМ – БЗ).

Пылинки раздражающего действия имеют многогранную поверхность с острыми, крючкообразными и иглообразными выступами. Проникновение их в легкие и лимфатические сосуды приводит к заболеванию. Заболевания легких (пневмокониозы) делятся в зависимости от рода вдыхаемой пыли: окись кремния SiO_2 – силикоз, силикаты – силикатоз, угольная пыль – антракоз.

К ядовитым пылям относятся свинцовая, марганцевая, хромовая пыли, которые могут проникать и через неповрежденную кожу. Наибольшую опасность представляют частицы размером менее 5 мкм, невидимые глазом. Концентрация пыли обычно выражается в мг/м³.

Вредные вещества по степени воздействия на организм человека делятся на 4 (четыре) группы: чрезвычайно опасные, высокоопасные, умеренно опасные и малоопасные. Наличие их в воздухе помещений при концентрациях, превышающих предельно допустимые (ПДК), приводит к тяжёлым последствиям.

Предельно допустимыми являются концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, которые при ежедневной работе в течение 8 ч за период всего рабочего стажа не могут вызвать у работающих заболеваний или отклонений в состоянии здоровья. Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

Предельно допустимые концентрации приведены в СН 2.25 552-96 «Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Сводный перечень». В частности, ПДК сероводорода ограничена величиной 10 мг/м³, в смеси с углеводородами – 3 мг/м³, в окиси углерода – 20 мг/м³ и т.д.

4.1.3. Действие шума и вибрации на организм человека, их классификация. Нормирование шума и вибрации

Вибрация, шум и звук складываются из элементарных движений, вызываемых гармоническими колебаниями. Разница состоит в психофизиологическом их восприятии. Вибрация воспринимается осязанием, шум – слухом [1, 11].

С гигиенической точки зрения:

- шум – совокупность звуков, оказывающих на человека отвлекающее, раздражающее или вредное воздействие;
- вибрация – механические колебания, которые передаются телу человека, беспокоят его или наносят вред его здоровью.

Источниками вибрации являются вращающиеся элементы машин, у которых ось вращения и центр масс не совпадают (например, деформированный вал в автомобиле), динамические нагрузки на механические системы, механизмы, вибрация которых обусловлена принципом их действия (например, пневмоинструмент, прессы, перфораторы) и т.д.

С точки зрения воздействия на человека вибрация классифицируется по трем параметрам:

– по *способу передачи* различают общую и локальную вибрации. Общая вибрация передается через опорные поверхности на все тело человека, локальная – воздействует на отдельные части тела (например, руки или ноги, в случае если человек находится в положении сидя);

– по *продолжительности и уровню воздействия* различают постоянную (контролируемый параметр в течение интервала времени изменяется не более чем в 2 раза) и непостоянную вибрацию;

– по *направлению действия* вибрации, которое определяется вектором среднеквадратического виброперемещения.

Системы координат в этом случае выбираются по-разному для общей и для локальной вибрации, что показано на рис. 4.1.

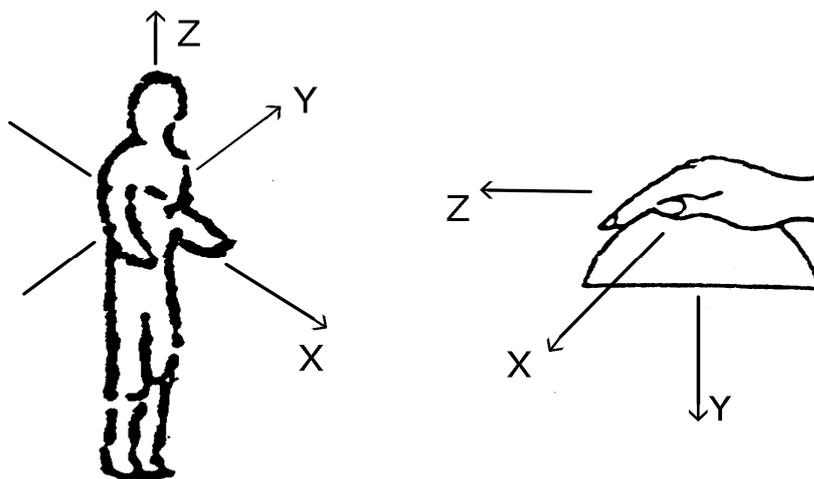


Рис. 4.1. Расположение осей системы координат для определения направления вибрации

Вредное действие вибрации на человека определяется не столько внешним механическим воздействием, сколько резонансными явлениями, возникающими в теле человека. Тело является сложной механи-

ческой системой. Из-за его неоднородности разделяют как общую резонансную частоту, так и собственные частоты колебаний отдельных органов. Так, для тела в целом собственные частоты равны 4-6 Гц, 8-12 Гц и 16-24 Гц; для большинства внутренних органов – 6-9 Гц, для головы – 20-30 Гц для вертикальной вибрации и 1,5-2 Гц для горизонтальной. Как видно, резонансные частоты зависят от направления воздействия вибрации.

Степень воздействия зависит как от параметров вибрации (частоты, амплитуды, продолжительности воздействия, места приложения и направления вектора воздействия), так и от общего функционального состояния организма.

Вибрация воздействует на внутренние органы человека, вызывая спазм сосудов (приводя к нарушению кровоснабжения отдельных органов), на нервные окончания, на мышечные и костные ткани, вызывая деформацию и нарушение подвижности суставов.

Действие постоянной вибрации приводит к вибрационной болезни. Основные её симптомы – головная боль; раздражительность; плохой сон; быстрая утомляемость; непостоянные в начале заболевания боли и слабость в кистях рук; ломота; судороги и сведение пальцев; гипертония; изменения со стороны центральной нервной системы. Вибрационная болезнь возникает постепенно, её симптомы усиливаются с течением болезни. Лечение виброболезни длительно, больные лишаются трудоспособности.

Действие низкочастотных вибраций и сотрясений проявляется в виде заболеваний периферической нервной системы (невриты, радикулиты), а также заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Нормируется одна из величин вибрации (исходя из соображений удобства измерения) – среднеквадратическая виброскорость \bar{v} или среднеквадратическое виброускорение \bar{a} – в стандартизованном диапазоне на следующих среднегеометрических частотах:

- для общей вибрации 2, 4, 8, 16, 31.5, 63 Гц;
- для локальной вибрации 2, 4, 8, 16, 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000 Гц.

Для оценки вибрации используются виброскорость или виброускорение, выраженные в логарифмических величинах. Для виброскорости

$$L_v = 20 \lg \frac{V}{V_0}, \quad (4.1)$$

где $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с – пороговое значение.

Время воздействия определяется исходя из времени присутствия человека в зоне действия вибрации. Если вибрация действует постоянно, то интервалы времени действия суммируются.

В случае если время присутствия человека в зоне вибрации t меньше 8 ч (480 мин.), допустимые значения параметра V_t корректируются:

$$V_t = V \sqrt{\frac{480}{t}}. \quad (4.2)$$

Шумы подразделяются следующим образом:

По *частотному спектру* различают широкополосные шумы, с непрерывным спектром шириной более одной октавы (*октава* – это диапазон частот, в котором верхняя граничная частота в два раза больше нижней) и тональные, в спектре которых имеются слышимые дискретные тона.

По *временным характеристикам* шумы подразделяются на постоянные, уровень которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБА, и непостоянные, уровень которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не менее чем на 5 дБА.

Причинами производственного шума могут быть как особенности технологического процесса (ударные, механические и гидромеханические), так и дефекты конструкций элементов оборудования, его монтажа и сборки, увеличенные зазоры в узлах и элементах. Шумы являются следствием вибрации элементов оборудования.

Ухо человека воспринимает звуки в диапазоне частот от 16-20 Гц до 20000 Гц. Чувствительность уха к восприятию шумов неодинакова и является наибольшей для частот примерно до 5000 Гц.

Воздействие шума на человека вызывает преждевременную усталость, снижение внимания и скорости реакции, что повышает вероятность травматизма. Оно сопровождается и так называемой «следовой реакцией». Суть её в том, что когда контакт человека с шумом прекращается, физиологическое воздействие продолжается иногда до 1,5-2 ч.

Для шумных производств характерна профессиональная болезнь – тугоухость.

Воздействие интенсивного импульсного или ударного шума может привести к механическому повреждению барабанной перепонки уха – травме. Таким образом, шум является как профессиональной вредностью, так и производственной опасностью.

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах является уровень звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц, определяемый по формуле

$$L_p = 20 \lg P/P_0, \quad (4.3)$$

где P – среднеквадратичная величина звукового давления, Па;

$P_0 = 2 \times 10^{-5}$ – пороговая величина, Па.

Измерение шума производится шумомером. Шкала «А» используется для ориентировочной оценки шума, шкала «С» служит для измерения шума в частотном диапазоне.

Нормативные величины уровня звукового давления лежат в диапазоне от 38 до 103 дБ в зависимости от вида производства и частотного диапазона и приводятся как в графической, так и в табличной формах. Учитывается также и продолжительность воздействия шума в течение рабочей смены.

4.1.4. Действие на человека электромагнитных полей и их классификация. Нормирование электромагнитных полей

Электромагнитные поля (ЭМП) генерируются токами, изменяющимися во времени [1, 9, 11]. Спектр электромагнитных (ЭМ) колебаний находится в широких пределах по длине волны – от 1000 км до

0,001 мкм и менее, а по частоте – от $3 \cdot 10^2$ Гц до $3 \cdot 10^{20}$ Гц, включая радиоволны, оптические и ионизирующие излучения. В настоящее время наиболее широкое применение в различных отраслях находит ЭМ энергия неионизирующей части спектра. Это касается, прежде всего, ЭМП радиочастот. Они подразделяются по длине волны на ряд диапазонов (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Название диапазона	Длина волны	Диапазон частот	Частота	По международному регламенту	
				название диапазона частот	номер
1	2	3	4	5	6
Длинные волны (ДВ)	10-1 км	Высокие частоты (ВЧ)	От 3 до 300кГц	Низкие (НЧ)	5
Средние волны (СВ)	1 км-100 м	То же	От 0,3 до 3МГц	Средние (СЧ)	6
Короткие волны (КВ)	100-10 м	То же	От 3 до 30МГц	Высокие (ВЧ)	7
Ультракороткие волны (УКВ)	10-1 м	Высокие частоты (УВЧ)	От 30 до 300МГц	Очень высокие (ОВЧ)	8
Микроволны: дециметровые (дм) сантиметровые (см) миллиметровые (мм)	1 м-10 см	Сверхвысокие частоты (СВЧ)	От 0,3 до 3ГГц	Ультравысокие (УВЧ)	9
	10-1 см		От 3 до 30ГГц	Сверхвысокие (СВЧ)	
	1 см-1 мм		От 30 до 300ГГц	Крайне высокие (КВЧ)	

Электромагнитное поле состоит из электрического поля, обусловленного напряжением на токоведущих частях электроустановок, и магнитного.

В промышленности источниками ЭМП являются электрические установки, работающие на переменном токе частотой от 10 до 10^6 Гц; приборы автоматики; электрические установки с промышленной частотой 50-60 Гц; установки высокочастотного нагрева и др.

В соответствии с ГОСТ12.1.006-84 значения предельно допусти-

мой напряженности ЭМП радиочастот в диапазоне 0,06-300 МГц на рабочих местах не должны превышать приведенные в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Предельные значения напряженности электромагнитного поля

Составляющая ЭМП, по которой оценивается его воздействие, и диапазон частот, МГц	Предельно допустимая напряженность ЭМП в течение рабочего дня
1	2
Электрическая составляющая:	
0,06-3	50 В/м
3-30	20 В/м
30-50	10 В/м
50-300	0,5 В/м
Магнитная составляющая:	
0,06-1,5	5,0 А/м
30-50	0,3 А/м

Предельно допустимые уровни (ПДУ) по электрической составляющей не должны превышать 20 В/м, а по магнитной составляющей – 5 А/м. Различные диапазоны радиоволн существенно различаются по заключенной в них энергии, характеру распространения, поглощения, отражения, и, соответственно, по действию на среду, в том числе на человека. Чем короче длина волны и больше частота колебаний, тем больше энергии несет в себе квант ЭМ излучения.

Связь между энергией Y и частотой f колебаний определяется следующим образом:

$$Y = h * f,$$

или, поскольку длина волны λ и частота связаны соотношением

$$f = c / \lambda,$$

$$Y = h * c / \lambda,$$

где c – скорость распространения электромагнитных волн в воздухе, $c = 3 * 10^8$ м/с;

h – постоянная Планка, равная $6,6 * 10^{-34}$ Вт/см².

ЭМП вокруг любого источника излучения разделяют на 3 зоны: ближнюю – зону индукции, промежуточную – зону интерференции;

дальнюю – волновую зону. Если геометрические размеры источника излучения меньше длины волны излучения λ (т.е. источник можно рассматривать как точечный), то границы зон определяются следующими расстояниями R :

- ближняя зона (индукции) $R < \lambda/2\pi$;
- промежуточная зона (интерференции) $\lambda/2\pi < R < 2\pi\lambda$;
- дальняя зона (волновая) $R > 2\pi\lambda$.

Работающие с источниками излучения низкой и средней частоты и, в известной степени, ВЧ и ОВЧ-диапазонов находятся в зоне индукции. При эксплуатации генераторов СВЧ и КВЧ диапазонов работающие часто находятся в волновой зоне.

В волновой зоне интенсивность поля оценивается величиной плотности потока энергии (ППЭ), т.е. количеством энергии, падающей на единицу площади поверхности. В этом случае ППЭ выражается в Вт/м² или производных единицах: мВт/см², мкВт/см². ЭМП по мере удаления от источника излучения быстро затухает. ЭМ волны диапазона УВЧ, СВЧ и КВЧ (микроволны) используются в радиолокации, радиоастрономии, радиоспектроскопии, геодезии, дефектоскопии, физиотерапии. Иногда ЭМП УВЧ диапазона применяются для вулканизации резины, термической обработки пищевых продуктов, стерилизации, пастеризации, вторичного разогрева пищевых продуктов. СВЧ-аппараты используются для микроволновой терапии.

Наиболее опасными для человека являются ЭМП высокой и сверхвысокой частот. При воздействии на организм электромагнитных излучений СВЧ характерными являются отклонения от нормального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем. Субъективными ощущениями являются жалобы на частую головную боль, сонливость или бессонницу, утомляемость, вялость, слабость, повышенную потливость, снижение памяти, рассеянность, головокружение, потемнение в глазах, беспричинное чувство тревоги, страха и др. Воздействие на сердечно-сосудистую систему ощущается в виде сильных болей в области сердца, учащенного сердцебиения, сильной одышки при физических нагрузках, а также удушья. Откло-

нения в функционировании желудочно-кишечного тракта проявляются в сильных болях в области желудка и появлении изжоги.

К числу перечисленных неблагоприятных воздействий на организм человека следует добавить мутагенное действие, а также временную стерилизацию при облучении интенсивностями выше теплового порога.

Критерием оценки степени воздействия на человека ЭМП может служить количество электромагнитной энергии, поглощаемой им при пребывании в электрическом поле. Величина поглощаемой человеком энергии зависит от квадрата силы тока, протекающего через его тело, времени пребывания в электрическом поле и проводимости тканей кожи человека.

Электромагнитные волны лишь частично поглощаются тканями биологического объекта, поэтому биологический эффект зависит от физических параметров ЭМП радиочастотного диапазона: длины волны (частоты колебаний), интенсивности и режима излучения (непрерывный, прерывистый, импульсно-модулированный), продолжительности и характера облучения организма, а также от площади облучаемой поверхности и анатомического строения органа или ткани кожи.

Степень поглощения энергии тканями кожи зависит от их способности к ее отражению на границе раздела, определяемой содержанием воды в тканях кожи и другими их особенностями. Колебания дипольных молекул воды и ионов, содержащихся в тканях кожи, приводят к преобразованию электромагнитной энергии внешнего поля в тепловую, что сопровождается повышением температуры тела или локальным избирательным нагревом тканей кожи, органов, клеток, особенно с плохой терморегуляцией (хрусталик глаза, стекловидное тело, семенники и др.). Тепловой эффект зависит от интенсивности облучения. Пороговые интенсивности теплового действия ЭМП на организм составляют для диапазона средних частот 8000 В/м, высоких – 2250 В/м, очень высоких – 150 В/м, дециметровых – 40 мВт/см², сантиметровых – 10 мВт/см², миллиметровых – 7 мВт/см².

Постоянные изменения в крови человека наблюдаются при ППЭ выше 1 мВт/см^2 . Это фазовые изменения лейкоцитов, эритроцитов и гемоглобина. Поражение глаз в виде помутнения хрусталика (катаракты) – последствия воздействия ЭМП в условиях производства. При воздействии миллиметровых волн изменения наступают немедленно, но быстро проходят. В то же время при частотах около 35 ГГц возникают устойчивые изменения, являющиеся результатом повреждения эпителия роговицы.

В соответствии с санитарными нормами и правилами при работе с источниками ЭМП СВЧ частот предельно допустимые интенсивности ЭМИ на рабочих местах приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

В диапазоне СВЧ (300МГц-300ГГц)	Предельно допустимая интенсивность
1. Для работающих при облучении в течение: всего рабочего дня не более 2 ч за рабочий день не более 15-20 мин за рабочий день	10 мкВт/см ² 100 мкВт/см ² 1000 мкВт/см ²
2. Для лиц не связанных профессионально, и для населения	1 мкВт/см ²

4.1.5. Промышленное освещение.

Нормирование естественного и искусственного освещения

Любой трудовой процесс связан с необходимостью видеть деталь, инструмент, станок, окружающие предметы и обстановку [1, 11]. Более 90 % всех сведений об окружающем мире человек получает за счет зрения, поэтому обеспечение нормальной работы глаза, достигаемое с помощью освещения, является важной и ответственной задачей.

В настоящее время в промышленности применяются три вида освещения: *естественное, искусственное и совмещенное* (организованное совместное применение естественного и искусственного освещения), на которые возлагается две основные функции.

Первая из них – утилитарная. Она состоит в создании достаточного уровня освещения и обеспечения его качества.

Уровень освещения оценивается освещенностью (E) – отношением светового потока (Φ) к площади поверхности (S), на которую он падает. Единицей измерения освещенности является люкс. Один люкс – освещенность, создаваемая световым потоком в 1 лм на площади в 1 м², т.е.

$$E = \Phi / S.$$

Вторая функция – биологическая. Она заключается в необходимости создавать в помещениях ультрафиолетовую радиацию, ибо биологическая тьма, которая наблюдается в зимнее время и при плохом уходе за остеклением, отрицательно влияет на организм человека. Чтобы избежать этого, используются эритемные люминесцентные лампы в системе освещения производственных помещений или проводится кратковременное облучение рабочих в фотариях.

Функцию безопасности наглядно иллюстрируют следующие данные. Статистика показывает, что 85 % несчастных случаев вызваны неправильными действиями человека, возможно из-за плохого освещения. Увеличение уровня искусственной освещенности и качества освещения позволяет несколько увеличить производительность труда – до 10-15 %.

Естественное освещение

Естественное освещение предусматривается для помещений с постоянным пребыванием в них людей [1, 11]. Оно бывает боковым, верхним и комбинированным (верхнее плюс боковое).

Боковое естественное освещение – естественное освещение помещения через световые проемы в наружных стенах.

Верхнее естественное освещение – естественное освещение помещения через световые проемы в перекрытии и фонари, а также через световые проемы в местах перепадов высот смежных зданий.

Комбинированное естественное освещение – верхнее естественное освещение помещения при наличии бокового естественного

освещения. Поскольку естественный свет изменяется в зависимости от географической широты времени года, часа дня, состояния погоды, то основной величиной для оценки естественного освещения внутри помещения принят коэффициент естественной освещенности (К.Е.О.).

К.Е.О. – отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственно или после отражений) к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода:

$$K.E.O. = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{нар}}} \cdot 100\% \quad (4.4)$$

Нормами строительного проектирования (СНиП 23-05-95) определены нормированные значения К.Е.О. Принято раздельное нормирование этого коэффициента для бокового и верхнего света. При боковом освещении нормируется минимальное значение К.Е.О. в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или пола).

При двухстороннем боковом освещении нормируется минимальное значение К.Е.О. в точке посередине помещения на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или пола).

В помещениях с верхним или комбинированным освещением нормируется среднее значение К.Е.О. в пределах рабочей зоны, которое определяется по формуле

$$e_{\text{cp}} = \frac{1}{N-1} \left(\frac{e_1}{2} + e_2 + e_3 + \dots + e_{N-1} + \frac{e_N}{2} \right) \quad (4.5)$$

где $e_1, e_2, e_3 \dots e_N$ – значения К.Е.О. в отдельных точках помещения, находящихся на разных расстояниях друг от друга;

N – количество точек, в которых определяется К.Е.О. (обычно таких точек берется не менее 5).

Нормы К.Е.О. изменяются в зависимости от разряда выполняемых работ.

Качество естественного освещения характеризуется совокупностью мер, способствующих созданию в помещении комфортных условий зрительной работы. К этим мерам относятся равномерность освещения; направление световых потоков, падающих на рабочие поверхности; устранение из поля зрения работающих действия прямых и отраженных лучей солнца, яркость окружающего пространства, определяемая уровнем освещенности и цветовой отделкой интерьера и технологического оборудования.

Неравномерность естественного освещения в производственных помещениях с верхним освещением или верхним и боковым естественным освещением не должна превышать 3:1.

Неравномерность естественного освещения не нормируется для производственных помещений с боковым освещением, а также производственных помещений с верхним или с верхним и боковым освещением, где выполняются работы VII-VIII разрядов.

Искусственное освещение

Искусственное освещение предусматривается в помещениях для освещения в темное время суток, а также в случаях, если естественного освещения недостаточно или оно отсутствует. По принципу организации искусственное освещение разделяется на два вида – общее и комбинированное [1, 11].

Общее освещение предназначено для освещения всего помещения, оно может быть равномерным или локализованным. Общее равномерное освещение создает условия для выполнения работ в любом месте освещаемого пространства. При общем локализованном освещении светильники размещают с учетом расположения оборудования, что позволяет создавать повышенную освещенность на определенных рабочих местах.

Комбинированное освещение состоит из общего и местного. Его целесообразно устраивать при работах высокой точности и в случае необходимости создания в процессе работы определенной направ-

ленности светового потока. Местное освещение предназначено для освещения только рабочих поверхностей и не создает необходимой освещенности даже на прилегающих к ним участкам. Оно может быть стационарным и переносным. Применение только местного освещения в производственных помещениях не допускается.

Гигиенические нормативы для различных зрительных работ регламентируются строительными нормами и правилами СНиП 23-05-95, которые учитывают как количественные, так и качественные показатели освещения. Они устанавливают наименьшую освещенность рабочих поверхностей в производственных помещениях. Все зрительные работы делятся на 8 разрядов в зависимости от размера объекта различения и условий зрительной работы.

На базе СНиП разрабатываются отраслевые осветительные нормы для конкретных видов работ.

4.1.6. Общая гигиеническая оценка условий труда

Исходя из гигиенических критериев и принципов классификации условия труда подразделяются на 4 класса: оптимальные, допустимые, вредные и опасные [1, 11, 12].

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

Допустимые условия труда (2-й класс) характеризуются такими условиями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не должны оказывать неблагоприятное воздей-

ствие в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работающих и их потомство. Допустимые условия труда условно относятся к безопасным.

Вредные условия труда (3-й класс) характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное действие на организм работающего и/или его потомство.

Вредные условия труда по степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяются на 4 степени вредности:

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

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

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

– 4-я степень 3-го класса (3.4) – условия труда, при которых могут возникнуть тяжелые формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности), отмечаются значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Опасные (экстремальные) условия труда (4-й класс) характеризуются уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в том числе и тяжелых форм.

Если на рабочем месте фактические значения уровней вредных факторов находятся в пределах оптимальных или допустимых величин, условия труда на этом рабочем месте отвечают гигиеническим требованиям и относятся соответственно к 1-му и 2-му классам.

Если уровень хотя бы одного фактора превышает допустимую величину, то условия труда на таком рабочем месте в зависимости от величины превышения как по отдельному фактору, так и при их сочетании могут быть отнесены к 1-й – 4-й степеням 3-го класса вредных или 4-му классу опасных условий труда.

Для установления класса условий труда превышения ПДК, ПДУ могут быть зарегистрированы в течение одной смены, если она типична для данного технологического процесса. При эпизодическом (в течение недели, месяца) воздействии на работника вредного фактора его учет и оценка условий труда проводятся по согласованию с территориальным центром госсанэпиднадзора.

Общая оценка условий труда по степени вредности и опасности устанавливается следующим образом:

- по наиболее высокому классу и степени вредности;
- в случае сочетанного действия 3 или более факторов, относящихся к классу 3.1, общая оценка условий труда соответствует классу 3.2;
- при сочетании 2 или более факторов классов 3.2, 3.3, 3.4 условия труда оцениваются соответственно на одну ступень выше.

При сокращении времени контакта с вредными факторами (защита временем) условия труда на основе анализа медико-статических

показателей здоровья работающих могут быть оценены как менее вредные, но не ниже класса 3.1.

4.2. ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ САНИТАРИИ

4.2.1. Общие способы защиты от воздействия вредностей на организм человека

Основными направлениями профилактической работы по созданию здоровых условий труда в соответствии с Санитарными правилами организации технологических процессов и гигиеническими требованиями к производственному оборудованию должны являться следующие [1, 11]:

- замена вредных веществ менее вредными или безвредными;
- замена сухих способов переработки пылящих материалов мокрыми;
- замена процессов и технологических операций, связанных с возникновением шума, вибрации и других вредных факторов, процессами или операциями, при которых обеспечены меньшая интенсивность или отсутствие этих факторов;
- замена пламенного нагрева электрическим, твердого и жидкого топлива – газообразным;
- комплексная механизация и автоматизация производственных операций и процессов при дистанционном (в возможных случаях) управлении ими;
- непрерывность производственных процессов;
- автоматическая сигнализация о ходе отдельных процессов и операций, связанных с возможностью выделения вредностей;
- герметизация оборудования и аппаратуры;
- применение оборудования со встроенными местными отсосами; автоблокировка технологического оборудования и санитарно-технических устройств; сигнализация при неисправности системы отсосов;
- тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и трубопроводов; применение средств защиты от конвекционного и лучистого тепла;

- защита рабочих мест от электромагнитных волн, радиочастот и ионизирующих излучений;
- применение оборудования со встроенными светильниками;
- полное улавливание и очистка технологических выбросов, а также удаляемого вентиляцией загрязненного воздуха от химически вредных веществ;
- применение газоанализаторов, связанных с сигнализацией и автоматической системой мер защиты (блокировка с работающим оборудованием, местными отсосами, аварийной вентиляцией и др.);
- использование процессов, при которых максимально сокращается количество сточных вод и др.

Однако эти меры и направления не являются исчерпывающими. Круг их значительно шире и в общем случае определяется нормативно-правовой базой.

Защита от воздействия вредностей на организм человека может осуществляться тремя основными способами:

- уменьшением в источнике образования;
- снижением на пути распространения;
- использованием индивидуальных защитных средств и организационно-техническими мероприятиями (эксплуатация зданий и сооружений, санитарно-бытовое обеспечение работников).

Конкретный способ защиты выбирается с учетом условий труда на рабочем месте.

4.2.2. Мероприятия по защите работающих от загрязнения воздушной среды помещений и нормализации микроклимата

Одним из основных средств защиты от вредного воздействия пыли, газов, тепловыделений и влаговывделений является вентиляция [1, 11].

Вентиляция – это комплекс взаимосвязанных устройств и процессов, предназначенных для создания организованного воздухообмена, заключающегося в удалении из производственного помещения загрязненного или перегретого (охлажденного) воздуха с подачей вместо него чистого и охлажденного (нагретого) воздуха, что позволяет создать

в рабочей зоне благоприятные условия воздушной среды.

Количество воздуха, необходимое для обеспечения требуемых параметров воздушной среды в рабочей зоне, определяется для помещений с газовыделениями по количеству выделяющихся вредных веществ с таким расчетом, чтобы обеспечить предельно допустимые концентрации; для помещений с тепловыделениями – по избыткам явного тепла; для помещений с тепло- и влаговыведениями – по избыткам явного тепла, влаги и скрытого тепла.

Под вентиляционной системой понимают совокупность различных по своему назначению вентиляционных установок, способных обслуживать отдельное помещение или корпус. Все многообразие используемых в промышленности вентиляционных систем представлено в виде структурной схемы, показанной на рис. 4.2.

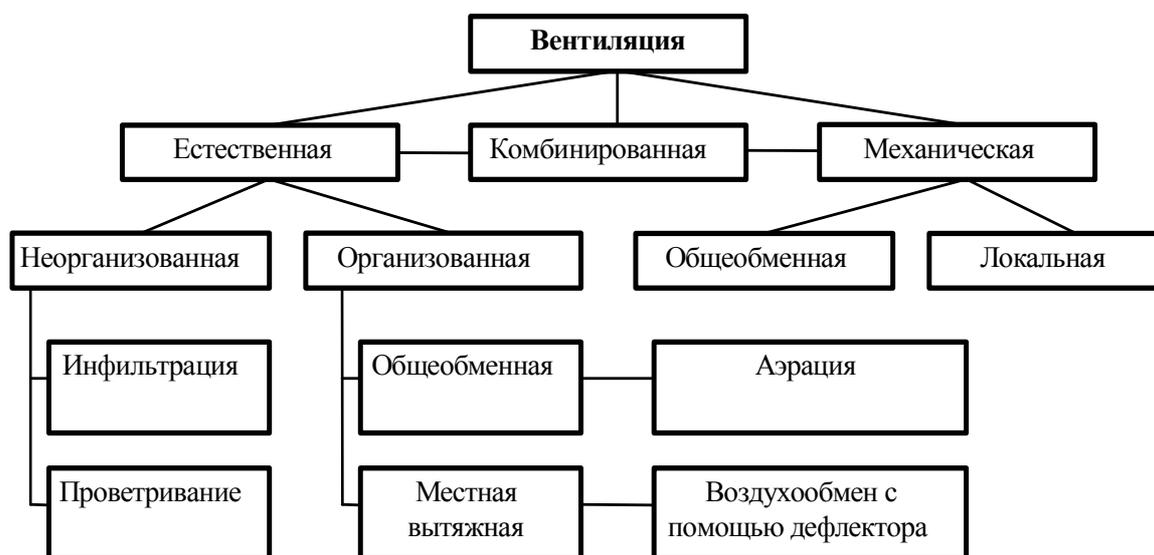


Рис. 4.2. Классификация типов вентиляции

В зависимости от способа перемещения воздуха в рабочих помещениях вентиляция подразделяется на искусственную (механическую), естественную и комбинированную. Достоинством естественной вентиляции является простота устройства и дешевизна, недостатком – влияние на ее эффективность природных и других факторов.

При искусственной вентиляции воздух перемещается механическими устройствами (вентиляторами, эжекторами и др.).

При естественной вентиляции воздухообмен осуществляется двумя способами: неорганизованно – посредством проветривания и инфильтрации воздуха через оконные, дверные проемы и щели в них; организовано – посредством аэрации и с помощью дефлекторов.

В настоящее время наибольшее распространение получил дефлектор ЦАГИ (рис. 4.3).

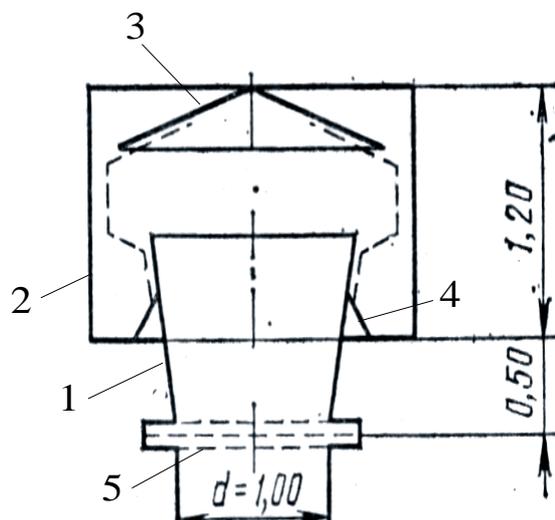


Рис. 4.3. Дефлектор ЦАГИ

Он состоит из диффузора 1, верхнюю часть которого охватывает цилиндрическая обечайка 2. Колпак 3 служит для защиты от попадания атмосферных осадков в патрубок 5, а конус 4 – для предохранения от задувания ветром внутрь дефлектора.

Ветер, обдувая обечайку дефлектора, создает на большей части его окружности разрежение, вследствие чего воздух из помещения движется по воздуховоду и патрубку 5 и затем выходит наружу через две кольцевые щели между обечайкой 2 и краями колпака 3 и конуса 4. Эффективность работы дефлекторов зависит главным образом от скорости ветра, а также высоты установки их над коньком крыши.

Естественный неорганизованный воздухообмен в помещении обусловлен действием двух изменяющихся факторов: теплового движения воздуха и ветрового давления. Тепловое движение создается разностью весов столбов воздуха вне и внутри помещения. Таким образом, возникает перепад давлений, вызывающий воздухообмен.

Ветровое давление обусловлено действием ветра, благодаря которому на наветренных поверхностях здания возникает избыточное давление, а на заветренных сторонах – разрежение. Возникающий перепад давлений обуславливает вход воздуха с наветренной стороны здания и выход его через отверстия на противоположной заветренной стороне.

Аэрацией называется организованный естественный воздухообмен, осуществляемый в заранее рассчитанных объемах и регулируемый в соответствии с внешними метеорологическими условиями.

По характеру охвата помещения вентиляционные системы могут быть общеобменными, локальными (местными) и комбинированными. При общеобменной вентиляции смена воздуха происходит по всему объему помещения. Такой вид вентиляции применяется при удалении избыточных тепло- и влаговывделений. Он может осуществляться естественным образом с помощью аэрации и механически.

Назначение местной вентиляции – локализация вредных выделений в местах образования и удаление их из помещения. Она может осуществляться механическим путем с помощью вентиляторов и естественным образом с помощью дефлекторов. При комбинированной системе одновременно с общим воздухообменом локализуются также и отдельные наиболее интенсивные источники выделений.

Локальная вентиляция может быть приточной или вытяжной. Приточную вентиляцию предусматривают с целью подачи чистого воздуха в рабочую зону для создания микроклимата на отдельных местах (воздушные души, завесы и оазисы).

Воздушный душ представляет собой поток воздуха, направленный на человека.

Воздушная завеса позволяет предотвратить проникновение в производственное здание через ворота холодного воздуха в зимнее время.

Воздушные оазисы улучшают метеоусловия на ограниченной площади помещения, которая для этого отделяется со всех сторон легкими предварительными перегородками и затапливается воздухом, более холодным и чистым, чем воздух помещения.

Вытяжную вентиляцию устраивают в местах образования вредных выделений в виде шкафов, зонтов, отсосов от различного оборудования, пылесосов, пылестружкоприемников, эжекционных установок, индивидуальных отсасывающих агрегатов и т.д.

Аспирация – это способ предотвращения вредных выделений в помещении за счет создания разрежения в аппарате и отсасывания их по воздуховодам.

Эжекционные установки применяют в тех случаях, когда необходимо удалить очень агрессивную среду, пыль, способную к взрыву не только от удара, но и от трения, или легковоспламеняющиеся и взрывоопасные газы (ацетилен, эфир и т.д.).

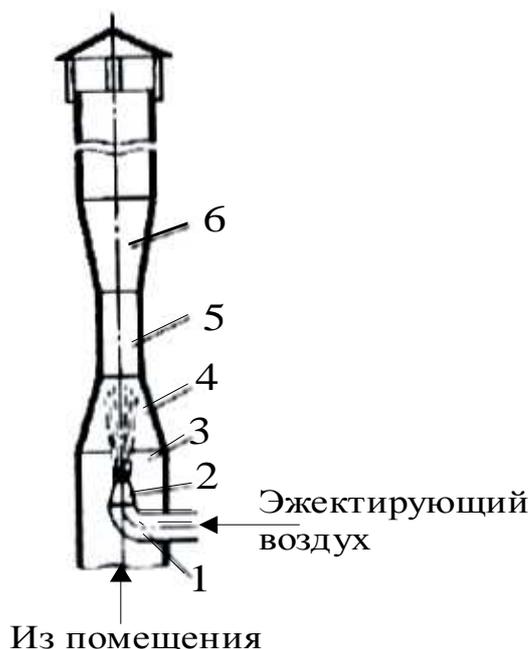


Рис. 4.4. Схема работы эжектора

Принцип действия эжектора заключается в следующем (рис. 4.4). Воздух, нагнетаемый расположенным вне вентилируемого помещения компрессором или вентилятором высокого давления, подводится по трубе 1 к соплу 2 и, выходя из него с большой скоростью, создает за счет эжекции разрежение в камере 3, куда подсасывается воздух из помещения. В конфузуре 4 и горловине 5 происходит перемещение эжектируемого (из помещения) и эжектирующего воздуха. Диффузор 6 служит для преобразования динамического давления в статическое. Недостатком эжектора является низкий КПД, не превышающий 0,25.

Общеобменная механическая вентиляция бывает приточной, вытяжной, приточно-вытяжной и может осуществляться с помощью кондиционеров. При приточной общеобменной вентиляции свежий воздух забирается из мест вне здания и распределяется по всему объему помещения. Загрязненный воздух вытесняется свежим через двери, окна, фонари и щели строительных конструкций. Приточная вентиляция применяется при наличии тепловыделений и отсутствии газовыделений.

Вытяжная общеобменная вентиляция позволяет удалять загрязненный и перегретый воздух из всего объема помещения. Чистый воздух для замещения удаленного подсасывается извне через двери, окна, щели строительных конструкций (инфильтрация).

Приточно-вытяжная общеобменная механическая вентиляция состоит из двух отдельных установок. Через одну подается чистый воздух, через другую удаляется загрязненный.

Кондиционер – это вентиляционная установка, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды.

Кондиционеры бывают двух видов: установки полного кондиционирования воздуха, обеспечивающие постоянство температуры, относительной влажности, скорости движения и чистоты воздуха, и установки неполного кондиционирования, обеспечивающие постоянство только части этих параметров или одного параметра, чаще всего температуры.

В зависимости от способа холодоснабжения кондиционеры подразделяются на автономные и неавтономные. В автономных кондиционерах холод вырабатывается собственными встроенными холодильными агрегатами. Неавтономные кондиционеры снабжаются холодоносителями централизованно.

По способу приготовления и раздачи воздуха кондиционеры подразделяются на центральные и местные. Конструкция центральных кондиционеров предусматривает приготовление воздуха вне обслуживаемых помещений и его раздачу по системе воздуховодов. В

местных же кондиционерах приготовление воздуха происходит непосредственно в обслуживаемых помещениях, воздух раздается сосредоточенно, без воздуховодов.

Тип вентиляционного устройства выбирается в зависимости от характера выполняемых работ и количества выделяемых вредностей (тепловыделений, влаговывделений, газовыделений).

В последние годы развиваются сравнительно новые способы вентиляции: прямоточная, зональная (прямоточная и вихревая); удаление воздуха из верхней зоны крышными вентиляторами; посредством подачи воздуха закрученными струями; локальная общеобменная.

В помещениях небольшого объема (лаборатории, окрасочные камеры и т.п.) с большим количеством выделяющихся газов или в помещениях, где имеются местные отсосы от оборудования, использование обычных способов вентиляции приводит к образованию циркуляционных зон и повышенных скоростей воздуха в зоне пребывания человека. В таких случаях целесообразно применение так называемой прямоточной вентиляции с направленным движением воздуха по схеме «сверху вниз» или горизонтально при расположении работающего непосредственно в зоне движения воздуха. В одном случае гигиенический эффект может достигаться отклонением вредных газов от зоны дыхания рабочих вниз или в сторону (при организации воздухообмена в окрасочных камерах), в другом – устранением возможности попадания вредностей из открытых проемов местных отсосов в зону дыхания (лаборатории с вытяжными шкафами).

Зональная вентиляция рассматривается как местное затопление небольшого пространства рабочего помещения, что является своего рода модернизацией широко распространенного способа душирования рабочих мест.

Требованиям зональной вентиляции наилучшим образом соответствует организация воздухообмена с использованием вихревого эффекта. Принцип вихревого воздухораспределения состоит в образовании циркуляционной зоны, создаваемой на рабочем участке струйной подачей воздуха по периметру выделенного контура с удалением воздуха из центра вихря. Такой принцип подачи и удаления

воздуха обеспечивает создание устойчивого вихревого жгута, в котором свежий воздух распределяется по периферии.

Вихревая система универсальна и может быть применена для вентиляции рабочих мест при различных технологических процессах на объектах разной планировки.

Организация направленного движения воздуха в помещениях, не имеющих больших тепловыделений, процессы в которых при этом сопровождаются рассеянными газовыделениями, вызывает затруднения. В этих случаях используется распределенная подача воздуха в рабочую зону в сочетании с механическим удалением загрязненного воздуха через проемы в покрытии посредством крышных вентиляторов, правильная расстановка и мощности которых могут дать требуемый гигиенический эффект. Такая вентиляция может оказаться более экономичной по сравнению с установкой аэрационных фонарей. Устраняются проблемы чисто строительного характера: появляется возможность использовать легкие кровли, значительно упрощается освещение рабочих мест. Кроме того, крышные вентиляторы можно использовать в любых климатических условиях.

При периодической работе газовыделяющего оборудования с учетом коэффициента одновременности работы целесообразно применять так называемую локальную общеобменную вентиляцию. Под локальной вентиляцией в данном случае понимают одновременное действие приточной и вытяжной вентиляций, режим работы которых позволяет подать и удалить воздух из зоны расположения действующего в данный момент технологического оборудования.

Организация воздухообмена является узловым вопросом вентиляции производственных помещений, характер решения которого определяет эффективность и экономичность вентиляции, что особенно важно в помещениях с выделением токсичных газов. В этом случае выбор рациональной схемы воздухообмена представляет задачу, осложненную многочисленными факторами. Основные из них следующие:

– зависимость характера распространения газов в объеме помещения от циркуляции воздуха, возникающей при взаимодействии приточных струй и конвективных потоков;

– недостаточно совершенное в отношении герметичности технологическое оборудование, для которого характерны постоянные, а также периодические (заранее не учитываемые) газовыделения;

– постоянная интенсификация производственных процессов и работы отдельных агрегатов, а также внедрение технологических процессов, связанных с использованием новых токсичных веществ и ростом валового количества поступающих в помещения вредных веществ;

– тенденция в современной промышленности к созданию крупных промышленных узлов, включающих разнообразные производства, а также к строительству многоэтажных и многопролетных цехов больших объемов, требующих специальных санитарных мероприятий во избежание ухудшения состояния воздушной среды;

– объемно-планировочные решения и высокая плотность расстановки оборудования, оптимальная для технологических процессов, но затрудняющая создание рационального воздухообмена.

Отопление служит для создания нормальных метеорологических условий в помещениях в холодное время года.

К отоплению помещений предъявляются следующие требования.

Санитарно-гигиенические. Системы отопления должны поддерживать внутри помещения заданную температуру воздуха, равномерную по объему рабочей зоны помещения. Температуры внутренних поверхностей наружных ограждений и нагревательных приборов должны находиться в пределах нормы.

Экономические. Системы отопления должны обеспечить минимум приведенных затрат по сооружению и эксплуатации. Показателями экономичности являются также расход металла, затраты труда на изготовление и монтаж. Экономичность системы определяется технико-экономическим анализом вариантов различных систем и применяемого оборудования.

Строительные. Системы отопления должны соответствовать архитектурно-планировочному решению помещений. Размещение отопительных элементов должно быть увязано со строительными конструкциями.

Монтажные. Элементы систем отопления должны изготавливаться преимущественно в заводских условиях, детали и узлы унифицированы, затраты ручного труда минимальны.

Эксплуатационные. Система отопления должна быть надежной в поддержании заданных температур воздуха. Надежность системы обуславливается ее долговечностью, безотказностью, простотой регулировки управления и ремонта. Система должна быть безопасной и бесшумной в работе, должна обеспечивать наименьшее загрязнение вредными выделениями помещений и атмосферного воздуха.

Различают местные и центральные системы отопления.

К местным системам относятся те, в которых все элементы объединены в одном устройстве и которые предназначены для обогрева одного помещения. К местным системам относятся печное отопление, газовое (при сжигании топлива в местном теплообменнике) и электрическое.

Центральные системы обогревают ряд помещений из одного центра (котельная, ТЭЦ), в котором вырабатывается теплота, передаваемая теплоносителем к нагревательным приборам отапливаемых помещений.

По виду теплоносителя системы отопления делятся на системы водяного, газового, парового, воздушного и электрического отопления.

В водяных и паровых системах теплоноситель – вода или пар – нагревается в генераторе теплоты и передается по трубопроводам к нагревательным приборам.

В воздушных системах нагретый воздух поступает непосредственно в помещение из распределительных каналов или от отопительных агрегатов, расположенных в самом отапливаемом помещении.

По способу перемещения теплоносителя центральные системы отопления подразделяются на системы с естественной циркуляцией и системы с механическим побуждением.

Выбор системы отопления производится на основании технико-экономического расчета. Системы отопления, вид и параметры теплоносителя, а также типы нагревательных приборов предусматрива-

ются с учетом тепловой инерции ограждающих конструкций и в соответствии с характером и назначением зданий и сооружений по СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование осуществляются следующим образом (табл. 4.4).

Таблица 4.4

№ п/п	Здания, сооружения и помещения	Система отопления, вид теплоносителя и нагревательных приборов
1	2	3
1	Производственные помещения с повышенными требованиями к чистоте воздуха	Воздушное, совмещенное с приточной вентиляцией; водяное со встроенными в строительные конструкции нагревательными элементами и стояками; водяное с радиаторами и конвекторами
2	Помещения с производствами, технологический процесс в которых не сопровождается выделением пыли	Воздушное, совмещенное с приточной вентиляцией; воздушное с рециркуляционными агрегатами; водяное и паровое высокого и низкого давлений с ребристыми трубами, радиаторами, конвекторами; водяное со встроенными в строительные конструкции нагревательными элементами и стояками
3	Производственные помещения, технологический процесс в которых связан с выделением:	
	а) невзрывоопасной и негорючей неорганической пыли, негорючих и не поддерживающих горение газов и паров	Воздушное, совмещенное с приточной вентиляцией; водяное и паровое с высоким и низким давлениями с радиаторами; водяное со встроенными в строительные конструкции нагревательными элементами и стояками
	б) невзрывоопасной, органической, возгоняемой, неядовитой пыли	Воздушное, совмещенное с приточной вентиляцией; водяное и паровое низкого давления с радиаторами; водяное со встроенными в строительные конструкции стояками и нагревательными элементами
	в) легковозгоняемых ядовитых веществ	По специальным нормативным документам
4	Производственные здания и помещения различного назначения со значительными влаговыведениями	Воздушное, совмещенное с приточной вентиляцией; водяное или паровое с радиаторами и ребристыми трубами
5	Производственные здания и помещения различного назначения с тепловыделениями	При количестве выделений тепла, достаточном для обогрева помещений, система отопления не проектируется; при недостаточном количестве выделений тепла или невозможности использования тепла для обогрева помещений следует предусматривать устройство систем отопления как для помещений с производствами, технологический процесс в которых не сопровождается выделением пыли

4.2.3. Основные мероприятия для защиты от вредного действия шума и вибрации

Самым рациональным является метод снижения шума и вибрации в источнике возникновения, хотя это и связано с наибольшими затратами [1, 11].

Источником механического шума чаще всего является привод машин и механизмов. Он состоит из зубчатых, ременных и цепных передач и подшипников. Снижение шума зубчатых передач осуществляется повышением плавности зацепления и уменьшением трения между зубьями, ременных – устранением проскальзывания ремня, цепных – помещением в звукоизолирующие кожухи, подшипников качения – созданием достаточного слоя смазки. Общим правилом по снижению шума передач является то, что движение привода должно быть, по возможности, равномерным, плавным (без толчков) с постепенным ускорением. Желательно устранять неравномерность нагрузки и обеспечивать необходимую смазку трущихся поверхностей во всех точках передачи усилий.

Аэродинамический шум создается пневматическим инструментом, компрессорами, вентиляторами и другими машинами. Ослабление шума осуществляется с помощью разнообразных глушителей. Простейшим является глушитель, устанавливаемый на выхлопном патрубке пневмоинструмента. Он представляет собой отрезок шланга, облицованный изнутри звукопоглощающим материалом, например техническим войлоком.

Для снижения шума на всасывании компрессоров используют трубчатые глушители, представляющие собой участок всасывающего канала, облицованный звукопоглощающим материалом. Он состоит из герметичного кожуха и внутренней перфорированной трубы, между которыми проложен звукопоглощающий материал. При длине 1 м он снижает шум на 13-15 дБ; увеличивая длину глушителя, можно еще больше снизить шум всасывания.

Одним из наиболее эффективных путей снижения электромагнитного шума является хорошая притирка щеток, электродвигателя, что приводит к уменьшению шума на 8-10 дБ.

При невозможности ослабления шума и вибрации в источнике их образования применяют методы снижения на пути распространения. Это такие методы, как звукоизоляция, звукопоглощение, виброизоляция и вибропоглощение.

Звукоизоляция является наиболее эффективным способом. Звукоизолирующая конструкция служит для того, чтобы не пропускать шум из одного помещения в другое. Основным эффектом обуславливается звукоотражением от преграды. Изоляция шума, распространяющегося по воздуху, производится путем устройства ограждающих конструкций (кожухов, перегородок, перекрытий и т.д.) и устранения косвенных путей распространения звука (отверстий, щелей и т.п.). Изоляция шума, распространяющегося по конструкции здания, осуществляется устранением жесткой связи источника шума с конструктивными элементами здания и уменьшением проводимости шума в материале конструкции. Звукоизолирующая способность преграды резко возрастает при увеличении ее массы и резко падает при совпадении частоты звука с частотой собственных колебаний преграды. Средняя звукоизолирующая способность однослойного ограждения в зависимости от веса 1 м^2 может быть вычислена по формулам

$$R = 13,5 \lg m + 15, \text{ дБ, при } m \leq 200 \text{ кг/м}^2, \quad (4.6)$$

$$R = 23 \lg m - 9, \text{ дБ, при } m > 200 \text{ кг/м}^2.$$

Для повышения звукоизолирующей способности ограждений применяют двухслойные конструкции, жесткие поверхности которых разделены воздушным промежутком. Они особенно эффективны в области высоких и средних частот. Данные о дополнительной звукоизолирующей способности за счет воздушного промежутка приведены в табл. 4.5.

Таблица 4.5

**Дополнительная звукоизолирующая способность
за счет воздушного промежутка**

Ширина воздушного промежутка, см	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дополнительная звукоизоляция, дБ	-	-	1	3	4,5	5,5	6	6,5	6,7	7

Звукоизоляция конструкций перекрытий от ударного шума достигается путем применения «плавающего» пола, который представляет собой конструкцию, состоящую из чистого пола, уложенного на слой упругого материала или пружины и не имеющего жесткой связи с несущей частью перекрытия.

Хорошими проводниками звука являются трубопроводы. Перенесенная по трубопроводам звуковая энергия передается на значительные расстояния и излучается в защищаемые от шума помещения. Изоляция трубопроводов достигается устройством в них гибких вставок, рассчитанных на требуемое давление. Длины гибких вставок должны быть не менее 70-90 см. Места прохода труб через перекрытия и стены тщательно изолируются путем устройства упругих прокладок из слоя асбеста, войлока, минеральной ваты и т.д. Крепление трубопроводов достигается или их подвеской к потолку, или постановкой под них стоек.

Эффективным является покрытие трубопроводов слоем вибропоглощающего материала (битум, минеральный войлок, асбокартон и др.). Шум за счет гидравлических ударов в трубопроводах устраняется только правильным проектированием и выполнением систем.

Надежным средством защиты от шума являются кожухи, которые изготавливаются из металла, пластмасс и других материалов. Кожухи внутри облицовываются слоем звукопоглощающего материала. Для значительного снижения шума агрегат заключают в два самостоятельных кожуха с воздушной прослойкой 8-10 см. Кожух имеет звукоизоляцию 25-30 дБ.

Если шумные агрегаты не могут быть звукоизолированы, то следует предусматривать звукоизолированные кабины для обслуживающего персонала, которые представляют собой отгороженный пульт дистанционного управления. Окна кабины выполняются с двойным остеклением из утолщенного стекла и обеспечивают необходимый обзор; двери должны иметь тамбур; вводы кабелей и трубопроводов должны быть тщательно загерметизированы; внутренние поверхности желательно облицевать звукопоглощающим материалом.

Звукопоглощение применяют для уменьшения количества отраженных звуковых волн в помещении, где расположен источник шума.

Акустический режим в помещении обуславливается шумовыми характеристиками оборудования, количеством источников шума и акустическими свойствами помещения. При одновременной работе нескольких источников шума воздействующая на человека звуковая энергия суммируется с использованием данных табл. 4.6.

Таблица 4.6

Суммирование звуковой энергии

Разница между двумя уровнями шума, дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Добавка к большему уровню, дБ	3	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

Допустим, нужно знать суммарный уровень звукового давления сигналов, равных 100, 98, 95 дБ. Определим первую разность $100-98 = 2$ дБ. Величине два соответствует добавка 2,1 дБ. Суммарный уровень двух сигналов будет 102,1 дБ. Определяют следующую разность уровней $102,8-95 = 7,8$ дБ, а затем добавку – 0,8 дБ. Общий уровень возрос до 102,8 дБ. Следующую добавку определять не имеет смысла, так как все действия с децибелами производятся в пределах их целых значений. Таким образом, суммарный уровень трех сигналов составит 103 дБ, т.е. возрастет всего на 3 дБ против наибольшего.

Обычные производственные помещения обладают малым звукопоглощением. Его величина A находится в метрических эбинах из выражения

$$A = 0,35\sqrt[3]{V^2}, \tag{4.7}$$

где V – объем помещения, м³.

Но если будет проведена его акустическая обработка и величина звукопоглощения возрастет до A_2 , то уровень шума снизится на величину

$$L = L_1 - 10 \lg \frac{A_2}{A_1}. \tag{4.8}$$

В реальных условиях уровень шума звукопоглощением может быть снижен на величину не более 10 дБ.

Способы снижения шума звукопоглощением вытекают из формулы

$$A = \alpha \cdot S, \quad (4.9)$$

где S – площадь ограждающих конструкций, м^2 ,

α – коэффициент звукопоглощения ограждающих конструкций.

Другими словами, величину звукопоглощения можно увеличить за счет большей площади ограждающих поверхностей или за счет увеличения звукопоглощающей способности используемых для облицовки поверхностей материалов. Площадь ограждающих поверхностей увеличивается за счет применения так называемых штучных поглотителей, которые представляют собой звукопоглощающие конструкции в виде отдельных конусов, шаров и других фигур простой формы, выполненных из пористых акустических плит либо из перфорированного материала с заполнением объема звукопоглощающим материалом, обернутым в стеклоткань. В помещении они располагаются по возможности ближе к источнику шума на расстоянии между собой, равном четырем размерам поглотителя.

Конструкции и материал звукопоглощающих облицовок выбирают, исходя из частотной характеристики шума в помещении и звукопоглощающих свойств материала. Необходимо учитывать технологические, гигиенические, эстетические и противопожарные требования к материалу поглотителя. На практике используют два основных вида звукопоглощающих облицовок: акустические плиты и перфорированные конструкции с пористым наполнителем. Характеристики звукопоглощающих конструкций приведены в СНиП П-12-77 (Защита от шума. Нормы проектирования). Акустические плиты имеют высокий коэффициент звукопоглощения, но малую прочность, поэтому их применяют на потолки и верхние части стен. В производственных помещениях облицовки стен обычно делают из перфорированных металлических, древесно-волоконистых, асбоцементных или фанерных листов с пористым наполнителем. Перфорация выполняется в виде

щелей или круглых отверстий. Заполнителем служат стекло, шлако- или минеральная вата или другие подобные материалы.

Виброизоляция – это ослабление передачи колебаний от агрегата - конструкции здания. Ослабление осуществляется за счет использования между агрегатом и конструкцией здания упругих элементов – виброизоляторов.

Виброизоляторы бывают пружинные, из упругих материалов и пружинно-резиновые. Высокочастотные вибрации (при частоте оборотов машины свыше 2000 об/мин) гасят виброизоляторами, выполненными из упругих материалов – резины, пробки, войлока. При низкочастотных вибрациях такие виброизоляторы зачастую не только не гасят вибрации, а иногда даже и усиливают, поэтому используют пружинные виброизоляторы.

Для того чтобы обеспечить виброизоляцию, в каждом конкретном случае необходимо произвести расчет упругих элементов, методика которого достаточно проста.

Вибропоглощение – это способ уменьшения вибрации вследствие увеличения потерь энергии в системе. Это происходит вследствие нанесения на металлическую поверхность слоя материала с большой внутренней вязкостью. При этом колебательная энергия, передаваемая вибрирующей деталью или пластиной в воздух и воспринимаемая как шум, трансформируется в тепловую. Ослабление шума особенно эффективно в области резонансных совпадений, вследствие которых появляются дополнительные дребезжащие и звенящие звуки. Этот способ успешно применяется при использовании тонкостенных конструкций толщиной не более 6-8 мм и в области высоких частот.

Вибропоглощение осуществляется с помощью никелировки металлических поверхностей, создания слоистых металлических конструкций (сталь – свинец – сталь), нанесения на металлическую поверхность свинцовой фольги, оклейки поверхностей толем или рубероидом, обмотки асбестовым пух-шнуром, нанесения специальных мастик. Оптимальная толщина покрытия составляет 3-5 толщин материала, на который она наносится. Максимальная величина снижения шума этим способом не превышает 10-15 дБ.

4.2.4. Оптимизация осветительных условий

Эффективность использования искусственного освещения зависит от правильного в условиях эксплуатации выбора светильников и ламп [1, 11]. Предполагается, что первоначальное устройство эксплуатируемых электроосветительных установок соответствовало строительным нормам и правилам. Такое положение бывает в действительности только в относительно новых электроосветительных установках. Под воздействием условий среды и времени даже при правильной эксплуатации светильники и источники света со временем резко снижают свои показатели. Старые осветительные установки, как правило, не обеспечивают требуемого нормами уровня освещенности и качества света, поэтому в условиях эксплуатации приходится осуществлять частичную или полную их реконструкцию.

Большое значение для экономного расходования электроэнергии имеет рациональное размещение светильников в производственном помещении как в плане, так и по высоте. Это один из основных вопросов, который решается при проектировании электрического освещения.

Источники света, используемые для искусственного освещения

Газоразрядные лампы – это лампы, в которых свет возникает в результате электрического разряда в газе, парах металлов или в смеси газа с парами. К ним относятся лампы люминесцентные, дуговые ртутные (ДРЛ), дуговые ртутные с йодидами металлов (ДРИ), ксеноновые и др.

Люминесцентные лампы (Л.Л.) характеризуются высокой световой отдачей, благоприятным для зрения спектральным составом света, большим сроком службы.

Лампы ДРЛ по сравнению с лампами накаливания обладают рядом существенных преимуществ, основным из которых является высокая световая отдача.

По спектральному составу излучение лампы ДРЛ значительно отличается от люминесцентного. При освещении лампами ДРЛ усиливается интенсивность зеленых и голубых тонов, а также резко ис-

кажется цветопередача ряда других тонов. В связи с этим лампы ДРЛ можно применять только для наружного освещения и в таких производственных помещениях, в которых выполняемая работа не требует правильной цветопередачи и не связана с различением цветов, например в высоких цехах (от 12 до 18 м) машиностроительной, металлургической промышленности, судостроении и т. п.

Лампы ДРЛ можно с успехом применять для освещения горячих цехов; для цехов, где выполняются работы, требующие общего наблюдения за ходом технологического процесса, при грубых работах, а также при работах средней точности, не требующих большого напряжения зрения.

Лампы ДРИ называют также металлогалогенными лампами (МГЛ) или ртутно-галогенными. Они характеризуются высокой светоотдачей (до 100 лм/Вт) и лучшим спектральным составом света, но их срок эксплуатации существенно меньше, чем ламп ДРЛ.

Дуговые ксеноновые трубчатые лампы (ДКсТ) отличаются спектральным составом света, наиболее близким к естественному дневному, и наибольшей из всех источников света единичной мощностью, но имеют низкую световую отдачу и ограниченный срок службы.

Ксеноновые лампы применяются для наружного архитектурного освещения зданий и площадей, для освещения проездов, территорий промышленных предприятий и т.д.

В последние годы появился широкий ассортимент светодиодных ламп. Они обладают высокими светотехническими характеристиками, но большого распространения в промышленности не нашли вследствие дороговизны.

Выбор источника света определяется комплексом факторов, основные из которых – характер работы, условия среды и размеры помещения.

Газоразрядные лампы должны, как правило, применяться в следующих случаях:

- для общего освещения помещений с работами разрядов I – VIII;
- для общего освещения помещений с недостаточным или отсутствующим естественным освещением (кроме складов и помещений с

периодическим наблюдением за оборудованием или механизированным процессом);

– в системе комбинированного освещения;

– для общего освещения в общественных, административных и других зданиях, кроме вспомогательных помещений.

Рекомендации по выбору источников света приведены в отраслевых нормах по эксплуатации осветительных установок.

Осветительные приборы, применяемые при искусственном освещении

Светильником принято считать осветительный прибор, осуществляющий перераспределение светового потока внутри значительных телесных углов.

Светильник состоит из лампы и арматуры.

Светотехническими характеристиками светильников являются их кривые силы света, соотношение потоков, излучаемых в нижнюю и верхнюю полусферы, коэффициент полезного действия и защитный угол (рис. 4.5).

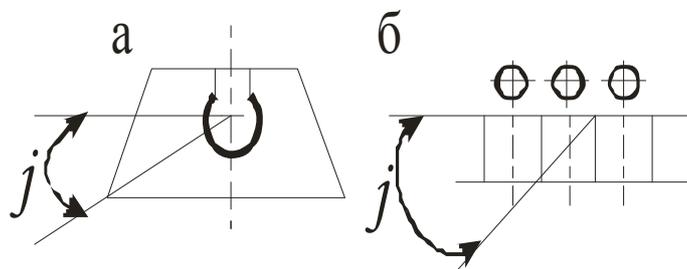


Рис. 4.5. Защитный угол светильника:

а) светильник с лампой накаливания; б) светильник с люминесцентной лампой

Светильники разделяют на классы в зависимости от того, какую долю всего светового потока светильника составляет поток нижней полусферы. Светильники относятся к классу прямого света (П), если эта доля больше 80 %, преимущественно прямого света (Н), если она составляет 60-80 %; рассеянного света (Р) – 40-60 %; преимущественно отраженного света (В) – 20-40 %; отраженного света (О) – не менее 20 %. Светильники классифицируются также по степени защиты от пыли, воды и взрыва.

Выбор светильников производится на основе учета светотехнических, экономических, в том числе энергетических, связанных с условиями среды, и эстетических требований.

Светильники прямого света применяют в высоких цехах, при плохо отражающих потолках и в тех случаях, когда не требуется освещения оборудования, расположенного на уровне светильников или выше их. При ограниченной высоте и достаточно хорошо отражающих перекрытиях, а также при необходимости освещения высоко расположенных поверхностей используют светильники преимущественно прямого и рассеянного света. Для административно-конторских помещений выбирают светильники от преимущественно прямого до рассеянного и преимущественно отраженного света.

В помещениях высотой 12-18 м используются светильники концентрированного распределения с лампами ДРЛ. Для освещения невысоких помещений (6-8 м) рационально использовать диффузные светильники с люминесцентными лампами. Конструкция подвесных потолков и условия технологии термоконтактных цехов прецизионного станкостроения требуют использования для их освещения встроенных светильников типа Л.Л.

В основных металлургических цехах целесообразно использовать светильники глубокого, а иногда и концентрированного светораспределения. Во вспомогательных цехах применяют светильники глубокого, косинусного или полуширокого светораспределения.

В высоких сталеплавильных, прокатных, электролизных и литейных цехах применяют глубокоизлучатели различных типов.

При выборе светильников по условиям среды обязательны требования к исполнению их в пожароопасных и взрывоопасных помещениях.

Основные принципы организации совмещенного освещения

Совмещенное освещение – освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Совмещенное освещение помещений производственных зданий

допускается предусматривать в следующих случаях:

– для производственных помещений, в которых выполняются работы 1 и 11 разрядов;

– для производственных и других помещений, когда по условиям технологии, организации производства или климата в месте строительства требуются объемно-планировочные решения, которые не позволяют обеспечить нормированные значения К.Е.О. (многоэтажные здания большой ширины, одноэтажные многопролетные здания с пролетами большой ширины и т. п.).

Дополнительная искусственная освещенность находится по следующим формулам:

– для бокового естественного освещения $E_{\text{доп}} = 500 e_{\text{мин}}^{\bar{\rho}}$;

– для верхнего естественного освещения $E_{\text{доп}} = 500 e_{\text{ср}}^{\bar{\rho}}$,

где $e_{\text{мин}}^{\bar{\rho}}$ и $e_{\text{ср}}^{\bar{\rho}}$ – минимальное и среднее значения коэффициентов естественной освещенности соответственно зон с недостаточным естественным светом.

В помещениях, где предусматривается совместное освещение, есть зоны с недостаточным естественным освещением, поэтому возникает необходимость в искусственном освещении, которое дополняло бы недостающее естественное. При совместном освещении помещения целесообразно разделить на две зоны: первая с достаточным естественным освещением, вторая – с недостаточным (рис. 4.6).

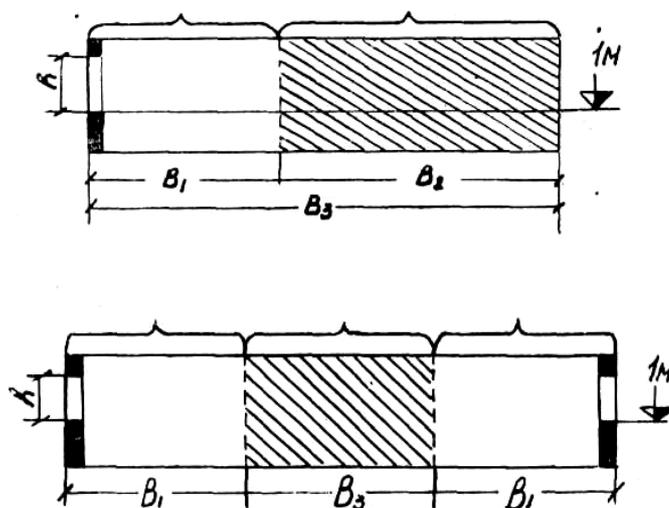


Рис. 4.6. Зоны с достаточным и недостаточным освещением:

B_1 – глубина первой зоны; B_2 – глубина второй зоны; B_3 – глубина помещения

Для зоны с недостаточным естественным освещением необходимо рассчитать дополнительное искусственное освещение, величина которого удовлетворяла бы нормам для искусственного освещения.

Общее дополнительное искусственное освещение помещений, предназначенных для постоянного пребывания людей, должно обеспечиваться газоразрядными лампами. Применение ламп накаливания допускается в отдельных случаях, когда по условиям технологии использование газоразрядных источников света нецелесообразно.

4.2.5. Мероприятия по защите работающих от воздействия на организм человека электромагнитных излучений

Ослабления мощности электромагнитного поля на рабочем месте можно достигнуть путем увеличения расстояния между источником излучения и рабочим местом; уменьшения мощности излучения генератора, а также установки отражающего или поглощающего экранов между источником и рабочим местом; применением индивидуальных средств защиты [1, 11]. Наиболее эффективным и часто применяемым из названных методов защиты от электромагнитных излучений является установка экранов. Экранируют либо источник излучения, либо рабочее место. Экраны бывают отражающие и поглощающие.

Защитное действие обусловлено тем, что экранируемое поле создает в экране токи Фуко, наводящие в нем вторичное поле, по амплитуде почти равное, а по фазе противоположное экранируемому полю. Результирующее поле, возникающее при сложении этих двух полей, очень быстро убывает в экране, проникая в него на незначительную величину.

При работе с ЭВМ, с целью обеспечения на рабочем месте предельно допустимых уровней электромагнитных излучений, экран дисплея должен находиться от пользователя на расстоянии не менее 500 мм (оптимальное расстояние – 600-700 мм), которое должно соблюдаться в процессе работы.

Для защиты работающих соседних рабочих мест рабочие столы с ПК следует размещать так, чтобы расстояние между тыльной поверх-

ностью одного дисплея и экраном другого было не менее 2 метров, а расстояние между боковыми поверхностями корпуса дисплеев соседних рабочих мест – не менее 1,2 м.

Для этой цели рекомендуется также устанавливать между рабочими столами специальные защитные экраны, имеющие покрытие, поглощающее низкочастотное электромагнитное излучение.

5. УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

5.1. ЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

Современное производство характеризуется широким использованием машин и механизмов, значительно улучшающих и облегчающих условия труда человека [1, 11].

Вместе с тем эксплуатация машин и механизмов сопряжена с определенной опасностью для рабочих, обслуживающих эти машины и участвующих в производственном процессе.

Обеспечение безопасности работников необходимо предусматривать в процессе проектирования оборудования. Машины и механизмы должны быть снабжены всеми необходимыми защитными устройствами в органической связи с узлами оборудования и его эстетическим оформлением.

Под защитными понимаются устройства, исключаящие травмирование и вредное воздействие оборудования на организм человека.

5.1.1. Понятие об опасной зоне и классификация защитных устройств

Опасной зоной называется пространство, в котором постоянно действуют или периодически возникают факторы, опасные для здоровья и жизни человека (пространство около открытых токоведущих частей; пространство, в котором действуют опасные для здоровья из-

лучения; пространство, определяющее границы вращения или перемещения различных частей, и т. п.) [1, 11].

Опасная зона может быть резко ограниченной (например, между сходящимися венцами зубчатых колес) и изменять свои размеры (например, зона действия потока стружки при точении и фрезеровании хрупких металлов в зависимости от направления подачи).

Задача конструктора при проектировании нового и модернизации существующего оборудования состоит в обеспечении его устройствами, исключающими возможность случайного попадания человека в опасную зону.

Защитные устройства, устраняющие такую опасность, подразделяются на 5 групп.

1. Оградительные устройства, не допускающие в процессе работы случайных прикосновений к приводным и передаточным звеньям, к токоведущим частям оборудования и защищающие от воздействия вредных излучений.

2. Предохранительные устройства и блокировки. Их задачей является автоматическое устранение аварии вследствие нарушения технологического процесса, нештатной работы оборудования, перегрузки, перехода движущихся частей за установленные границы, а также отключение машины при открытом или снятом ограждении.

3. Удерживающая, тормозная техника и буферные устройства. Удерживающие устройства предназначены для длительного удержания движущихся частей, тормозные – для кратковременного, буферные – для смягчения ударов движущихся частей.

4. Дистанционное управление машинами, позволяющее вывести человека из опасной зоны, и сигнализация безопасности, предупреждающая его о наступающей опасности. В промышленности нашли широкое распространение пять систем дистанционного управления:

– механическая, посредством рычагов, тросов, цепей и манипуляторов;

– пневматическая, осуществляемая открыванием кранов на воздушной магистрали;

- гидравлическая, основанная на применении жидкости под давлением;
- электрическая;
- комбинированная, представляющая собой сочетание ранее указанных систем.

5. Специальные средства безопасности – средства механизации ручных операций, защиты от шума и вибрации, вредных выделений, система и расположение органов управления, эстетическое оформление механизмов и машин и т.д.

5.1.2. Классификация оградительных устройств

Части оборудования и отдельные зоны машин, представляющие опасность, снабжаются оградительными устройствами [1, 11].

По конструктивному оформлению ограждения бывают неподвижные (для изоляции движущихся частей машин и механизмов, токоведущих частей оборудования, зон высоких температур и вредных излучений) и периодически открываемые в процессе работы для выполнения вспомогательных операций.

Оградительные устройства на движущиеся части оборудования выполняются из сплошного материала, а также в виде решеток или сеток. Размер ячеек в сетчатом ограждении или ширина щели между элементами решетки определяется из следующего выражения:

$$b = 0,1l + 5 \text{ мм}, \quad (5.1)$$

где b – ширина щели или ячейки, мм;

$l \leq 500$ мм – расстояние от ограждения до опасной зоны, мм.

Ограждения, периодически открываемые во время работы, должны:

- не снижать производительность труда и качество обработки;
- не ухудшать условий наблюдения за работой;
- быть достаточно прочными;
- обеспечивать удобство обращения;
- обеспечивать условия наибольшей безопасности (отражать как можно больше опасностей и вредностей).

Наилучшие условия наблюдения за работой имеют место, когда ограждение выполнено из прозрачного материала, не теряющего прозрачности под воздействием, например, стружки и смазочно-охлаждающих жидкостей, а его конструкция позволяет осуществлять освещение места работы, минуя ограждение.

5.1.3. Классификация предохранительных устройств и блокировок

В процессе эксплуатации механизмов и машин неизбежны кратковременные нарушения режима работы, причиной которых могут быть препятствия на пути движущихся частей машины, повышение сил трения, увеличение потерь в механизмах и т.п. Результатом этих нарушений может быть авария [1, 11].

Для предотвращения аварий в машинах и механизмах применяют предохранительные устройства, которые ограничивают передаваемые силу, крутящий момент или ход движущихся частей машины.

Для обеспечения надежности срабатывания предохранительные устройства, ограничивающие силу и момент, располагают в непосредственной близости к месту приложения нагрузки.

Предохранительные устройства, ограничивающие передаваемую силу, применяются в элементах привода, осуществляющего прямолинейное, возвратно-поступательное и другие периодические движения. Принцип их работы основан на уравнивании действующих сил силами упругости чувствительных элементов, чаще всего пружин.

Предохранительные устройства, ограничивающие ход движущихся частей машины, делятся на две группы: контактные и бесконтактные.

Контактные устройства могут быть механическими, состоящими из жесткого упора и предохранительной муфты, и электромеханическими, состоящими из кулачка и концевого выключателя, размыкающего электрическую цепь.

По способу восстановления работоспособности после выключения, предохранительные устройства делятся на три группы: с автоматиче-

ским восстановлением работоспособности (кулачковые, шариковые, фрикционные и другие предохранительные муфты); с ручным восстановлением работоспособности (механизм падающего червяка); с заменой части или всего предохранителя новым (срезные предохранители).

По характеру действия предохранительные устройства также разделены на три группы: прекращающие поток энергии (срезные штифты и шпонки, падающие червяки), поглощающие поток энергии и преобразующие ее в другой вид (фрикционные муфты), аккумулирующие энергию и возвращающие ее в объект защиты после перегрузки или в процессе срабатывания (кулачковые, шариковые и другие предохранители).

Блокировки по своему назначению разделяются на две основные группы: устройства, блокирующие машину, и устройства, блокирующие оператора. Блокирование машины заключается в обеспечении невозможности ее работы при открытом или снятом ограждении, а блокирование оператора – в заблаговременном отводе его рук из рабочей зоны действующей машины, когда там возникает опасность травмирования.

Для обеспечения невозможности пуска и автоматического останова электродвигателя машины при открывании или снятии ограждения обычно используют конечные выключатели, контакты которых замкнуты лишь при закрытом положении ограждения, т.е. дверка ограждения нажимает на штифт конечного выключателя, утапливает его и замыкает контакты.

Блокирование оператора является менее совершенным способом защиты. Осуществляется он обычно с помощью рукоустранителей или применением двухручного включения.

5.1.4. Классификация тормозных и буферных устройств

Для обеспечения безаварийной и безопасной эксплуатации подающее число машин и механизмов снабжается тормозными устройствами [1, 11].

Отсутствие тормозов приводит к тому, что рабочий останавливает движущийся элемент, накладывая руки на вращающуюся часть, что опасно и может привести к травмированию.

К тормозным устройствам предъявляются следующие требования: обеспечение достаточного тормозного момента и плавности торможения, быстрое замыкание и размыкание; удобство осмотра, регулирования и замены износившихся деталей; минимальный износ трущихся деталей, минимальные габариты и вес, и др.

Машины и механизмы снабжаются колодочными, ленточными, дисковыми и коническими тормозами, которые по принципу действия подразделяются на автоматические, т.е. действующие независимо от обслуживающего персонала, и управляемые с помощью педалей или рукояток.

5.1.5. Классификация сигнальных устройств

Сигнализация безопасности является средством предупреждения работников о наступающей опасности. К сигнальным устройствам относят светоцветные, звуковые сигналы и различные индикаторы, указывающие положение узлов, скорость их перемещения, нагрузки, температуру и другие параметры [1, 11].

Все виды технологического оборудования, оснащенные отдельно расположенными станциями управления, должны иметь сигнализацию о подаче напряжения в цепь управления электроприводом.

В системах предупредительной сигнализации должны применяться параллельно включаемые звонки и лампы. На машинах, создающих повышенный шум, применяются, в основном, световые сигналы (пульсирующий и направленный свет), а на машинах с низким уровнем шума – звуковые сигналы.

Сигнальные приборы, информирующие о технологических неполадках, являются световыми в виде ламп или световых табло, монтируемых на пульте управления.

Основными типами индикаторов в машинах являются устройства с неподвижной шкалой и неподвижной стрелкой, счетчики, лимбы. Каждый из них может применяться лишь в том случае, если он, во-первых, в процессе передачи информации от машины к человеку почти полностью или полностью исключает ошибки, а расшифровку

сводит к минимуму, во-вторых, если он обеспечивает оптимальный поток информации, поступающей к оператору, и исключает информацию, без которой оператор может обойтись.

В зависимости от решаемой задачи индикаторы используются в следующих случаях:

1) для коллективного чтения, т.е. тогда, когда необходимо передать информацию в виде абсолютных значений управляемых величин (давление, скорость и т.д.);

2) для контрольного чтения, т.е. для работы по системе «да – нет» (работает ли система смазки, включена ли муфта и т.п.);

3) для качественного чтения или слежения, т.е. когда необходимо передать информацию о направлении показаний (уменьшение или увеличение давления, нагрузки, скорости и т.п.);

4) для передачи информации в машину (например, настройка станка для выполнения заданного вида работы, установка хода ползуна прессы и т.д.).

Рекомендации по выбору типа индикаторов приведены в табл. 5.1. В ней знаком «+» обозначено наиболее приемлемое решение; знаком «-» – неприемлемое решение; 0 – приемлемое, но не вполне удовлетворительное решение.

Таблица 5.1

Выбор типа индикатора

Назначение индикатора	Индикаторы		
	с неподвижной шкалой и неподвижной стрелкой	с подвижной шкалой и неподвижной стрелкой	Счетчик
Количественное чтение	0	0	+
Контрольное чтение	+	-	-
Качественное чтение	+	0	-
Передача информации	+	0	+

Предупредительную сигнализацию целесообразно применять в сочетании с оградительными, предохранительными и другими устройствами, автоматически устраняющими опасность.

5.1.6. Область применения органов управления

Проектирование органов управления начинается с выбора системы управления машиной (автоматической, ручной или смешанной) [1, 11]. Критерием для выбора служит ряд условий, основные из которых – надежность в работе, удобство в обслуживании, оптимальное количество органов управления, защита машины от аварий, а оператора от травматизма при перегрузках или ошибочных действиях. Под удобством обслуживания понимается то, что система должна обеспечивать минимальные затраты времени на выполнение операций управления, антропометрическое соответствие, небольшую затрату физических сил при манипулировании органами управления, рациональное расположение органов управления, избавляющее оператора от излишнего напряжения памяти и внимания.

Все органы управления на рабочем месте следует размещать на высоте 100-160 см над уровнем поля при обслуживании стоя и на высоте 60-120 см при обслуживании сидя.

В зависимости от назначения органы управления подразделяют на четыре основные группы:

- 1) включения и выключения, осуществляющие пуск и останов машины (кнопки, педали, рукоятки и рычаги);
- 2) переключения с одного вида работы на другой (рукоятки, штурвалы);
- 3) регулирования (рукоятки, штурвалы, кнопки, верньеры);
- 4) аварийные органы управления, требующие минимального времени срабатывания (рычаги, кнопки для нажатия ладонью).

Кнопки применяются для наиболее быстрого и простого переключения. Чем быстрее должно быть совершено действие кнопкой или чем чаще она употребляется, тем больше должен быть ее размер. При включении они должны утапливаться со щелчком, а приводное усилие не должно превышать 2-3 Н. Кнопка «стоп» должна быть выступающей, а все другие – утопленными (для предохранения от случайных нажатий).

Рычаги применяются для быстрого движения и переключения

при коротком рабочем ходе, средних и больших усилиях. Усилие для привода в действие рычагов должно находиться в пределах 6-40 Н. Рукоятки рычагов выполняются либо грушевидными (коническими) длиной 90-100 мм и диаметром 35 мм, либо шарообразными диаметром 40-50 мм.

Вращающиеся рукоятки применяются при быстром вращении и большой нагрузке. По отношению к оператору рукоятки могут иметь лобовое, вертикальное, горизонтальное или боковое расположение. Форма их обычно грушевидная длиной около 90 мм. Усилие для вращения рукоятки при частом пользовании должно быть не более 40 Н.

Маховики и штурвалы применяются при малом и среднем числе оборотов, точной установке и средней нагрузке. Маховики регуляторов должны иметь пологоволнистую наружную поверхность и диаметр 60-80 мм. Усилие для их вращения не должно превышать 40 Н.

Штурвалы любых размеров для ручного привода вспомогательных механизмов должны иметь обод крупного сечения диаметром 15-30 мм с волнообразной поверхностью или спицы для упора пальцев.

Нельзя допускать вращение маховиков, штурвалов и рукояток при механическом приводе. В качестве устройства, исключаяющего механическое вращение ручных органов управления, может служить разъемная муфта.

Ножное управление оборудованием вызывается технически оправданной необходимостью одновременного действия рукой и ногой. При этом сокращается время на управление и облегчается работа рук. Конструктивно педали могут быть оформлены в виде рычагов, планок и кнопок, расположенных горизонтально, наклонно или вертикально. Положение оси педали следует определить с таким расчетом, чтобы длина рабочих плеч при нажатии на педаль изменялась как можно меньше (рис. 5.1).

Нажатие на педаль должно осуществляться средней частью ступни с усилием до 27 Н при работе сидя и до 35 Н при работе стоя. Размеры педали должны быть не менее 69×80 мм.

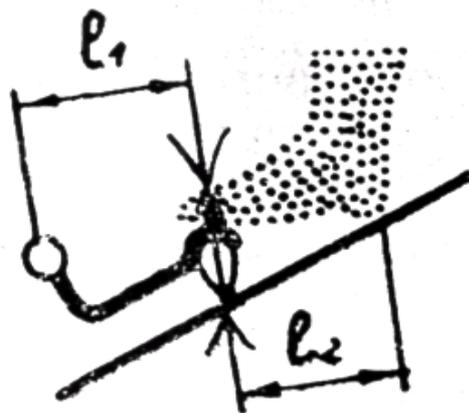


Рис. 5.1. Положение оси педали

Рабочее положение органов управления или направление их перемещения в процессе работы выбираются в соответствии со следующими правилами:

1) повороту рукоятки или маховика по часовой стрелке, перемещению рычага вверх от себя, вправо, нажатию верхних, средних или правых кнопок должны соответствовать движения узла вперед, вверх, вправо, а также положения «пуск», «включено», «увеличение», «подъем», «открытие»;

2) перемещению рукояток и маховиков в противоположном направлении или нажатию нижних, задних или левых кнопок должны соответствовать, движения узла назад, вниз, влево и положения «стоп», «выключено», «уменьшение», «закрытие»;

3) нажатием педали достигаются положения «включено» «увеличение», а освобождением – «выключено», «уменьшение».

Расстояние между отдельными органами управления необходимо выбирать на основании следующих данных: расстояние между краями кнопок должно быть не менее 13 мм при последовательном и не менее 50 мм при выборочном пользовании; расстояние между тумблерами – 25 мм для последовательного и 50 мм для периодического пользования; расстояние между рычагами и рукоятками должно быть примерно равно 125 мм, а между краями соседних маховичков – не менее 75 мм. Просвет между расположенными рядом педалями не должен быть меньше 50 мм.

5.1.7. Форма корпуса и цветное оформление механизмов и машин

Для придания корпусу машины или механизма безопасных форм и свойств необходимо решить следующие вопросы [1, 11]:

- 1) исключить удары о выступы корпуса;
- 2) предупредить придавливание при монтаже оборудования;
- 3) исключить опасные вибрации и опрокидывание оборудования;
- 4) предусмотреть удобное и безопасное удаление отходов производства;
- 5) использовать корпус для придания оборудованию безопасных свойств.

Выступающие углы и выступы корпуса могут являться серьезной опасностью. Известны случаи травматизма, когда при закреплении гайки срывался ключ, и рука работающего или его тело налетали на выступ. Поэтому форма корпуса должна быть без острых углов, кромок и выступов.

Для устранения несчастных случаев от придавливания и облегчения установки в корпусе необходимо предусматривать выступы или рым-болты, которые давали бы возможность надежно ухватиться за корпус или надежно его поддеть.

При вибрациях, вызванных недостаточной жесткостью и устойчивостью станка, могут произойти отбрасывание или падение различных предметов, находящихся на корпусе оборудования или самой машины, которые могут нанести работающему повреждения. Поэтому оборудование необходимо проектировать таким образом, чтобы положение центра тяжести было как можно более низкое. Безопасность и удобство механизмов и машин достигаются приданием наклона поверхностям с целью удаления отходов производства. Наклон дается в ту сторону, откуда наиболее удобно удалять эти отходы.

Придание корпусу безопасных свойств заключается в использовании стенок корпуса в качестве ограждения различных опасных частей (передаточных механизмов, токоведущих частей и т.п.). При этом достигается и наибольшая компактность. Однако доступ к за-

крываемым частям не должен быть затруднен: корпус необходимо снабжать легко открывающимися дверцами.

При наличии в корпусе токоведущих частей на нем предусматривают болт для присоединения заземляющих устройств.

Для предупреждения несчастных случаев, связанных с неосторожностью и невнимательностью, эффективным средством является цветовое оформление машин и механизмов. Исходя из требований безопасности, применяются следующие основные показатели цветового оформления машин и механизмов:

- цвет корпуса;
- цвет наружной и внутренней поверхностей оградительных устройств;
- цвет рукояток и кнопок управления;
- цветовое оформление места присоединения заземления;
- цвет масленок и малозаметных мест смазки;
- цвет неогражденных частей.

Корпуса оборудования и наружные поверхности ограждений рекомендуется окрашивать в светло-зеленые и зелено-голубые цвета.

Место присоединения заземления оформляется так: на черном фоне светлыми блестящими буквами делается надпись «заземление».

Для остальных устройств предусмотрена система унифицированных сигнальных цветов:

1) красный – запрещающий, сигнализирующий о непосредственной опасности, указывающий устройства для прерывания процесса или движения – применяется на внутренних поверхностях ограждающих устройств, как фон для быстро перемещающихся деталей и механизмов, на рукоятках выключения;

2) желтый – предупреждающий о необходимости внимания, область применения – кромки оградительных устройств в местах, не укрывающих ограждаемый объект, малозаметные места смазки, рукоятки переключения и ускоренного хода;

3) зеленый – разрешающий, сигнализирующий о безопасности, применяется на рукоятках включения.

5.2. МЕРЫ ПО РАЗРАБОТКЕ БЕЗОПАСНОЙ КОНСТРУКЦИИ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

Разработка безопасной конструкции машины является первым и наиболее важным шагом в процессе снижения степени риска, так как она эффективно обеспечивает безопасность в то время, когда даже хорошо спроектированные средства защиты, как показывает опыт, могут выходить из строя или повреждаться [1, 11].

Меры по разработке безопасных конструкций позволяют устранять опасности и снижать степень риска благодаря оптимизации конструкции машины и (или) улучшению взаимодействия между обслуживающим персоналом и машиной.

5.2.1. Анализ влияния геометрических и физических факторов машины на безопасность

К геометрическим факторам относятся:

– проектирование формы машины таким образом, чтобы в максимальной степени обеспечивать прямой обзор рабочего пространства и опасных зон с пункта управления;

– форма и относительное положение частей механических компонентов должны обеспечивать исключение опасности раздавливания и ранения путем увеличения минимального промежутка между подвижными частями таким образом, чтобы рассматриваемая часть тела могла «входить» в этот промежуток безопасно, или путем уменьшения зазора так, чтобы ни одна из частей тела не могла попасть в этот промежуток;

– исключение острых кромок и углов, выступающих частей. В частности, с кромок из листового металла должны быть сняты заусенцы, и, кроме того, кромки необходимо отбортовать или зачистить, открытые концы трубок, которые могут стать причиной «захвата», следует закрывать;

– конструирование формы машины, обеспечивающее соответствующее рабочее место и доступность органов ручного управления (исполнительных механизмов).

К физическим факторам относятся:

– ограничение исполнительного усилия до достаточно малой величины так, чтобы движущаяся часть машины не создавала механической опасности;

– ограничение массы и (или) скорости подвижных элементов для уменьшения их кинетической энергии;

– ограничение эмиссий путем воздействия на характеристики их источников:

– меры по снижению шума, создаваемого его источником;

– меры по снижению вибрации, создаваемой его источником (например, балансировка, изменение частоты и амплитуды перемещений для переносных машин и т.п.);

– меры по снижению эмиссии опасных веществ, например, включающие использование менее опасных веществ или использование технологических процессов, уменьшающих распыление;

– меры по снижению излучения (например, исключающие применение источников опасного излучения, проектирование источника так, чтобы пучок излучения концентрировался на мишени, увеличение расстояния между источником излучения и оператором и т.п.).

5.2.2. Выбор соответствующего технологического оборудования

Риски, возникающие при ведении технологического процесса, могут быть снижены посредством выбора соответствующего оборудования, например:

а) в машинах, предназначенных для эксплуатации во взрывоопасных средах, следует использовать:

– полностью автоматизированную пневматическую или гидравлическую систему управления и исполнительные механизмы;

– электрооборудование во взрывобезопасном исполнении;

б) для особо опасных материалов (растворителей) – оборудование, гарантированно поддерживающее температуру на уровне значительно ниже температуры воспламенения этих материалов;

в) во избежание высокого уровня шума – альтернативное оборудование:

- вместо пневматического оборудования – электрооборудование;
- вместо механического оборудования для резки – оборудование для резки водной струей.

5.2.3. Применение принципа положительного механического воздействия одного элемента машины на другой

Если один приводной механический элемент перемещает вместе с собой другой элемент в результате прямого контакта или через жесткие связи, то эти элементы считаются положительно связанными. Примером этого является операция положительного размыкания коммутационных устройств в электрической цепи.

5.2.4. Обеспечение устойчивости машин и механизмов

Машины следует проектировать так, чтобы они обладали достаточной устойчивостью, позволяющей использовать их в установленных условиях.

Факторы, которые следует учитывать:

- геометрия основания;
- равномерное распределение массы и нагрузки;
- динамические силы, связанные с перемещениями частей машин, самих машин или элементов, удерживаемых машинами, которые могут создавать момент опрокидывания;
- вибрация;
- колебания центра тяжести;
- характеристики опорной поверхности в случае перемещения или установки в разных местах (например, на земле, на наклонной поверхности и т.п.);
- внешние силы (например, давление ветра, усилия рук и т.п.).

Устойчивость должна рассматриваться на всех этапах жизненного цикла машин, включая обслуживание, перемещение, установку, эксплуатацию, вывод из эксплуатации и демонтаж.

5.2.5. Конструирование пневматического и гидравлического оборудования машин

При конструировании пневматического и гидравлического оборудования машин следует выполнять следующие требования:

- исключение превышения максимально допустимого давления (например, с помощью предохранительных клапанов);
- исключение возникновения опасных ситуаций при падении или повышении давления, при разгерметизации системы и т.п.;
- исключение выбросов опасной жидкости или внезапных опасных перемещений шлангов при утечке или повреждениях элементов системы;
- соответствие конструкции воздухосборников, воздушных баллонов и т.п. правилам проектирования этих элементов;
- защита всех элементов оборудования, особенно трубопроводов и шлангов, от опасных внешних воздействий;
- обеспечение, по возможности, автоматической безопасной разгерметизации всех емкостей, находящихся под давлением, например, баллонов, пневмоаккумуляторов и т.п., при отключении машины от источника энергоснабжения. Если это невозможно, должны быть предусмотрены средства для их изоляции, локального сброса давления и индикации остаточного давления;
- снабжение всех элементов, остающихся под давлением после отключения машины от источника энергоснабжения, четко идентифицированными устройствами сброса давления и предупредительными табличками, указывающими на необходимость разгерметизации этих элементов перед наладкой или техническим обслуживанием машины.

При рациональной конструкции системы управления машинами можно избежать непредвиденных и потенциально опасных ситуаций.

5.2.6. Ограничение опасности путем повышения надежности машин

Повышенная надежность всех элементов машин уменьшает число случайных отказов, тем самым снижает опасность.

Это относится как к силовым системам, так и к системам управления, функциям безопасности и к другим функциям машин.

Наиболее важные для обеспечения безопасности элементы (например, некоторые датчики) должны обладать соответствующей надежностью.

Элементы защитных ограждений и предохранительных устройств должны обладать повышенной надежностью, поскольку их выход из строя может привести к травмированию людей.

5.2.7. Механизация и автоматизация операций загрузки (разгрузки) машин

Механизация и автоматизация операций загрузки (разгрузки) машин и вообще ручных операций, касающихся обрабатываемых деталей, материалов, веществ, ограничивают риск, связанный с этими работами.

Автоматизация осуществляется посредством использования роботов, манипуляторов и т.п. Механизация – за счет применения подающих кареток, толкателей, поворотных столов, работающих в ручном режиме и т.п.

Необходимо принять меры, чтобы использование автоматических устройств загрузки (разгрузки) не приводило к возникновению новых опасностей (например, к захвату, раздавливанию) в зоне, находящейся между этими устройствами и частями машин или обрабатываемыми материалами (деталiami). Если такие меры не могут быть приняты, предусматривается использование защитных ограждений. Системы управления автоматическими устройствами загрузки (разгрузки) должны стыковаться с системами управления машин, связанными с ними так, чтобы обеспечивать выполнение всех функций безопасности при всех режимах управления и всех режимах работы автоматизированного оборудования в целом.

5.2.8. Ограничение опасности путем вынесения мест проведения наладки и технического обслуживания за пределы опасных зон

Необходимость доступа в опасные зоны должна быть сведена к минимуму путем размещения мест проведения наладки и технического обслуживания вне этих зон.

5.2.9. Средства защиты и дополнительные защитные меры

Ограждения и предохранительные устройства следует использовать для защиты обслуживающего персонала от опасностей, которые не могут быть исключены или достаточно ограничены конструкцией самой машины, и для существенного снижения риска. Для этого также могут приниматься дополнительные защитные меры, включая использование дополнительного оборудования, например, устройства аварийной остановки [1, 11].

Некоторые защитные ограждения допускается использовать для исключения воздействий нескольких опасностей (например, неподвижные ограждения, препятствующие доступу в зону, в которой находятся источники механической опасности, используют одновременно для уменьшения уровня шума и сбора токсичных отходов).

5.2.10. Сенсорные предохранительные устройства

Из-за большого разнообразия принципов, на которых основывается функция обнаружения, различные типы сенсорных предохранительных устройств подходят для применения в системах обеспечения безопасности далеко не в равной степени [11].

Примеры сенсорных предохранительных устройств:

- световые завесы;
- сканирующие устройства, например, лазерные сканеры;
- коврики, реагирующие на давление;
- отключающие стержни, отключающая проволока.

Сенсорные предохранительные устройства допускается использовать для:

- отключения;
- обнаружения присутствия (человека или постороннего предмета);
- обнаружения присутствия и отключения;
- повторного пуска машин при работе в автоматическом режиме.

Следующие характеристики машин могут препятствовать применению сенсорных предохранительных устройств:

- склонность машины выбрасывать материалы и части машины;
- необходимость установки ограждений, защищающих от эмиссии (шума, излучения, пыли и т.п.);
- непостоянное или чрезмерно большое время, необходимое для останова машины;
- конструкцией машины не предусмотрена остановка отдельных частей машины в течение цикла.

5.2.11. Защитные меры по обеспечению устойчивости машины

Если конструкция машины не может надежно обеспечить её устойчивость, например, соответствующим распределением массы, для обеспечения устойчивости необходимо принять дополнительные защитные меры [1, 11]:

- крепление машины к фундаменту анкерными болтами;
- блокировочные устройства, контролирующие устойчивость машины;
- ограничители перемещения или механические упоры;
- ограничители ускорения или замедления;
- ограничители нагрузки;
- системы аварийной сигнализации, предупреждающие о потере устойчивости или возможном опрокидывании.

Если требуется непрерывное управление машинами оператором (например, движущимися машинами, кранами) и если ошибка оператора может создавать опасную ситуацию, машины должны быть оборудованы необходимыми устройствами, обеспечивающими их функционирование в сложных ситуациях, к которым относятся:

- недостаточный обзор оператором опасной зоны;
- недостаточная информация оператора об истинных значениях параметров, влияющих на безопасность (например, о расстоянии, скорости, массе груза, угле наклона);
- возникновение опасных ситуаций в результате действий, не контролируемых оператором.

Примеры предохранительных устройств, обеспечивающих безопасную работу машины в вышеперечисленных случаях:

- ограничивающие параметры движения (расстояние, угол, скорость, ускорение);
- предотвращающие перегрузку (силу и крутящий момент);
- предотвращающие столкновения с другими машинами;
- предотвращающие опасности, которым подвергаются пешие операторы или другие пешеходы;
- ограничивающие крутящий момент с целью предотвращения разрушения компонентов и узлов машины;
- ограничивающие давление и температуру;
- контролирующие эмиссию;
- блокирующие функционирование машины в отсутствие оператора на посту управления;
- препятствующие выполнению операций подъема неправильно закрепленного груза;
- ограничивающие угол наклона машины;
- обеспечивающие безопасное положение узлов машины перед их перемещением.

Автоматические защитные действия, выводящие управление машины из-под контроля оператора, инициируемые перечисленными выше устройствами, должны предваряться или сопровождаться предупредительным сигналом, позволяющим оператору предпринять соответствующие меры.

5.2.12. Ограждения и предохранительные устройства машин

Ограждения и предохранительные устройства должны соответствовать своему назначению с учетом механических и других опасностей. Они должны быть спроектированы так, чтобы их трудно было обойти, и не должны препятствовать действиям операторов, выполняемым в процессе эксплуатации машин в течение всего срока службы, с тем, чтобы исключить желание отключать эти устройства [1, 11].

Ограждения и предохранительные устройства должны:

- иметь прочную конструкцию;
- затруднять возможность отключения или приведения в нерабочее состояние;

– создавать минимальные препятствия наблюдению за производственным процессом.

Они не должны:

– создавать дополнительные опасности;
– препятствовать проведению работ по установке и замене инструментов и по техническому обслуживанию.

Ограждения выполняют следующие функции:

– предотвращение доступа в зону, защищенную ограждением;
– сбор материалов, деталей, стружки, жидкостей, которые могут выбрасываться или выпадать из машин, а также снижение эмиссии (шума, излучения, опасных веществ, пыли, дыма, газов), которая может создаваться машинами.

Кроме того, при проектировании ограждений необходимо учитывать опасности, создаваемые электричеством, температурой, воспламенением, взрывом, вибрацией, плохой видимостью и эргономикой.

Неподвижные ограждения должны надежно крепиться на местах их установки:

– постоянно (например, путем сварки и т.п.);
– с помощью крепежных средств (винтов, болтов и т.п.), что делает невозможным снятие/открытие их без использования инструментов; такие ограждения не должны стоять закрытыми без соответствующего крепежа.

Перемещаемые ограждения, применяемые для предотвращения опасностей, создаваемых движущимися приводными частями машин, должны:

– в открытом положении по возможности оставаться закрепленными на машине или на другой конструкции (обычно с помощью петель или направляющих);

– иметь блокировки открывания ограждений с фиксацией закрытия, при необходимости.

Перемещаемые ограждения, применяемые для предотвращения опасностей, создаваемых движущимися частями машин, не являющимися приводными, должны проектироваться и действовать совместно с системой управления машин так, чтобы:

– перемещения движущихся частей машин не могли включаться, если эти части находятся в пределах, создающих опасности для оператора;

– регулировка ограждений могла осуществляться только с помощью инструмента или ключа;

– отсутствие или повреждение одного из элементов ограждений приводило к остановке движущихся частей и невозможности их пуска.

5.2.13. Требования к регулируемым ограждениям машин

Регулируемые ограждения допускается использовать только в случаях, если по производственным причинам опасная зона не может быть ограждена полностью [1, 11].

Регулируемые ограждения должны иметь конструкцию, обеспечивающую:

– фиксацию положения ограждений после регулировки при выполнении заданной операции;

– легкость регулирования без использования инструментов.

Ограждение с функцией пуска допускается использовать при выполнении следующих требований:

– все требования к устройствам блокировки;

– короткий цикл работы машины;

– максимальная продолжительность открытия защитных ограждений сведена к минимуму (например, не более продолжительности цикла работы машины);

– размеры или форма ограждений должны быть такими, чтобы оператор не мог находиться в опасной зоне или между опасной зоной и ограждением, если ограждение закрыто;

– все другие защитные ограждения, как неподвижные, так и перемещаемые, должны быть оснащены устройствами блокировки;

– блокировочное устройство для ограждений с функцией пуска должно проектироваться так, чтобы его повреждение не приводило к непреднамеренному пуску, например, путем дублирования датчиков положения или использования автоматического контроля;

– ограждения должны быть надежно зафиксированы в открытом состоянии (например, пружиной или противовесом) так, чтобы они не могли включать пуск машин в случае падения под действием собственной массы.

Необходимо обеспечивать, чтобы сами ограждения не создавали дополнительной опасности из-за:

– конструкции ограждений (например, острые кромки или углы, опасный материал);

– перемещений ограждений (зоны рассечения или раздавливания, создаваемые приводными ограждениями и тяжелыми защитными ограждениями, которые склонны к падению).

Покупные предохранительные устройства следует выбирать в соответствии с существующими стандартами. Предохранительные устройства следует устанавливать и подключать к системе управления так, чтобы они не могли быть легко обойдены.

6. УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРИ УСТРОЙСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

6.1. ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Проходя через организм, электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое действия [1, 5, 11].

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 физико-химических составов.

Биологическое действие является особым специфическим процессом, свойственным лишь живой материи. Оно выражается в раздражении и возбуждении живых тканей организма (что сопровожда-

ется непроизвольными судорожными сокращениями мышц), а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме и теснейшим образом связанных с его жизненными функциями. В результате могут возникнуть различные нарушения в организме, в том числе нарушение и даже полное прекращение деятельности органов дыхания и кровообращения. Раздражающее действие тока на ткани организма может быть прямым, когда ток проходит непосредственно по этим тканям, и рефлекторным, т.е. через центральную нервную систему, когда путь тока лежит вне этих тканей.

Это многообразие действий электрического тока нередко приводит к различным видам электротравм, которые условно можно свести к двум: местным и электрическим ударам.

Местные электротравмы – это четко выраженные местные повреждения тканей организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги. Различают следующие местные электротравмы: электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения и электроофтальмия.

Электрические ожоги могут быть вызваны протеканием тока через тело человека (токовый или контактный ожог), а также воздействием электрической дуги на тело (дуговой ожог). В первом случае ожог возникает как следствие преобразования энергии электрического тока в тепловую и является сравнительно легким (покраснение кожи, образование пузырей). Ожоги, вызванные электрической дугой, носят, как правило, тяжелый характер (омертвление пораженного участка кожи, обугливание и сгорание тканей).

Электрические знаки – это четко очерченные пятна серого или бледно-желтого цвета диаметром 1-5 мм на поверхности кожи человека, подвергшегося действию тока. Электрические знаки безболезненны, и лечение их заканчивается, как правило, благополучно.

Металлизация кожи – это проникновение в верхние слои кожи мельчайших частичек металла, расплавившегося под действием элек-

трической дуги. Обычно с течением времени больная кожа сходит, пораженный участок приобретает нормальный вид, и исчезают болезненные ощущения.

Механические повреждения являются следствием резких произвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека. В результате могут произойти разрывы кожи, кровеносных сосудов и нервной ткани, вывихи суставов и даже переломы костей. Механические повреждения возникают очень редко.

Электроофтальмия – воспаление наружных оболочек глаз, возникающее в результате воздействия мощного потока ультрафиолетовых лучей электрической дуги. Обычно болезнь продолжается несколько дней. В случае поражения роговой оболочки глаз лечение оказывается более сложным и длительным.

Электрический удар – это возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся произвольными судорожными сокращениями мышц. Различают следующие четыре степени ударов: I – судорожное сокращение мышц без потери сознания; II – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца; III – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе); IV – клиническая смерть, т.е. отсутствие дыхания и кровообращения.

Клиническая смерть – переходный процесс от жизни к смерти, наступающий с момента прекращения деятельности сердца и легких. У человека, находящегося в состоянии клинической смерти, отсутствуют все признаки жизни: он не дышит, сердце его не работает, болевые раздражения не вызывают никаких реакций, зрачки глаз расширены и не реагируют на свет. Однако в этот период жизнь в организме еще полностью не угасла, так как ткани его умирают не все сразу и не сразу угасают функции различных органов. В первый момент почти во всех тканях продолжают обменные процессы, хотя и на очень низком уровне и резко отличающиеся от обычных, но достаточные для поддержания минимальной жизнедеятельности. Эти об-

стоятельства позволяют воздействием на более стойкие жизненные функции организма восстановить угасающие или только что угасшие функции, т.е. оживить умирающий организм.

Первыми начинают погибать очень чувствительные к кислородному голоданию клетки коры головного мозга, с деятельностью которых связаны сознание и мышление, поэтому длительность клинической смерти определяется временем с момента прекращения сердечной деятельности и дыхания до начала гибели клеток коры головного мозга. В большинстве случаев она составляет 4-5 мин. После этого происходит множественный распад клеток коры головного мозга и других органов.

Биологическая (истинная) смерть – необратимое явление, характеризующееся прекращением биологических процессов в клетках и тканях организма и распадом белковых структур; она наступает по истечении периода клинической смерти.

6.2. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИСХОД ПОРАЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Исход воздействия тока зависит от ряда факторов, в том числе от значения и длительности протекания через тело человека тока, рода и частоты тока и индивидуальных свойств человека. Электрическое сопротивление тела человека и приложенное к нему напряжение также влияют на исход поражения, но лишь постольку, поскольку они определяют значение тока, проходящего через тело человека [11].

Электрическое сопротивление тела человека складывается из сопротивления кожи и сопротивления внутренних тканей.

Кожа, вернее её верхний слой, называемый эпидермисом, имеющий толщину до 0,2 мм и состоящий в основном из мертвых ороговевших клеток, обладает большим сопротивлением, которое и определяет общее сопротивление тела человека. Сопротивление нижних слоев кожи и внутренних тканей человека незначительно. При сухой чистой и неповрежденной коже сопротивление тела человека колеблется в пределах 2 тыс.-2 млн. Ом. При увлажнении и загрязнении кожи, а

также при повреждении кожи (под контактами) сопротивление тела оказывается наименьшим – около 500 Ом, т.е. доходит до значения, равного сопротивлению внутренних тканей тела. При расчетах сопротивление тела человека принимается равным 1000 Ом.

Значение тока, протекающего через тело человека, является главным фактором, от которого зависит исход поражения: чем больше ток, тем опаснее его действие. Человек начинает ощущать протекающий через него ток промышленной частоты (50 Гц) относительно малого значения: 0,6-1,5 мА. Этот ток называется *пороговым ощутимым током*.

Ток 10-15 мА (при 50 Гц) вызывает сильные и весьма болезненные судороги мышц рук, которые человек преодолеть не в состоянии, т. е. он не может разжать руку, которой касается токоведущей части, не может отбросить провод от себя и оказывается как бы прикованным к токоведущей части. Такой ток называется *пороговым неотпускающим*.

При 100 мА ток оказывает непосредственное влияние также и на мышцу сердца; при длительности протекания более 0,5 с такой ток может вызвать остановку или фибрилляцию сердца, т.е. быстрые хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы (фибрилл), при которых сердце перестает работать как насос. В результате в организме прекращается кровообращение и наступает смерть. Этот ток называется *фибрилляционным*.

Длительность протекания тока через тело человека влияет на исход поражения вследствие того, что со временем резко повышается сила тока за счет уменьшения сопротивления тела и накапливаются отрицательные последствия воздействия тока на организм.

Род и частота тока в значительной степени определяют исход поражения. Наиболее опасным является переменный ток с частотой 20-100 Гц. При частоте меньше 20 или больше 100 Гц опасность поражения током заметно снижается.

Токи частотой свыше 500 кГц не оказывают раздражающего действия на ткани и не вызывают электрического удара, однако они могут вызвать термические ожоги.

При постоянном токе пороговый ощутимый ток повышается до 6-7 мА, пороговый неотпускающий ток – до 50-70 мА, а фибрилляционный при длительности воздействия более 0,5 с – до 300 мА.

Индивидуальные свойства человека – состояние здоровья, подготовленность к работе в электрической установке и другие факторы – также имеют значение для исхода поражения, поэтому обслуживание электроустановок поручается лицам, прошедшим медицинский осмотр и специальное обучение.

В меньшей степени на исход поражения влияет путь тока в организме человека, так как наибольшая часть его проходит по пути наименьшего сопротивления, главным образом вдоль потоков тканевых жидкостей, кровеносных и лимфатических сосудов и оболочек нервных стволов.

6.3. ЯВЛЕНИЯ ПРИ СТЕКАНИИ ТОКА В ЗЕМЛЮ. НАПРЯЖЕНИЕ ПРИКОСНОВЕНИЯ И ШАГА

Стекание тока в землю происходит только через проводник, находящийся в непосредственном контакте с землей, который может быть случайным или преднамеренным. В последнем случае проводник, находящийся в контакте с землей, называется заземлителем. Распределение потенциала на поверхности земли происходит по кривой, близкой к гиперболе (рис. 6.1.) [1, 11].

В объеме земли, где проходит ток, возникает так называемое поле растекания тока. Теоретически оно простирается до бесконечности, однако в реальных условиях уже на расстоянии 20 м от заземлителя сечение слоя земли, по которому проходит ток, оказывается столь большим, что плотность тока здесь практически равна нулю, следовательно и поле растекания можно считать распространяющимся лишь на расстояние 20 м от заземлителя.

Напряжение прикосновения $U_{\text{пр}}$ (В) есть напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек, или, иначе говоря, падение напряжения в сопротивлении тела человека R_h (Ом):

$$U_{\text{пр}} = I_h R_h,$$

где I_h – ток, проходящий через тело человека по пути «рука – ноги», А.

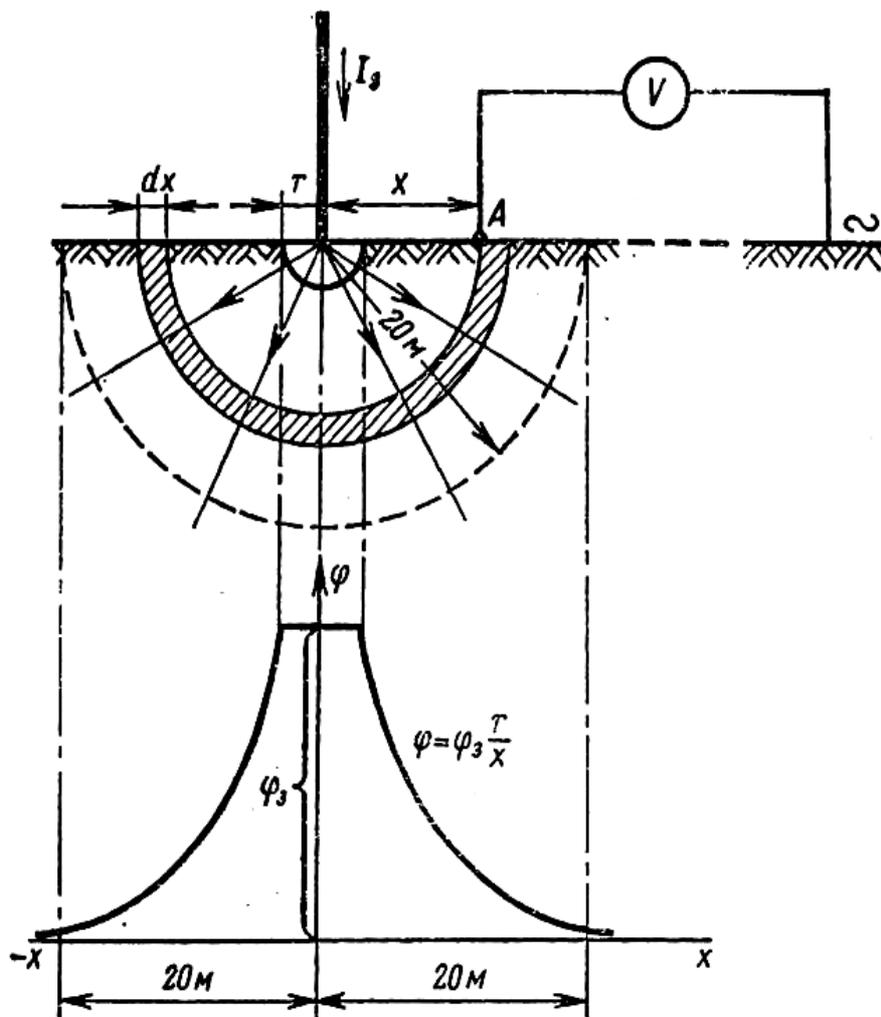


Рис. 6.1. Распределение потенциала на поверхности земли

Напряжение прикосновения характеризуется отрезком АВ и зависит от формы потенциальной кривой и расстояния x между человеком, прикасающимся к заземленному оборудованию, и заземлителем: чем дальше от заземлителя находится человек, тем больше $U_{\text{пр}}$, и наоборот. Так, при расстоянии $x = \infty$, а практически при $x = 20$ м (точка 1 на рис. 6.2) напряжение прикосновения имеет наибольшее значение: $U_{\text{пр}} = \varphi_3$; при этом $\alpha = 1$. Это наиболее опасный случай прикосновения. При наименьшем значении x , когда человек стоит непосредственно на заземлителе (точка 2 на рис. 6.2), $U_{\text{пр}} = 0$ и $\alpha = 0$.

Напряжение шага $U_{\text{ш}}$ (В) есть напряжение между двумя точками цепи тока, находящихся одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек. При этом длина шага α принимается равной 0,8 м.

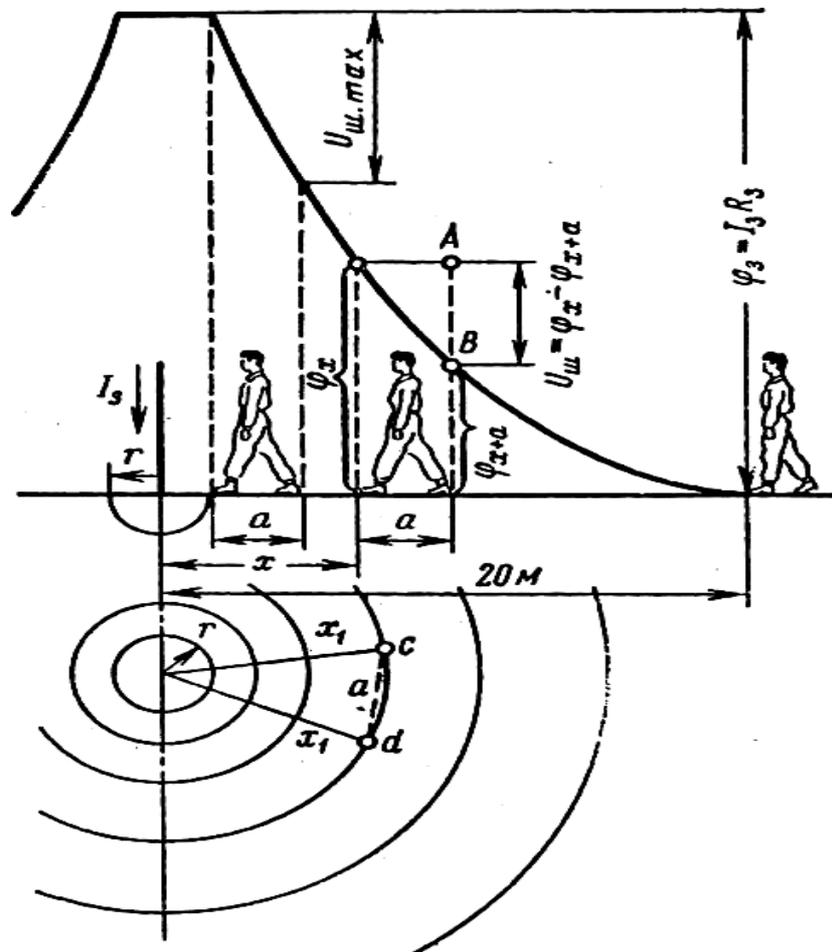


Рис. 6.3. Напряжение шага при одиночном заземлителе

Наименьшие значения $U_{\text{ш}}$ и β будут при бесконечно большом удалении от заземлителя, а практически за пределами поля растекания тока, т.е. дальше 20 м. В этом месте $U_{\text{ш}} \approx 0$ и $\beta \approx 0$.

6.4. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПО МЕРАМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Используемые определения содержатся в «Правилах устройства электроустановок» (ПУЭ).

Электроустановка – это совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования, предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования её в другие виды энергии.

Открытая проводящая часть (ОПЧ) – это доступная прикосновению проводящая часть электроустановки, нормально не находящаяся под напряжением, но которая может оказаться под напряжением.

ем при повреждении основной изоляции (например корпус электроустановки).

Прямое прикосновение – это электрический контакт людей с токоведущими частями, находящимися под напряжением.

Косвенное прикосновение – это электрический контакт людей с открытыми проводящими частями, оказавшимися под напряжением при повреждении изоляции.

Глухозаземленная нейтраль – это нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная непосредственно к заземляющему устройству (см. рис. 6.1, точка 2).

Изолированная нейтраль – это нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству (см. рис. 6.1, точка 1).

Нулевой рабочий (нейтральный) проводник – это проводник в электроустановках до 1 кВ, предназначенный для питания электроприемников и соединенный с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора (см. рис. 6.1, *N*).

Нулевой защитный проводник – это защитный проводник в электроустановках до 1 кВ, предназначенный для присоединения открытых проводящих частей (ОПЧ) к глухозаземленной нейтрали источника питания (рис. 6.4, *PE*).

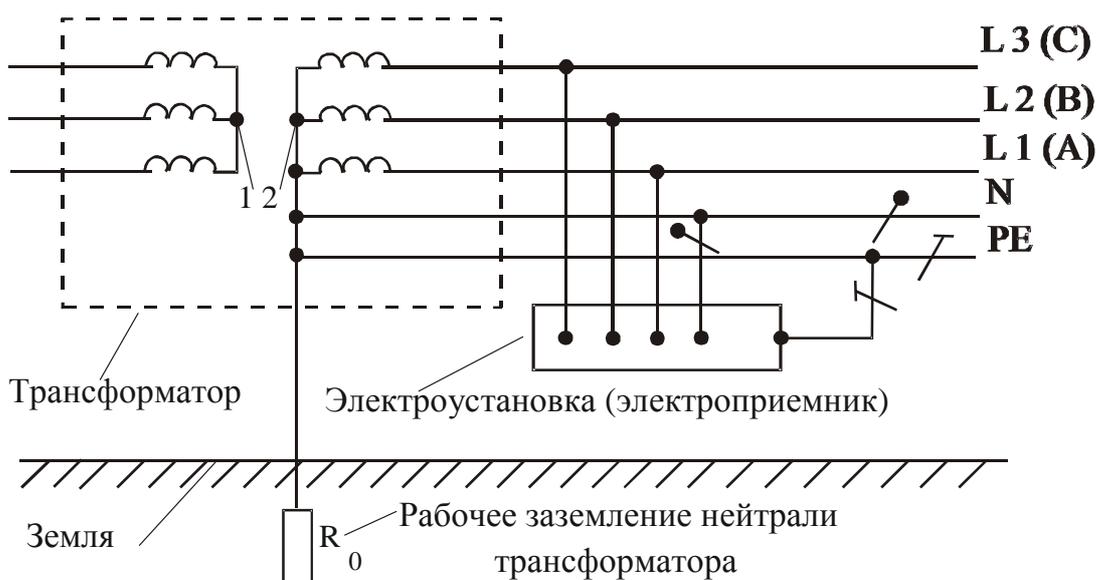


Рис. 6.4. Трехфазная сеть с подключенным к ней электроприемником

Приведем международную и российскую классификации электроустановок.

Фазные провода сети по международной классификации обозначаются $L1$, $L2$, $L3$, а по российской – A , B , C .

Электроустановки в отношении мер электробезопасности разделяются по напряжению:

- до 1 кВ;
- выше 1 кВ.

Электроустановки напряжением до 1 кВ в отношении мер электробезопасности подразделяются на следующие:

- электроустановки с изолированной нейтралью (по международной классификации – система IT);
- электроустановки с глухозаземленной нейтралью (система TN и её модификации: $TN - C$; $TN - S$; $TN - C - S$).

Согласно новой редакции ПУЭ (седьмое издание 2002 г.) в России допускается применение системы TT (которая раньше не применялась), но только в тех случаях когда условия электробезопасности в системе TN не могут быть обеспечены (что в нынешних условиях в России бывает крайне редко).

В международной классификации буквы определяют следующее.

Первая буква – состояние нейтрали источника питания относительно земли:

- T – заземленная нейтраль;
- I – изолированная нейтраль.

Вторая буква – состояние открытых проводящих частей относительно земли:

- T – открытые проводящие части заземлены независимо от отношения к земле нейтрали источника питания или какой-либо точки питающей сети;
- N – открытые проводящие части присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания.

Последующие (после N) буквы – совмещение в одном проводнике или разделение функций нулевого рабочего и нулевого защитного проводников:

- S – нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники разделены;
- C – функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (PEN -проводник);
- $N - \text{⚡}$ – нулевой рабочий (нейтральный) проводник;
- $PE - \text{⚡}$ – защитный проводник (заземляющий проводник, нулевой защитный проводник, защитный проводник системы уравнивания потенциалов);
- $PEN - \text{⚡}$ – совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводник.

Электроустановки (электрические сети) в отношении мер безопасности могут работать в двух режимах:

- нормальном – когда обеспечиваются заданные значения параметров работы (замыканий на землю нет);
- аварийном – при однофазном замыкании на землю.

Проведем анализ электробезопасности трехфазных сетей напряжением до 1 кВ с изолированной (IT) и глухозаземленной ($TN - C$) нейтралью в нормальных и аварийных режимах работы.

6.5. АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ ТРАНСФОРМАТОРА (IT)

Данные сети наименее опасны в нормальном режиме работы, т.е. при высоком уровне сопротивления изоляции всех фаз относительно земли ($Z_{из1}, Z_{из2}, Z_{из3}$) и при однофазном прикосновении человека. Значение тока I_h , протекающего через тело человека, определяется электрическим сопротивлением самого человека R_h (при напряжении $220 \div 380$ В $R_h = 1000$ Ом) и, главным образом, сопротивлением изоляции фаз относительно земли $Z_{из}$ (рис. 6.5, первичная обмотка силового трансформатора здесь и в последующем не указана, но подразумевается) [1, 6, 7, 11].

На рис. 6.5, а пунктиром указан путь тока I_h , протекающего через тело человека R_h , U_{ϕ} – фазное напряжение сети (220 В). На рис. 6.5, б показано, что сопротивление изоляции фаз относительно земли имеет активную $R_{из}$ и емкостную $C_{из}$ составляющие.

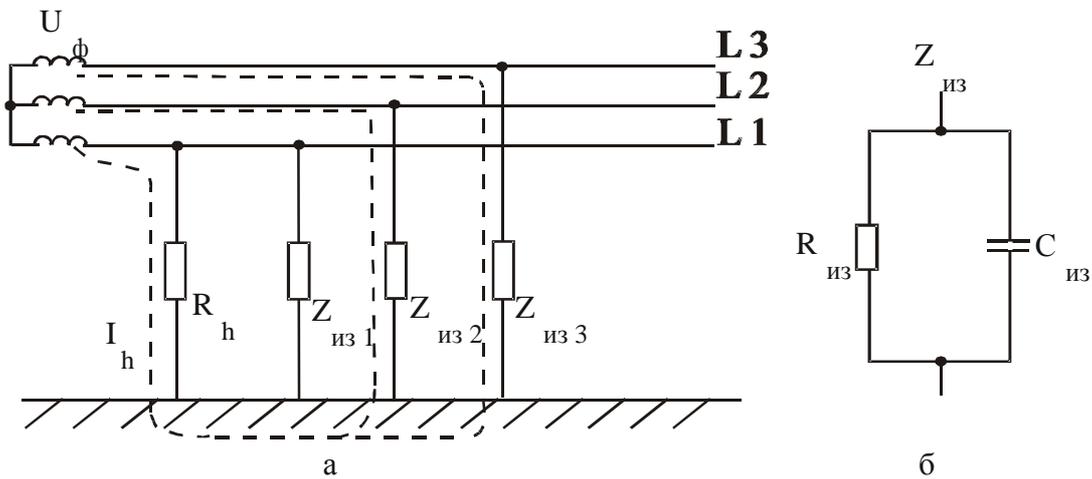


Рис. 6.5. Трехфазная сеть с изолированной нейтралью (IT)
в нормальном режиме работы:

а – однофазное прикосновение человека; б – сопротивление изоляции фаз
относительно земли

При равенстве сопротивления изоляции относительно земли всех фаз $Z_{из1} = Z_{из2} = Z_{из3} = Z_{из}$ значение тока I_h протекающего через тело человека, определяется по формуле

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + \frac{Z_{из}}{3}} \quad (6.1)$$

Напряжение прикосновения U_h во всех случаях

$$U_h = I_h \cdot R_h \quad (6.2)$$

В нормальном режиме работы сети с изолированной нейтралью основное защитное действие оказывает $Z_{из}$: чем выше $Z_{из}$, тем меньше ток, протекающий через тело человека. На практике величина $Z_{из}$ имеет значение единиц, в большинстве случаев десятков, нередко и сотен тысяч Ом.

Недостатком сетей с изолированной нейтралью является высокая опасность поражения человека электротоком в аварийном режиме (рис. 6.б), когда человек касается одной фазы, а какая-либо из двух других замкнута на землю (например, пробой изоляции $Z_{из}$).

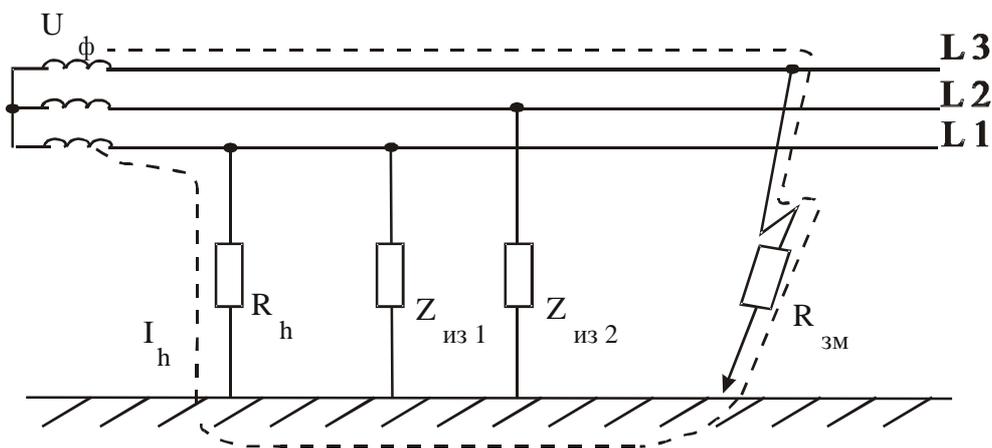


Рис. 6.6. Трехфазная сеть с изолированной нейтралью (IT) в аварийном режиме работы

На рис. 6.6 $R_{зм}$ – сопротивление замыкания фазы на землю (обычно имеет значение от единиц до сотни Ом). Практически весь ток, протекающий через сопротивление тела человека R_h , возвращается в сеть через $R_{зм}$, так как $R_{зм} \ll Z_{из}$. Поэтому величину этого тока можно определить по формуле

$$I_h = \frac{U_{л}}{R_h + R_{зм}} \approx \{R_{зм} \ll R_h\} \approx \frac{U_{л}}{R_h} = \frac{\sqrt{3} U_{\phi}}{R_h}, \quad (6.3)$$

где $U_{л} = \sqrt{3} U_{\phi}$ – линейное напряжение сети (в данной работе $U_{л} = 380$ В).

В аварийном режиме, как видно из формулы (6.3) и рис. 6.6, сопротивление изоляции фаз относительно земли $Z_{из}$ защитного действия не оказывает.

Ток через тело человека I_h в аварийном режиме работы сети с изолированной нейтралью как минимум на 70 % (а практически – в несколько раз) больше тока в нормальном режиме работы этой же сети, поэтому сети с изолированной нейтралью применяются там, где можно обеспечить высокий уровень $Z_{из}$ (короткие неразветвленные сети, низкие значения относительной влажности и температуры окружающего воздуха, применение приборов контроля изоляции и т.д.).

6.6. АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ СЕТИ С ГЛУХОЗАЗЕМЛЕННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ ТРАНСФОРМАТОРА (TN – C)

В нормальном режиме работы такой сети и при однофазном прикосновении человека (рис. 6.7) сопротивление изоляции фаз относительно земли $Z_{из}$ защитного действия от поражения человека электротоком не оказывает, так как ток I_h , проходящий через его тело, практически весь возвращается в сеть через сопротивление рабочего заземления нейтрали R_0 , имеющее малое значение (для данной сети 220/380В $R_0 = 4$ Ом, что на несколько порядков меньше $Z_{из}$) [1, 6, 7, 11].

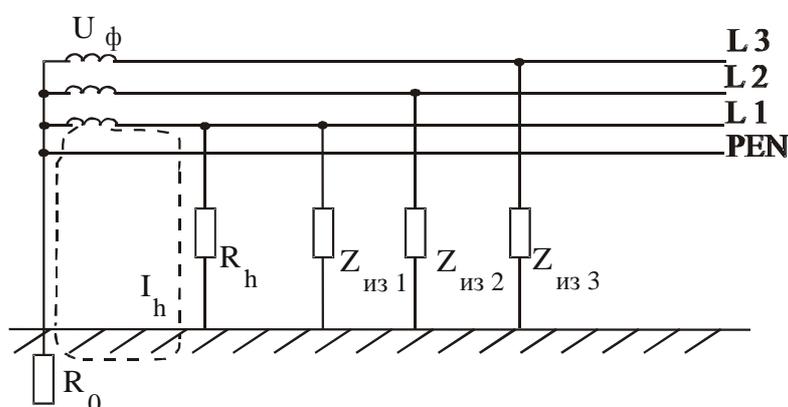


Рис. 6.7. Трехфазная сеть с глухозаземленной нейтралью (TN – C) в нормальном режиме работы

Значение I_h можно определить по следующей формуле:

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + R_0} \approx \{R_0 \ll R_h\} \approx \frac{U_\phi}{R_h} . \quad (6.4)$$

В аварийном режиме работы сети (рис. 6.8), когда одна из фаз замкнута на землю, а человек касается другой фазы, значение тока, проходящего через его тело, определяется по формуле

$$I_h = U_\phi \cdot \frac{R_{зм} + R_0 \cdot \sqrt{3}}{R_{зм} \cdot R_0 + R_h (R_{зм} + R_0)} . \quad (6.5)$$

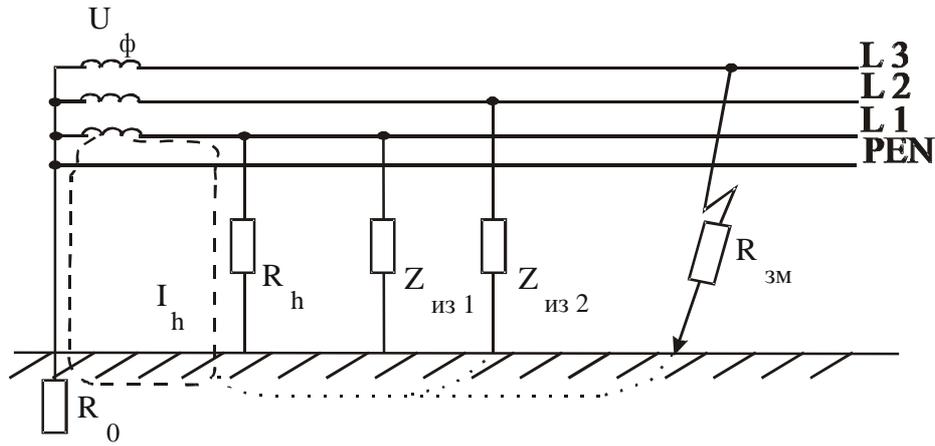


Рис. 6.8. Трехфазная сеть с глухозаземленной нейтралью
(TN – C) в аварийном режиме работы

На практике R_{3M} принимает значения в диапазоне от R_0 до $10 R_0$.

При $R_{3M} = R_0$

$$I_h = U_\phi \cdot \frac{R_0 + R_0 \cdot \sqrt{3}}{R_0 \cdot R_0 + R_h (R_0 + R_0)} = U_\phi \cdot \frac{2,7 R_0}{R_0^2 + 2 R_h \cdot R_0} = U_\phi \cdot \frac{2,7}{R_0 + 2 R_h} \approx$$

$$\approx \{R_0 \ll R_h\} \approx U_\phi \cdot \frac{2,7}{2 R_h} = 1,35 \cdot \frac{U_\phi}{R_h}. \quad (6.6)$$

При $R_{3M} = 10 R_0$

$$I_h = U_\phi \cdot \frac{10 R_0 + R_0 \cdot \sqrt{3}}{10 R_0^2 + R_h (10 R_0 + R_0)} = U_\phi \cdot \frac{11,7 R_0}{10 R_0^2 + 11 R_0 \cdot R_h} = U_\phi \cdot \frac{11,7}{10 R_0 + 11 R_h} \approx$$

$$\approx \{R_0 \ll R_h\} \approx U_\phi \cdot \frac{11,7}{11 R_h} = 1,06 \cdot \frac{U_\phi}{R_h} \approx \frac{U_\phi}{R_h}. \quad (6.7)$$

Таким образом, значения тока I_h , протекающего через тело человека, находятся в диапазоне от $\frac{U_\phi}{R_h}$ до $1,35 \frac{U_\phi}{R_h}$. Значит, в аварийном режиме работы сети с глухозаземленной нейтралью I_h может увеличиться по сравнению с нормальным режимом максимум на 35 % (что значительно меньше, чем в сетях с изолированной нейтралью).

Для ориентировочных (оценочных) расчетов значения I_h в аварийном режиме сети с глухозаземленной нейтралью можно использо-

вать более простую формулу для нормального режима (6.7). Она дает приемлемую точность, так как на практике чаще выполняется условие $R_{3M} \approx 10 R_0$.

Исходя из анализа формулы (6.5) можно считать, что практически весь ток I_h , проходящий через тело человека, возвращается в сеть через R_0 (что показано пунктиром на рис. 6.8). Часть тока, которая ответвляется через R_{3M} , а тем более через $Z_{из2}$, с достаточной точностью можно не учитывать.

По результатам теоретического анализа сетей напряжением до 1000В можно сделать следующие выводы.

1. Наименее опасной является сеть с изолированной нейтралью в нормальном режиме работы, но она становится наиболее опасной в аварийном режиме, поэтому с точки зрения электробезопасности предпочтительнее является сеть с изолированной нейтралью при условии поддержания высокого уровня $Z_{из}$ и недопущения работы в аварийном режиме.

2. В сети с глухозаземленной нейтралью не требуется поддерживать высокий уровень $Z_{из}$, и в аварийном режиме такая сеть менее опасна, чем сеть с изолированной нейтралью. Сеть с глухозаземленной нейтралью является предпочтительнее с технологической точки зрения, так как позволяет одновременно получать два напряжения: фазное, например, 220 В, и линейное, например, 380 В (их иногда называют соответственно осветительным и силовым). В сети с изолированной нейтралью можно получить только одно напряжение – линейное.

В связи с вышеизложенным, при напряжениях до 1000 В в основном применяют сети с глухозаземленной нейтралью.

6.7. ПРИЧИНЫ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ И ОСНОВНЫЕ МЕРЫ ЗАЩИТЫ

Основные причины несчастных случаев от воздействия электрического тока следующие [1, 11]:

1) случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением;

2) появление напряжения на металлических конструктивных частях электрооборудования (корпусах, кожухах и т.п.) в результате повреждения изоляции и других причин;

3) появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения установки;

4) возникновение шагового напряжения на поверхности земли в результате замыкания провода на землю.

Основными мерами защиты от поражения 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 др.; применение специальных электробезопасных средств – переносных приборов и приспособлений; организация безопасной эксплуатации электроустановок.

Недоступность токоведущих частей электроустановок для случайного прикосновения может быть обеспечена рядом способов: изоляцией токоведущих частей, размещением их на недоступной высоте, ограждением и др.

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 счёт чего значительно улучшаются условия безопасности.

Применение малого напряжения. При работе с переносным ручным электроинструментом (дрелью, гайковертом, зубилом и т.п.), а также ручной переносной лампой человек имеет длительный контакт с корпусами этого оборудования. В результате резко повышается опасность поражения его током в случае повреждения изоляции и по-

явления напряжения на корпусе, особенно если работа производится в помещении с повышенной опасностью, в особо опасном или вне помещения.

Для устранения этой опасности необходимо питать ручной инструмент и переносные лампы напряжением не выше 42 В.

Кроме того, в особо опасных помещениях при особенно неблагоприятных условиях (например, работа в металлическом резервуаре, работа сидя или лежа на токопроводящем полу и т.п.) для питания ручных переносных ламп требуется еще более низкое напряжение – 12 В.

Двойная изоляция – это электрическая изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции. Рабочая изоляция предназначена для изоляции токоведущих частей электроустановки, обеспечивая ее нормальную работу и защиту от поражения током. Дополнительная изоляция предусматривается дополнительно к рабочей для защиты от поражения током в случае повреждения рабочей изоляции. Двойную изоляцию широко применяют при создании ручных электрических машин. При эксплуатации таких машин заземление или зануление их корпусов не требуется.

6.8. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ ПО ОПАСНОСТИ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Для защиты от поражения человека электрическим током при устройстве помещений необходимо предусматривать те или иные меры обеспечения безопасности. С целью их оптимального выбора разработана классификация помещений [1, 11].

Все помещения делятся по степени 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. в которых отсутствуют условия, свойственные помещениям с повышенной опасностью и особо опасным.

Примером помещений без повышенной опасности могут служить обычные конторские помещения, инструментальные кладовые, лаборатории, а также некоторые производственные помещения, в том числе цехи приборных заводов, размещенных в сухих, беспыльных помещениях с изолирующими полами и нормальной температурой.

Помещения с повышенной опасностью характеризуются наличием одного из следующих пяти условий, создающих повышенную опасность:

- сырости, когда относительная влажность воздуха длительно превышает 75 %; такие помещения называют сырими;

- высокой температуры, когда температура воздуха длительно (свыше суток) превышает +35 °С; такие помещения называются жаркими;

- токопроводящей пыли, когда по условиям производства в помещениях выделяется токопроводящая технологическая пыль (например, угольная, металлическая и т.п.) в таком количестве, что она оседает на проводах, проникает внутрь машин, аппаратов и т.п.; такие помещения называются пыльными с токопроводящей пылью;

- токопроводящих полов – металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т.п.;

- возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и тому подобное, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

Примерами помещений с повышенной опасностью могут служить лестничные клетки различных зданий с проводящими полами, складские неотапливаемые помещения (даже если они размещены в зданиях с изолирующими полами и деревянными стеллажами) и т.п.

Помещения особо опасные характеризуются наличием одного из следующих трех условий, создающих особую опасность:

- особой сырости, когда относительная влажность воздуха близка к 100% (стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой); такие помещения называются особо сырими;

– 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, действующие разрушающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования; такие помещения называются помещениями с химически активной или органической средой;

– одновременного наличия двух и более условий, свойственных помещениям с повышенной опасностью.

Особо опасными помещениями является большая часть производственных помещений, в том числе все цехи машиностроительных заводов, испытательные станции, гальванические цехи, мастерские и т.п. К таким же помещениям относятся и участки работ на земле под открытым небом или под навесом.

6.9. ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ. НАЗНАЧЕНИЕ. ЦЕЛЬ. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Функционально различают следующие виды заземления [1, 11]:

1) **рабочее заземление** – заземление точки токоведущих частей электроустановки, выполняемое для обеспечения работы электроустановки (не в целях электробезопасности), например рабочее заземление нейтрали трансформатора (R_0 на рис. 6.9);

2) **заземление молниезащиты** – заземление молниеприёмника с целью защиты объекта от прямого удара молнии (R_M на рис 6.9);

3) **защитное заземление** – заземление, выполняемое в целях электробезопасности, т.е. соединение открытых проводящих частей (ОПЧ) с заземлителем для защиты от косвенного прикосновения, от наведенного напряжения и т.п. (R_3 на рис. 6.9).

На практике, в большинстве случаев, это один и тот же заземлитель, к которому подсоединяют и ОПЧ, и нейтрали трансформаторов, и молниеприёмники. Только при каких-либо обоснованиях (технологических, с точки зрения безопасности и т.п.) применяют три различных заземлителя, что обходится значительно дороже.

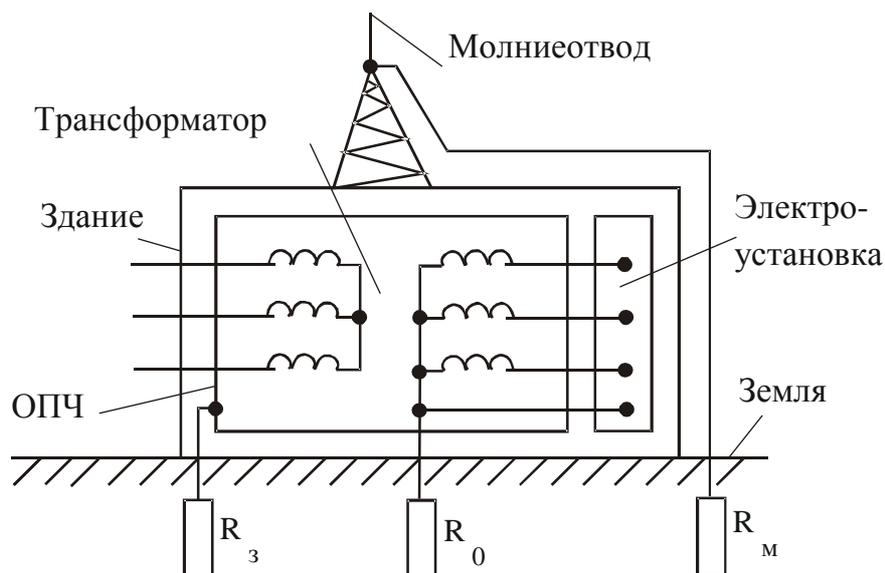


Рис. 6.9. Заземление: R_0 – рабочее; R_M – молниезащиты; R_3 – защитное

Заземление используют также для защиты от статического электричества, накапливающегося при трении диэлектриков, для защиты от электромагнитных излучений, подключая экраны к заземлителю, и т.д.

Заземляющее устройство – это совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

Заземлитель – это проводящая часть, находящаяся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду.

Заземляющий проводник – это проводник, соединяющий заземляемую часть (точку) с заземлителем.

В качестве заземлителей используются следующие.

Искусственные заземлители – заземлители, специально выполняемые для целей заземления. Представляют из себя вертикальные электроды, погруженные в землю на глубину 0,3÷0,8 м (например металлические трубы диаметром 5÷6 см и длиной 2÷5 м), и горизонтальные электроды (например полосовая сталь сечением не менее $4 \times 12 \text{ мм}^2$).

Естественные заземлители – электропроводящие конструкции, находящиеся в электрическом контакте с землей и используемые для целей заземления (например трубопроводы воды, железобетонные фундаменты зданий и сооружений и т.д.).

Различают два типа заземляющих устройств.

Выносное (сосредоточенное) – характеризуется тем, что заземлитель его вынесен за пределы площадки, на которой размещено заземляемое оборудование, или сосредоточен на некоторой части этой площадки.

Контурное (распределенное) – характеризуется тем, что электроды его заземлителя размещены по контуру (периметру) площадки, на которой размещено заземляемое оборудование, а также внутри этой площадки.

Контурное заземляющее устройство – более сложное в исполнении, но в отличие от выносного обеспечивает защиту от шагового напряжения, возникающего вокруг места замыкания фазы на землю. Это достигается выравниванием потенциалов внутри контура.

Область применения защитного заземления (как основного средства защиты) следующая:

- 1) при напряжении до 1 кВ – сети с изолированной нейтралью;
- 2) при напряжениях выше 1 кВ – сети с любым режимом нейтрали.

В сетях с глухозаземленной нейтралью (система *TN* и её модификации) применение защитного заземления неэффективно с точки зрения экономических показателей. ПУЭ допускают применение защитного заземления в сетях с глухозаземленной нейтралью (система *TT*) только в тех случаях, когда условия электробезопасности в такой сети (в системе *TN-C*) не могут быть обеспечены. При этом ПУЭ в дополнение к защитному заземлению требуют обязательного применения устройств защитного отключения (УЗО) для защиты при косвенном прикосновении.

Принцип действия защитного заземления заключается в снижении до допустимых значений напряжений прикосновения U_h и шаговых напряжений $U_{ш}$, обусловленных замыканием на открытые проводящие части (ОПЧ). Это достигается путем снижения потенциала ОПЧ за счет малого сопротивления заземляющего устройства $R_з$, а также путем выравнивания потенциалов основания, на котором стоит человек, и ОПЧ (подъёмом потенциала основания, на котором стоит человек, до значения, близкого к значению потенциала ОПЧ).

Этот принцип действия реализуется в чистом виде в сетях с изолированной нейтралью напряжением до 35 кВ включительно, где предельно допустимые значения напряжения прикосновения U_h для производственных электроустановок согласно ГОСТ 12.1.038 при длительности воздействия более 1 с не должны превышать 36 В, а ток через тело человека I_h – не более 6 мА.

В сетях с эффективно заземленной нейтралью напряжением 110 кВ и выше безопасность достигается совокупным сочетанием допустимых значений напряжения прикосновения U_h и шагового напряжения $U_{ш}$ (обеспечиваемых малым значением сопротивления заземляющего устройства R_3) и времени воздействия (обеспечиваемого автоматическим отключением аварийной электроустановки релейной защитой).

Принцип действия защитного заземления поясним на примере сети с изолированной нейтралью напряжением до 1 кВ (рис. 6.10).

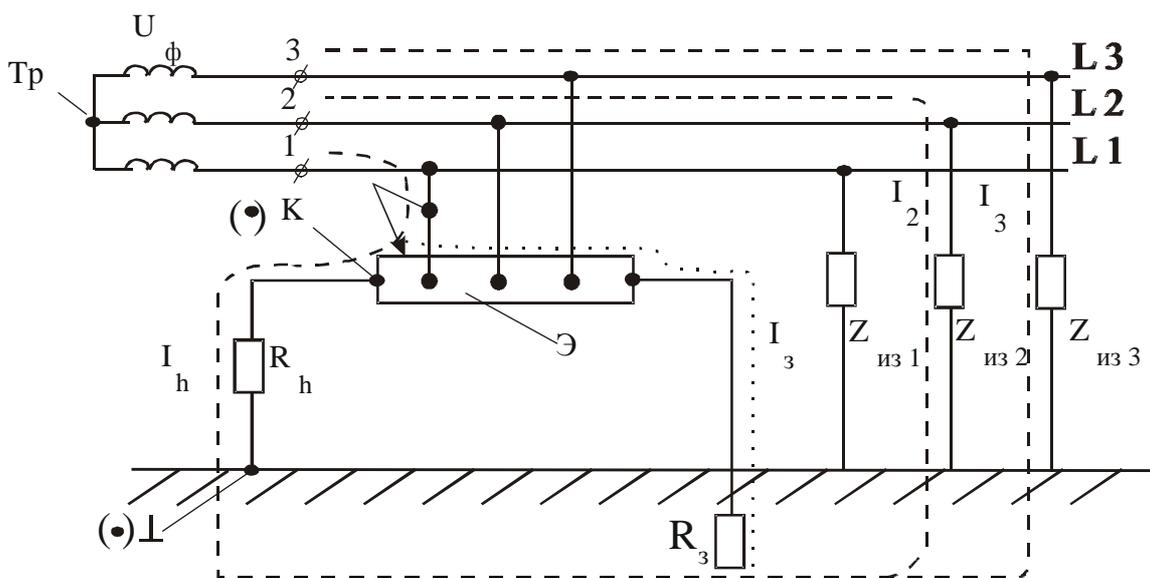


Рис. 6.10. Защитное заземление в сети с изолированной нейтралью (система IT)

На рис. 6.10. Тр – вторичная обмотка силового трансформатора; U_{ϕ} – фазное напряжение сети; $L1, L2, L3$ – фазные провода сети; $Z_{из1}, Z_{из2}, Z_{из3}$ – сопротивления изоляции фаз относительно земли; Э – электроустановка (электроприемник, электропотребитель), питающаяся от трех фаз сети; R_h – сопротивление тела человека (при напряже-

ниях $220 \div 380 \text{ В}$ $R_h = 1000 \text{ Ом}$); R_3 – сопротивление заземляющего устройства; I_h – ток, протекающий через тело человека при замыкании первой фазы L_1 на корпус электроприемника «Э»; I_3 – ток замыкания на землю фазы L_1 ; I_2 – ток через $Z_{из2}$; I_3 – ток через $Z_{из3}$; (•) К – корпус электроприемника «Э»; (•) ⊥ – земля.

Процессы, протекающие при работе данной системы (см. рис. 6.10), являются сложными. Это связано с тем, что система имеет распределенный характер; земля имеет различную проводимость (электронную, ионную, молекулярную, полупроводниковую и т.п.); сечение такого проводника, как земля, теоретически близко к бесконечности; при протекании тока замыкания на землю возникают потенциальные поля и т.п.

В первом приближении принцип действия защитного заземления можно пояснить следующим образом. Рассмотрим и сравним между собой два варианта:

I вариант – при отсутствии заземляющего устройства (на рис. 6.11 нет R_3);

II вариант – при наличии заземляющего устройства (на рис. 6.12 R_3 присутствует).

Преобразуем оба варианта схем (см. рис. 6.10) в эквивалентные с точки зрения прохождения тока I_h .

Эквивалентная схема I варианта приведена на рис. 6.11.

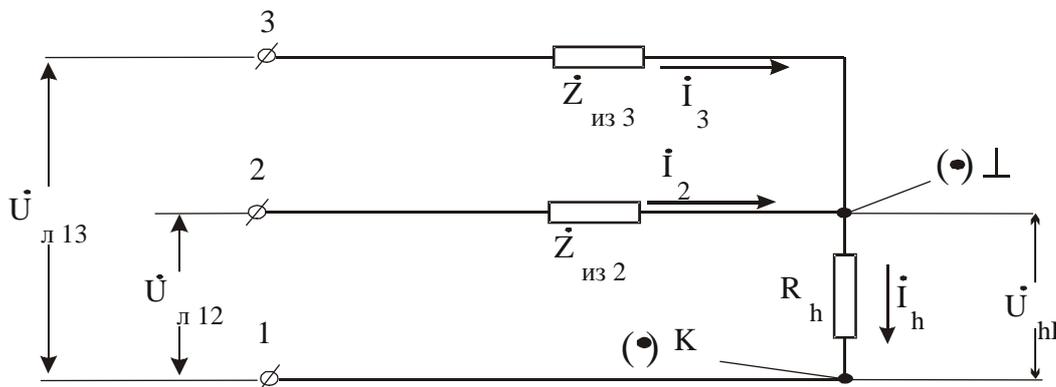


Рис. 6.11. Эквивалентная схема I варианта

Здесь $\dot{U}_{л12}$ и $\dot{U}_{л13}$ – линейные напряжения между 1-й и 2-й, 1-й и 3-й фазами соответственно в какой-то произвольно взятый момент времени.

Эквивалентная схема II варианта приведена на рис. 6.12.

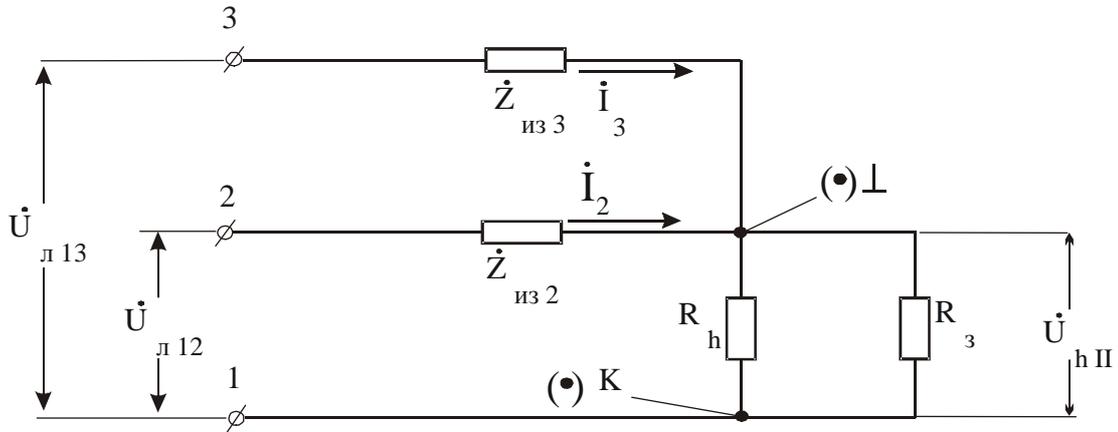


Рис. 6.12. Эквивалентная схема II варианта

Напряжение прикосновения \dot{U}_h как в первом, так и во втором вариантах равно напряжению между корпусом электроприемника (•) К и землей (•) ⊥ - $\dot{U}_{κ⊥}$. Напряжение $\dot{U}_{κ⊥}$ в обоих вариантах равно току, протекающему между (•) К и (•) ⊥ $\dot{i}_{κ⊥}$, умноженному на сопротивление между этими точками $R_{κ⊥}$:

$$\begin{aligned} \dot{U}_{hI} = \dot{U}_{κ⊥I} &= \dot{i}_{κ⊥} \cdot R_{κ⊥} = \dot{i}_h \cdot R_{κ⊥} = (\dot{i}_2 + \dot{i}_3) \cdot R_{κ⊥} = \{R_{κ⊥} = R_h\} = (\dot{i}_2 + \dot{i}_3) \cdot R_h = \\ &= \left(\frac{\dot{U}_{л12}}{\dot{Z}_{из2} + R_h} + \frac{\dot{U}_{л13}}{\dot{Z}_{из3} + R_h} \right) \cdot R_h = \frac{\dot{U}_{л12}}{\frac{\dot{Z}_{из2}}{R_h} + 1} + \frac{\dot{U}_{л13}}{\frac{\dot{Z}_{из3}}{R_h} + 1} ; \end{aligned} \quad (6.8)$$

$$\begin{aligned} \dot{U}_{hII} = \dot{U}_{κ⊥II} &= \dot{i}_{κ⊥} \cdot R_{κ⊥} = (\dot{i}_2 + \dot{i}_3) \cdot R_{κ⊥} = \left\{ R_{κ⊥} = \frac{R_h \cdot R_3}{R_h + R_3} \right\} = (\dot{i}_2 + \dot{i}_3) \cdot \frac{R_h \cdot R_3}{R_h + R_3} \approx \\ &\approx \left\{ \text{т.к. } R_3 \ll R_h, \text{ то } \frac{R_h \cdot R_3}{R_h + R_3} \approx R_3 \right\} \approx \left(\frac{\dot{U}_{л12}}{\dot{Z}_{из2} + R_3} + \frac{\dot{U}_{л13}}{\dot{Z}_{из3} + R_3} \right) \cdot R_3 = \frac{\dot{U}_{л12}}{\frac{\dot{Z}_{из2}}{R_3} + 1} + \frac{\dot{U}_{л13}}{\frac{\dot{Z}_{из3}}{R_3} + 1}. \end{aligned} \quad (6.9)$$

Сравнивая выражения (6.8) и (6.9) и учитывая, что $R_3 \ll R_h$, можно сделать вывод, что $\dot{U}_{hII} \ll \dot{U}_{hI}$.

Таким образом, за счет малого сопротивления заземляющего устройства R_3 удастся резко снизить потенциал ОПЧ, оказавшихся

под напряжением относительно земли, или напряжение прикосновения U_h . Вследствие этого значительно снижается ток, протекающий через тело человека, что и обеспечивает безопасность.

Значение этого тока можно определить по формуле

$$I_h = \frac{3 \cdot U_\phi}{3 \cdot R_h + Z_{uz} + \frac{R_h \cdot Z_{uz}}{R_3}} \quad (6.10)$$

Чем меньше сопротивление между ОПЧ и землей (а оно определяется сопротивлением заземляющего устройства R_3), тем ближе по величине становятся потенциалы ОПЧ и земли, и тем меньше становится разность потенциалов, т.е. U_h ; происходит перераспределение падений напряжения в схеме (рис. 6.10): всё меньшая часть напряжения источника питания падает на R_h , а большая часть – на Z_{uz} .

Основные нормативные требования к величине сопротивления заземляющего устройства приведены в ПУЭ.

1. *Сети с изолированной нейтралью напряжением до 1 кВ (защитное заземление в системе IT):*

$$R_3 \leq \frac{50}{I_3} \text{ [Ом]},$$

где I_3 – ток замыкания на землю, А.

Как правило, не требуется принимать значение R_3 менее 4 Ом. Допускается R_3 до 10 Ом, если соблюдено приведенное выше условие, а мощность питающих сеть генераторов или трансформаторов не превышает 100 кВА.

2. *Сети с глухозаземленной нейтралью напряжением до 1 кВ (рабочее заземление нейтрали трансформатора или генератора R_0):* R_0 должно быть не более 2,4 и 8 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В источника трехфазного тока.

3. *Сети с изолированной нейтралью напряжением выше 1 кВ (защитное заземление в сетях напряжением 6, 10, 35 кВ):*

$$R_3 \leq \frac{250}{I_3} \text{ [Ом]},$$

но не более 10 Ом, где I_3 – расчетный ток замыкания на землю, А.

При использовании заземляющего устройства одновременно для электроустановок напряжением до 1 кВ с изолированной нейтралью должны быть выполнены условия п. 1.

При использовании заземляющего устройства одновременно для электроустановок напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью должны быть выполнены условия п. 2.

4. *Сети с эффективно заземленной нейтралью напряжением выше 1 кВ* (защитное заземление в сетях 110 кВ и выше):

$$R_3 \leq 0,5 \text{ Ом}$$

«Правила устройства электроустановок» (ПУЭ) требуют обязательного применения защиты при косвенном прикосновении, если напряжение в электроустановке превышает 50 В переменного тока и 120 В постоянного тока, т.е. так называемое **сверхнизкое напряжение** (СНН).

Если данная электроустановка подпадает под область применения защитного заземления (приведенную выше) и напряжение в ней превышает СНН, то её необходимо заземлять (кроме случаев применения других способов защиты, оговоренных ПУЭ).

В помещениях с повышенной опасностью поражения электротоком, особо опасных и в наружных электроустановках защитное заземление может потребоваться и при напряжениях ниже СНН при наличии требований соответствующих глав ПУЭ.

6.10. ЗАНУЛЕНИЕ. НАЗНАЧЕНИЕ. ЦЕЛЬ. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Можно дать следующее определение **зануления**: это преднамеренное соединение открытых проводящих частей (ОПЧ) с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора (с нулевым проводником *PE* или *PEN*), выполненное в целях обеспечения электробезопасности (на рис. 6.13 – соединение точек Д и М) [1, 11].

На рис. 6.13 Тр – вторичная обмотка силового трансформатора; U_{ϕ} – фазное напряжение сети; X1 – глухозаземленная нейтраль

трансформатора T_p ; R_0 – рабочее заземление нейтрали трансформатора (для данной сети напряжением 220/380 В $R_0 = 4$ Ом); $L1, L2, L3$ (A, B, C) – фазные провода сети; N – нулевой рабочий проводник; PE – нулевой защитный проводник; R_n – повторное заземление нулевого провода (при линейном напряжении сети $U_{л} = 380$ В $R_n \leq 10$ Ом); \mathcal{E} – электроустановка (электроприемник, электропотребитель), питающаяся от трех фаз сети; Pr – плавкие предохранители; R_h – сопротивление тела человека (при напряжениях $220 \div 380$ В $R_h = 1000$ Ом); I_h – ток, протекающий через тело человека при замыкании третьей фазы $L3$ на корпус (ОПЧ) электроустановки « \mathcal{E} », показан точками; I_3 – ток замыкания на землю (через повторное заземление нулевого провода R_n), показан штрих-пунктиром; $I_{кз}$ – ток короткого замыкания (протекающий в так называемой петле «фаза – нуль»), показан пунктиром; $(\bullet)Б$ – точка возможного обрыва нулевого провода.

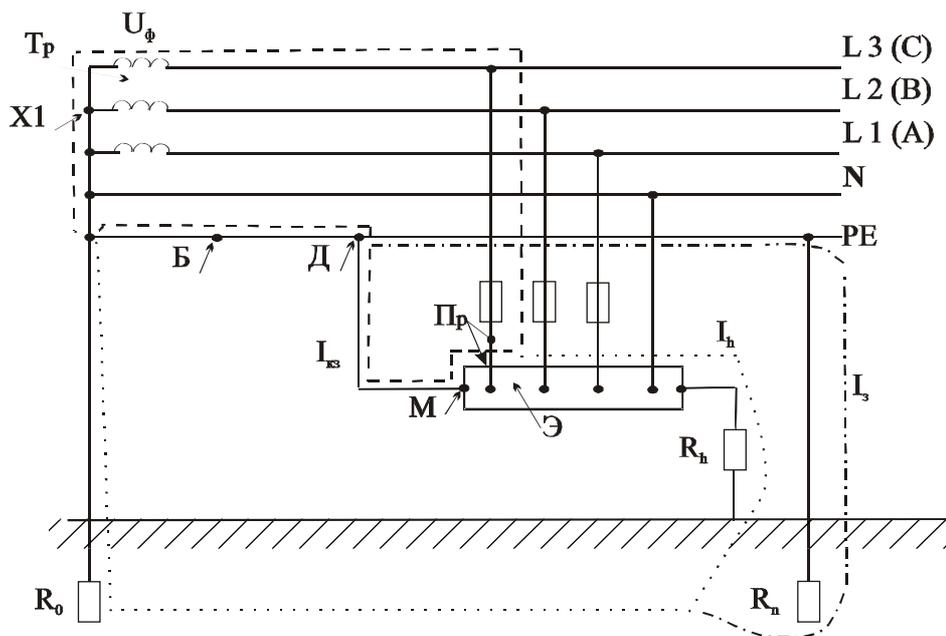


Рис. 6.13. Зануление и повторное заземление нулевого провода в трехфазной пятипроводной сети с глухозаземленной нейтралью напряжением до 1 кВ (система TN-S)

Назначение зануления – обеспечение безопасности работающих при замыкании на ОПЧ (защита от косвенного прикосновения).

Область применения зануления – сети напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью (система TN и ее модификации).

Применение защитного заземления в таких сетях неэффективно с точки зрения экономических показателей. Если ОПЧ соединяют с отдельным защитным заземляющим устройством R_3 , не связанным с рабочим заземлением нейтрали трансформатора R_0 , то для обеспечения безопасности персонала необходимо, чтобы значение сопротивления R_3 было бы как минимум на порядок меньше R_0 (в данной сети значение R_3 должно быть не более 0,4 Ом). Если заземляющее устройство одно и совмещает функции защитного и рабочего заземления, то для обеспечения безопасности персонала необходимо, чтобы сечение нулевого проводника (PE или PEN) было бы как минимум на порядок больше сечения фазного провода ($L1, L2, L3$). По этой причине ПУЭ допускают применение защитного заземления в сетях с глухозаземленной нейтралью (система TT) только в тех случаях, когда условия электробезопасности с помощью зануления в такой сети (в системе $TN-C$) не могут быть обеспечены. При этом ПУЭ в дополнение к защитному заземлению требуют обязательного применения устройств защитного отключения (УЗО) для защиты при косвенном прикосновении.

Принцип действия зануления заключается в превращении замыкания на ОПЧ (корпус) в однофазное короткое замыкание (т.е. замыкание между фазным и нулевым проводниками) с целью вызвать большой ток, способный обеспечить срабатывание защиты (отключающей аппаратуры) и тем самым автоматически отключить поврежденную электроустановку от сети. Такой защитой являются плавкие предохранители (на рис. 6.13 – Пр) и автоматические выключатели. Другими словами, можно сказать, что защита персонала от поражения электротоком при применении зануления обеспечивается совокупным сочетанием допустимых значений напряжения прикосновения U_{hg} (или соответствующих им допустимых значений тока через тело человека I_{hg}) и времени воздействия t , которое определяется временем срабатывания отключающей аппаратуры. Эти значения для производственных электроустановок переменного тока частотой 50 Гц приведены в табл. 6.1.

t, c	0,01-0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	свыше 1,0
I_{hg}, mA	650	400	190	160	140	125	105	90	75	65	50	6
U_{hg}, B	650	400	190	160	140	125	105	90	75	65	50	36

На рис. 6.14 приведена схема, эквивалентная схеме на рис. 6.13 по путям прохождения токов $I_{кз}$ и I_h без учета повторного заземления нулевого провода R_n (при отсутствии на схеме R_n).

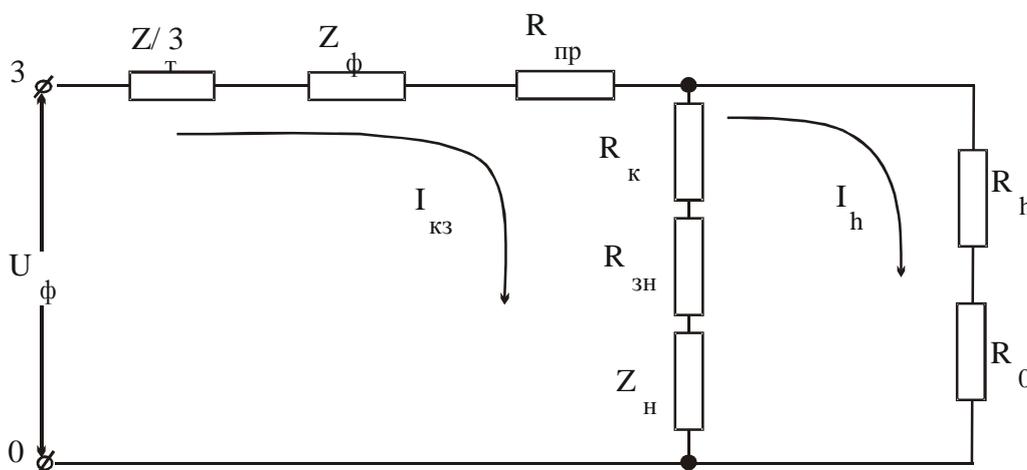


Рис. 6.14. Эквивалентная схема зануления при отсутствии повторного заземления нулевого провода R_n

На рис. 6.14 $Z_T/3$ – модуль полного сопротивления обмотки трансформатора; $Z_φ$ – сопротивление фазного провода, которое имеет активную и индуктивную составляющие (в случае применения медных проводов $Z_φ = R_φ$); $R_{пр}$ – сопротивление предохранителя; $R_к$ – сопротивление ОПЧ (корпуса); $R_{зн}$ – сопротивление зануления; $Z_н$ – сопротивление нулевого провода (в случае применения медных проводов $Z_н = R_н$).

На практике происходит следующее:

$R_{пр} \ll Z_T/3$ и $R_{пр} \ll Z_φ$, поэтому пренебрегаем значением $R_{пр}$;

$R_к \ll Z_н$ и $R_{зн} \ll Z_н$, поэтому пренебрегаем значениями $R_к$ и $R_{зн}$;

$R_0 \ll R_h$, поэтому пренебрегаем значением R_0 .

Тогда схема на рис. 6.14 преобразуется, как показано на рис. 6.15.

Из рис. 6.13 и 6.15 видно, что при перегорании предохранителя «Пр», с открытых проводящих частей (ОПЧ), которые оказались под напряжением, это напряжение снимается и через тело человека перестает протекать ток I_h .

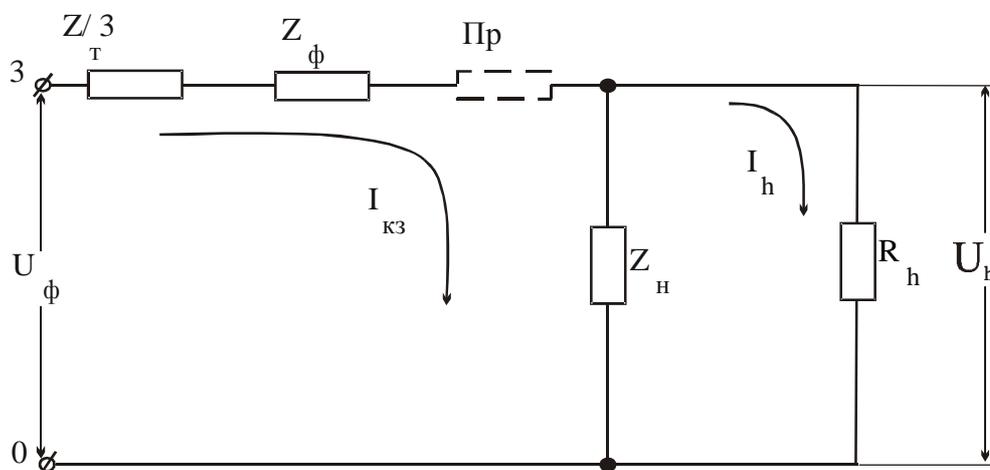


Рис. 6.15. Преобразованная эквивалентная схема зануления при отсутствии повторного заземления нулевого провода R_n

Надежное срабатывание отключающей аппаратуры (плавких предохранителей, автоматических выключателей) произойдет, если выполняется следующее условие:

$$I_{кз} \geq k \cdot I_{ном}, \quad (6.11)$$

где k – коэффициент кратности номинального тока $I_{ном}$ плавкого предохранителя «Пр» (указан на предохранителе) или уставки тока срабатывания автоматического выключателя.

Для плавких предохранителей k должен быть не менее 3. Для автоматических выключателей, имеющих только электромагнитный расцепитель (отсечку), k должен быть не менее $1,25 \div 1,4$.

Значение тока короткого замыкания можно определить по следующей формуле (см. рис. 6.15):

$$I_{кз} = \frac{U_{\phi}}{Z_T/3 + Z_{\phi} + Z_n}. \quad (6.12)$$

На практике величины сопротивлений $Z_T/3$, Z_{ϕ} , Z_n составляют десятые доли Ом (Z_{ϕ} и Z_n могут иметь значения и сотых долей Ом).

При значительном удалении потребителя («Э» на рис. 6.13) от источника питания («Тр» на рис. 6.13) на $I_{кз}$ начинает влиять индуктивность петли «фаза – нуль». Для простоты пренебрегаем этой индуктивностью.

Увеличить $I_{кз}$ (с целью выполнения условия $I_{кз} \geq k \cdot I_{ном}$) можно, уменьшая Z_ϕ и Z_n , в частности их активные составляющие R_ϕ и R_n .

Активное сопротивление любого проводника определяется по формуле

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}, \quad (6.13)$$

где ρ – удельное сопротивление материала проводника;

l – длина проводника;

S – сечение проводника.

Увеличивая S и варьируя материалом проводника, можно уменьшить R_ϕ и R_n , соответственно уменьшаются Z_ϕ и Z_n и увеличивается $I_{кз}$.

С момента замыкания фазы на ОПЧ (корпус) до момента срабатывания защиты («Пр») проходит определенное время, в течение которого (при отсутствии повторного заземления нулевого провода R_n – рис. 6.15) человек, прикоснувшийся к ОПЧ, будет находиться под напряжением:

$$U_h = I_{кз} \cdot Z_n = \frac{U_\phi}{Z_T/3 + Z_\phi + Z_n} \cdot Z_n. \quad (6.14)$$

Это напряжение может превышать допустимые значения U_{hg} , приведенные в табл. 6.1, т.е. не будет выполняться условие

$$U_h \leq U_{hg}. \quad (6.15)$$

Для выполнения этого условия существуют два пути.

Первый путь – увеличивать быстродействие защиты, тем самым увеличивая U_{hg} (применить быстродействующие автоматические выключатели, при применении плавких предохранителей – увеличить $I_{кз}$).

Второй путь – снижать напряжение прикосновения U_h до допустимых значений за счет применения *повторного заземления нулевого провода* R_n (рис. 6.13).

Эквивалентная схема (рис. 6.13) по путям прохождения токов $I_{кз}$, I_h , I_3 приведена на рис. 6.16. При этом учтены все соотношения при преобразовании схемы (рис. 6.14) в схему (рис. 6.15), а также то, что $Z_H \ll R_n$, а R_0 и R_n сравнимы по величине (например, $R_0 = 4 \text{ Ом}$, $R_n = 10 \text{ Ом}$).

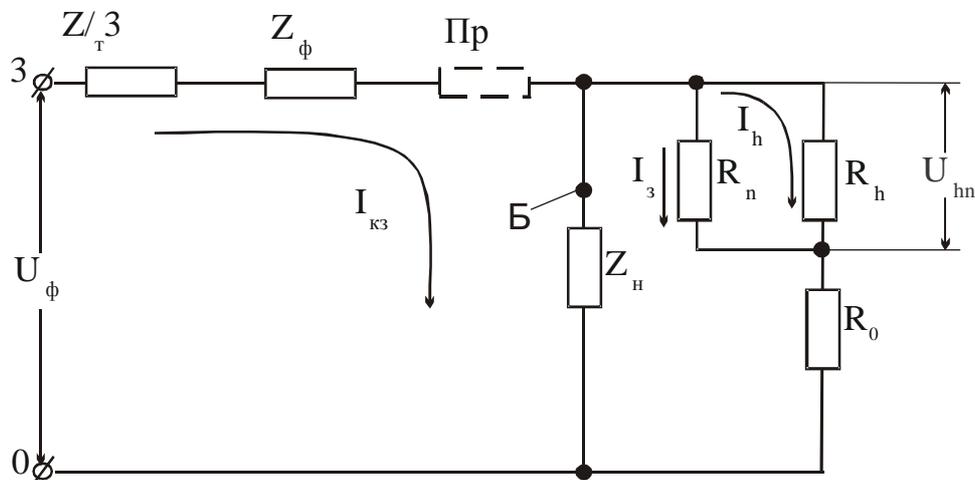


Рис. 6.16. Эквивалентная схема зануления при наличии повторного заземления нулевого провода R_n

При повторном заземлении нулевого провода напряжение прикосновения U_{hn} будет равно (рис. 6.16)

$$U_{hn} = \frac{I_{кз} \cdot Z_H}{\frac{R_n \cdot R_h}{R_n + R_h} + R_0} \cdot \frac{R_n \cdot R_h}{R_n + R_h} \approx \left\{ \text{т.к. } R_n \ll R_h, \text{ то } \frac{R_n \cdot R_h}{R_n + R_h} \approx R_n \right\} \approx$$

$$\approx \frac{U_h}{R_n + R_0} \cdot R_n = \frac{U_h}{1 + \frac{R_0}{R_n}} \quad (6.16)$$

Следовательно, напряжение прикосновения при применении повторного заземления нулевого провода U_{hn} всегда будет меньше напряжения прикосновения при отсутствии его U_h :

$$U_{hn} < U_h \quad (6.17)$$

Например, при $R_0 = 4 \text{ Ом}$ и $R_n = 10 \text{ Ом}$ $U_{hn} = 0,7 U_h$.

В случае обрыва нулевого провода (например, в точке «Б» (рис. 6.13 и 6.16) отключающая аппаратура не работает, так как не

возникнет режим короткого замыкания и ток в фазном проводе не достигнет величины, необходимой для её срабатывания. В этом случае повторное заземление нулевого провода уменьшает опасность поражения электротоком за местом обрыва, но не может устранить ее полностью.

Таким образом, *назначение повторного заземления нулевого провода* – снижение напряжения относительно земли зануленных ОПЧ в период замыкания фазы на них как при исправной схеме зануления, так и в случае обрыва нулевого провода (*PE* или *PEN*).

«Правила устройства электроустановок» (ПУЭ) требуют обязательного применения защиты при косвенном прикосновении, если напряжение в электроустановке превышает 50 В переменного тока и 120 В постоянного тока (так называемое **сверхнизкое напряжение** (СНН)).

Таким образом, если данная электроустановка подпадает под область применения зануления (приведенную выше) и напряжение в ней превышает СНН, то ее необходимо занулять (кроме случаев применения других способов защиты, оговоренных ПУЭ).

В помещениях с повышенной опасностью поражения электротоком, особо опасных и в наружных электроустановках зануление может потребоваться и при напряжениях ниже СНН при наличии требований соответствующих глав ПУЭ.

6.11. ЗАЩИТНОЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ. КЛАССИФИКАЦИЯ. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Согласно классификации по ГОСТ Р МЭК 61140-2000 защитное отключение относится к категории мер защиты «Защита с помощью автоматического отключения источника питания» и осуществляет защиту человека от поражения в условиях неисправности электроустановки – при повреждении или пробое изоляции на корпус [1, 11].

Можно дать следующее определение **защитного отключения**: это быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности по-

ражения человека электротоком. Такая опасность может возникнуть, в частности, при замыкании фазы на корпус, снижении сопротивления изоляции ниже определенного предела, а также в случае прикосновения человека непосредственно к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Область применения устройств защитного отключения практически не ограничена – сети любого напряжения с любым режимом нейтрали. Тем не менее, наибольшее распространение УЗО получили в сетях напряжением до 1 кВ.

Основными элементами устройства защитного отключения (УЗО) являются прибор защитного отключения и исполнительный орган – автоматический выключатель.

Прибор защитного отключения – совокупность отдельных элементов, которые воспринимают входную величину, реагируют на ее изменения и при заданном ее значении дают сигнал на отключение выключателя. Этими элементами являются следующие:

- датчик – входное звено устройства, воспринимающее воздействие извне и осуществляющее преобразование этого воздействия (т.е. входной величины) в соответствующий сигнал;

- усилитель, предназначенный для усиления сигнала датчика, если он оказывается недостаточно мощным;

- цепи контроля, служащие для периодической проверки исправности защитного отключения;

- вспомогательные элементы – сигнальные лампы и измерительные приборы (например, омметр), характеризующие состояние электроустановки.

Исполнительный орган – автоматический выключатель, обеспечивающий отключение соответствующего участка электроустановки (электрической сети) при получении сигнала от прибора защитного отключения.

Основные требования, которым должны удовлетворять УЗО, следующие:

- высокая чувствительность;

- малое время отключения;

- селективность действия;
- способность осуществлять самоконтроль исправности;
- достаточная надежность.

В основе действия защитного отключения как электрозащитного средства лежит принцип ограничения (за счет быстрого отключения) продолжительности протекания тока через тело человека при непреднамеренном прикосновении его к элементам электроустановки, находящимся под напряжением.

В ГОСТ 12.1.038-82 (с изменениями от 01.07.88) приведены предельно допустимые значения тока I_{hg} , проходящего через тело человека, в зависимости от времени воздействия t .

Предельно допустимые значения переменного тока частотой 50 Гц, проходящего через тело человека, в аварийном режиме *бытовых* электроустановок не должны превышать указанных в табл. 6.2.

Таблица 6.2

t, c	0,01-0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	Свыше 1,0
I_{hg}, mA	220	200	100	70	55	50	40	35	30	27	25	2

Предельно допустимые значения токов, проходящих через тело человека, в аварийном режиме *производственных* электроустановок не должны превышать указанных в табл. 6.3.

Таблица 6.3

t, c	0,01-0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	Свыше 1,0
Переменный ток частотой 50 Гц												
I_{hg}, mA	650	400	190	160	140	125	105	90	75	65	50	6
Выпрямленный однополупериодный ток (амплитудное значение)												
I_{hg}, mA	650	500	400	300	250	200	190	180	170	160	150	-
Выпрямленный двухполупериодный ток (амплитудное значение)												
I_{hg}, mA	650	500	400	300	270	230	220	210	200	190	180	-

Из всех известных электрозащитных средств УЗО является единственным, обеспечивающим защиту человека от поражения электрическим током при прямом прикосновении к одной из токоведущих частей.

Другим не менее важным свойством УЗО является его способность осуществлять защиту от возгораний и пожаров, возникающих на объектах вследствие возможных повреждений изоляции, неисправностей электропроводки и электрооборудования.

Существуют различные типы УЗО в зависимости от принятых для них входных величин:

- УЗО, реагирующее на потенциал корпуса относительно земли;
- УЗО, реагирующее на ток замыкания на землю;
- УЗО, реагирующее на напряжение нулевой последовательности;
- УЗО, реагирующее на оперативный ток;
- УЗО, реагирующее на дифференциальный ток и т.д.

Наиболее широкое распространение в России и за рубежом получил последний тип УЗО, реагирующий на дифференциальный ток. Он и будет рассмотрен далее.

Функционально этот тип УЗО можно определить, как быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на дифференциальный ток в проводниках, подводящих электроэнергию к защищаемой электроустановке.

Принцип действия УЗО дифференциального типа основан на применении электромагнитного векторного сумматора токов – дифференциального трансформатора тока.

Сравнение текущих значений двух и более (в четырехполюсных УЗО – четырех) токов по амплитуде и фазе эффективно, т.е. с минимальной погрешностью, осуществляется электромагнитным путем – с помощью дифференциального трансформатора тока (рис. 6.17).

Суммарный магнитный поток в сердечнике Φ_{Σ} , пропорциональный разности токов в проводниках, являющихся первичными обмотками трансформатора, I_L и I_N , наводит во вторичной обмотке транс-

форматора тока соответствующую ЭДС (электродвижущую силу), под действием которой в цепи вторичной обмотки протекает ток $\dot{I}_{\Delta Bm}$, также пропорциональный разности первичных токов.

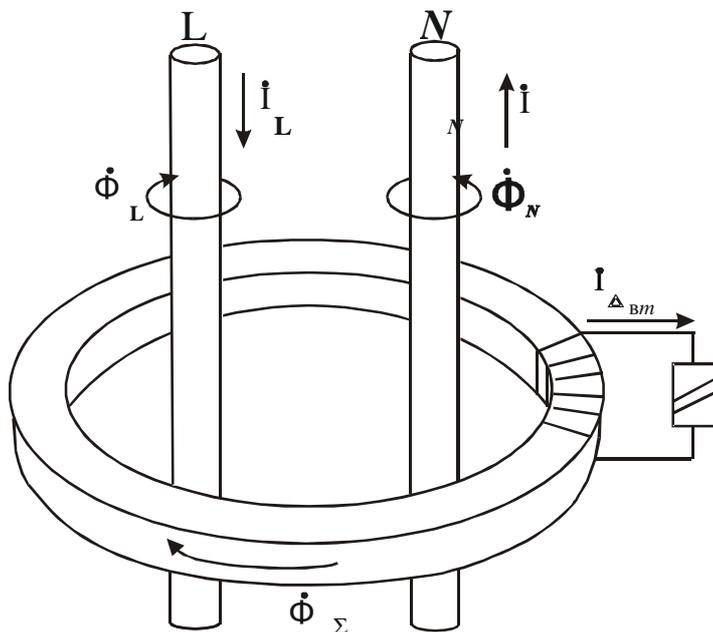


Рис. 6.17. Дифференциальный трансформатор тока

Основные функциональные блоки УЗО представлены на рис. 6.18.

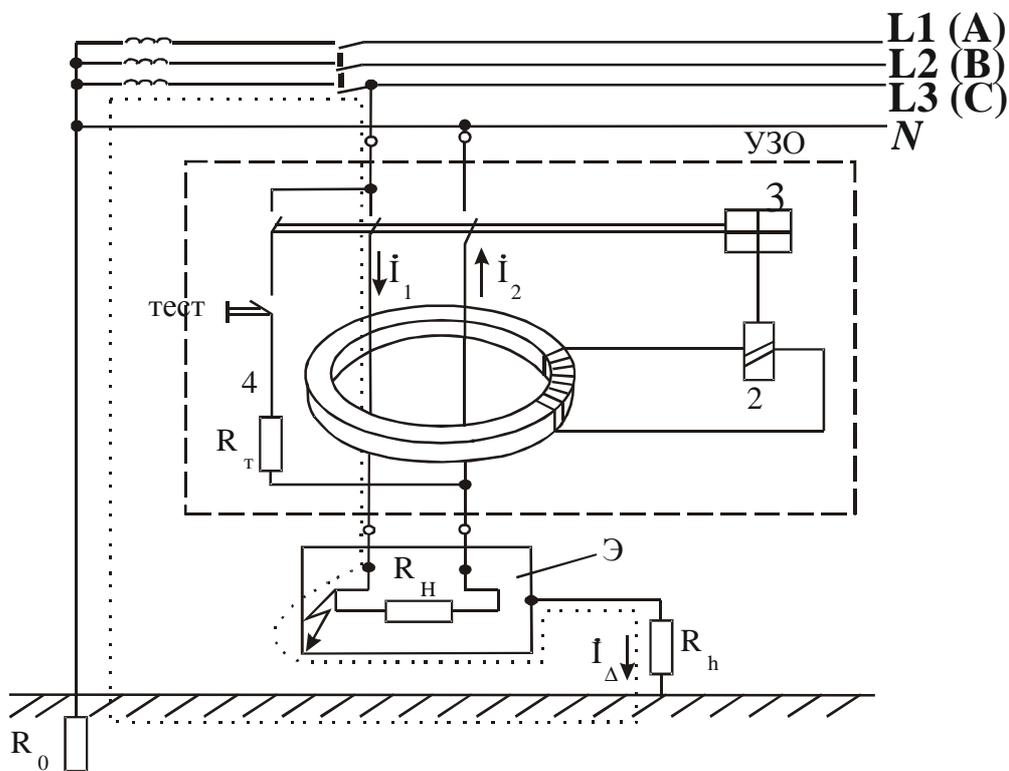


Рис. 6.18. УЗО, реагирующее на дифференциальный ток

Важнейшим функциональным блоком УЗО является дифференциальный трансформатор тока 1. Пусковой орган (пороговый элемент) 2 выполняется, как правило, на чувствительных магнитоэлектрических реле прямого действия или электронных компонентах. Исполнительный механизм 3 включает в себя силовую контактную группу с механизмом привода.

В нормальном режиме, при отсутствии дифференциального тока \dot{I}_Δ – тока утечки, в силовой цепи по проводникам, проходящим сквозь окно магнитопровода трансформатора тока 1, протекает рабочий ток нагрузки. Проводники, проходящие сквозь окно магнитопровода, образуют встречно включенные первичные обмотки дифференциального трансформатора тока.

Если обозначить ток, протекающий по направлению к нагрузке (R_n), как \dot{I}_Δ , а от нагрузки – как \dot{I}_Δ , то можно записать равенство

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_2.$$

Равные токи во встречно включенных обмотках наводят в магнитном сердечнике трансформатора тока равные, но векторно встречно направленные магнитные потоки $\dot{\Phi}_1$ и $\dot{\Phi}_2$.

Результирующий магнитный поток равен нулю, ток во вторичной обмотке дифференциального трансформатора также равен нулю.

Пусковой орган 2 находится в этом случае в состоянии покоя.

При прикосновении человека (R_h – сопротивление тела человека) к незаземленным токопроводящим частям или к корпусу электроприемника (Э), на который произошел пробой изоляции, по фазному проводнику через УЗО кроме тока нагрузки \dot{I}_1 протекает дополнительный ток – ток утечки (\dot{I}_Δ), являющийся для трансформатора тока дифференциальным (разностным).

Неравенство токов в первичных обмотках ($\dot{I}_1 + \dot{I}_\Delta$ в фазном проводнике и \dot{I}_1 , равный \dot{I}_1 , в нулевом рабочем проводнике) вызывает небаланс магнитных потоков и, как следствие, возникновение во вторичной обмотке трансформированного дифференциального тока.

Если этот ток превышает значение уставки порогового элемента пускового органа 2, последний срабатывает и воздействует на исполнительный механизм 3.

Исполнительный механизм, обычно состоящий из пружинного привода, спускового механизма и группы силовых контактов, размыкает электрическую цепь. В результате защищаемая УЗО электроустановка обесточивается.

Для осуществления периодического контроля исправности (работоспособности) УЗО предусмотрена цепь тестирования 4.

При нажатии кнопки «Тест» искусственно создается отключающий дифференциальный ток. Срабатывание УЗО означает, что оно в целом исправно.

6.12. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ

Электрозащитные средства – это переносимые и перевозимые изделия, служащие для защиты людей, работающих с электроустановками, от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля [1, 11].

По назначению электрозащитные средства (ЭЗС) условно разделяются на изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

Изолирующие ЭЗС служат для изоляции человека от частей электрооборудования под напряжением, а также от земли.

Ограждающие ЭЗС предназначены для временного ограждения токоведущих частей электроустановок под напряжением. К ним относятся переносные ограждения (ширмы, барьеры, щиты и клетки), а также временные переносные заземления. Условно к ним могут быть отнесены и предупредительные плакаты.

Вспомогательные защитные средства служат для защиты персонала от падения с высоты (предохранительные пояса и страхующие канаты), для безопасного подъема на высоту (лестницы, когти), а также для защиты от световых, тепловых, механических и химических воздействий (защитные очки, противогазы, рукавицы, спецодежда и др.).

Изолирующие ЭЗС разделяются на основные и дополнительные.

Основными называют такие изолирующие ЭЗС, изоляция которых надежно выдерживает рабочее напряжение электроустановки, и с помощью которых разрешается касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением. К ним относятся изолирующие и измерительные штанги; штанги для наложения временных переносных заземлений; изолирующие клещи; изолирующая часть указателей напряжения и токоизмерительных клещей; изолирующие ручки монтерского инструмента; диэлектрические перчатки. Дополнительными называют такие ЭЗС, которые сами не могут обеспечить безопасность персоналу при данном напряжении электроустановки и являются дополнительной мерой защиты к основным изолирующим ЭЗС: боты и галоши; резиновые коврики, дорожки; подставки; изолирующие колпаки и накладки; изолирующие лестницы; изоляционные подставки.

6.13. ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

Вопросы организации безопасной работы в электроустановках рассматриваются в следующих нормативных документах:

- Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок (далее – ПОТ);
- Правила технической эксплуатации электроустановок (далее – ПТЭ);
- Правила устройства электроустановок (далее – ПУЭ);
- другая нормативно-техническая документация (далее – НТД).

Организация безопасной работы в электроустановках в основном включает следующее:

- назначение лиц и ответственного за электрохозяйство;
- классификация электротехнического персонала, обучение и проверка знаний;
- категорийность работ, проводимых в электроустановках;
- регламентация работ, проводимых в электроустановках;
- обязанности лиц, ответственных за безопасность проведения работ;

- организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ;
- технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения.

6.13.1. Назначение ответственного за электрохозяйство

Для непосредственного выполнения обязанностей по организации эксплуатации электроустановок на предприятиях, в организациях, у индивидуальных предпринимателей назначаются ответственный за электрохозяйство и его заместитель из числа руководителей и специалистов [1, 11].

При наличии должности главного энергетика обязанности ответственного за электрохозяйство, как правило, возлагаются на него.

Назначение ответственного за электрохозяйство и его заместителя производится после проверки знаний и присвоения соответствующей группы по электробезопасности:

- V – в электроустановках напряжением выше 1000 В;
- IV – в электроустановках напряжением до 1000 В.

Ответственный за электрохозяйство обязан:

- осуществить разработку и ведение необходимой документации по вопросам организации эксплуатации электроустановок;
- организовать обучение, инструктирование, проверку знаний и допуск к самостоятельной работе электротехнического персонала;
- организовать безопасное проведение всех видов работ в электроустановках;
- контролировать наличие, своевременность проверок и испытаний средств защиты в электроустановках, средств пожаротушения и инструмента.

6.13.2. Классификация электротехнического персонала.

Организация обучения и проверки знаний

Весь персонал предприятий подразделяется на неэлектротехнический, электротехнологический, электротехнический [1, 11].

Неэлектротехнический персонал – это персонал, не подпадающий под определения электротехнологического и электротехнического персонала, которые будут приведены ниже.

Неэлектротехническому персоналу, выполняющему работы, при которых может возникнуть опасность поражения электрическим током, присваивается I группа по электробезопасности с оформлением в журнале установленной формы; удостоверение не выдается.

Присвоение I группы производится путем проведения инструктажа, который, как правило, должен завершаться проверкой знаний в форме устного опроса.

Присвоение I группы по электробезопасности проводится с периодичностью не реже 1 раза в год.

Электротехнологический персонал – это персонал, у которого в управляемом им технологическом процессе основной составляющей является электрическая энергия (например, электросварка, электродуговые печи, электролиз и т.д.), использующий в работе ручные электрические машины, переносной электроинструмент и светильники, и другие работники, для которых должностной инструкцией установлено знание ПОТ.

Электротехнологический персонал предприятия, не входящий в состав энергослужбы предприятия и имеющий группу по электробезопасности II и выше, в своих правах и обязанностях приравнивается к электротехническому и в техническом отношении подчиняется энергослужбе.

Электротехнический персонал включает в себя:

1) персонал административно-технический – руководители и специалисты, на которых возложены обязанности по организации технического и оперативного обслуживания, проведения ремонтных, монтажных и наладочных работ в электроустановках;

2) персонал оперативный – персонал, осуществляющий оперативное управление и обслуживание электроустановок (осмотр, оперативные переключения, подготовку рабочего места, допуск и надзор за работающими, выполнение работ в порядке текущей эксплуатации);

3) персонал оперативно-ремонтный – ремонтный персонал, специально обученный и подготовленный для оперативного обслуживания в утвержденном объеме закрепленных за ним электроустановок;

4) персонал ремонтный – персонал, обеспечивающий техническое обслуживание и ремонт, монтаж, наладку и испытание электрооборудования.

В зависимости от отнесения персонала к той или иной категории к нему предъявляются различные требования по объему и срокам обучения, проверке знаний и др.

Электротехнический персонал до назначения на самостоятельную работу или при переходе на другую работу (должность), связанную с эксплуатацией электроустановок, а также при перерыве в работе в качестве электротехнического персонала свыше 1 года обязан пройти производственное обучение на рабочем месте.

Предусмотрены следующие обязательные формы работы с различными категориями персонала.

С оперативным и оперативно-ремонтным персоналом:

1) вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи по охране труда, а также инструктаж по пожарной безопасности;

2) подготовка по новой должности или профессии с обучением на рабочем месте (стажировка) продолжительностью от 2 до 14 рабочих смен;

3) проверка знаний правил, норм по охране (ПОТ, ПТЭ, ПУЭ), правил пожарной безопасности и других нормативных документов в необходимом для данной должности объеме;

4) дублирование продолжительностью от 2 до 12 рабочих смен;

5) специальная подготовка;

6) контрольные противоаварийные и противопожарные тренировки.

7) профессиональное дополнительное образование для непрерывного повышения квалификации.

С ремонтным персоналом – все перечисленные выше формы работы, кроме указанных в п.п. 4, 5, 6.

С административно-техническим персоналом – все перечисленные выше формы работы, кроме указанных в п.п. 2, 4, 5, 6.

С административно-техническим персоналом, имеющим права оперативного, оперативно-ремонтного или ремонтного персонала, помимо указанных форм работы, должны проводиться все виды подготовки, предусмотренные для оперативного, оперативно-ремонтного или ремонтного персонала.

Проверка знаний работников подразделяется на первичную и периодическую (очередную и внеочередную).

Первичная проверка знаний проводится у работников, впервые поступивших на работу, связанную с обслуживанием электроустановок или при перерыве в проверке знаний более трёх лет.

Очередная проверка знаний проводится в следующие сроки:

– для электротехнического персонала, непосредственно организующего и проводящего работы по обслуживанию действующих электроустановок или выполняющего в них наладочные, электромонтажные, ремонтные работы или профилактические испытания, а также для персонала, имеющего право выдачи нарядов, распоряжений, ведения оперативных переговоров, – 1 раз в год;

– для административно-технического персонала, не относящегося к предыдущей группе, а также для специалистов по охране труда, допущенных к инспектированию электроустановок, – 1 раз в 3 года.

Внеочередная проверка знаний проводится независимо от срока проведения предыдущей проверки:

– при введении в действие новых или переработанных норм и правил;

– при установке нового оборудования, реконструкции или изменении главных электрических и технологических схем (необходимость внеочередной проверки в этом случае определяет технический руководитель);

– при назначении или переводе на другую работу, если новые обязанности требуют дополнительных знаний норм и правил;

- при нарушении работниками требований нормативных актов по охране труда;
- по требованию органов государственного надзора;
- по заключению комиссий, расследовавших несчастные случаи с людьми или нарушения в работе энергетического объекта;
- при повышении знаний на более высокую группу;
- при проверке знаний после получения неудовлетворительной оценки;
- при перерыве в работе в данной должности более 6 месяцев.

Для проведения проверки знаний электротехнологического и электротехнического персонала организации руководитель должен назначить приказом по организации комиссию в составе не менее пяти человек.

Председатель комиссии должен иметь группу по электробезопасности V при напряжениях до и выше 1000 В и группу IV – при напряжениях только до 1000 В.

Председателем комиссии назначается, как правило, ответственный за электрохозяйство.

При проведении процедуры проверки знаний должно присутствовать не менее трёх членов комиссии, в том числе обязательно председатель (заместитель председателя) комиссии.

По результатам проверки знаний персоналу устанавливается соответствующая группа по электробезопасности с выдачей удостоверения (для групп со II по V).

6.13.3. Категорийность работ, проводимых в электроустановках

Работы в электроустановках в отношении мер безопасности (категории работ) подразделяются на выполняемые [1, 11]:

- со снятием напряжения;
- без снятия напряжения на токоведущих частях или вблизи них;
- без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением.

К работе, выполняемой со снятием напряжения, относится работа, когда с токоведущих частей электроустановки, на которой будут проводиться работы, отключением коммутационных аппаратов, отсоединением шин, кабелей, проводов снято напряжение и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на токоведущие части к месту работы.

К работе, выполняемой без снятия напряжения на токоведущих частях или вблизи них, относится работа, выполняемая с прикосновением к токоведущим частям, находящимся под напряжением (рабочим или наведенным), или на расстоянии от этих токоведущих частей, менее допустимых. Эти расстояния приведены в табл. 6.4.

Таблица 6.4

**Допустимые расстояния до токоведущих частей,
находящихся под напряжением**

Напряжение, кВ		Расстояние от людей и применяемых ими инструментов, от временных ограждений, м	Расстояние от механизмов и грузоподъемных машин, от стропов и грузов, м
1		2	3
До 1	На ВЛ	0,6	1,0
	В остальных электроустановках	Не нормируется (без прикосновения)	1,0
1-35		0,6	1,0
60*, 110		1,0	1,5
150		1,5	2,0
220		2,0	2,5
330		2,5	3,5
400*. 500		3,5	4,5
750		5,0	6,0
800*		3,5	4,5
1150		8,0	10,0

* Постоянный ток.

К работе, выполняемой без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, относятся работы, при которых исключено случайное приближение работающих людей и

используемых ими ремонтной оснастки и инструмента к токоведущим частям на расстоянии, менее допустимого, и не требуется принятия технических (например, ограждения) или организационных (например, непрерывный надзор) мер для предотвращения такого приближения.

6.13.4. Регламентация работ, проводимых в электроустановках

Все работы в электроустановках проводятся по наряду-допуску, по распоряжению или в порядке текущей эксплуатации (только в электроустановках напряжением до 1000 В) [1, 11].

Наряд – это задание на производство работы, оформленное на специальном бланке установленной формы и определяющее содержание, место работы, время ее начала и окончания, условия безопасного проведения, состав бригады и работников, ответственных за безопасное выполнение работы.

Наряд выписывается в двух, а при передаче его по средствам связи – в трёх экземплярах.

Выдавать наряд разрешается на срок не более 15 календарных дней со дня начала работы. Наряд может быть продлен 1 раз на срок не более 15 календарных дней со дня продления. При перерывах в работе наряд остается действительным.

Наряды, работы по которым полностью закончены, должны храниться в течение 30 суток, после чего они могут быть уничтожены.

При выполнении работ по наряду бригада должна состоять не менее чем из двух человек.

Распоряжение – это задание на производство работы, определяющее ее содержание, место, время, меры безопасности (если они требуются) и работников, которым поручено ее выполнение, с указанием группы по электробезопасности.

Распоряжение имеет разовый характер, срок его действия определяется продолжительностью рабочего дня исполнителей. При необходимости продолжения работы, при изменении условий работы или состава бригады распоряжение должно отдаваться заново.

При перерывах в работе в течение дня повторный допуск осуществляется производителем работ.

Распоряжение на работу отдается производителю работ и допускающему. В электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала, в тех случаях, когда допуск на рабочем месте не требуется, распоряжение может быть отдано непосредственно работнику, выполняющему работу.

Работы, выполнение которых предусмотрено по распоряжению, могут по усмотрению работника, выдающего распоряжение, проводиться по наряду.

Распоряжение фиксируется в Журнале учёта работ по нарядам и распоряжениям.

По распоряжению, в частности, могут проводиться неотложные работы в электроустановках напряжением выше 1000 В продолжительностью не более 1 ч.

Работы, выполняемые в порядке текущей эксплуатации, – это небольшие по объёму (не более одной смены) ремонтные и другие работы по техническому обслуживанию, выполняемые в электроустановках напряжением до 1000 В оперативным, оперативно-ремонтным персоналом на закреплённом оборудовании в соответствии с утверждённым руководителем организации перечнем

Работа в порядке текущей эксплуатации, включённая в перечень, является постоянно разрешённой, на которую не требуется каких-либо дополнительных указаний, распоряжений, целевого инструктажа.

6.13.5. Лица, ответственные за безопасность проведения работ в электроустановках

Ответственными за безопасное ведение работ являются [1, 11]:

- выдающий наряд, отдающий распоряжение, утверждающий перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- ответственный руководитель работ;
- допускающий;
- производитель работ;

- наблюдающий;
- члены бригады.

Выдающий наряд, отдающий распоряжение, определяет необходимость и возможность безопасного выполнения работы. Он отвечает за достаточность и правильность указанных в наряде (распоряжении) мер безопасности, за качественный и количественный состав бригады и назначение ответственных за безопасность, а также за соответствие выполняемой работе групп перечисленных в наряде работников, проведение целевого инструктажа ответственного руководителя работ (производителя работ, наблюдающего).

Право выдачи нарядов и распоряжений предоставляется работникам из числа административно-технического персонала организации, имеющим группу V (в электроустановках напряжением выше 1000 В) и группу IV (в электроустановках напряжением до 1000 В).

Ответственный руководитель работ назначается, как правило, при работах в электроустановках напряжением выше 1000 В. В электроустановках напряжением до 1000 В ответственный руководитель, как правило, не назначается.

Ответственный руководитель работ отвечает за выполнение всех указанных в наряде мер безопасности и их достаточность, за принимаемые им дополнительные меры безопасности, необходимые по условиям выполнения работ, за полноту и качество целевого инструктажа бригады, в том числе проводимого допускающим и производителем работ, а также за организацию безопасного ведения работ.

Ответственными руководителями работ назначаются работники из числа административно-технического персонала, имеющие группу V (в электроустановках напряжением выше 1000 В) и группу IV (в электроустановках напряжением до 1000 В).

Необходимость назначения ответственного руководителя работ определяет выдающий наряд.

Допускающий отвечает за правильность и достаточность принятых мер безопасности и соответствие их мерам, указанным в наряде или распоряжении, характеру и месту работы, за правильный до-

пуск к работе, а также за полноту и качество проводимого им целевого инструктажа.

Допускающие должны назначаться из числа оперативного персонала. В электроустановках напряжением выше 1000 В допускающий должен иметь группу IV, а в электроустановках до 1000 В – группу III.

Производитель работ отвечает за:

- соответствие подготовленного рабочего места указаниям наряда, дополнительные меры безопасности, необходимые по условиям выполнения работ;

- четкость и полноту целевого инструктажа членов бригады;

- наличие, исправность и правильное применение необходимых средств защиты, инструмента, инвентаря и приспособлений;

- сохранность на рабочем месте ограждений, плакатов, заземлений, запирающих устройств;

- безопасное проведение работы и соблюдение ПОТ им самим и членами бригады;

- осуществление постоянного контроля за членами бригады.

Производитель работ, выполняемых по наряду в электроустановках напряжением выше 1000 В, должен иметь группу IV, а в электроустановках напряжением до 1000 В – группу III.

Производитель работ, выполняемых по распоряжению, может иметь группу III при работе во всех электроустановках, кроме случаев, оговоренных в ПОТ.

Наблюдающий должен назначаться для надзора за бригадами, не имеющими права самостоятельно работать в электроустановках, а также при проведении работ повышенной опасности.

Наблюдающий отвечает за:

- соответствие подготовленного рабочего места указаниям, предусмотренным в наряде;

- четкость и полноту целевого инструктажа членов бригады;

- наличие и сохранность установленных на рабочем месте заземлений, ограждений, плакатов и знаков безопасности, запирающих устройств приводов;

– безопасность членов бригады в отношении поражения электрическим током электроустановки.

Наблюдающему запрещается совмещать надзор с выполнением какой-либо работы.

Наблюдающим может назначаться работник, имеющий группу III.

Таблица 6.5

Ответственный работник	Совмещаемые обязанности
1	2
Выдающий наряд, отдающий распоряжения	Ответственный руководитель работ; производитель работ; допускающий (в электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала)
Ответственный руководитель работ	Производитель работ; допускающий (в электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала)
Производитель работ из числа оперативно-ремонтного персонала	Допускающий (в электроустановках с простой и наглядной схемой)
Производитель работ, имеющий группу IV	Допускающий (в случаях, предусмотренных ПОТ)

Каждый член бригады должен выполнять требования ПОТ и инструктивные указания, полученные при допуске к работе и во время работы, а также требования инструкций по охране труда соответствующих организаций.

Письменным указанием руководителя организации должно быть оформлено предоставление его работникам следующих прав: выдающего наряд, распоряжение; допускающего, ответственного руководителя работ; производителя работ (наблюдающего), а также права единоличного осмотра.

Допускается одно из совмещений обязанностей ответственных за безопасное ведение работ в соответствии с табл. 6.5.

Допускающий из числа оперативного персонала может выполнять обязанности члена бригады.

6.13.6. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ, проводимых в электроустановках

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ в электроустановках, являются следующие [1, 11]:

- оформление работ нарядом, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- допуск к работе;
- надзор во время работы;
- оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончания работы.

Остановимся подробнее на проведении допуска к работам.

Допускающий перед допуском к работе должен убедиться в выполнении технических мероприятий по подготовке рабочего места путем личного осмотра, по записям в оперативном журнале, по оперативной схеме и по сообщениям оперативного, оперативно-ремонтного персонала задействованных организаций.

Ответственный руководитель и производитель работ перед допуском к работе должны выяснить у допускающего, какие меры приняты при подготовке рабочего места, и совместно с допускающим проверить эту подготовку личным осмотром в пределах рабочего места.

Допуск к работе проводится после проверки подготовки рабочего места. При этом допускающий должен проверить соответствие состава бригады составу, указанному в наряде или распоряжении, по именным удостоверениям членов бригады; доказать бригаде, что напряжение отсутствует, показом установленных заземлений или проверкой отсутствия напряжения, если заземления не видны с рабочего места, а в электроустановках напряжением 35 кВ и ниже (где позволяет конструктивное исполнение) – последующим прикосновением рукой к токоведущим частям.

Началу работ по наряду или распоряжению должен предшествовать целевой инструктаж, предусматривающий указания по безопасному выполнению конкретной работы в последовательной цепи от выдавшего наряд, отдавшего распоряжение до члена бригады (исполнителя).

Без проведения целевого инструктажа допуск к работе не разрешается.

Целевой инструктаж при работах по наряду проводят:

– выдающий наряд – с ответственным руководителем работ или, если ответственный руководитель не назначается, с производителем работ;

– допускающий – с ответственным руководителем работ, производителем работ и с членами бригады;

– ответственный руководитель работ – с производителем работ и с членами бригады;

– производитель работ – с членами бригады.

Целевой инструктаж при работах по распоряжению проводят:

– отдающий распоряжение – с производителем или непосредственным исполнителем работ;

– допускающий – с производителем работ и с членами бригады (исполнителями).

Допускается проведение целевого инструктажа выдающим наряд, отдающим распоряжение по телефону.

Допускающий в целевом инструктаже должен ознакомить членов бригады с содержанием наряда, распоряжения, указать границы рабочего места, наличие наведенного напряжения, показать ближайшие к рабочему месту оборудование и токоведущие части ремонтируемого и соседних присоединений, к которым не допускается приближаться независимо от того, находятся они под напряжением или нет.

Допуск к работе оформляется в обоих экземплярах наряда, из которых один остается у производителя работ, а второй – у допускающего их работника.

Когда производитель работ совмещает обязанности допускающего, допуск оформляется в одном экземпляре наряда.

Допуск к работе по распоряжению оформляется в Журнале учета работ по нарядам и распоряжениям с записью о допуске к работе в оперативном журнале.

6.13.7. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ, выполняемых в электроустановках со снятием напряжения

При подготовке рабочего места со снятием напряжения должны быть в указанном порядке выполнены следующие технические мероприятия [1, 11]:

- произведены необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов;

- на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационных аппаратов должны быть вывешены запрещающие плакаты;

- проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены для защиты людей от поражения электрическим током;

- установлено заземление (включены заземляющие ножи, а там, где они отсутствуют, установлены переносные заземления);

- вывешены указательные плакаты «Заземлено», ограждены при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части, вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты.

Выполнение отключений

При подготовке рабочего места должны быть отключены:

- токоведущие части, на которых будут производиться работы;

- неогражденные токоведущие части, к которым возможно случайное приближение людей, механизмов и грузоподъемных машин на расстояние менее указанного в табл. 6.4;

- цепи управления и питания приводов. Должен быть закрыт воздух в системах управления коммутационными аппаратами, снят завод с пружин и грузов выключателей и разъединителей.

В электроустановках напряжением выше 1000 В с каждой стороны, с которой коммутационным аппаратом на рабочее место может

быть подано напряжение, должен быть видимый разрыв. Он может быть создан отключением разъединителей, снятием предохранителей, отключением отделителей и выключателей нагрузки, отсоединением или снятием шин и проводов.

Силовые трансформаторы и трансформаторы напряжения, связанные с выделенным для работ участком электроустановки, должны быть отключены и схемы их разобраны также со стороны других своих обмоток для исключения возможности обратной трансформации.

После отключения выключателей, разъединителей (отделителей) и выключателей нагрузки с ручным управлением необходимо визуально убедиться в их отключении и отсутствии шунтирующих перемычек.

В электроустановках напряжением выше 1000 В для предотвращения ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов, которыми может быть подано напряжение к месту работы, должны быть приняты следующие меры:

- у разъединителей, отделителей, выключателей нагрузки ручные приводы в отключенном положении должны быть заперты на механический замок (в электроустановках напряжением 6-10 кВ с однополюсными разъединителями вместо механического замка допускается надевать на ножи диэлектрические колпаки);

- у разъединителей, управляемых оперативной штангой, стационарные ограждения должны быть заперты на механический замок;

- у приводов коммутационных аппаратов, имеющих дистанционное управление, должны быть отключены силовые цепи и цепи управления, а у пневматических приводов, кроме того, на подводящем трубопроводе сжатого воздуха должна быть закрыта и заперта на механический замок задвижка и выпущен сжатый воздух, при этом спускные клапаны должны быть оставлены в открытом положении;

- у грузовых и пружинных приводов включающий груз или включающие пружины должны быть приведены в нерабочее положение;

- должны быть вывешены запрещающие плакаты.

В электроустановках напряжением до 1000 В со всех токоведущих частей, на которых будет проводиться работа, напряжение

должно быть снято отключением коммутационных аппаратов с ручным приводом, а при наличии в схеме предохранителей – снятием последних. При отсутствии в схеме предохранителей предотвращение ошибочного включения коммутационных аппаратов должно быть обеспечено такими мерами, как запирающие рукоятки или дверцы шкафа, закрытие кнопок, установка между контактами коммутационного аппарата изолирующих накладок и др. При снятии напряжения коммутационным аппаратом с дистанционным управлением необходимо разомкнуть вторичную цепь включающей катушки.

Перечисленные меры могут быть заменены расшиновкой или отсоединением кабеля, проводов от коммутационного аппарата либо от оборудования, на котором должны проводиться работы.

Необходимо вывесить запрещающие плакаты.

Вывешивание запрещающих плакатов

На приводах коммутационных аппаратов с ручным управлением (выключателей, отделителей, разъединителей, рубильников, автоматов) во избежание подачи напряжения на рабочее место должны быть вывешены плакаты «Не включать! Работают люди».

На задвижках, закрывающих доступ воздуха в пневматические приводы разъединителей, вывешивается плакат «Не открывать! Работают люди».

На присоединениях напряжением до 1000 В, не имеющих коммутационных аппаратов, плакат «Не включать! Работают люди» должен быть вывешен у снятых предохранителей.

Плакаты должны быть вывешены на ключах и кнопках дистанционного и местного управления, а также на автоматах или у места снятых предохранителей цепей управления и силовых цепей питания приводов коммутационных аппаратов.

На приводах разъединителей, которыми отключена для работ ВЛ или КЛ, независимо от числа работающих бригад вывешивается один плакат «Не включать! Работа на линии».

Проверка отсутствия напряжения в электроустановках

Проверять отсутствие напряжения необходимо указателем напряжения, исправность которого перед применением должна быть установлена с помощью предназначенных для этой цели специальных приборов или приближением к токоведущим частям, заведомо находящимся под напряжением.

В электроустановках напряжением выше 1000 В пользоваться указателем напряжения необходимо в диэлектрических перчатках.

В электроустановках напряжением 35 кВ и выше для проверки отсутствия напряжения можно пользоваться изолирующей штангой, прикасаясь ею несколько раз к токоведущим частям. Признаком отсутствия напряжения является отсутствие искрения и потрескивания. На одноцепных ВЛ напряжением 330 кВ и выше достаточным признаком отсутствия напряжения является отсутствие коронирования.

Установка переносного заземления

Устанавливать заземления на токоведущие части необходимо непосредственно после проверки отсутствия напряжения.

Переносное заземление сначала нужно присоединить к заземляющему устройству, а затем, после проверки отсутствия напряжения, установить на токоведущие части.

Снимать переносное заземление необходимо в обратной последовательности: сначала снять его с токоведущих частей, а затем отсоединить от заземляющего устройства.

Установка и снятие переносных заземлений должны выполняться в диэлектрических перчатках с применением в электроустановках напряжением выше 1000 В изолирующей штанги.

Ограждение рабочего места в электроустановках, вывешивание плакатов

В электроустановках должны быть вывешены плакаты «Заземлено» на приводах разъединителей, отделителей и выключателей нагрузки, при ошибочном включении которых может быть подано

напряжение на заземленный участок электроустановки, и на ключах и кнопках дистанционного управления коммутационными аппаратами.

Для временного ограждения токоведущих частей, оставшихся под напряжением, могут применяться щиты, ширмы, экраны и т.п., изготовленные из изоляционных материалов.

При установке временных ограждений без снятия напряжения расстояние от них до токоведущих частей должно быть не менее указанного в табл. 6.4. В электроустановках напряжением 6-10 кВ это расстояние может быть уменьшено до 0,35 м.

На временные ограждения должны быть нанесены надписи «Стой! Напряжение» или укреплены соответствующие плакаты.

На конструкциях, граничащих с той, по которой разрешается подниматься, внизу должен быть вывешен плакат «Не влезай! Убьет».

На стационарных лестницах и конструкциях, по которым для проведения работ разрешено подниматься, должен быть вывешен плакат «Влезать здесь!».

На подготовленных рабочих местах в электроустановках должен быть вывешен плакат «Работать здесь».

7. УПРАВЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

7.1. ОПАСНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ

Промышленную безопасность регулирует Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 г. № 116-ФЗ, который в основных своих положениях копирует концепцию известной «Директивы Севезо», действующей в странах Европейского Союза.

В соответствии со ст. 2 этого закона, опасными производственными объектами являются предприятия или их цехи, участки, площадки, а также иные объекты, на которых:

1) получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются следующие опасные вещества:

- воспламеняющиеся газы;
 - горючие жидкости, газы, пыли, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления;
 - взрывчатые вещества, которые при определенных видах внешнего воздействия способны на очень быстрое самораспространяющееся химическое превращение с выделением тепла и образованием газов;
 - токсичные вещества;
- 2) используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 °С;
 - 3) используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы, эскалаторы, канатные дороги, фуникулеры;
 - 4) получают расплавы черных и цветных металлов и сплавы на основе этих расплавов;
 - 5) ведутся горные работы, работы по обогащению полезных ископаемых, а также работы в подземных условиях.

7.2. ОБЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана [11]:

- соблюдать положения федеральных законов;
- иметь лицензию на эксплуатацию опасного производственного объекта;
- обеспечивать проведение подготовки и аттестации работников в области промышленной безопасности;
- организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности;
- выполнять ряд других требований.

7.3. ОРГАНИЗАЦИЯ И ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ

Целью производственного контроля является предупреждение аварий и обеспечение готовности организаций к локализации и лик-

видации последствий аварий за счет осуществления комплекса организационно-технических мероприятий.

Основными задачами производственного контроля являются:

а) обеспечение промышленной безопасности в эксплуатирующей организации;

б) анализ состояния промышленной безопасности в эксплуатирующей организации;

в) разработка мер, направленных на улучшение состояния промышленной безопасности и предотвращение ущерба окружающей среде;

г) контроль за соблюдением требований промышленной безопасности, установленных федеральными законами и иными нормативными правовыми актами, а также нормативно-техническими документами;

д) координация работ, направленных на предупреждение аварий и инцидентов на опасных производственных объектах и обеспечение готовности к локализации инцидентов и аварий и ликвидации их последствий;

е) контроль за своевременным проведением необходимых испытаний и технических освидетельствований технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, ремонтом и проверкой контрольных средств измерений;

ж) контроль за соблюдением технологической дисциплины.

Объемы и периодичность проверок планируются с учетом важности проверяемой деятельности для обеспечения промышленной безопасности.

Каждая проверка должна начинаться с разработки плана ее проведения.

План проведения должен включать:

– перечень видов и областей деятельности, подлежащих проверке;

– указание лиц, ответственных за проведение проверки, с учетом их квалификации и опыта;

– указание причин проведения проверки (например, организационные изменения, выявленные случаи отступлений от требований

промышленной безопасности, текущие проверки и надзор, имевшие место аварии и несчастные случаи и пр.);

– описание процедуры представления выводов, заключения и рекомендаций по результатам проверки.

Проверка и оценка деятельности структурных подразделений (служб) эксплуатирующей организации могут охватывать:

- организационную структуру;
- административные и рабочие процедуры;
- людские и материальные ресурсы, оборудование;
- рабочие участки, операции и производственные процессы;
- производимую продукцию (с целью определения ее соответствия установленным требованиям по промышленной безопасности);
- документацию, отчеты, регистрацию и хранение данных.

Результаты проведенной проверки соблюдения требований промышленной безопасности, заключения и рекомендации службы производственного контроля должны представляться в виде отчета на рассмотрение руководству эксплуатирующей организации.

Отчет по результатам проверки должен включать:

– выводы об эффективности деятельности эксплуатирующей организации в целом или ее отдельных подразделений (служб);

– конкретные примеры неэффективности организации и (или) деятельности отдельных структурных подразделений (служб) эксплуатирующей организации с указанием выявленных отступлений от требований промышленной безопасности;

– указание возможных причин неэффективной организации и (или) деятельности отдельных структурных подразделений (служб) эксплуатирующей организации;

– предложения по проведению необходимых корректирующих и предупреждающих мероприятий и работ;

– оценку своевременности и качества выполнения, а также эффективности предупреждающих мероприятий и работ, предложенных службой производственного контроля в ходе предшествующих проверок.

Результаты проверок (отчеты) должны регистрироваться службой производственного контроля и доводиться до сведения руководителей и персонала, ответственных за проверенный участок работы.

7.4. РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УСТРАНЕНИЮ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ОТСТУПЛЕНИЙ ОТ ТРЕБОВАНИЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Мероприятия по устранению отступлений от требований промышленной безопасности, а также по их предупреждению, должны быть адекватны степени риска техногенных аварий и несчастных случаев на производстве.

Мероприятия по устранению отступлений от требований промышленной безопасности могут включать в себя;

- анализ выявленных отступлений от требований промышленной безопасности;

- изучение причин отступлений от требований промышленной безопасности, относящихся к технологическому процессу и производственному контролю, а также регистрацию результатов такого изучения службой производственного контроля;

- разработку мероприятий по устранению причин отступлений от требований промышленной безопасности;

- принятие управленческих решений, гарантирующих, что мероприятия по устранению причин отступлений от требований промышленной безопасности осуществлены в полном объеме и эффективны.

Мероприятия по предупреждению отступлений от требований промышленной безопасности могут включать в себя:

- использование соответствующих источников информации (процессы, рабочие операции, влияющие на состояние промышленной безопасности; результаты проверок; отчеты об обслуживании и др.) с целью выявления, анализа и устранения потенциальных причин отступлений от требований промышленной безопасности;

- прогноз возможных проблем обеспечения промышленной безопасности и заблаговременное определение мер, необходимых для их решения;

– заблаговременная реализация предупреждающих мероприятий и принятие управленческих решений, обеспечивающих гарантированное предупреждение отступлений от требований промышленной безопасности;

– представление информации о предпринятых предупреждающих действиях руководству эксплуатирующей организации.

7.5. ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЪЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» от 12 ноября 2013 г. № 533 (далее – ФНП) распространяются на обеспечение промышленной безопасности ОПО, на которых применяются следующие подъемные сооружения (далее – ПС), и оборудование, используемое совместно с ПС:

- а) грузоподъемные краны всех типов;
- б) мостовые краны-штабелеры;
- в) краны-трубоукладчики;
- г) краны-манипуляторы;
- д) строительные подъемники;
- е) подъемники и вышки, предназначенные для перемещения людей;
- ж) грузовые электрические тележки, передвигающиеся по наземным рельсовым путям совместно с кабиной управления;
- з) электрические тали;
- и) краны-экскаваторы, предназначенные только для работы с крюком, подвешенным на канате, или электромагнитом;
- к) сменные грузозахватные органы (крюки, грейферы, магниты) и съемные грузозахватные приспособления (траверсы, грейферы, захваты, стропы), используемые совместно с кранами для подъема и перемещения грузов;
- л) тара для транспортировки грузов, отнесенных к категории опасных, за исключением специальной тары, применяемой в метал-

лургическом производстве (ковшей, мульдov), а также специальной тары, используемой в морских и речных портах;

м) специальные съемные кабины и люльки, навешиваемые на грузозахватные органы кранов и используемые для подъема и перемещения людей;

н) рельсовые пути (для опорных и подвесных ПС), передвигающихся по рельсам.

Целью ФНП является создание организационной и нормативно-правовой основы обеспечения промышленной безопасности ОПО, на которых используются ПС, направленной на предотвращение и (или) минимизацию последствий аварий, инцидентов, с учетом индивидуального риска потери жизни и здоровья людей, участвующих в процессах монтажа (демонтажа), наладки, эксплуатации, в том числе ремонта, реконструкции, модернизации и утилизации (ликвидации) ПС.

Эксплуатирующие организации обязаны обеспечить содержание ПС в работоспособном состоянии и безопасные условия их работы путем организации надлежащего надзора и обслуживания, технического освидетельствования и ремонта.

В этих целях должны быть:

– установлен порядок периодических осмотров, технических обслуживаний и ремонтов, обеспечивающих содержание ПС, рельсовых путей, грузозахватных органов, приспособлений и тары в работоспособном состоянии;

– обеспечен установленный порядок аттестации (специалисты) и допуска к самостоятельной работе (персонал) с выдачей соответствующих удостоверений, в которых указывается тип ПС, а также виды работ и оборудования, к работам на которых они допущены;

– разработаны должностные инструкции для специалистов и производственные инструкции для персонала, журналы, программы выполнения планово-предупредительных ремонтов, ППР, ТК, схемы строповки, складирования;

– обеспечено наличие у специалистов настоящих ФНП, должностных инструкций и руководящих указаний по безопасной эксплуатации ПС, а у персонала – производственных инструкций;

– созданы условия неукоснительного выполнения специалистами требований настоящих ФНП, должностных инструкций, а персоналом – производственных инструкций.

Эксплуатирующая организация должна приказом назначить специалистов, отвечающих за безопасную эксплуатацию, безопасное производство работ с использованием ПС и производственный контроль.

Для управления ПС и их обслуживания эксплуатирующая организация обязана назначить распорядительным актом крановщиков (операторов), их помощников, слесарей и наладчиков указателей, ограничителей и регистраторов, а для обслуживания ПС с электрическим приводом, кроме того, и электромонтеров.

Для управления автомобильным краном (краном-манипулятором), автогидроподъемником (вышкой) может назначаться водитель автомобиля после его обучения по программе подготовки крановщиков (операторов) и аттестации квалификационной комиссией эксплуатирующей организации.

Организация работ включает в себя следующее:

- а) условия совместной безопасной работы двух и более ПС;
- б) условия применения координатной защиты работы ПС (при её наличии на ПС);
- в) условия совместного подъема груза двумя или несколькими ПС;
- г) условия перемещения ПС с грузом, а также условия перемещения грузов над помещениями, где производятся строительномонтажные и другие работы;
- д) условия установки ПС над подземными коммуникациями;
- е) условия подачи грузов в проемы перекрытий;
- ж) выписку из паспорта ПС о силе ветра, при котором не допускается его работа;
- з) условия организации радиосвязи между крановщиком и стропальщиком;
- и) требования к эксплуатации тары;
- к) порядок работы кранов, оборудованных грейфером или магнитом;
- л) мероприятия, подлежащие выполнению при наличии опасной зоны в местах возможного движения транспорта и пешеходов;

м) иные требования, изложенные в пунктах 101-137 ФНП и не вошедшие в текст данной статьи.

ПС в течение срока службы должны подвергаться периодическому техническому освидетельствованию:

а) частичному – не реже одного раза в 12 месяцев;

б) полному – не реже одного раза в 3 года, за исключением редко используемых ПС (ПС для обслуживания машинных залов, электрических и насосных станций, компрессорных установок, а также других ПС, используемых только при ремонте оборудования, для которых полное техническое освидетельствование проводят 1 раз в 5 лет).

7.6. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» от 25 марта 2014 г. № 116 направлены на обеспечение промышленной безопасности, предупреждение аварий, инцидентов, производственного травматизма на объектах при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением более 0,07 мегапаскаля (МПа):

- пара, газа (в газообразном, сжиженном состоянии);
- воды при температуре более 115 градусов Цельсия (°С);
- иных жидкостей при температуре, превышающей температуру их кипения при избыточном давлении 0,07 МПа.

К оборудованию, работающему под избыточным давлением относятся:

- паровые котлы, в том числе котлы-бойлеры, а также автономные пароперегреватели и экономайзеры;
- водогрейные и пароводогрейные котлы;
- энерготехнологические котлы: паровые и водогрейные, в том числе содорегенерационные котлы;
- котлы-утилизаторы (паровые и водогрейные);

- котлы передвижных и транспортабельных установок;
- котлы паровых и жидкостных установок, работающие с высокотемпературными органическими и неорганическими теплоносителями;
- электрокотлы;
- трубопроводы пара и горячей воды;
- трубопроводы технологические для транспортирования газообразных, парообразных и жидких сред;
- сосуды, работающие под избыточным давлением пара, газов, жидкостей;
- баллоны, предназначенные для сжатых, сжиженных и растворенных под давлением газов;
- цистерны и бочки для сжатых и сжиженных газов;
- цистерны и сосуды для сжатых, сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в которых избыточное давление создается периодически для их опорожнения;
- барокамеры.

Организация, осуществляющая эксплуатацию оборудования под давлением (эксплуатирующая организация), должна обеспечить содержание оборудования под давлением в исправном состоянии и безопасные условия его эксплуатации.

В этих целях необходимо:

- соблюдать требования законодательства Российской Федерации в области промышленной безопасности ОПО, других федеральных законов, а также настоящих ФНП и иных нормативных правовых актов Российской Федерации в области промышленной безопасности;
- назначить приказом из числа специалистов, прошедших аттестацию в области промышленной безопасности, ответственного (ответственных) за осуществление производственного контроля за безопасной эксплуатацией оборудования под давлением, а также ответственных за исправное состояние и безопасную эксплуатацию оборудования под давлением;
- назначить необходимое количество лиц обслуживающего оборудования персонала (рабочих) не моложе восемнадцатилетнего воз-

раста, удовлетворяющего квалификационным требованиям, не имеющего медицинских противопоказаний к указанной работе и допущенного в установленном порядке к самостоятельной работе;

– установить такой порядок, чтобы рабочие, на которых возложены обязанности по обслуживанию оборудования под давлением, поддерживали его в исправном состоянии и вели наблюдение за порученным им оборудованием под давлением путем его осмотра, проверки действия арматуры, контрольно-измерительных приборов, предохранительных и блокировочных устройств, средств сигнализации и защиты, записывая результаты осмотра и проверки в сменный журнал;

– утвердить перечень нормативных документов, применяемых в эксплуатирующей организации для обеспечения требований промышленной безопасности, установленных законодательством Российской Федерации и ФНП;

– разработать и утвердить инструкции для ответственного за осуществление производственного контроля за безопасной эксплуатацией оборудования под давлением и ответственного за его исправное состояние и безопасную эксплуатацию, а также производственную инструкцию для рабочих, обслуживающих оборудование, разрабатываемую на основе руководства (инструкции) по эксплуатации конкретного вида оборудования, с учетом особенностей технологического процесса, установленных проектной и технологической документацией;

– обеспечить рабочих, осуществляющих эксплуатацию оборудования под давлением, производственными инструкциями, определяющими их обязанности, порядок безопасного производства работ и ответственность. Производственные инструкции персоналу должны выдавать под расписку перед допуском их к работе;

– обеспечить порядок и периодичность аттестации в области промышленной безопасности специалистов, связанных с эксплуатацией оборудования под давлением, а также проверки знаний рабочих в объеме производственных инструкций и допуска их к работе. Для этих целей назначить комиссию по аттестации из числа руководите-

лей и главных специалистов, аттестованных в комиссии Ростехнадзора в порядке, установленном положением об аттестации. В состав комиссии по проверке знаний рабочих включают специалистов, ответственных за исправное состояние и безопасную эксплуатацию, прошедших аттестацию в аттестационной комиссии эксплуатирующей организации;

- обеспечить проведение работ по техническому освидетельствованию, диагностированию, техническому обслуживанию и планово-предупредительному ремонту оборудования под давлением в соответствии с требованиями настоящих ФНП и принятой в эксплуатирующей организации системой проведения работ;

- выполнять ряд других требований.

Работники, непосредственно связанные с эксплуатацией оборудования под давлением, должны:

- пройти в установленном порядке аттестацию (специалисты) по промышленной безопасности, в том числе проверку знаний требований ФНП (в зависимости от типа конкретного оборудования, к эксплуатации которого они допускаются), и не нарушать требования промышленной безопасности в процессе выполнения работ;

- соответствовать квалификационным требованиям (рабочие) и иметь выданное в установленном порядке удостоверение на право самостоятельной работы по соответствующим видам деятельности и не нарушать требования производственных инструкций;

- знать критерии работоспособности эксплуатируемого оборудования под давлением, контролировать соблюдение технологического процесса и приостанавливать работу оборудования в случае возникновения угрозы аварийной ситуации, информируя об этом своего непосредственного руководителя;

- при обнаружении повреждений оборудования под давлением, которые могут привести к аварийной ситуации или свидетельствуют о неработоспособном состоянии оборудования, не приступать к работе до приведения оборудования под давлением в работоспособное состояние;

– не приступать к работе или прекратить работу в условиях, не обеспечивающих безопасную эксплуатацию оборудования под давлением, и в случаях выявления отступлений от технологического процесса и недопустимого повышения (понижения) значений параметров работы оборудования под давлением;

– действовать в соответствии с требованиями, установленными инструкциями, в случаях возникновения аварий и инцидентов при эксплуатации оборудования под давлением.

Специалист, ответственный за осуществление производственного контроля за безопасной эксплуатацией оборудования под давлением должен:

– осматривать оборудование под давлением и проверять соблюдение установленных режимов при его эксплуатации;

– осуществлять контроль за подготовкой и своевременным предъявлением оборудования под давлением для освидетельствования и вести учет оборудования под давлением и учет его освидетельствований в бумажном или электронном виде;

– осуществлять контроль за соблюдением требований ФНП и законодательства Российской Федерации в области промышленной безопасности при эксплуатации оборудования под давлением, при выявлении нарушений требований промышленной безопасности выдавать обязательные для исполнения предписания по устранению нарушений и контролировать их выполнение, а также выполнение предписаний, выданных представителем Ростехнадзора и иных уполномоченных органов;

– контролировать своевременность и полноту проведения ремонта (реконструкции), а также соблюдение требований ФНП при проведении ремонтных работ;

– проверять соблюдение установленного порядка допуска рабочих, а также выдачу им производственных инструкций;

– проверять правильность ведения технической документации при эксплуатации и ремонте оборудования под давлением;

– участвовать в обследованиях и освидетельствованиях оборудования под давлением;

- требовать отстранения от работ и проведения внеочередной проверки знаний для работников, нарушающих требования промышленной безопасности;

- контролировать проведение противоаварийных тренировок;

- выполнять прочие требования документов, определяющих его должностные обязанности.

Специалист, ответственный за исправное состояние и безопасную эксплуатацию оборудования под давлением, должен:

- обеспечивать содержание оборудования под давлением в исправном (работоспособном) состоянии, выполнение обслуживающим персоналом производственных инструкций, проведение своевременных ремонтов и подготовку оборудования к техническому освидетельствованию и диагностированию;

- осматривать оборудование под давлением с установленной должностной инструкцией периодичностью;

- проверять записи в сменном журнале с росписью в нем;

- хранить паспорта оборудования под давлением и руководства (инструкции) организаций-изготовителей по монтажу и эксплуатации, если иной порядок хранения документации не установлен распорядительными документами эксплуатирующей организации;

- участвовать в обследованиях и технических освидетельствованиях оборудования под давлением;

- проводить противоаварийные тренировки с обслуживающим персоналом;

- своевременно выполнять предписания по устранению выявленных нарушений;

- вести учет наработки циклов нагружения оборудования под давлением, эксплуатируемого в циклическом режиме;

- выполнять прочие требования документов, определяющих его должностные обязанности.

Допуск персонала к самостоятельному обслуживанию оборудования под давлением должен быть оформлен приказом (распоряжением) по цеху или организации.

8. ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

В настоящее время проблема пожарной безопасности в России является весьма актуальной. Ежегодно количество пожаров достигает 270-290 тыс., гибнет порядка 15 тыс. человек, травмируется около 16 тыс. человек, материальные потери составляют 26-29 млрд руб. Огнем уничтожается более 2,5 млн кв.м жилья, что равнозначно жилому фонду в городах населением около 500 тыс. человек. Пожары в лесных массивах, торфяниках, на газовых, нефтяных месторождениях и предприятиях, на атомных электростанциях и других объектах сопряжены с огромным, подчас непоправимым экологическим ущербом.

8.1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ. НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Основным законодательным актом в области пожарной безопасности является Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21 декабря 1994 года № 69-ФЗ.

Закон устанавливает следующее:

- основные понятия, термины и определения в области пожарной безопасности;
- структуру и основные функции системы обеспечения пожарной безопасности;
- виды и задачи пожарной охраны;
- требования к личному составу Государственной противопожарной службы, гарантии его правовой и социальной защиты;
- финансирование и материально-техническое обеспечение в области пожарной безопасности;
- полномочия органов государственной власти и органов местного самоуправления в области пожарной безопасности;
- меры по обеспечению пожарной безопасности;
- права, обязанности и ответственность в области пожарной безопасности.

Законом предусмотрена система обеспечения пожарной безопасности. Это совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами.

Основными элементами системы обеспечения пожарной безопасности являются органы государственной власти, органы местного самоуправления, предприятия, граждане, принимающие участие в обеспечении пожарной безопасности в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Основные функции системы обеспечения пожарной безопасности следующие:

- нормативное правовое регулирование и осуществление государственных мер в области пожарной безопасности;
- создание пожарной охраны и организация её деятельности;
- разработка и осуществление мер пожарной безопасности;
- реализация прав, обязанностей и ответственности в области пожарной безопасности;
- проведение противопожарной пропаганды и обучение населения мерам пожарной безопасности;
- содействие деятельности добровольных пожарных объединений и объединений пожарной охраны, привлечение населения к обеспечению пожарной безопасности;
- научно-техническое обеспечение пожарной безопасности;
- информационное обеспечение в области пожарной безопасности;
- осуществление государственного пожарного надзора и других контрольных функций по обеспечению пожарной безопасности;
- производство пожарно-технической продукции;
- выполнение работ и оказание услуг в области пожарной безопасности;
- лицензирование деятельности (работ, услуг) и сертификация продукции и услуг в области пожарной безопасности;
- противопожарное страхование, установление налоговых льгот и осуществление иных мер социального и экономического стимулирования обеспечения пожарной безопасности;

- тушение пожаров и проведение связанных с ним первоочередных аварийно-спасательных работ;
- учет пожаров и их последствий;
- установление особого противопожарного режима.

Законом «О пожарной безопасности» предприятиям предоставлены следующие права:

- создавать, реорганизовывать и ликвидировать в установленном порядке подразделения пожарной охраны, которые они содержат за счет собственных средств, в том числе на основе договоров с Государственной противопожарной службой;
- вносить в органы государственной власти и органы местного самоуправления предложения по обеспечению пожарной безопасности;
- проводить работы по установлению причин и обстоятельств пожаров, происшедших на предприятиях;
- устанавливать меры социального и экономического стимулирования обеспечения пожарной безопасности;
- получать информацию по вопросам пожарной безопасности, в том числе в установленном порядке от органов управления и подразделений пожарной охраны.

На предприятия законом также возлагаются следующие обязанности:

- соблюдать требования пожарной безопасности, а также выполнять предписания, постановления и иные законные требования должностных лиц пожарной охраны;
- разрабатывать и осуществлять меры по обеспечению пожарной безопасности;
- проводить противопожарную пропаганду, а также обучать своих работников мерам пожарной безопасности;
- включать в коллективный договор (соглашение) вопросы пожарной безопасности; содержать в исправном состоянии системы и средства противопожарной защиты, включая первичные средства тушения пожаров, не допускать их использования не по назначению;
- создавать и содержать в соответствии с установленными нор-

мами органы управления и подразделения пожарной охраны, в том числе на основе договоров с Государственной противопожарной службой;

– оказывать содействие пожарной охране при тушении пожаров, установлении причин и условий их возникновения и развития, а также при выявлении лиц, виновных в нарушении требований пожарной безопасности и возникновении пожаров;

– предоставлять в установленном порядке при тушении пожаров на территориях предприятий необходимые силы и средства, горюче-смазочные материалы, а также продукты питания и места отдыха для личного состава пожарной охраны, участвующего в выполнении боевых действий по тушению пожаров, и привлеченных к тушению пожаров сил;

– обеспечивать доступ должностным лицам пожарной охраны при осуществлении ими служебных обязанностей на территории, в здания, сооружения и на иные объекты предприятий;

– предоставлять по требованию должностных лиц Государственной противопожарной службы сведения и документы о состоянии пожарной безопасности на предприятиях, в том числе о пожарной опасности производимой ими продукции, а также о произошедших на их территории пожарах и их последствиях; незамедлительно сообщать в пожарную охрану о возникших пожарах, неисправностях имеющихся систем и средств противопожарной защиты, об изменении состояния дорог и проездов.

Нормативная база пожарной безопасности включает государственные стандарты, общероссийские правила, строительные нормы и правила, нормы пожарной безопасности, руководящие документы.

8.2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПОЖАРЕ И ПРОЦЕССЕ ГОРЕНИЯ

Пожар – неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства [1, 11].

Пожарная опасность объекта – это состояние объекта, заключающееся в возможности возникновения пожара и его последствий (ГОСТ 12.1.004-85).

Пожарная безопасность объекта – это такое состояние объекта, при котором с регламентируемой вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара, воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей (ГОСТ 12.1.033-81).

Опасными факторами пожара являются открытый огонь, искры, повышенная температура окружающей среды и предметов, токсичные продукты горения, дым, пониженная концентрация кислорода, обрушивающиеся конструкции, взрывы.

В основе пожара лежит процесс горения. Горение – это быстропротекающее химическое превращение веществ, сопровождающееся выделением тепла и свечением. Это экзотермическое (с отдачей тепла в окружающую среду) окисление вещества, способного к горению (горючего).

Горение возможно при одновременном наличии и взаимном контакте горючего (Г), окислителя (О) и источника зажигания (ИЗ). Сущность тушения пожара заключается в том, чтобы воздействовать на Г, О и ИЗ или прекратить контакт между ними.

Окислителем (О) чаще всего является кислород воздуха. Роль О могут играть также галогены (хлор, фтор, бром, йод), азотная кислота, окислы азота, сера, фосфор.

Источники зажигания (ИЗ) могут быть открытыми (пламя, искры, накалинные предметы, световое излучение) и скрытыми (теплота химических реакций, микробиологические процессы, трение, удар).

В зависимости от агрегатного состояния Г и О различают следующие виды горения:

– гомогенное – однородная горючая смесь, отсутствует поверхность раздела между Г и О (характерно для горючих газов, паров, пыли);

– гетерогенное – имеется поверхность раздела между Г и О (характерно для горючих жидкостей и твердых веществ).

Одним из наиболее опасных проявлений пожара является взрыв. Это быстрое превращение вещества (взрывное горение), сопровождающееся выделением энергии и сжатых газов, способных производить механическую работу. Считается, что в реальных условиях взрыв всегда сопровождается пожаром.

Вспышка – быстрое сгорание горючей смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов и не переходящее в устойчивое горение.

Температура вспышки ($T_{всп}$) – самая низкая температура T , при которой над его поверхностью образуются пары или газы, способные вспыхивать от ИЗ, но скорость их образования еще недостаточна для устойчивого горения.

Воспламенение – принудительное зажигание T от ИЗ. Температура воспламенения ($T_{восп}$) – наименьшая температура T , при которой оно выделяет пары или газы с такой скоростью, что после их зажигания от ИЗ возникает устойчивое горение.

Самовоспламенение – резкое увеличение скорости экзотермических реакций, приводящее к возникновению горения при отсутствии открытого ИЗ.

Температура самовоспламенения ($T_{сам}$) – самая низкая температура T , при которой происходит его самовоспламенение.

Однородная смесь горючих газов, паров, пылей с воздухом называется горючей смесью. Она характеризуется нижним и верхним концентрационными пределами воспламенения, (НКПВ и ВКПВ, соответственно).

НКПВ (ВКПВ) – это такая концентрация T в смеси, ниже (выше) которой горение невозможно.

НКПВ и ВКПВ обозначаются соответственно C_H и C_B . При $C < C_H$ в смеси недостаток T , при $C > C_B$ в смеси избыток T и недостаток O . Здесь C – фактическая концентрация T в смеси. Область концентраций между C_H и C_B – область воспламенения.

8.3. ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНОСТЬ ВЕЩЕСТВ

Вещества и материалы по способности к горению подразделяют на:

– негорючие – не способные к горению, тлению, обугливанию под действием ИЗ;

– трудногорючие – загораются под действием ИЗ, но не способны к самостоятельному горению после его удаления;

– горючие – загораются от ИЗ и продолжают гореть после его удаления.

По агрегатному состоянию различают:

– горючие газы (ГГ);

– жидкости, способные к горению;

– твердые вещества (ТВ);

– горючие пыли (ГП).

ТВ и ГП принадлежат к разным агрегатным группам, поскольку размельчение твердого вещества в пыль резко изменяет взрывопожароопасные свойства. Примеры: кусок каменного угля на воздухе горит несколько минут; то же количество угля, превращенное в пыль, сгорает за доли секунды (взрывается). Железо, алюминий в компактном состоянии – негорючие вещества; железная, алюминиевая пыль на воздухе взрывается.

8.3.1. Горючие газы

Горючие газы (ГГ) являются наиболее опасной агрегатной группой. Они взрывоопасны при любом НКПВ и при любой температуре окружающей среды. Параметрами взрывоопасности ГГ являются НКПВ (C_H), измеряемый в % к объему воздуха, и область воспламенения. Чем ниже C_H % и чем шире область воспламенения, тем опаснее ГГ.

Примеры ГГ:

ацетилен – 2 ... 81 %;

нефтяной газ – 1,2 ... 9 %;

водород – 4 ... 75 %;

коксовый газ – 5,6 ... 31 %;

сероводород – 4,3 ... 45,5 %;

природный газ – 5 ... 15 %.

Здесь первое число – C_H %, второе число – C_B %; их разность – ширина области воспламенения. Видно, что водород менее опасен, чем ацетилен, но более опасен, чем сероводород.

8.3.2. Жидкости, способные к горению

Параметром взрывопожароопасности жидкостей, способных к горению, является температура вспышки ($T_{всп}$). Эти жидкости подразделяются на легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ) и горючие жидкости (ГЖ). Чем ниже $T_{всп}$ жидкости, тем больше её опасность.

ЛВЖ имеют $T_{всп} < 61$ °С, они взрывоопасны.

ГЖ имеют $T_{всп} > 61$ °С, они пожароопасны.

ГЖ, нагретая до $T_{всп}$ и выше, становится, взрывоопасной.

Температуры вспышки некоторых жидкостей, °С, следующие:

- ацетон... -18 (ЛВЖ);
- масло трансформаторное...+140 (ГЖ);
- бензин... -39 ... -17 (ЛВЖ);
- мазут ...+90 ... +110 (ГЖ),
- керосин... +40 (ЛВЖ);
- масло турбинное ... +180 (ГЖ).
- спирт этиловый ...+13 (ЛВЖ).

8.3.3. Горючие пыли (волокна)

Параметром взрывопожароопасности пыли является НКПВ (C_H), измеряемый в $г/м^3$. По этому параметру горючие пыли (ГП) делятся на взрывоопасные ($C_H < 65$ $г/м^3$) и пожароопасные ($C_H > 65$ $г/м^3$). Чем ниже C_H , тем опаснее ГП.

НКПВ некоторых ГП, $г/м^3$, следующие:

- нафталин ... 2,5;
- какао ... 45;
- древесная мука ...11;
- пшеница, рожь и др. злаки... 20 ... 63;
- гороховая мука ...25.

8.3.4. Вещества, склонные к самовоспламенению

Это, прежде всего, твердые горючие вещества с развитой поверхностью и малой теплопроводностью. Процесс развивается по следующим схемам:

– развитая поверхность – адсорбированный слой воздуха, обогащенный кислородом – окислительный процесс;

– малая теплопроводность – малая отдача тепла в окружающую среду – повышение температуры в массе вещества – ускорение экзотермической реакции – самовоспламенение.

К указанным веществам относятся продукты растительного происхождения (недосушенные зерно, опилки); торф и угли; ткани и обтирочные материалы, пропитанные маслами и жирами.

К веществам, склонным к самовоспламенению, относятся также некоторые химические вещества и смеси.

Самовоспламеняются при взаимодействии с воздухом белый фосфор, цинковая и алюминиевая пыль, сернистые металлы (сульфиды), свежий древесный уголь, сажа. Например, сульфиды железа образуются на стенках резервуаров при хранении и переработке сернистых нефтей; при соприкосновении с воздухом они могут самовоспламеняться. Самовоспламеняются при соприкосновении с водой щелочные металлы и их карбиды.

Самовоспламеняются при взаимодействии друг с другом органические вещества и окислители (кислород, галогены, азотная кислота, хлорная известь, селитры). Например, ацетилен, водород, этилен при взаимодействии с хлором взрываются на свету.

8.4. СИСТЕМА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОЖАРОВ

Пожарная безопасность объекта по ГОСТ 12.1.004-85 обеспечивается системой предотвращения пожара, системой противопожарной защиты и организационно-техническими мероприятиями.

Система предотвращения пожара – комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на исключение условий возникновения пожара. Она предусматривает предотвращение образования горючей среды и источников её зажигания.

8.4.1. Категории помещений и зданий по взрывопожароопасности

Категории устанавливаются по НПБ 105-95 для выбора противопожарных технических решений при проектировании и противопожарных мер при эксплуатации зданий. Они определяются исходя из площадей находящихся в них помещений различной категории (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Категории помещений и зданий по взрывопожароопасности

Категория	Степень опасности	Вещества, используемые (выделяющиеся) в процессе производства	Опасные (вредные) факторы
1	2	3	4
А	Взрывопожароопасная	ГГ; ЛВЖ $T_{всп} < 28^{\circ}\text{C}$; Вещества, способные взрываться и гореть при взаимодействии с кислородом, водой, одно с другим	Взрыв с избыточным давлением более 5 кПа ($0,05 \text{ кгс/см}^2$), пожар
Б	Взрывопожароопасная	ЛВЖ $T_{всп} > 28^{\circ}\text{C}$; ГП с $C_H < 65 \text{ г/м}^3$	-«-
В	Пожароопасная	ГЖ; ТВ (горючие и трудногорючие) ГП с $C_H > 65 \text{ г/м}^3$; Вещества, способные только гореть при взаимодействии с кислородом, водой, одно с другим (при условии, что помещения, в которых они обращаются, не относятся к категории А или Б)	Пожар
В том числе: В-I В-II В-III В-IV		Характеризуются горючей нагрузкой, при сгорании которой выделяется количество тепла более 2200 МДж/м^2 От 1401 до 2200 МДж/м^2 От 181 до 1400 МДж/м^2 От 1 до 180 МДж/м^2	
Г	-	ТВ (негорючие) в нагретом, раскаленном, расплавленном состоянии	Тепловое излучение, искры, пламя
Д	-	ТВ (негорючие) в холодном состоянии	-

8.4.2. Взрыво- и пожароопасные зоны

Классы взрыво- и пожароопасных зон определяются для выбора электрооборудования, отвечающего требованиям безопасности.

Взрывоопасная зона – помещение или ограниченное пространство в помещении или наружной установке, в котором имеются или могут образоваться взрывоопасные смеси.

В соответствии с Правилами пожарной безопасности в Российской Федерации (ППБ-01-93, п. 1.3.2.1) для всех производственных и складских помещений должны быть определены категория взрыво- пожароопасности, а также класс зоны по ПУЭ, которые надлежит обозначать на дверях помещений.

8.4.3. Устройство взрывозащищенного электрооборудования

Взрывозащищенное электрооборудование подразделяется по уровням и видам взрывозащиты, группам и температурным классам.

Уровни взрывозащиты обозначаются знаками: 2, 1, 0.

Уровень 2 – электрооборудование повышенной надежности против взрыва. Взрывозащита обеспечивается только в нормальном режиме работы.

Уровень 1 – взрывобезопасное электрооборудование. Взрывозащита обеспечивается как в нормальном режиме работы, так и при оговоренных повреждениях, кроме повреждений взрывозащиты.

Уровень 0 – особовзрывобезопасное электрооборудование. По отношению к уровню 1 приняты дополнительные средства взрывозащиты.

Виды взрывозащиты следующие:

- *d* – взрывонепроницаемая оболочка;
- *p* – заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением защитным газом;
- *i* – искробезопасная электрическая цепь;
- *q* – кварцевое заполнение оболочки с токоведущими частями;
- *o* – масляное заполнение оболочки с токоведущими частями;
- *s* – специальный вид взрывозащиты;

– *e* – защита вида «*e*» (устранение опасных нагревов, электрических искр и дуг).

В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ), взрывозащищенное электрооборудование определенного уровня и вида взрывозащиты, группы и температурного класса выбирается в зависимости от класса взрывоопасной зоны и свойств взрывоопасной смеси.

Взрывоопасные смеси газов и паров с воздухом в зависимости от размера БЭМЗ подразделяются на категории согласно табл. 8.2.

Таблица 8.2

Категории взрывоопасных смесей газов и паров

Категория смеси	Наименование смеси	БЭМЗ, мм
I	Рудничный метан	Более 1.0
II	Промышленные газы и пары	-
IIA	То же	Более 0.9
IIВ	-//-	Более 0.5 до 0.9
IIС	-//-	До 0.5

Безопасный экспериментальный максимальный зазор (БЭМЗ) – максимальный зазор между фланцами оболочки, через который не происходит передача взрыва из оболочки в окружающую среду при любой концентрации смеси в воздухе.

8.4.4. Статическое электричество и меры борьбы с ним

Многие технологические операции связаны со статической электризацией. Согласно определению ГОСТ 12.1.018-93 «ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества», статическое электричество – это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности или в объеме диэлектриков или на изолированных проводниках.

В основе процесса электризации лежит образование на границе контактирующих веществ двойного электрического слоя, при меха-

ническом разделении которого одно из веществ заряжается положительно, другое – отрицательно. Положительный заряд приобретает вещество, диэлектрическая проницаемость которого больше. При одинаковой диэлектрической проницаемости взаимодействующих веществ, статические заряды не возникают. Интенсивность статической электризации при прочих равных условиях зависит от диэлектрических свойств контактирующих веществ: по крайней мере одно из них должно быть диэлектриком. Если оба вещества электропроводны, то возникающие заряды быстро рассеиваются (релаксируют), и электризация отсутствует.

На практике статическое электричество возникает и накапливается при:

- соприкосновении или трении твердых материалов;
- измельчении, пересыпании, перемешивании сыпучих материалов;
- разбрызгивании жидкостей, очистке загрязненных материалов в растворителях, фильтровании нефтепродуктов через пористые материалы;
- транспортировке жидкостей и сыпучих материалов по трубопроводам;
- движении сжиженных и сжатых газов по трубам и истечении их через отверстия;
- движении ременных передач и транспортерных лент;
- движении транспортных средств на резиновом ходу по сухому изолирующему покрытию.

Это далеко не полный перечень причин и обстоятельств возникновения статического электричества.

Опасность статического электричества рассматривают в трёх аспектах:

- искровые разряды статического электричества могут привести к взрыву и пожару;
- электростатическое поле и искровые разряды оказывают вредное воздействие на человека;
- статическое электричество может негативно влиять на технологический процесс, вызывая брак продукции, снижая производитель-

ность оборудования, создавая помехи в работе радиоэлектронной аппаратуры.

Главную опасность статического электричества составляют искровые разряды. Они возникают в тех случаях, когда напряженность электростатического поля достигает или превышает электрическую прочность диэлектрика (для воздуха она составляет 30 кВ/см). При определенном значении энергии искры могут воспламеняться парогазовоздушные или горючие пылевоздушные смеси, имеющие место в окружающем пространстве. Такое состояние объекта считается электростатически искроопасным. По ГОСТ 12.1.018-93 электростатическая искроопасность – это возможность возникновения в объекте или на его поверхности разрядов статического электричества, способных зажечь объект, окружающую или проникающую в него среду. Для воспламенения многих газо- и паровоздушных горючих смесей требуется энергия искры 0,2-0,5 мДж; энергия воспламенения пылевоздушных смесей на один-два порядка больше. Практически при напряжении 3 кВ от искрового разряда могут воспламеняться почти все газо- и паровоздушные смеси, а при 5 кВ – большая часть пылевоздушных смесей.

Разряды статического электричества на производствах, где образуются или используются взрывоопасные горючие смеси, стали причиной многочисленных взрывов и пожаров со значительным материальным ущербом и травматизмом. Во избежание взрыва и пожара необходимо добиваться электростатической искробезопасности объекта. По ГОСТ 12.1.018-93 это состояние объекта, при котором исключается возможность возникновения пожара или взрыва от разрядов статического электричества.

Электростатическая искробезопасность объекта достигается при выполнении следующего соотношения:

$$W < k * W_{\min}, \quad (8.1)$$

где W – максимальная энергия разрядов, которые могут возникнуть внутри объекта или с его поверхности, Дж;

k – коэффициент безопасности, выбираемый из условий допустимой (безопасной) вероятности зажигания; в случае невозможности определения вероятности его принимают равным 0,4;

W_{\min} – минимальная энергия зажигания веществ и материалов, Дж.

Как видно из (8.1), безопасность обеспечивается снижением искроопасности (уменьшением W) и/или снижением чувствительности объекта к зажигающему действию статических разрядов (увеличением W_{\min}). В то же время многие технологические процессы и операции противоречат соотношению (8.1). Так, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости (ЛВЖ и ПК), с одной стороны, являются диэлектриками, что способствует интенсивной электризации (увеличению W), а с другой – взрывопожароопасными веществами, утечки которых из аппаратов и трубопроводов образуют горючие смеси в опасных концентрациях (W_{\min} уменьшается). Другой пример: наполнение емкости нефтепродуктами свободно падающей струей приводит к их разбрызгиванию и перемешиванию, что увеличивает скорость испарения жидкости и образование опасных концентраций паров (уменьшается W_{\min}), одновременно увеличивается интенсивность электризации (увеличивается W).

Заряды статического электричества могут накапливаться на людях. Это происходит при контактировании с материалами и изделиями, обладающими высокими диэлектрическими свойствами (синтетические полы, ковровые дорожки; обувь с неэлектропроводящими подошвами; одежда и белье из шерсти, шелка, искусственного волокна). В этих условиях потенциал тела человека, изолированного от земли, может достигать 15 кВ и более. При контакте наэлектризованного человека с заземленным предметом возникает искровой разряд, который во взрывоопасной среде может вызвать взрыв и пожар.

Меры защиты от искровых разрядов статического электричества направлены на предотвращение возникновения и накопления статических зарядов и на устранение уже образовавшихся зарядов. Осуществление этих мер обязательно во взрыво- и пожароопасных зонах классов В-I, В-Ia, В-Iб, В-II, В-IIa, II-1, II-II (Правила устройства

электроустановок (ПУЭ). Изд. 6, гл. 7.3, 7.4). Вне указанных зон защиты осуществляют в тех случаях, когда статическое электричество негативно влияет на технологический процесс или представляет опасность для работающих.

В соответствии с ГОСТ 12.4.124-83 средства коллективной защиты от статического электричества по принципу действия делятся на следующие виды:

- заземляющие устройства;
- нейтрализаторы;
- экранирующие устройства;
- антиэлектростатические вещества;

Наиболее простой и часто применяемой мерой защиты является заземление оборудования, на котором могут возникать и накапливаться электростатические заряды. Заземлению подлежат все металлические и электропроводные неметаллические части оборудования.

Для заземления неметаллических объектов их поверхность покрывают электропроводными эмалями или металлической фольгой и присоединяют к заземлителю. Например, трубопровод из диэлектрического материала с проводящим покрытием присоединяется к заземляющим проводникам с помощью металлических хомутов.

Обычно заземляющие устройства для защиты от статического электричества объединяют с устройствами защитного заземления электроустановок, выполняемого в соответствии с требованиями ПУЭ. Если же заземляющее устройство предназначено только для отвода в землю электростатических зарядов, то его сопротивление растеканию не должно превышать 100 Ом. Неметаллическое оборудование считается электростатически заземленным, если сопротивление любой его точки относительно контура заземления не превышает 10^7 Ом. Агрегаты, трубопроводы, вентиляционные воздуховоды и другое оборудование, образующее технологическую линию, должны представлять собой непрерывную электрическую цепь, которая в пределах цеха присоединяется к заземлителю не менее чем в двух точках.

Изложенные выше требования находят отражение в ведомственных правилах. Например, в соответствии с ВППБ 01-04-98 «Правила пожарной безопасности для предприятий и организаций газовой промышленности» для защиты от разрядов статического электричества вся металлическая аппаратура, резервуары, газопроводы, нефтепроводы и другие устройства, расположенные как внутри помещений, так и вне их и содержащие ЛВЖ и ГЖ (легковоспламеняющие и горючие жидкости), должны быть заземлены.

Эстакады для трубопроводов следует в начале и в конце, а также через каждые 300 м соединять с проходящими по ним трубопроводами и заземлять. При транспортировке и наливке сжиженных углеводородных газов, ЛВЖ и ГЖ на всем протяжении системы транспортировки должна обеспечиваться непрерывная токопроводящая цепь, замкнутая на заполняемую емкость и эстакаду. Для заземления следует использовать гибкий медный проводник сечением не менее 16 мм². Заземление передвижных объектов, подвергающихся статической электризации, осуществляется с помощью колес из токопроводящей резины, а также с помощью металлических цепей, контактирующих с землей.

Заземление выполняется во всех случаях, вне зависимости от применения других мер защиты.

Снижения уровня электростатических зарядов можно добиться путем ионизации электризующегося материала или среды вблизи его поверхности. Для этой цели применяются нейтрализаторы, которые по принципу ионизации делятся на индукционные, высоковольтные, лучевые, аэродинамические.

Для уменьшения интенсивности образования электростатических зарядов применяют меры, направленные на снижение удельного поверхностного ρ_s или объемного ρ_v электрического сопротивления материалов. Повышение влажности воздуха до 65...70 % значительно снижает ρ_s и практически полностью устраняет электризацию гидрофильных материалов (древесина, бумага, х/б ткань). Это достигается местным или общим увлажнением воздуха в помещении, если это до-

пустимо по условиям производства. Однако если электризующиеся материалы гидрофобны (сера, парафин, масла), то увлажнение воздуха не дает эффекта. Снижение ρ_s гидрофобных материалов может быть достигнуто химической обработкой их кислотами или поверхностно-активными веществами. Для снижения объемного электрического сопротивления диэлектрических жидкостей (нефтепродукты, растворы полимеров) в них вводят антиэлектростатические присадки АСП-1, Аккор-1, Сигбол (10-15 г на 100л), что приводит к снижению ρ_v в 1000 раз и более. Для снижения объемного электрического сопротивления твердого диэлектрика в его массу вводят антиэлектростатики: ацетиленовый технический углерод, алюминиевую пудру, графит, цинковую пыль. Например, полимер, содержащий 20 % ацетиленового углерода, имеет ρ_v на 10 порядков ниже, чем полимер с другим наполнителем.

В соответствии с ГОСТ 12.4.124-83 антиэлектростатические вещества должны обеспечивать снижение ρ_v материала до 10^7 Ом·м, ρ_s – до 10^9 Ом·м. Содержание паров антистатиков в рабочей зоне не должно превышать ПДК по ГОСТ 12.1.005-88.

К коллективным средствам защиты от статического электричества можно отнести экранирующие устройства, которые обеспечивают снижение напряженности электростатического поля и количества аэроионов в рабочей зоне за счет их концентрации в ограниченном объеме вне этой зоны. Экранирующие устройства должны быть заземлены в соответствии с требованиями ПУЭ.

В некоторых случаях уменьшение интенсивности электризации может быть достигнуто подбором материалов контактирующих пар, в результате взаимодействия которых возникают заряды противоположных знаков либо эффект электризации совсем не проявляется. Например, при трении о хромированную поверхность материала, состоящего из 40 % нейлона и 60 % дакрона, электризация не происходит.

Снижения интенсивности электризации можно добиться изменением параметров технологического процесса, например уменьшая скорость движения нефтепродуктов по трубопроводам, применяя

нижний (а не верхний) налив-слив легковоспламеняющихся жидкостей в емкости, резервуары. Согласно ВППБ 01-04-98, не допускается наливать сниженные углеводородные газы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости в резервуары, цистерны и тару свободно падающей струей.

Налив следует производить только под уровень жидкости. Трубопровод, подающий продукт, должен быть ниже уровня «мертвого» остатка жидкости в резервуаре.

При истечении в резервуары жидкостей, имеющих $\rho_v > 10^9$ Ом · м, применяют релаксационные емкости, представляющие собой участок трубопровода увеличенного диаметра, находящийся у входа в приемную емкость и имеющий хороший контакт с землей, что обеспечивает стекание заряда в землю.

8.4.5. Защита от воздействия молний на здания и сооружения

Молниеотводы делятся на стержневые, тросовые и сеточные, а по количеству – на одиночные, двойные и многократные.

Стержневые и тросовые молниеотводы имеют зону защиты – пространство, в пределах которого с достаточной степенью надежности обеспечивается защита объекта от прямых ударов молнии. Различают зону типа А, имеющую степень защиты 99,5 %, и типа Б (95 %). Зона А имеет размеры меньшие, чем зона Б. Конфигурацию и размеры зон защиты определяют по формулам, приведенным в РД 34.21.122-87. Там же содержатся и требования к молниеотводам и их элементам.

Защита от вторичных воздействий молнии и заноса высокого потенциала осуществляется следующим образом:

- металлические корпуса всего оборудования в здании присоединяют к заземляющему устройству электроустановки;
- внутри здания между трубопроводами и другими протяженными металлоконструкциями в местах их сближения на расстояние менее 1 м приваривают металлические перемычки через каждые 30 м;
- металлические коммуникации на вводе в здание присоединяют к заземлителю молниеотвода;

– воздушные линии электропередачи, телефона, радио вводятся в здание только кабелем длиной не менее 50 м с металлической оболочкой или броней, которые соединяют с заземлителем электроустановки.

РД предусматривает три категории молниезащиты: I, II, III. Категории различаются между собой набором опасных факторов, от которых обеспечивается защита, а также типами и конструкцией молниеотводов.

Наибольшую степень защиты обеспечивает категория I. Она предусматривает только отдельно стоящие стержневые или тросовые молниеотводы, расстояния от которых до защищаемого объекта и его металлических коммуникаций как по земле, так и по воздуху нормируются. Обеспечивается защита от всех воздействий молнии.

II категория допускает применение стержневых и тросовых молниеотводов, как отдельно стоящих (при этом расстояния от молниеотвода до объекта не нормируются), так и установленных на самом объекте. Допускается также в качестве молниеприемника использовать металлическую кровлю или металлическую сетку, уложенную на неметаллическую кровлю. Обеспечивается защита от всех воздействий молнии.

III категория предусматривает те же молниеотводы, что и II категория, однако обеспечивается защита только от прямых ударов и заноса потенциала по наземным и надземным коммуникациям для зданий и только от прямых ударов для наружных установок.

Категория молниезащиты и тип зоны выбираются в соответствии с РД в зависимости от назначения объекта, класса взрыво- или пожароопасной зоны, места его расположения и ожидаемого количества N его поражений в год.

Для объектов прямоугольной формы, не имеющих молниезащиты,

$$N = [(A+6h)(B+6h)-7,7h^2]n^* 10^{-3},$$

где A и B – длина и ширина объекта, м;

h – наибольшая его высота, м;

n – среднегодовое число ударов молнии в 1 км^2 земной поверхности в месте расположения объекта, которое зависит от интенсивности грозовой деятельности $n_{\text{г}}$ и составляет:

$n_{\text{г}}, \text{ ч/год}$	10-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100 и более
$n, 1/\text{км}^2 \text{ в год}$	1	2	4	5,5	7	8,5

Здесь $n_{\text{г}}$ определяется по картам районирования в РД или ПУЭ. Например, для Мурманска $n_{\text{г}} = 10$ ч/год, для Москвы 20 – 40 ч/год, для Курска 80 – 100 ч/год.

Здания, имеющие помещения с классами взрывоопасных зон В-I и В-II, оборудуются молниезащитой I категории с зоной защиты типа А. Здания с помещениями класса В-Iа, б, г и В-IIа должны иметь молниезащиту категории II и зоны А или Б, здания вычислительных центров – категории II, зона Б (подробнее см. РД 34.21.122-87).

8.4.6. Пожарная безопасность электрических сетей и электроприводов

Пожарная безопасность электрической сети и электроприводов, а также их надежность, в значительной степени определяются правильным выбором мощности электродвигателя. Электродвигатель выбирают в соответствии с заданной нагрузочной диаграммой с учетом возможных мгновенных перегрузок и обязательным учетом допустимого нагрева.

Мощность электродвигателя по условиям нагрева выбрана правильно в том случае, если при любом режиме его работы температура изоляции не превысит допустимую температуру для данного класса изоляции.

Изоляционные конструкции, применяемые в современных электрических машинах, в зависимости от теплостойкости делятся на три класса – В, F и H – с предельно допускаемыми для изоляции температурами, соответственно, 130, 155 и 180 °С. При этом температура охлаждающей среды принимается равной 40 °С. Выбор мощности электродвигателя и теплозащиты по нагреву определяют с учетом режима его работы.

Принята классификация номинальных режимов работы электродвигателей в зависимости от продолжительности и характера нагруз-

ки. Установлены восемь типовых номинальных режимов работы, которым присвоены обозначения, состоящие из буквы S и следующей за ней порядковой цифры (от 1 до 8). Наиболее часто электродвигатели общего назначения применяются для продолжительного режима работы (S_1). Для защиты от коротких замыканий и чрезмерных перегрузок применяются плавкие предохранители и электромагнитные токовые реле без выдержки времени. Защита от длительных небольших перегрузок осуществляется с использованием тепловых реле, токовых реле с выдержкой времени и автоматических выключателей (автоматов).

Наиболее простая защита от токов короткого замыкания – при помощи плавких предохранителей, которые выполняются пробочными и трубчатыми. Пробочные предохранители рассчитаны для защиты потребителей с номинальными токами от 4 до 60 А. Более совершенными являются предохранители с закрытыми трубками из твердого газогенерирующего материала, например фибры типа ПР. Они выпускаются на напряжения 380 и 500 В и на токи от 6 до 1000 А. Еще более совершенными являются предохранители с кварцевым наполнителем типов ПН, ПД, ПДС, НПБ. Их отключающая способность в 1,5-2 раза больше, чем у предохранителей типа ПР.

Ток, расплавляющий предохранитель, является величиной крайне неопределенной, зависящей от условий охлаждения, длительности протекания и от металла, из которого изготовлена плавкая вставка. Плавкая вставка при перегрузке, например, в 25 % и выше может длительно работать, подвергая опасности целостность изоляции электродвигателей, и вызвать повышение температуры до недопустимой величины. В этом заключается основной недостаток защиты при помощи плавких предохранителей.

Электромагнитные реле максимального тока мгновенного действия (типов ЭТ, РЭ, РЭМ и др.) применяются для защиты электродвигателей от чрезмерных перегрузок и коротких замыканий. Воспринимающий орган этих реле – электромагнит, который вызывает замыкание электрических контактов при достижении током в обмотке реле величины тока срабатывания реле.

Тепловые реле (типов РТ, ТРА) состоят из нагревательного элемента с биметаллической пластиной, изготовленной из двух металлов с различными коэффициентами линейного расширения (например, латунь – инвар). Если ток в защищаемой установке превышает величину тока срабатывания реле, то биметаллическая пластина выгибается и освобождает рычаг механизма, размыкающего контакты, включенные в цепь катушки контактора, что и приводит к отключению установки.

Автоматические выключатели (типов А, АП, ВАБ и др.) так же, как и реле, применяются для защиты электродвигателей и других установок от коротких замыканий, перегрузок, понижения напряжения и т. д. В неответственных электроприводах небольшой мощности наиболее распространены выключатели (или автоматы) максимального тока, которые совмещают в себе рубильник и предохранитель, т.е. аппараты управления и защиты. В электроприводах большей мощности применяются автоматы, рассчитанные на ток до 1500 А при напряжении до 500 В. В таких автоматах отключение производится так называемыми тепловыми или максимально-токовыми элементами типа реле, встроенными в сам автомат (расцепителями). Тепловой расцепитель, как и тепловое реле, представляет собой биметаллический элемент, имеющий выдержку времени, обратно зависящую от тока, и осуществляющий защиту от перегрузки при длительной часовой перегрузке и при токе не менее 120 % от номинального. Максимально-токовый расцепитель – это электромагнит, срабатывающий мгновенно и осуществляющий защиту от коротких замыканий или от токов, значение которых в шесть раз и более превышает номинальное. Такие выключатели рассчитаны на отключение токов короткого замыкания от 1000 до 30000 А.

Плавкая вставка предохранителя, с одной стороны, должна обеспечить защиту потребителя от перегрузки, а с другой – не перегореть, когда по ней длительно проходит расчетный ток

$$I_b \geq I_p,$$

где I_b – ток плавкой вставки;

I_p – расчетный ток, А.

$$I_p = \frac{S_m \cdot 1000}{\sqrt{3}U_H},$$

где S_m – расчетная мощность, кВА;

U_H – номинальное напряжение сети, В.

Ток уставки реле максимального тока автоматов $I_{УА}$ должен удовлетворять тем же условиям:

$$I_{УА} \geq I_m.$$

Ток уставки теплового реле $I_{тр}$ выбирают из расчета, что оно должно осуществить защиту двигателей от перегрузки свыше 10 % номинального тока. Его уставку можно изменить подбором соответствующего номера нагревательного элемента. При выборе плавкой вставки и уставки реле максимального тока необходимо учитывать пусковые токи $I_{п}$ двигателей, которые обычно превышают номинальные токи в 4-7 раз. Время пуска двигателей наиболее часто встречающихся производственных механизмов составляет 0,5-10 с. В связи с тепловой инерцией нормальных вставок с малой теплоемкостью (материал вставок – медь – цинк) плавкая вставка не сгорает от пусковых токов, если соблюдается условие

$$I_{в} = \frac{I_{п}}{2,5}.$$

Ток уставки автомата $I_{УА}$ выбирается из условия

$$I_{УА} \geq I_{п}.$$

8.5. СИСТЕМА ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

Это совокупность организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него.

8.5.1. Огнестойкость зданий и сооружений

Каждая строительная конструкция имеет определенный предел огнестойкости – время (в часах) от момента загорания до потери конструкцией ее несущих или ограждающих свойств.

Здание в целом в зависимости от пределов огнестойкости входящих в него конструкций характеризуется степенью огнестойкости. СНиП 2.01.02-85 устанавливает следующие степени огнестойкости: I, II, III, IIIа, IIIб, IV, IVа, V. Например, в зданиях I степени огнестойкости все элементы выполнены из негорючих материалов с пределами огнестойкости от 0,5 до 2,5 ч; в зданиях V степени огнестойкости все элементы могут быть из горючих материалов.

Огнестойкость сгораемых конструкций может быть повышена следующим образом:

- пропиткой или поверхностной обработкой водным раствором огнезащитных солей;
- поверхностной обработкой огнезащитной краской, жидким стеклом, глиняным раствором;
- облицовкой гипсовой штукатуркой, гипсоволокнистыми плитами, асбоцементными листами.

8.5.2. Противопожарные преграды

Противопожарные преграды подразделяются на:

- противопожарные разрывы между зданиями и сооружениями;
- противопожарные стены, перегородки, перекрытия;
- противопожарные зоны.

Противопожарные разрывы между зданиями и сооружениями назначаются в зависимости от степени огнестойкости зданий и категории взрывопожароопасности.

Противопожарные стены (брандмауэры) должны соответствовать следующим требованиям:

- иметь предел огнестойкости не менее 2,5 ч;
- опираться на фундамент;
- возвышаться над кровлей не менее чем на 60 см, если перекрытие выполнено из горючих материалов, и не менее чем на 30 см если оно выполнено из негорючих материалов;
- выступать за наружную плоскость стены здания из горючих или трудногорючих материалов не менее чем на 30 см.

Часть здания между двумя противопожарными стенами называется противопожарной зоной. Ширина зоны должна быть не менее 12 м. В помещениях, расположенных в пределах зоны, не допускается применять или хранить горючие газы, жидкости и материалы, а также проводить работы, связанные с образованием горючих пылей.

8.5.3. Эвакуация людей при пожарах

Эвакуационные выходы должны располагаться рассредоточено. Число эвакуационных выходов должно быть не менее двух. Максимальное расстояние λ между наиболее удаленными друг от друга эвакуационными выходами из помещения определяется по формуле

$$\lambda = 1,5 \sqrt{\pi},$$

где π – периметр помещения, м.

Категорически запрещается использовать лифты для целей эвакуации.

8.5.4. Зонирование территории

Объекты со взрывопожароопасными производственными процессами, склады нефтепродуктов, сжиженных газов, горючих материалов, ядовитых веществ должны располагаться с подветренной стороны по отношению к другим зданиям и сооружениям.

Склады нефтепродуктов должны располагаться в низинах.

К зданиям и сооружениям по всей их длине должен быть обеспечен свободный подъезд пожарных автомобилей. Подъездные дороги должны иметь ширину не менее 6 м, а расстояние от дороги до здания должно быть не более 25 м.

8.5.5. Предохранительные (легкосбрасываемые) конструкции

В наружных ограждениях зданий и помещений категорий А и Б предусматриваются легкосбрасываемые конструкции: остекление окон и фонарей, открывающиеся наружу распашные ворота и двери, а также конструкции стеновых панелей и плит, покрытия из стальных,

алюминиевых, асбестоцементных листов. Сбрасывание (открывание) указанных конструкций должно происходить при давлении, не превышающем 2 кПа в момент взрыва. Этим обеспечивается защита основных конструкций здания от разрушения.

Огнепреградители

Для предотвращения проскока пламени в технологические аппараты и в коммуникации применяют огнепреградители. Их действие основано на гашении пламени в узких каналах, образованных насадками металлокерамики, металловолокна, свитых в рулоны металлических лент. Это сухие огнепреградители. Их эффективность может быть повышена орошением насадок водой.

В качестве огнепреградителей применяют также жидкостные предохранительные затворы.

Противодымная защита

Задача – обеспечить незадымляемость эвакуационных путей, отдельных помещений и удаление продуктов горения в определенном направлении.

Защита лестничных клеток обеспечивается следующим образом:

- отделением их от смежных помещений дымонепроницаемыми стенами с выходами через балконы или лоджии;
- созданием подпора чистого воздуха специальными вентиляционными установками.

Удаление продуктов горения из помещений, в которых возник пожар, осуществляется с помощью проемов (окон, фонарей и пр.) или шахт. Дымовые вытяжные шахты – это вертикальные каналы, в которых на уровне каждого этажа предусмотрены отверстия с автоматически открывающимися заслонками. Движение дыма по шахте – принудительное. Вентиляторы дымоудаления включаются автоматически от пожарной сигнализации либо дистанционно.

8.6. ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ

8.6.1. Способы тушения пожаров

Существуют следующие способы тушения пожаров:

- охлаждение горящих веществ путем нанесения на их поверхность теплоемких огнетушащих средств (воды, пены и др.) или перемешивания слоев горячей жидкости;
- разбавление концентрации горючих паров, пылей и газов путем введения в зону горения инертных разбавителей (азота, углекислого газа, водяного пара);
- изоляция горящих веществ от зоны горения нанесением на их поверхность изолирующих огнегасительных средств (пены, песка, кошмы);
- химическое торможение реакции горения путем орошения поверхности горящих материалов или объемного разбавления горючей пыле-, газо- и паровоздушной смеси флегматизирующими веществами и составами.

8.6.2. Средства тушения пожаров

Вода как огнетушащее средство

Огнетушащие свойства воды заключаются в следующем:

- охлаждает зону горения за счет большой теплоемкости и скрытой теплоты парообразования;
- разбавляет реагирующие вещества образующимся паром (объем пара в 1700 раз превышает объем испарившейся воды);
- изолирует горючие вещества от зоны горения;
- струя воды механически срывает пламя.

Достоинства воды – доступность и дешевизна, подвижность, легкость транспортировки, химическая нейтральность, неядовитость.

Недостатки воды следующие:

- сравнительно высокая температура замерзания (приходится применять специальные добавки и антифризы);
- плохая смачивающая способность, затрудняющая тушение волокнистых, пылевидных, тлеющих материалов (вводят добавки, ПАВ);

– малая вязкость, поэтому большая растекаемость и большие потери воды при тушении (специальные добавки увеличивают вязкость, сокращая расход воды и время тушения);

– природные соли, содержащиеся в воде, и добавляемые примеси усиливают коррозионную способность воды и ее электропроводность;

– струей воды нельзя тушить нефтепродукты – увеличивается площадь пожара, выброс, разбрызгивание горящих продуктов. Распыленной водой можно тушить нефтепродукты;

– водой в любом виде и любыми составами, содержащими воду (например, пенами), нельзя тушить щелочные металлы, карбиды и гидриды металлов; металлоорганические соединения. Все эти вещества при взаимодействии с водой взрываются.

Пена как огнетушащее средство

Пена – это коллоидная система, состоящая из пузырьков газа, окруженных пленками жидкости.

Пены применяются для тушения твердых и жидких веществ, не вступающих во взаимодействие с водой, в первую очередь нефтепродуктов. Главное – изолирующее действие слоя пены. Например, скорость испарения бензина под слоем пены толщиной 5 см уменьшается в 30-40 раз. При тушении твердых материалов пена оказывает и охлаждающее действие.

Существует два вида пены – химическая и воздушно-механическая.

Химическая пена получается в результате взаимодействия кислотных и щелочных растворов в присутствии пенообразователя и состоит из 80 % углекислого газа, 19,7 % воды и 0,3 % пенообразователя. Стойкость пены с момента ее образования до полного распада – 40 мин. Недостатки химической пены – высокая стоимость, сложность организации процесса тушения, высокая химическая активность. В настоящее время имеется тенденция к сокращению ее применения.

Воздушно-механическая пена – механическая смесь воздуха (90...99 %), воды (9,7...9,96 %) и пенообразователя (0,3...0,04 %). Ог-

нетушащие свойства такой пены определяются её кратностью, стойкостью, дисперсностью и вязкостью.

Кратность пены – отношение объема пены к объему раствора, из которого она поручена.

Пена разрушается со временем (старение), под действием высокой температуры, а также в зависимости от условий подачи в очаг пожара.

Чем больше кратность пены, тем меньше её стойкость. Химическая пена более стойка, чем воздушно-механическая. С повышением кратности пены уменьшается её дисперсность. Чем выше дисперсность, тем больше стойкость и огнетушащая способность пены. Пена должна обладать оптимальной вязкостью. Чем выше вязкость, тем больше стойкость пены, но хуже её растекаемость.

Низкократная пена (до 30) находит ограниченное применение (тушение жидкостей в резервуарах при подаче пены через слой горючего, охлаждение горящего и соседнего с ним оборудования).

Среднекратная (30...200) и высокократная (более 200) пены используются не только для поверхностного, но и для объемного тушения (подвалы, кабельные каналы). Оптимальной считается кратность 70...150.

В состав пены входит вода, поэтому нельзя тушить пеной щелочные металлы, карбиды и гидриды металлов, металлоорганические соединения.

Инертные газы как огнетушащие средства

Углекислый газ, азот, аргон, гелий обладают способностью быстро смешиваться с горючими парами и газами, понижая концентрацию кислорода в зоне горения до такого предела, при котором горение прекращается. Наибольшей флегматизирующей способностью обладает углекислый газ. Он применяется в сжиженном виде для объемного тушения складов ЛВЖ, аккумуляторных, сушильных печей и т.п. Из 1 кг жидкой углекислоты получается 509 л газа, который, быстро испаряясь, переохлаждается, образуя хлопья «снега» с темпе-

ратурой – 790 °С. При этом разбавляющее огнетушащее действие дополняется интенсивным охлаждением очага горения.

Углекислота неэлектропроводна и пригодна для тушения электроустановок под напряжением до 1000 В.

Предельно допустимое для человека содержание углекислого газа в воздухе – 10 %, поэтому при заполнении горящего помещения углекислым газом из него необходимо эвакуировать людей.

Нельзя применять углекислоту для тушения щелочных металлов, а также соединений, в молекулы которых входит кислород.

Ингибиторы (флегматизаторы) как огнетушащие средства

Эти вещества действуют по принципу торможения химической реакции горения. Требуемые количества ингибиторов намного меньше, чем инертных разбавителей. При их применении быстро создается зафлегматизированная среда, остаточное содержание кислорода в которой около 18 % (об.), что допустимо для кратковременного пребывания людей.

В качестве ингибиторов применяются фреоны (хладоны) и составы на основе предельных углеводородов. Это жидкости либо сжиженные газы. Их достоинства – работа при отрицательных температурах, неэлектропроводность; недостатки – токсичность, высокая коррозионная активность.

Следует заметить, что бромистый этил исключен из обращения: запрещено его применение в огнетушителях.

Огнетушащие порошковые составы

Они обладают очень высокой огнетушащей способностью и универсальностью действия, способны тушить любые материалы, в том числе нетушимые всеми другими средствами, например термиты, щелочные металлы.

Комплексный огнетушащий эффект – ингибирование химических реакций в зоне горения; охлаждение зоны горения из-за расхода теплоты на нагревание и разложение частиц порошка; разбавление горючей среды частицами порошка и продуктами его разложения; эффект огнепреграждения при поверхностном тушении.

Порошки неэлектропроводны, нетоксичны, не оказывают коррозионного действия. Недостаток – слеживаемость, комкование.

Комбинированные составы для тушения пожаров

Они содержат огнетушащие свойства различных классов веществ. Это комбинация дешевого доступного носителя и сильного ингибитора.

Применяют комбинацию воздушно-механической пены с хладонами, а также комбинированные азотно-хладоновый и углекисло-хладоновый составы. При таких комбинациях повышается эффективность тушения при сокращении в несколько раз дефицитного хладона.

Таблица 8.3

Области применения средств пожаротушения

Класс пожара	Характеристика горючей среды	Рекомендуемые средства тушения
А	Обычные твёрдые горючие материалы (дерево, уголь, бумага, резина, текстиль и др.)	Все виды огнетушащих средств (прежде всего – вода)
В	Горючие жидкости и плавящиеся материалы (мазут, бензин, лаки, масла, спирт, стеарин, каучук, некоторые синтетические материалы и др.)	Распыленная вода, все виды пен, составы на основе галогеналкилов, порошки
С	Горючие газы (водород, ацетилен, углеводороды и др.)	Газовые составы, инертные разбавители, галогеноуглеводороды, порошки, вода (для охлаждения)
Д	Металлы и их сплавы (калий, натрий, алюминий, магний)	Порошки (при спокойной подаче на горящую поверхность)
Е	Электрооборудование под напряжением	Порошки, углекислота, хладоны

Первичные средства тушения пожаров

Они предназначены для тушения пожаров в начальной стадии и включают пожарные водопроводы, огнетушители ручные и передвижные, сухой песок, асбестовые одеяла, кошмы и др.

Пожарные краны устанавливаются в доступных и заметных местах, на высоте 1,35 м от пола. Должно обеспечиваться взаимное перекрытие струй от пожарных рукавов не менее 10 м, а радиус действия струи должен быть достаточен для достижения наиболее удаленной и возвышенной части здания.

Химические пенные огнетушители ОП-10, ОП-М и ОП-9ММ предназначены для тушения твердых и жидких веществ. Продолжительность их действия 60 с при кратности пены 5.

Недостатки следующие:

- пена электропроводна, поэтому нельзя тушить установки под напряжением;

- пена содержит воду, поэтому нельзя тушить щелочные металлы, карбиды металлов и другие вещества, которые взрываются при взаимодействии с водой;

- приведенный в действие огнетушитель нельзя остановить в случае ликвидации загорания;

- пена химически активна и может причинить ущерб больший, чем от загорания.

Углекислотные огнетушители – ручные ОУ-5, ОУ-8 и передвижные ОУ-25, ОУ-80, ОУ-400 – предназначены для тушения веществ, материалов и электроустановок под напряжением до 1000В (углекислота неэлектропроводна). По мере ликвидации загорания огнетушитель можно остановить перекрытием вентиля. Нельзя тушить щелочные металлы, гидриды металлов и соединения, в состав молекулы которых входит кислород. Нельзя тушить горящую одежду на человеке и дотрагиваться до металлического раструба во избежание обморожений углекислотой.

Порошковые огнетушители ОП-10М и ОП-50М отличаются универсальностью действия и находят все более широкое применение. С помощью таких огнетушителей можно тушить пожары всех классов (см. таб. 10.3), применяя различные типы огнетушителей с разными составами порошков.

Автоматические средства обнаружения и тушения пожара

Системы автоматической пожарной сигнализации предназначены для обнаружения в начальной стадии пожара, передачи тревожных извещений о месте и времени его возникновения и при необходимости введения в действие автоматических систем пожаротушения и дымоудаления. Они могут быть пожарные, реагирующие на первоначальные признаки пожара (дым, тепло» пламя) и охранно-пожарные, совмещающие охранные I (срабатывают на вскрытие дверей, окон и т.п.) и пожарные функции. Установки пожарной сигнализации бывают на базе:

- автоматических (дымовых, тепловых, комбинированных и др.) пожарных извещателей;
- ручных пожарных извещателей;
- автоматических и ручных пожарных извещателей.

Основными элементами систем пожарной сигнализации являются пожарные извещатели, приемно-контрольные приборы, шлейфы пожарной сигнализации, приборы управления, оповещатели, системы передачи извещений, ретрансляторы, пультовые оконечные устройства, пульта централизованного наблюдения и некоторые другие устройства.

Классификация пожарных извещателей

По способу приведения в действие пожарные извещатели подразделяют на автоматические и ручные.

По виду контролируемого признака пожара автоматические пожарные извещатели подразделяют на тепловые, дымовые, пламени, комбинированные.

По характеру реакции на температуру окружающей среды тепловые пожарные извещатели подразделяют на:

- максимальные (срабатывающие при превышении определенного значения температуры окружающей среды);
- дифференциальные (срабатывающие при превышении определенного значения скорости нарастания температуры окружающей среды);

– максимально-дифференциальные.

По принципу действия дымовые пожарные извещатели подразделяют на радиоизотопные и оптические.

По используемой области спектра оптического излучения пожарные извещатели пламени подразделяют на ультрафиолетовые, инфракрасные, видимого спектра излучения, комбинированные.

По виду зоны, контролируемой извещателем, оптические пожарные извещатели подразделяют на точечные и линейные.

Классификация приемно-контрольных приборов (ППК)

По информационной емкости (количеству контролируемых шлейфов сигнализации) ППК подразделяют на:

- малой информационной емкости – до 5 шлейфов сигнализации;
- средней информационной емкости – от 6 до 50 шлейфов сигнализации;
- большой информационной емкости – свыше 50 шлейфов сигнализации.

Классификация оповещателей

По характеру выдаваемых сигналов оповещения подразделяют на:

- световые;
- звуковые;
- речевые;
- комбинированные.

Классификация ретрансляторов

По структуре подключения объектовых оконечных устройств и других ретрансляторов последние подразделяются на:

- с радиальной структурой;
- с цепочной структурой;
- с радиально-цепочной структурой.

Классификация пультовых оконечных устройств

По количеству контролируемых направлений, т.е. входящих ли-

ний (каналов) связи пультовые оконечные устройства подразделяют на устройства с одной входящей линией (каналом) связи и с двумя и более входящими линиями (каналами) связи.

АУП в зависимости от используемых средств пожаротушения бывают водяные (спринклерные и дренчерные), водно-пенные, воздушно-пенные, газовые (двуокись углерода, азот, негорючие газы), порошковые, комбинированные.

Наибольшее распространение получили спринклерные и дренчерные установки. Спринклерная установка состоит из источника водоснабжения, насосов, контрольно-сигнального клапана, магистральных и распределительных водопроводов, спринклерных головок. Головки, ввернутые в распределительный водопровод, размещают под потолком помещения из условия орошения одним спринклером 9...12 м² площади пола помещения. Выходное отверстие головки закрыто клапаном и легкоплавкой пробкой. При повышении температуры до 720 °С пробка расплавляется, клапан выбрасывается и вода разбрызгивается розеткой. При этом обеспечивается высокое быстродействие установки, так как вода в распределительном водопроводе постоянно находится под давлением.

Дренчерные головки, вмонтированные в распределительный водопровод, не имеют клапанов и плавких пробок, т.е. имеют открытые отверстия, водопровод не заполнен водой. Дренчерная система приводится в действие от пожарной сигнализации или вручную. На заполнение водопровода водой требуется определенное время, поэтому быстродействие дренчера существенно меньше, чем спринклера. Спринклеры применяются в помещениях категорий А и Б, а дренчеры – для создания водяных завес с целью препятствия распространению пожара.

8.7. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Согласно Правилам пожарной безопасности, на каждом предприятии приказом (инструкцией) должен быть установлен соответствующий их пожарной опасности противопожарный режим:

- определены и оборудованы места для курения;
- определены места и допустимое количество одновременно находящихся в помещениях сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;
- установлен порядок уборки горючих отходов и пыли, хранения промасленной спецодежды;
- определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня;
- регламентированы порядок проведения временных огневых и других пожароопасных работ; порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы; действия работников при обнаружении пожара;
- определены порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначены ответственные за их проведение.

В зданиях и сооружениях (кроме жилых домов) при одновременном нахождении на этаже более 10 человек должны быть разработаны и на видных местах вывешены планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара, а также предусмотрена система (установка) оповещения людей о пожаре.

Территория предприятий в пределах противопожарных разрывов между зданиями, сооружениями и открытыми складами должна своевременно очищаться от горючих отходов, мусора, тары, опавших листьев, сухой травы и т.п.

Горючие отходы, мусор и тому подобное следует собирать на специально выделенных площадках в контейнеры или ящики, а затем вывозить.

Противопожарные разрывы между зданиями и сооружениями, штабелями леса, пиломатериалов, других материалов и оборудования не разрешается использовать под складирование материалов, оборудования и тары, для стоянки транспорта и строительства (установки) зданий и сооружений.

Дороги, проезды, подъезды и проходы к зданиям, сооружениям, открытым складам и водоисточникам, используемые для пожароту-

шения, подступы к стационарным пожарным лестницам и пожарному инвентарю должны быть всегда свободными, содержаться в исправном состоянии, а зимой быть очищенными от снега и льда.

Для всех производственных и складских помещений должны быть определены категории взрывопожарной и пожарной опасности, а также класс зоны по Правилам устройства электроустановок, которые надлежит обозначать на дверях помещений.

Около оборудования, имеющего повышенную пожарную опасность, следует вывешивать стандартные знаки (аншлаги, таблички) безопасности.

На предприятии должен быть издан приказ по обеспечению пожарной безопасности помещений, зданий и сооружений. В этом приказе должны быть назначены ответственные за пожарную безопасность отдельных территорий, зданий, помещений, сооружений, цехов, участков и т.п. В этом же приказе должно быть назначено лицо, ответственное за приобретение, ремонт и готовность к действию первичных средств пожаротушения.

Для каждого взрывоопасного и пожароопасного объекта должна быть разработана инструкция по мерам пожарной безопасности. Инструкция должна быть изучена всеми работниками под роспись и вывешена на видном месте. В инструкции должно быть указано следующее:

- кто конкретно является ответственным за пожарную безопасность;
- требование, обязывающее всех лиц, работающих на этом объекте, знать и выполнять правила пожарной безопасности, противопожарный режим и уметь действовать при возникновении пожара;
- основные правила пожарной безопасности на данном объекте;
- лица, проводящие противопожарный осмотр объекта после окончания работы;
- перечень средств пожаротушения на объекте и лицо, ответственное за их состояние;
- порядок действий каждого, заметившего пожар;
- лица, обязанные руководить тушением пожара до прибытия пожарной охраны;

– порядок эвакуации людей и имущества.

При разработке инструкции следует руководствоваться Приложением 1 ППБ 01-93.

Помещения, здания и сооружения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения в соответствии с Приложением 3 ППБ 01-93. Помещения, оборудованные автоматическими стационарными установками пожаротушения, обеспечиваются огнетушителями на 50 %, исходя из их расчетного количества.

При определении видов первичных средств пожаротушения следует учитывать физико-химические и пожароопасные свойства горючих веществ, их отношение к огнетушащим веществам, а также площадь производственных объектов.

В общественных зданиях на каждом этаже должны размещаться не менее двух ручных огнетушителей. Помещения категории «Д» могут не оснащаться огнетушителями, если их площадь не превышает 100 м².

Огнетушители, отправленные предприятием на перезарядку, должны заменяться заряженными огнетушителями. Учёт, наличие и состояние первичных средств пожаротушения следует вести в журнале произвольной формы. Каждый огнетушитель, установленный на объекте, должен иметь порядковый номер, нанесенный на корпусе белой краской, и паспорт по установленной форме. Огнетушители должны всегда содержаться в исправном состоянии, периодически осматриваться, проверяться и перезаряжаться. В зимнее время, при температуре ниже 1 °С, огнетушители должны храниться в отапливаемых помещениях.

Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, проходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Во всех производственных, административных, складских и вспомогательных помещениях на видных местах должны быть вывешены таблички с указанием номера телефона вызова пожарной охраны.

На объектах могут создаваться пожарно-технические комиссии и добровольные пожарные дружины (ДПД), а также назначаются внештатные пожарные инспекторы. Численный состав ДПД определяется руководителем объекта. Зачисления в ДПД производится на основании поданного заявления. На ДПД возлагается осуществление контроля за выполнением на объекте правил пожарной безопасности.

Обучение работающих мерам пожарной безопасности должно включать противопожарный инструктаж и занятия по пожарно-техническому минимуму.

Права и обязанности граждан в области пожарной безопасности заключаются в следующем.

Граждане имеют право на:

- защиту их жизни, здоровья и имущества в случае пожара;
- возмещение ущерба, причиненного пожаром, в порядке, установленном действующим законодательством;
- участие в установлении причин пожара, нанесшего ущерб их здоровью и имуществу;
- получение информации по вопросам пожарной безопасности, в том числе в установленном порядке от органов управления и подразделений пожарной охраны;
- участие в обеспечении пожарной безопасности, в том числе в установленном порядке в деятельности добровольной пожарной охраны.

Граждане обязаны:

- соблюдать требования пожарной безопасности;
- иметь в помещениях и строениях, находящихся в их собственности (пользовании), первичные средства тушения пожаров и противопожарный инвентарь в соответствии с правилами пожарной безопасности и перечнями, утвержденными соответствующими органами местного самоуправления;
- при обнаружении пожаров немедленно уведомлять о них пожарную охрану;

- до прибытия пожарной охраны принимать усиленные меры по спасению людей, имущества и тушению пожаров;
- оказывать содействие пожарной охране при тушении пожаров;
- выполнять предписания, постановления и иные законные требования должностных лиц государственного пожарного надзора;
- предоставлять в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, возможность должностным лицам государственного пожарного надзора проводить обследования и проверки принадлежащих им производственных, хозяйственных, жилых и иных помещений и строений в целях контроля за соблюдением требований пожарной безопасности и пресечения их нарушений.

Права и обязанности работодателя в области пожарной безопасности заключаются в следующем.

Руководители организации имеют право:

- создавать, реорганизовывать и ликвидировать в установленном порядке подразделения пожарной охраны, которые они содержат за счет собственных средств;
- вносить в органы государственной власти и органы местного самоуправления предложения по обеспечению пожарной безопасности;
- проводить работы по установлению причин и обстоятельств пожаров, происшедших на предприятиях;
- устанавливать меры социального и экономического стимулирования обеспечения пожарной безопасности;
- получать информацию по вопросам пожарной безопасности, в том числе в установленном порядке от органов управления и подразделений пожарной охраны.

Руководители организации обязаны:

- соблюдать требования пожарной безопасности, а также выполнять предписания, постановления и иные законные требования должностных лиц пожарной охраны;
- разрабатывать и осуществлять меры пожарной безопасности;

- проводить противопожарную пропаганду, а также обучать своих работников мерам пожарной безопасности;
- включать в коллективный договор вопросы пожарной безопасности;
- содержать в исправном состоянии системы и средства противопожарной защиты, включая первичные средства тушения пожаров, не допускать их использования не по назначению;
- оказывать содействие пожарной охране при тушении пожаров, установлении причин и условий их возникновения и развития, а также при выявлении лиц, виновных в нарушении требований пожарной безопасности и возникновении пожаров;
- предоставлять в установленном порядке при тушении пожаров на территориях предприятий необходимые силы и средства;
- обеспечивать доступ должностным лицам пожарной охраны при осуществлении ими служебных обязанностей на территории, в здания, сооружения и на иные объекты предприятий;
- предоставлять по требованию должностных лиц государственного пожарного надзора сведения и документы о состоянии пожарной безопасности на предприятиях, в том числе о пожарной опасности производимой ими продукции, а также о происшедших на их территориях пожарах и их последствиях;
- незамедлительно сообщать в пожарную охрану о возникших пожарах, неисправностях имеющихся систем и средств противопожарной защиты, об изменении состояния дорог и проездов;
- содействовать деятельности добровольных пожарных.

Руководители организаций осуществляют непосредственное руководство системой пожарной безопасности в пределах своей компетенции на подведомственных объектах и несут персональную ответственность за соблюдение требований пожарной безопасности.

9. ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ

9.1. ЦЕЛИ И ПОРЯДОК УПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ

Управление профессиональными рисками определяется как комплекс взаимосвязанных мероприятий, включающих в себя меры по их выявлению, оценке и снижению их уровней [13].

Существуют следующие определения понятия «риск»:

– сочетание вероятности возникновения определенного опасного события или воздействия опасного фактора(ов) и тяжести травмы или ухудшения состояния здоровья, которые будут результатом такого события или воздействия [14];

– сочетание вероятности события и его последствий. Термин «риск» обычно используют только тогда, когда существует возможность негативных последствий. В некоторых ситуациях риск обусловлен возможностью отклонения от ожидаемого результата или события [15];

– сочетание (произведение) вероятности (или частоты) нанесения ущерба и тяжести этого ущерба [16];

– вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда [17].

Трудовой кодекс РФ дает следующее определение: «Профессиональный риск – вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязанностей по трудовому договору или в иных случаях, установленных настоящим Кодексом, другими федеральными законами. Порядок оценки уровня профессионального риска устанавливается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики

и нормативно-правовому регулированию в сфере труда с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений» [10].

В целом, несмотря на некоторые отличия, все эти определения задают профессиональный риск как совокупность двух факторов:

- 1) вероятности причинения вреда жизни и здоровью;
- 2) тяжести этого вреда.

Профессиональный риск является одной из разновидностей техногенных рисков, связан с профессиональной деятельностью и является результатом действия комплекса причин:

- технологических;
- организационных;
- социальных;
- экономических.

Необходимость управления им обусловлена тем, что в настоящее время невозможно полностью исключить профессиональный риск.

Профессиональный риск правомерен, если [18]:

- осуществляется для достижения социально полезных целей;
- поставленная цель не может быть достигнута не связанными с риском действиями;
- рискующее лицо предприняло все необходимые меры для предотвращения возможного вреда охраняемым уголовным законом интересам;
- риск заведомо не сопряжен с угрозой для жизни многих людей, экологической катастрофой или общественным бедствием;
- риск не приводит к значительным экономическим потерям.

В связи с этим, вводится понятие допустимого риска. Это риск:

- который в данной ситуации считают приемлемым при существующих общественных ценностях;
- уменьшенный до уровня, который допускается организацией с учетом ее обязательств перед законом и ее собственной политики в области здоровья и безопасности.

Поэтому задача управления профессиональным риском с целью снижения его уровня до допустимого является актуальной.

При разработке концепции формирования системы управления профессиональными рисками следует руководствоваться следующими основными положениями.

1. Профессиональный риск как субъект управления является обобщенным показателем состояния охраны труда и должен учитывать и оценивать комплекс основных мероприятий, направленных на сохранение жизни и здоровья работников в рамках отдельной организации. Базовый элемент профессионального риска – профессиональный риск работника, а базовый элемент интегрального профессионального риска – профессиональный риск персонала организации в целом.

2. Система выявления и управления профессиональными рисками – элемент охраны труда, то есть системы сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические и иные мероприятия.

Цели управления профессиональными рисками для различных уровней управления представлены в табл. 9.1.

В общем, процесс управления риском включает в себя следующие основные этапы:

1) планирование и организация работ – описание опасного производственного объекта; причины и проблемы, которые вызвали необходимость проведения анализа риска; группа исполнителей; источники информации об опасном производственном объекте; ограничения исходных данных, финансовых ресурсов и др.; цели и задачи проводимого анализа риска; используемые методы анализа риска; критерии приемлемого риска;

2) идентификация опасностей – выявление и описание всех источников опасностей и путей (сценариев) их реализации (перечень нежелательных событий; описание источников опасности, факторов риска, условий возникновения и развития нежелательных событий, например, сценариев возможных аварий; предварительные оценки опасности и риска);

Цели управления профессиональными рисками

Уровень управления	Цель управления рисками
Отрасль экономики	– установление класса профессионального риска для отрасли (экономической деятельности) и назначение соответствующего страхового тарифа; – разработка приоритетных государственных программ по снижению уровня производственного травматизма и профзаболеваний
Организация	– выявление приоритетных направлений улучшения условий труда, обеспечивающих наивысшую результативность при наименьших затратах; – обоснование компенсаций за потенциальный вред здоровью работников, занятых во вредных условиях труда, если устранение вредных производственных факторов невыполнимо при организации условий труда на современном уровне
Отдельное рабочее место	– выявление наиболее существенных рисков и планирование мероприятий по их устранению; – снижение остаточных рисков и обеспечения непрерывного совершенствования в области производственной безопасности и здоровья; – снижение всех видов ущербов от несчастных случаев и профзаболеваний на данном рабочем месте для работников данной профессии

3) оценка риска – определение частот возникновения инициирующих и всех нежелательных событий; оценка последствий возникновения нежелательных событий; обобщение оценок риска;

4) разработка рекомендаций по уменьшению риска – технических и организационных.

Таким образом, система управления профессиональными рисками по своей сути является классической системой управления, действующей в соответствии с методологией PDCA.

9.2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ

Можно выделить три основных подхода к решению задачи оценки риска: синтетический (комплексный), количественный и основанный на изучении субъективных оценок.

Примером первого (*синтетического*) может служить методика анализа риска, в основе которой лежит понятие допустимого риска, рассматриваемого как связь измерения и управления риском [17, 18]. Основная цель анализа – установить предельно допустимый риск для определенного вида случаев. Однако имеющиеся определения противоречивы, представляют собой лишь различной полноты списки критериев допустимого риска, нередко построены на несовместимости личностных и объективных оценок, ценностных и количественных характеристик.

Основная цель анализа – установить предельно допустимый риск для определенного вида случаев. На каждой ступени анализа риска предлагается применять сложные комбинации различных методов:

- сравнения объективных и субъективных оценок риска с целью выработки синтезированной вероятности;

- расчета величины ликвидации последствий аварий и травматизма через использование параметров эффективности и стоимости;

- подведение баланса стоимости (то есть всех возможных затрат и потерь) и пользы (то есть прибыли) изучаемого технологического цикла, содержащего риск;

- проведение прямого и косвенного анализа соотношения прибыли и потерь, соотношения стоимости и эффективности мер по предотвращению риска, а также согласование всех выявленных крайних противостоящих оценок, но уже с политической точки зрения.

Последний метод позволяет интерпретировать результаты первых трех в интересах политического управления нововведениями технологии.

Другой подход основан на количественной оценке технологического риска. Допустимость риска при этом понимается как норма ожидаемой фатальности. Она включает в себя: набор технических стандартов, выше которых риск считается неприемлемым; баланс риска и пользы, при котором абсолютное выражение пользы превышало бы затраты, связанные с риском; сравнение эффективности рас-

ходов различных видов контроля за риском; определение правил признания недопустимости риска в тех ситуациях, когда незначительные выгоды увеличивают риск.

Большинство методик, которые могут быть использованы для оценки уровня безопасности труда и надежности оборудования (*количественные* оценки риска), базируются на известных положениях теории надежности, времени безотказной работы оборудования или его отдельных частей и т.п. Основными параметрами, характеризующими безопасность труда в таких методиках, являются: вероятность появления опасной зоны (опасной ситуации); вероятность отказа в работе защитных устройств; вероятность появления человека в опасной зоне.

Вероятностные оценки риска применимы в том случае, когда возможно оценить вероятности возникновения факторов или параметров, приводящих к опасной ситуации. Для сложных систем это затруднительно, поэтому такие оценки необходимо использовать для простых технологических процессов при известных параметрах, характеризующих надежность оборудования (например, наработка на отказ), что, например, делает возможным формирование стратегии технического обслуживания оборудования с целью обеспечения безопасности.

Оценки риска, основанные на показателях травматизма и анализа результатов последствий аварий и несчастных случаев, наиболее объективны. Однако в настоящее время статистические данные по несчастным случаям, особенно легким, не полны. Кроме того, данные оценки апостериорны, т.е. не позволяют определять потенциальную опасность объектов, вводимых или эксплуатируемых. Поэтому эти способы применимы для крупных предприятий, имеющих обширный статистический материал.

Методы оценки риска, основанные на анализе структур сложных систем, представляются наиболее перспективными, однако требуют глубоких исследований для каждого вида опасных объектов.

Интегральные критерии оценки риска применимы в том случае, когда возможно оценить безопасность на каждом рабочем месте или в структурном подразделении, или же они узко специализированы (например, как в шведской горнорудной промышленности).

В настоящее время широкое распространение получил матричный подход к оценке профессионального риска, пример которого приведен в [23]. Уровень профессионального риска характеризуется матрицей, пример которой приведен в табл. 9.2, классификация ущерба – в табл. 9.3.

Таблица 9.2

Матрица риска

Качественная характеристика частоты события	Частота события в год	Серьезность последствия			
		Катастрофическое	Значительное	Серьезное	Незначительное
1	2	3	4	5	6
Частое	> 1	В	В	В	С
Вероятное	$1 - 10^{-1}$	В	В	С	М
Случайное	$10^{-1} - 10^{-2}$	В	В	М	М
Маловероятное	$10^{-2} - 10^{-4}$	В	В	М	М
Неправдоподобное	$10^{-4} - 10^{-6}$	В	С	Н	Н
Невероятное	$< 10^{-6}$	С	С	Н	Н

Примечание: В – высокая величина риска; С – средняя величина риска; М – малая величина риска; Н – незначимая величина риска.

Таблица 9.3

Классификация тяжести последствий

Тяжесть последствия	Описание
Катастрофическое	Практически полная потеря промышленного объекта или системы. Много смертельных исходов
Значительное	Крупный ущерб промышленному объекту или системе. Несколько смертельных исходов
Серьезное	Тяжелое ранение, серьезное профессиональное заболевание, серьезный ущерб промышленному объекту или системе
Незначительное	Легкое ранение, профессиональное заболевание легкой формы или незначительное повреждение системы

При относительной простоте и наглядности такого подхода, он целиком основан на экспертных оценках и реально применим лишь в организациях, характеризующимся малым уровнем опасности (например, офисы).

Современный подход к оценке профессиональных рисков рассматривает их в комплексе, учитывая компетентность работников, условия труда, возможный вред здоровью персонала и ряд других показателей.

Например, НИИ труда и социального страхования (г. Москва) в проекте документа «Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда» предложено интегральную оценку профессионального риска производить на основе оценки индивидуального профессионального риска (*ИПР*):

$$ИПР = (v_1 * ИОУТ + v_2 * Зд + v_3 * В + v_4 * Ст) * П_{тр} * П_{пз},$$

где *ИОУТ* – интегральная оценка условий труда на рабочем месте;

Зд – показатель состояния здоровья работника;

В – показатель возраста работника;

Ст – показатель стажа работы работника во вредных и (или) опасных условиях труда;

$P_{тр}$ – показатель травматизма на рабочем месте;

$P_{пз}$ – показатель профессиональной заболеваемости на рабочем месте;

v_i – коэффициенты значимости и перевода параметров в относительные величины.

В целом, данная методика включает в себя учет:

– санитарно-гигиенических условий труда;

– производственного травматизма;

– обеспеченности СИЗ;

– профессиональных заболеваний на рабочем месте;

– персонифицированных данных (включая показатель здоровья) работников.

Однако, несмотря на комплексный подход, она не учитывает особенностей конкретных отраслей и требует перманентной корректировки (например, по результатам периодических медицинских осмотров).

ГОСТ Р 51901-2002. «Управление надежностью. Анализ риска технологических систем» предлагает следующие методы оценки риска.

1. Анализ «дерева событий».

Совокупность приемов идентификации опасности и анализа частот, в которых используется индуктивный подход с целью перевода различных инициирующих событий в возможные исходы.

2. Анализ видов и последствий отказов, а также Анализ видов, последствий и критичности отказов.

Совокупность приемов идентификации главных источников опасности и анализа частот, с помощью которых анализируются все аварийные состояния данной единицы оборудования на предмет их влияния как на другие компоненты, так и на систему в целом.

3. Анализ «дерева неисправностей».

Совокупность приемов идентификации опасности и анализа частот нежелательного события, с помощью которых определяются все пути его реализации. Используется графическое изображение.

4. Исследование опасности и связанных с ней проблем.

Совокупность приемов идентификации фундаментальной опасности, при помощи которых оценивается каждая часть системы с целью обнаружения того, могут ли происходить отклонения от назначения конструкции, и какие последствия это может повлечь.

5. Анализ влияния человеческого фактора.

Совокупность приемов анализа частот в области воздействия людей на показатели работы системы, при помощи которых определяется влияние ошибок человека на надежность.

6. Предварительный анализ опасности.

Совокупность приемов идентификации опасности и анализа частот, используемых на ранней стадии проектирования с целью идентификации опасностей и оценки их критичности.

7. Структурная схема надежности.

Совокупность приемов анализа частот, на основе которых создается модель системы и ее резервов для оценки надежности системы.

8. Классификация групп риска по категориям.

Классификация видов риска по категориям в порядке приоритетности групп риска.

9. Ведомости проверок.

Составление перечней типовых опасных веществ и/или источников потенциальных аварий, которые нуждаются в рассмотрении. С их помощью можно оценивать соответствие законам и стандартам.

10. Общий анализ отказов.

Метод, предназначенный для определения того, возможен ли случайный отказ (авария) ряда различных частей или компонентов в рамках системы, и оценки его вероятного суммарного эффекта.

11. Модели описания последствий.

Оценка воздействия события на людей, имущество или окружающую среду. Используются как упрощенные аналитические подходы, так и сложные компьютерные модели.

12. Метод Делфи.

Способ комбинирования экспертных оценок, которые могут обеспечить проведение анализа частоты, моделирования последствий и/или оценивания риска.

13. Индексы опасности.

Совокупность приемов по идентификации/оценке опасности, которые могут быть использованы для ранжирования различных вариантов системы и определения менее опасных вариантов.

14. Метод Монте-Карло и другие методы моделирования.

Совокупность приемов анализа частоты, в которых используется модель системы для оценки вариаций в исходных условиях и допущениях.

15. Парные сопоставления.

Способ оценки и ранжирования совокупности рисков путем парного сравнения.

16. Обзор данных по эксплуатации.

Совокупность приемов, которые могут быть использованы для выявления потенциально проблемных областей, а также для анализа частоты, основанного на данных об авариях, данных о надежности и прочее.

17. Анализ скрытых процессов.

Метод выявления скрытых процессов и путей, которые могли бы привести к наступлению непредвиденных событий.

В России, в системе управления охраной труда, для оценки риска используют специальные коэффициенты.

Коэффициент частоты травматизма $K_{\text{ч}}$ характеризует число несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих за определенный период времени (обычно за год) и описывается соотношением

$$K_{\text{ч}} = (N_{\text{тр}} / N_{\text{общ}}) * 1000,$$

где $N_{\text{тр}}$ – общее количество травмированных работников на предприятии за определенный период;

$N_{\text{общ}}$ – среднесписочное число работников предприятия.

Коэффициент тяжести травматизма $K_{\text{т}}$ оценивает среднюю длительность нетрудоспособности, приходящуюся на один несчастный случай

$$K_{\text{т}} = T_{\text{общ}} / N_{\text{тр}},$$

где $T_{\text{общ}}$ – общее количество дней нетрудоспособности по всем травмированным.

Коэффициент потерь $K_{\text{п}}$ представляет собой произведение коэффициентов частоты и тяжести травматизма и отражает общее количество дней нетрудоспособности, приходящихся на 1000 человек

$$K_{\text{п}} = K_{\text{ч}} * K_{\text{т}}.$$

В качестве примера метода, основанного на балльных оценках, производится оценка риска с использованием девятибалльной шкалы. При этом риск R :

$$R = Q \times P,$$

где Q – вероятность события;

P – тяжесть последствий.

Оценка величин Q и P производится на основе табл. 9.4.

Таблица 9.4

Оценка вероятности неблагоприятного события и тяжести его последствий

Вероятность, Q	Степень тяжести, P
9 – почти обязательно	9 – смерть
8 – очень возможно	8 – инвалидность 1-й группы
7 – возможно	7 – инвалидность 2-й группы
6 – больше чем случайность	6 – инвалидность 3-й группы
5 – случайность	5 – потеря работоспособности более чем на 4 недели
4 – меньше чем случайность	4 – потеря работоспособности менее чем на 4 недели
3 – маловероятно	3 – потеря работоспособности до 4 дней
2 – очень маловероятно	2 – небольшие травмы
1 – практически невозможно	1 – травм нет

Пример использования «дерева отказов» для оценки риска приведен на рис. 9.1.

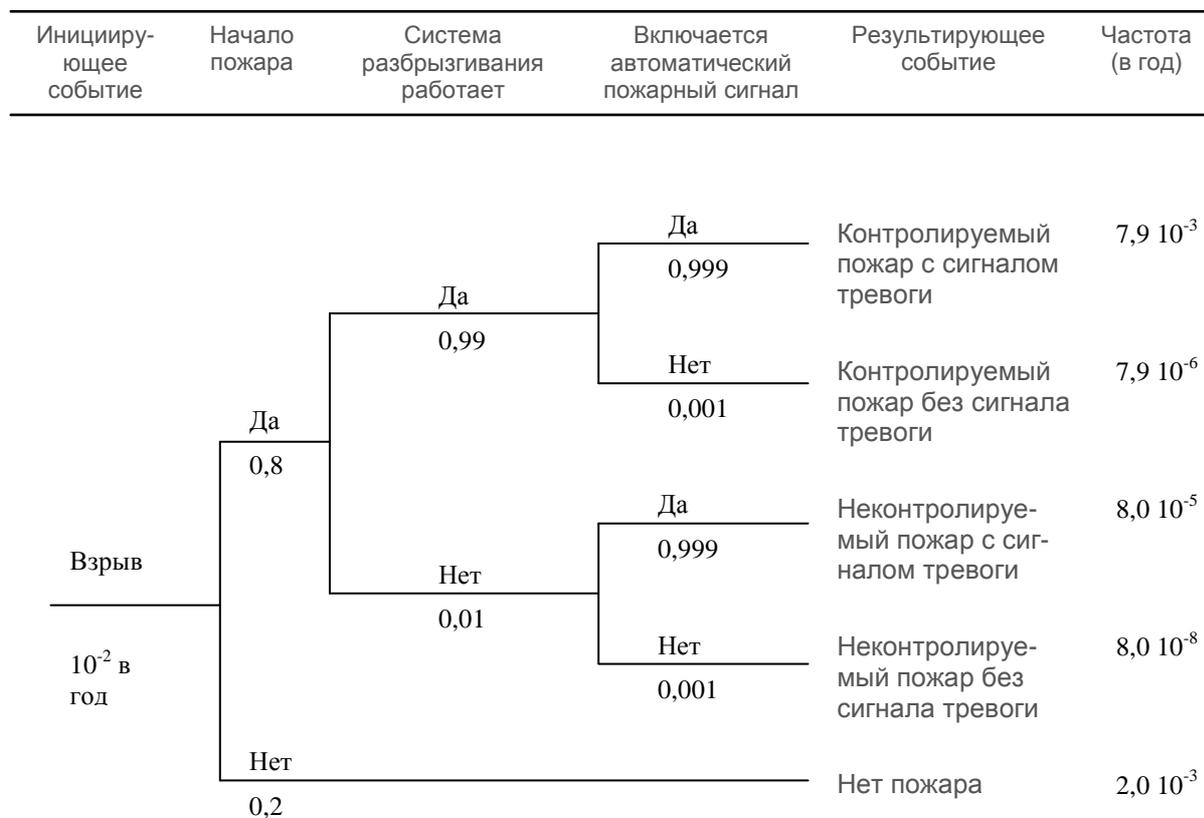


Рис. 9.1. Использование «дерева отказов» для оценки риска

Другой метод балльных оценок, учитывает три параметра: вероятность, воздействие и последствия. При этом:

$$\text{Риск} = \text{Вероятность} \times \text{Воздействие} \times \text{Последствия}$$

Оценка параметров приведена в табл. 9.5, интегральная оценка – в табл. 9.6.

Таблица 9.5

Оценка параметров вероятность, воздействие и последствия

Вероятность	Баллы	Воздействие	Баллы	Последствия	Баллы
1	2	3	4	5	6
Скорее всего, произойдет	10	Постоянно	10	ЧС, много жертв	100
Очень вероятно	6	Ежедневно в течение рабочего дня	6	Разрушения, есть жертвы	40
Нехарактерно, но возможно	3	От случая к случаю (еженедельно)	3	Серьезные последствия, есть смертельный случай	15
Маловероятно	1	Иногда (ежемесячно)	2	Потеря трудоспособности, тяжелая травма	7
Вряд ли возможно	0.5	Редко (ежегодно)	1	Случаи временной нетрудоспособности	3
Почти невозможно	0.2	Очень редко	0.5	Легкая травма, оказана первая медицинская помощь	1
Фактически невозможно	0.1	-	-	-	-

Интегральная оценка риска

Баллы	Риск	Меры
Более 320	Очень высокий	Немедленное прекращение деятельности
160-320	Высокий	Немедленное реагирование
70-160	Существенный	Реагирование
20-70	Возможный	Необходимо обратить внимание
Менее 20	Малый	Подлежит исследованию

Для оценки риска по ведомственной методике одного из предприятий (Россия), определяются пять его уровней:

I – очень высокий;

II – высокий;

III – средний;

IV – низкий;

V – очень низкий.

Уровни определяются, как указано в табл. 9.7.

Таблица 9.7

Оценка уровней риска

Частота выполнения работ/ категория вероятности	Степень тяжести потенциального несчастного случая					
	Легкие	Тяжелые и обратимые	Тяжелые и необратимые	Серьезные и обратимые	Серьезные и необратимые	Катастрофические
Ф. Часто	III	III	II	I	I	I
Е. Возможно	III	III	III	II	I	I
Д. Редко	IV	III	III	III	II	I
С. Очень редко	IV	IV	III	III	III	II
В. Маловероятно	V	IV	IV	III	III	III
А. Невозможно	V	V	IV	IV	III	III

Если основной профессиональный риск определяется вредностями производства, то возможно проводить его оценку по результатам специальной оценки условий труда (табл. 9.8).

**Оценка профессионального риска
по результатам специальной оценки условий труда**

Класс условий труда	Категория профессионального риска	Срочность мероприятий по снижению риска
Оптимальный – 1	Риск отсутствует	Меры не требуются
Допустимый – 2	Пренебрежимо малый (переносимый) риск	Меры не требуются, но уязвимые лица нуждаются в дополнительной защите*
* К уязвимым группам работников относят несовершеннолетних, беременных женщин, кормящих матерей, инвалидов (Федеральный закон о техническом регулировании № 184-ФЗ).		
Вредный – 3.1	Малый (умеренный) риск	Требуются меры по снижению риска
Вредный – 3.2	Средний (существенный) риск	Требуются меры по снижению риска в установленные сроки
Вредный – 3.3	Высокий (непереносимый) риск	Требуются неотложные меры по снижению риска
Вредный – 3.4	Очень высокий (непереносимый) риск	Работы нельзя начинать или продолжать до снижения риска
Опасный (экстремальный)	Сверхвысокий риск и риск для жизни, присутствующий данной профессии	Работы должны проводиться только по специальным регламентам*
* Ведомственные, отраслевые или профессиональные регламенты работ с мониторингом функционального состояния организма работника до начала или в течение смены.		

9.3. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ

Система управления профессиональными рисками является составной частью общей системы административного управления предприятием. Она представляет собой совокупность процессов, процедур, правил, организационной структуры и ресурсов, необходимых

для достижения целей предприятия в области управления профессиональными рисками и построена на следующих основных принципах:

- *участие персонала* всех уровней в снижении профессиональных рисков и совершенствовании системы управления ими;

- *персональная ответственность* каждого работника за соблюдение требований по минимизации профессиональных рисков, способных причинить ущерб здоровью и жизни сотрудников, окружающей среде и имуществу предприятия;

- *мотивация* персонала на выявление потенциала для улучшения управления профессиональными рисками;

- *приоритет предупредительных мер перед реагирующими мерами;*

- *постоянное совершенствование* системы управления профессиональными рисками.

Составной частью системы управления профессиональными рисками является политика и стратегия.

Политика предприятия в области управления профессиональными рисками (далее – Политика) отражает стратегические цели в области промышленной безопасности и охраны труда.

Политика является базой для установления целей и организации деятельности предприятия в области управления профессиональными рисками.

Её задачи:

- при обеспечении деятельности, продукции и услуг, выполняемых предприятием, соизмеримость с воздействиями на здоровье персонала, окружающую среду и имущество этих видов деятельности;

- совместимость с другими Политиками предприятия;

- внедрение и поддержка на всех уровнях предприятия;

- доступность для заинтересованных сторон;

- соответствие законодательным актам, а также другим требованиям, которыми предприятие руководствуется в своей деятельности;

- постоянное совершенствование Системы управления профессиональными рисками;

- предотвращение опасных и вредных воздействий на организм и состояние здоровья персонала.

Стратегическими целями и задачами предприятия (стратегией) в области управления профессиональными рисками являются:

- сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности;

- обеспечение уровня охраны труда и промышленной безопасности на опасных производственных объектах, при которых риск возникновения промышленных аварий на этих объектах минимален, и ориентация на максимально безопасные технологии, производственные процессы, машины и механизмы;

- достижение уровня профессионального риска, соответствующего показателям мировых компаний.

Достижение обозначенных целей осуществляется посредством реализации Политики в области промышленной безопасности и охраны труда по следующим основным направлениям:

- признание и обеспечение приоритета жизни и здоровья работников по отношению к результатам производственной деятельности;

- установление компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными условиями труда, неустраняемыми при современном техническом уровне производства и организации труда;

- установление единых требований к организации работ в области промышленной безопасности и охраны труда, основывающихся на лучшем опыте отечественных и зарубежных компаний;

- разностороннее взаимодействие и сотрудничество с общественностью, органами государственного управления, надзора и контроля, с органами исполнительной власти по труду субъектов РФ, экспертизы, стандартизации, лицензирования и сертификации;

- реализация законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации и субъектов Российской Федерации о промышленной безопасности и охране труда;

- экономическое стимулирование деятельности по созданию благоприятных и безопасных условий труда, снижению рисков на опасных производственных объектах, разработка и внедрение безопасных технологий и техники, средств коллективной и индивидуальной защиты работников;

- обеспечение информированности персонала о состоянии профессионального риска при выполнении трудовой деятельности.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Раздел «Основные термины и определения»

1. Дайте определение термину «Авария».
2. Что входит в понятие гигиенические нормативы условий труда?
3. Какое событие понимается как «несчастный случай»?
4. Дайте определение понятию «охрана труда».
5. Что понимается под профессиональным риском?
6. Что входит в понятие «система управления охраной труда»?
7. Что определяет понятие «техносферная безопасность»?
8. Что понимается под «физическими факторами внешней среды»?
9. Что понимается под «химическими факторами внешней среды»?
10. Что входит в понятие «профессиональный отбор»?
11. Что понимается под профессиональной подготовкой?
12. Для каких целей и как работающие мотивируются к безопасному труду?
13. Как осуществляется идентификация опасностей?
14. Что является наиболее эффективным критерием управления безопасностью выполнения производственных процессов и как производится оптимизация управляющих воздействий?
15. Какие показатели и почему именно они характеризуют «надежность» человека?
16. Какие общие аспекты профессиональной компетентности необходимо знать при изучении курса? В чем они заключаются?
17. Что такое «профессиональная опасность»? В чем заключаются основные аспекты ее возникновения?

Раздел 1

18. Объясните понятие «профессиональные компетенции»?
19. Что включает в себя понятие «общепрофессиональная компетенция»?
20. Что включает в себя понятие «профессиональная компетенция в области обеспечения безопасности»?

Раздел 2

21. Объясните, в каких случаях и как формируется профессиональный риск?
22. В чем особенности и основные принципы управления охраной труда?
23. В чем заключаются основные принципы возникновения ошибочных действий человека?

24. Из каких основных элементов складывается мотивация к безопасной деятельности?
25. В чем заключается профессиональная подготовка персонала к безопасной деятельности?
26. Для каких целей служит профессиональное тестирование человека?
27. Какие характеристики человека тестируются?
28. Как и для каких целей устанавливается режим труда и отдыха?
29. Какие показатели характеризуют надежность человека?

Раздел 3

30. В чем заключается организация управления безопасностью производственных процессов?
31. В чем заключаются государственные нормативные требования по управлению безопасностью производственных процессов?
32. Какие организации осуществляют надзор за безопасностью управления производственных процессов? Каковы основные направления их деятельности?
33. В чем заключается ответственность работодателя за нарушение законодательства в области безопасности?
34. Между кем и кем заключается индивидуальный трудовой договор? Его назначение в области обеспечения безопасности и основные положения.
35. Как и между кем заключается коллективный договор? Его назначение и содержание.
36. Как распределяются обязанности административного персонала по управлению безопасностью производственных процессов?
37. Каковы основные направления деятельности служб охраны труда и промышленной безопасности?
38. Кто и как организует общественный контроль состояния безопасности производственных процессов? Каковы формы контроля, права и обязанности контролирующих органов?
39. Кем, как и в какой форме планируются мероприятия по обеспечению производственной безопасности?
40. Кем и как осуществляется планирование работ по обеспечению безопасности производственных процессов?
41. Кем и как осуществляется страхование работников от профессиональных рисков?
42. Как документируются мероприятия по управлению безопасностью производственных процессов?

43. Как организуется обучение работников и проверка у них знаний в области обеспечения безопасности (охраны труда и промышленной безопасности)?
44. Какие виды инструктажа, работающих по охране труда, предусмотрены законодательством? Кто, как, в каких случаях и в какие сроки их осуществляет?
45. Кто разрабатывает инструкции по охране труда? Из каких разделов они состоят?
46. Как осуществляется на предприятии организация медицинских осмотров?
47. Что входит в состав санитарно-бытовых помещений? Как назначается их состав и количество?
48. Какие льготы и компенсации работникам предусматриваются за работы в тяжелых и вредных условиях труда?
49. Как классифицируются средства индивидуальной защиты работников? Как осуществляется обеспечение и эксплуатация ими?
50. Какие виды выполняемых работ относятся к повышенной опасности? Как организуется их выполнение?
51. Каковы обязанности мастера при несчастном случае?
52. Как и в какие сроки осуществляется расследование несчастных случаев?
53. Каковы особенности расследования несчастных случаев групповых и с тяжелым исходом?
54. Каково назначение специальной оценки условий труда?
55. Какие документы и зачем заполняются по результатам специальной оценки?

Раздел 4

56. Что понимается под условиями труда? Что изучает гигиена труда и производственная санитария?
57. Какие параметры воздушной среды понимаются как метеорологические условия? Как они влияют на организм человека? Как нормируются?
58. Как классифицированы вредные пары и газы по характеру влияния на организм человека? Как сказывается их влияние? Как они нормируются?
59. Как классифицируется пыль по характеру влияния на организм человека? Как проявляется её влияние? Как она нормируется?
60. Как проявляется вредное влияние шума на организм человека? Как классифицируется и нормируется шум?
61. В чем проявляется вредное влияние вибрации на организм человека? Как она классифицируется и нормируется?

62. Как действуют электромагнитные поля на организм человека? Как они классифицируются и нормируются?

63. Какие виды освещения применяются в промышленности? Какие характеристики освещения нормируются?

64. Как классифицируется естественное освещение? Как оно нормируется?

65. Как классифицируется искусственное освещение? Как оно нормируется?

66. Как осуществляется гигиеническая оценка условий труда?

67. В чем заключаются общие способы защиты от воздействия вредностей на организм человека?

68. Как классифицируется вентиляция? Как осуществляется воздухообмен в помещении?

69. Как классифицируется естественная вентиляция и в каких случаях она применяется?

70. Какие виды общеобменной искусственной вентиляции существуют и как регламентируется область их применения?

71. Какие виды местной искусственной вентиляции существуют? Область применения каждого из видов?

72. Как классифицируются системы отопления? Область применения каждого из видов?

73. Какие основные методы применяются для защиты организма человека от вредного воздействия шума?

74. Какие основные методы применяются для защиты организма человека от вредного воздействия вибрации?

75. Какие основные источники искусственного освещения применяются в производственных помещениях? Их основные достоинства и недостатки, определяющие область использования.

76. Как классифицируются осветительные приборы? Область их применения.

77. Что такое совмещенное освещение? Область его применения.

78. В чем заключаются основные мероприятия по защите от воздействия на организм человека электромагнитных излучений?

Раздел 5

79. Что такое опасная зона? Как классифицируются защитные устройства механизмов и машин?

80. Для каких целей предусматриваются оградительные устройства механизмов и машин? Как они классифицируются?

81. Для каких целей служат предохранительные устройства? Как они классифицируются?

82. Для каких целей предусматриваются блокировочные устройства? Как они классифицируются?

83. Для каких целей предусматриваются тормозные и буферные устройства? Предъявляемые к ним требования. Основные принципы их устройства.

84. Для каких целей предусматриваются сигнальные устройства? Какие типы индикаторных устройств применяются в системах сигнализации?

85. Какие существуют виды органов управления машиной? Область их применения.

86. Для каких целей и каким образом корпусу машины придают безопасные формы и свойства?

87. Какие функции обеспечения безопасности выполняет цветное оформление машин?

88. Что относится к геометрическим факторам безопасной конструкции машин?

89. Что относится к физическим факторам безопасной конструкции машин?

90. Как обеспечивается безопасная эксплуатация оборудования посредством выбора его типа или конструкции?

91. Как обеспечивается устойчивость оборудования?

92. Какие способы обеспечения безопасности предусматриваются при конструировании пневматического и гидравлического оборудования машин?

93. Какие существуют основные способы повышения надежности оборудования?

94. Как влияет механизация и автоматизация оборудования на безопасность производства работ?

95. Как осуществляется выбор средств защиты оборудования?

96. Какие существуют сенсорные защитные устройства и в каких случаях они применяются?

97. Какие существуют защитные меры по обеспечению устойчивости машин?

98. Требования, предъявляемые к конструкциям ограждений и предохранительных устройств машин.

99. Требования, предъявляемые к регулируемым ограждениям машин.

Раздел 6

100. Как действует электрический ток на организм человека?

101. Какие виды электротравм бывают и как они проявляются?

102. Какие факторы и как влияют на исход поражения человека электрическим током?

103. Что такое напряжение прикосновения? Как оно образуется?
104. Что такое шаговое напряжение? Чем оно опасно? Каковы меры защиты при его наличии?
105. Как устроены электроустановки и как они классифицируются?
106. Проведите анализ электробезопасности сети с изолированной нейтралью трансформатора.
107. Проведите анализ электробезопасности сети с глухозаземленной нейтралью трансформатора.
108. Проведите сравнительный анализ электробезопасности обоих видов сетей при различных видах и условиях поражения человека электрическим током.
109. Каковы основные причины поражения человека электрическим током?
110. Каковы основные меры защиты от поражения человека электрическим током?
111. Как и зачем классифицируются помещения по опасности поражения человека электрическим током?
112. Как устроено зануление и каков принцип его действия? (Определение, цель, область применения, принцип действия).
113. Как устроено и работает защитное заземление? (Определение, цель, область применения, принцип действия).
114. Как устроено и для чего применяется защитное отключение? (Определение, область применения, классификация, принцип действия).
115. Как и зачем классифицируются защитные средства от действия электрического тока?
116. Как организуется безопасная работа в электроустановках?
117. Каков порядок назначения лица, ответственного за электрохозяйство?
118. Как и с какой целью классифицируется электротехнический персонал?
119. Как проводится обучение и проверка знаний у электротехнического персонала?
120. Как и зачем категорируются работы, проводимые в электроустановках?
121. Как и зачем регламентируются работы, проводимые в электроустановках?
122. Как и с какой целью назначаются лица, ответственные за безопасность проведения работ?
123. Как и зачем квалифицируются организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность проведения работ в электроустановках?
124. В чем заключаются технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках со снятием напряжения?

125. Как производятся отключения в электроустановках?
126. С какой целью и где вывешиваются запрещающие плакаты?
127. Как производится проверка отсутствия напряжения в электроустановках?
128. Каков порядок установки переносного заземления?
129. Как и с какой целью производится ограждение рабочего места?

Раздел 7

130. Какие производственные объекты относятся к опасным?
131. Обязанности организации, эксплуатирующей опасный производственный объект?
132. Каковы цель и основные задачи производственного контроля?
133. Как осуществляется деятельность производственного контроля?
134. Что включают в себя мероприятия по устранению отступлений от требований промышленной безопасности?
135. На какое оборудование распространяются федеральные правила безопасности по эксплуатации подъемных сооружений?
136. В чем состоят обязанности организаций, эксплуатирующие подъемные сооружения?
137. В чем заключается организация работ с использованием подъемных сооружений?
138. На какое оборудование распространяются федеральные нормы и правила с использованием оборудования, работающего под избыточным давлением?
139. Какие обязанности возлагаются на организацию, эксплуатирующую оборудование, которое работает под избыточным давлением?
140. Каковы обязанности работников, эксплуатирующих оборудование, которое работает под избыточным давлением?
141. Каковы обязанности специалиста, осуществляющего производственный контроль за безопасной эксплуатацией оборудования, работающего под избыточным давлением?
142. Каковы обязанности специалиста, ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию оборудования, работающего под избыточным давлением?

Раздел 8

143. В чем состоят основные положения законодательства по пожарной безопасности, и в каких документах они изложены?
144. В чем состоят основные функции системы обеспечения пожарной безопасности?

145. Какие права предоставляются в области пожарной безопасности?
146. Какие обязанности возлагаются на предприятия в области пожарной безопасности?
147. Как происходит процесс горения, какие виды горения бывают?
148. Какие параметры характеризуют процесс горения?
149. Как классифицируются вещества по взрывопожароопасности?
150. Как делятся помещения по взрывопожароопасности?
151. Как и зачем классифицируется взрывозащищенное электрооборудование?
152. Как образуется статическое электричество?
153. Какие меры применяют для защиты от статического электричества?
154. Как обеспечивается молниезащита?
155. Как обеспечивается пожарная безопасность электрической сети и электропроводов?
156. Что такое огнестойкость зданий и сооружений?
157. Что такое противопожарные преграды? Для каких целей они предусмотрены?
158. Как осуществляется эвакуация людей при пожаре?
159. Что такое огнепреградители? Для каких целей они служат?
160. Как осуществляется противодымная защита?
161. Каковы основные способы тушения пожаров?
162. В чем заключаются огнетушащие свойства воды?
163. В чем заключаются огнетушащие свойства пены?
164. В чем заключаются огнетушащие свойства инертных газов?
165. В чем заключаются огнетушащие свойства порошковых составов?
166. Какие существуют первичные средства тушения пожаров и в чем заключаются принципы их работы?
167. Как классифицируются автоматические средства обнаружения и тушения пожаров?
168. Какие существуют системы автоматической пожарной сигнализации?
169. Как устроена система автоматической пожарной сигнализации?
170. В чем заключается противопожарный режим на предприятии?
171. Каково содержание инструкции по противопожарной безопасности?
172. Каковы обязанности лица, ответственного за противопожарное состояние объекта?
173. Каковы права и обязанности граждан в области пожарной безопасности?

Раздел 9

174. Что понимается под понятием «риск» и «профессиональный риск»?

175. Каковы цели и порядок управления профессиональным риском?

176. Какие основные подходы существуют к решению задачи оценки профессионального риска?

177. Каким образом используется «матрица риска» для его оценки?

178. Какие существуют методы оценки риска технологических систем?

179. Какие специальные коэффициенты оценки риска используют при управлении охраной труда в России?

180. Каким образом используются методы балльных оценок профессионального риска?

181. Как можно использовать результаты специальной оценки условий труда для анализа профессионального риска?

182. Какие существуют основные принципы построения и реализации системы управления профессиональными рисками?

183. В чем суть политики и стратегии предприятия в вопросе управления профессиональными рисками?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для вузов. 4-е изд. – М.: Издательство ЮРАЙТ-ИЗДАТ, 2013. – 736 с.
2. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности».
3. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
4. ГОСТ Р 12.0.006-2002 «Общие требования к управлению охраной труда в организации».
5. Маньков В.Д., Заграничный С.Ф. Виды защит, обеспечивающие безопасность эксплуатации электроустановок (в трех частях). Часть 1. Общие требования. Основная защита: справочное пособие. – Второе издание, испр. и дополн. – СПб.: НОУ ДПО «УМИТЦ «Электро Сервис», 2005. – 92 с.
6. Маньков В.Д., Заграничный С.Ф. Виды защит, обеспечивающие безопасность эксплуатации электроустановок (в трех частях). Часть 2. Защита при косвенном прикосновении. Дополнительная защита: справочное пособие. – Третье издание, испр. и дополн. – СПб.: НОУ ДПО «УМИТЦ «Электро Сервис», 2006. – 104 с.
7. Маньков В.Д., Заграничный С.Ф. Виды защит, обеспечивающие безопасность эксплуатации электроустановок (в трех частях). Часть 3. Защита при нарушении режимов работы ЭУ: справочное пособие. – Второе издание, испр. и дополн. – СПб.: НОУ ДПО «УМИТЦ «Электро Сервис», 2005. – 92 с.
8. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
9. СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях».
10. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ (с изменениями и дополнениями).
11. Яговкин Г.Н. Основы обеспечения безопасности жизнедеятельности на машиностроительных предприятиях: учеб. пособ. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2005. – 214 с.
12. Яговкин Г.Н. Организационные основы охраны труда, электро- и промышленной безопасности: учеб. пособие / Сост. Г.Н. Яговкин, Н.Г. Яговкин, Л.В. Сорокина. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 313 с.: ил.

13. Файнбург Г.З. Проблемы формирования эффективной системы оценки и управления профессиональными рисками // Безопасность и охрана труда» – №3. – 2009. – М.: НАЦОТ, 2009. – С. 29-37.

14. OHSAS 18001:2007. Occupational health and safety management systems – Requirement.

15. ГОСТ Р 51897-2002 «Менеджмент риска. Термины и определения».

16. ГОСТ Р ССБТ 12-0-010-2009 «Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков».

17. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (статья 2).

18. Новиков Н.Н., Ворошилов С.П. Направление развития системы выявления и управления профессиональными рисками // Безопасность и охрана труда. – № 3, 2009. – М.: 2009. – С. 24-28.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	2
ВВЕДЕНИЕ	3
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ	13
1.1. Методы и средства формирования профессиональных компетенций по обеспечению безопасности производственных процессов	13
1.2. Аспекты обще-профессиональной компетентности по обеспечению безопасности производственных процессов	17
1.3. Профессиональная компетентность по обеспечению безопасности производственных процессов	25
2. ПРОФИЛАКТИКА ОШИБОЧНЫХ ДЕЙСТВИЙ ПЕРСОНАЛА	33
2.1. Классификация причин возникновения ошибочных действий персонала	33
2.2. Мотивация персонала к безопасной деятельности	38
2.3. Профессиональная подготовка персонала к безопасной деятельности	45
2.4. Психологическое тестирование при профессиональном отборе	49
2.5. Организация режима труда и отдыха	53
2.6. Количественная оценка возможности появления ошибочных действий персонала	56
3. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ	59
3.1. Государственные нормативные требования по управлению безопасностью производственных процессов	60
3.2. Государственный надзор за правоприменительной практикой в сфере управления безопасностью производственных процессов	61
3.3. Ответственность работодателя и других должностных лиц за нарушение законодательства, регулирующего работы в области обеспечения безопасности производственных процессов	62
3.4. Индивидуальный трудовой договор	63
3.5. Коллективный договор	63
3.6. Распределение обязанностей работодателем по управлению безопасностью производственных процессов	64
3.7. Деятельность служб охраны труда и промышленной безопасности ..	64

3.8. Общественный контроль за состоянием безопасности производственных процессов	65
3.9. Планирование организации работ по управлению безопасностью производственных процессов	66
3.10. Финансирование работ по управлению безопасностью производственных процессов	67
3.11. Страхование работников от профессиональных рисков.....	68
3.12. Документирование мероприятий управления безопасностью производственных процессов	68
3.13. Обучение вопросам обеспечения безопасности производственных процессов	69
3.14. Инструктаж работающих по охране труда.....	70
3.15. Разработка инструкций по охране труда	71
3.16. Проведение медицинских осмотров работников.....	72
3.17. Санитарно-бытовое обслуживание работников.....	72
3.18. Льготы и компенсации за работы в условиях профессионального риска, вызванных тяжелыми, опасными и вредными условиями труда	73
3.19. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты от профессиональных рисков	73
3.20. Организация работ с повышенной опасностью	74
2.21. Расследование и учёт несчастных случаев на производстве.....	75
3.22. Специальная оценка условий труда	76
4. УПРАВЛЕНИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ ТРУДА.....	77
4.1. Организационные основы гигиены труда	77
4.1.1. Действие метеоусловий на организм человека. Нормирование метеоусловий.....	77
4.1.2. Действие на организм человека вредных паров, газов, пыли и их нормирование.....	79
4.1.3. Действие шума и вибрации на организм человека, их классификация. Нормирование шума и вибрации	81
4.1.4. Действие на человека электромагнитных полей их классификация. Нормирование электромагнитных полей.....	85
4.1.5. Промышленное освещение. Нормирование естественного и искусственного освещения.....	90
4.1.6. Общая гигиеническая оценка условий труда.....	94

4.2. Основы производственной санитарии	97
4.2.1. Общие способы защиты от воздействия вредностей на организм человека	97
4.2.2. Мероприятия по защите работающих от загрязнения воздушной среды помещений и нормализации микроклимата	98
4.2.3. Основные мероприятия для защиты от вредного действия шума и вибрации	109
4.2.4. Оптимизация осветительных условий	115
4.2.5. Мероприятия по защите работающих от воздействия на организм человека электромагнитных излучений	120
5. УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН	121
5.1. Защитные устройства механизмов и машин	121
5.1.1. Понятие об опасной зоне и классификация защитных устройств	121
5.1.2. Классификация оградительных устройств	123
5.1.3. Классификация предохранительных устройств и блокировок ..	124
5.1.4. Классификация тормозных и буферных устройств	125
5.1.5. Классификация сигнальных устройств	126
5.1.6. Область применения органов управления	128
5.1.7. Форма корпуса и цветовое оформление механизмов и машин ..	131
5.2. Меры по разработке безопасной конструкции машин и механизмов	133
5.2.1. Анализ влияния геометрических и физических факторов машины на безопасность	133
5.2.2. Выбор соответствующего технологического оборудования	134
5.2.3. Применение принципа положительного механического воздействия одного элемента машины на другой	135
5.2.4. Обеспечение устойчивости машин и механизмов	135
5.2.5. Конструирование пневматического и гидравлического оборудования машин	136
5.2.6. Ограничение опасности путем повышения надежности машин	136
5.2.7. Механизация и автоматизация операций загрузки (разгрузки) машин	137
5.2.8. Ограничение опасности путем вынесения мест проведения наладки и технического обслуживания за пределы опасных зон	137

5.2.9. Средства защиты и дополнительные защитные меры	138
5.2.10. Сенсорные предохранительные устройства.....	138
5.2.11. Защитные меры по обеспечению устойчивости машины.....	139
5.2.12. Ограждения и предохранительные устройства машин.....	140
5.2.13. Требования к регулируемым ограждениям машин	142
6. УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ	
ПРИ УСТРОЙСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК....	143
6.1. Действие электрического тока на организм человека.....	143
6.2. Факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током.....	146
6.3. Явления при стекании тока в землю. Напряжение прикосновения и шага	148
6.4. Классификация электроустановок по мерам обеспечения безопасности.....	151
6.5. Анализ электробезопасности сети с изолированной нейтралью трансформатора(ИТ)	154
6.6. Анализ электробезопасности сети с глухозаземленной нейтралью трансформатора(TN – С)	157
6.7. Причины поражения электрическим током и основные меры защиты.....	159
6.8. Классификация помещений по опасности поражения электрическим током.....	161
6.9. Защитное заземление. Назначение. Цель. Принцип действия. Область применения	163
6.10. Зануление. Назначение. Цель. Принцип действия. Область применения	170
6.11. Защитное отключение. Классификация. Принцип действия.....	177
6.12. Классификация электрозащитных средств.....	183
6.13. Организация безопасной работы в электроустановках.....	184
6.13.1. Назначение ответственного за электрохозяйство.....	185
6.13.2. Классификация электротехнического персонала. Организация обучения и проверки знаний	185
6.13.3. Категорийность работ, проводимых в электроустановках	189
6.13.4. Регламентация работ, проводимых в электроустановках.....	191
6.13.5. Лица, ответственные за безопасность проведения работ в электроустановках	192
6.13.6. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ, проводимых в электроустановках	196

6.13.7. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ, выполняемых в электроустановках со снятием напряжения.....	198
7. УПРАВЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ.....	202
7.1. Опасные производственные объекты.....	202
7.2. Общие мероприятия промышленной безопасности.....	203
7.3. Организация и осуществление производственного контроля.....	203
7.4. Разработка и реализация мероприятий по устранению и предупреждению отступлений от требований промышленной безопасности.....	206
7.5. Организация безопасной эксплуатации подъемных сооружений.....	207
7.6. Организация эксплуатации оборудования, работающего под давлением.....	210
8. ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ.....	216
8.1. Основные положения законодательства Российской Федерации в области пожарной безопасности. Нормативные документы.....	216
8.2. Общие сведения о пожаре и процессе горения.....	219
8.3. Взрывопожароопасность веществ.....	222
8.3.1. Горючие газы.....	222
8.3.2. Жидкости, способные к горению.....	223
8.3.3. Горючие пыли (волокна).....	223
8.3.4. Вещества, склонные к самовоспламенению.....	224
8.4. Система предотвращения пожаров.....	224
8.4.1. Категории помещений и зданий по взрывопожароопасности ...	225
8.4.2. Взрыво- и пожароопасные зоны.....	226
8.4.3. Устройство взрывозащищенного электрооборудования.....	226
8.4.4. Статическое электричество и меры борьбы с ним.....	227
8.4.5. Защита от воздействия молний на здания и сооружения.....	234
8.4.6. Пожарная безопасность электрических сетей и электроприводов.....	236
8.5. Система противопожарной защиты.....	239
8.5.1. Огнестойкость зданий и сооружений.....	239
8.5.2. Противопожарные преграды.....	240
8.5.3. Эвакуация людей при пожарах.....	241
8.5.4. Зонирование территории.....	241
8.5.5. Предохранительные (легкосбрасываемые) конструкции.....	241
8.6. Тушение пожаров.....	243

8.6.1. Способы тушения пожаров	243
8.6.2. Средства тушения пожаров.....	243
8.7. Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.....	251
9. ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ ...	258
9.1. Цели и порядок управления профессиональными рисками	258
9.2. Основные методы оценки профессиональных рисков.....	261
9.3. Основные принципы построения и реализации системы управления профессиональными рисками.....	272
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	275
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	284

Учебное издание

*МЕЛЬНИКОВА Дарья Александровна
ЯГОВКИН Герман Николаевич
ЯГОВКИН Николай Германович*

**Управление техносферной безопасностью.
Управление безопасностью производственных процессов**

*Редактор В.В. Прокопова
Компьютерная верстка И.О. Миняева
Выпускающий редактор Н.В. Беганова*

Подписано в печать 01.03.17
Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная
Усл. п. л. 16,97. Уч.-изд. л. 16,93.
Тираж 75 экз. Рег. № 7/17

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Главный корпус

Отпечатано в типографии
Самарского государственного технического университета
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Корпус № 8