О Х Р А Н А Т Р У Д А

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Подготовил

Доцент каф. БЖД БРУ

Матусевич С.В.

Могилев 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие…..……...…….……...11

Раздел 1. Социально-экономические, правовые и организационные вопросы охраны труда…….....…..……..……...12

Глава 1. Правовые основы охраны труда…….……..……..12

1.1. ЗАКОН РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ « Об охране труда»……..…..….....12

1.2. Трудовой кодекс Республики Беларусь и другие нормативные документы…….……...…….……..19

1.3. Инструкции по охране труда…….……...……...…….…24

1.4. Надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде и правил по охране труда…….……..……..…26

1.5. Ответственность работников и нанимателей за нарушение законодательных и других правовых актов по охране труда…….……..31

1.6. Система управления охраной труда и финансирование мероприятий по охране труда…….……..……..…….35

1.7. Обязанности работников и организация контроля в области охраны труда……39

1.7.1. Обязанности работников по охране труда……..…….....39

1.7.2. Организация общественно-производственного контроля за состоянием охраны труда…….……41

1.7.3. Организация службы охраны труда на предприятии……..……...……..…….42

1.8. Обязанности нанимателя в области охраны труда…….……...……..….46

1.9. Формы обучения и проверка знаний по охране труда……...……..……..48

1.10. Виды инструктажей, их характеристика и методика проведения……...……53

Глава 2. Анализ условий труда……...…….....55

2.1. Факторы, воздействующие на формирование условий труда…….……..55

2.2. Опасные и вредные производственные факторы…….....57

2.3. Категории тяжести труда……...…….……....…..…59

2.4. Анализ причин травматизма…...…….……....……62

2.5. Методы анализа травматизма…….....…63

2.6. Коэффициенты анализа травматизма……..……..……..……64

2.7. Личностные факторы безопасности……...……..……65

2.7.1. Анализаторы человека……...…….65

2.7.2. Психофизиологические основы безопасности труда…...……..…….....68

2.7.3. Эргономические основы безопасности……..……..…….....73

2.7.4. Теория риска ……..……..……..…….....80

2.8. Основные направления обеспечения безопасности труда…….……..…..81

2.8.1. Классификация несчастных случаев и профессиональных заболеваний……..…….……..……81
2.8.2. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности……...…...…83
2.8.3. Порядок обеспечения работающих средствами индивидуальной защиты…….……84
2.8.4. Экспертиза безопасности оборудования и технологических процессов…..……..……..……....……....…85
2.9. Расследование и у чет несчастных случаев на производстве……87
2.9.1. Порядок расследования несчастных случаев на производстве…….....89
2.9.2. Специальное расследование несчастных случаев на производстве…….91
2.9.3. Расследование случаев профессиональных заболеваний.……...……...92
2.10. Аттестация рабочих мест……..……..……..…...……..93
2.11 Лечебно-профилактическое обеспечение работников……..…....101
Рекомендуемая литература…….……..…...…….……...103

Раздел 2. производственная санитария и гигиена труда……...103

Глава 3. Общие санитарно-гигиенические требования к устройству промышленных предприятий…….....103
3.1. Понятие и содержание гигиены труда и производственной санитарии……..……..…….103
3.2. Генеральный план и планировка территории……..……..104
3.3. Санитарно - гигиенические требования к производственным помещениям……...……..……..108
3.4. Санитарно-бытовое обеспечение работников…….…….……....109
3.5. Требования к водоснабжению и водоотведению предприятий…….…..…114

Глава 4. метеорологические условия производственных помещений…..…..117
4.1. Общие сведения……...…….……...117
4.2. Нормирование и контроль параметров микроклимата производственных помещений…….……120
4.3. Мероприятия по обеспечению нормативных параметров микроклимата…….……127
4.4. Отопление помещений, кондиционирование и аэроионизация воздух……129

Глава 5. оздоровление воздушной среды……..……..133
5.1. Классификация вредных веществ…….……...……133
5.2. Пути проникновения и характер воздействия вредных веществ

на организм человека……..……..……138
5.3. Производственная пыль и ее воздействие на организм человека…….……139
5.4. Нормирование вредных веществ и методы их контроля……..……..…...…141
5.5. Мероприятия по обеспечению нормативных санитарно-гигиенических условий труда.……..144
5.6. Вентиляция производственных помещений……145
5.6.1. Классификация систем вентиляции……..……..145
5.6.2. Расчет основных параметров систем вентиляции.…….……159
5.6.3. Расчет необходимого воздухообмена……162
5.7. Индивидуальные средства защиты работающих от воздействия вредных веществ..…….……165

Глава 6. производственное освещение…..…….…….…..…171
6.1 Производственное освещение и его расчет……...……...……....171
6.2. Цветовое оформление оборудования и машин……..……..173
6.3. Средства индивидуальной защиты органов зрения, контроль освещения……..……..…174

Глава 7. защита от излучений……..…….……...175
7.1. Защита от электромагнитных излучений…….…..……....175
7.2. Нормирование и защита работающих от ультрафиолетового излучения…….…..……...184
7.3. Инфракрасные излучения…….……..……..…….187
7.4. Лазерные излучения…….……..……..……189
7.4.1 Источники, характеристика лазерного излучения и его воздействие на организм человека…..……..……..…….……..189
7.4.2. Нормирование лазерного излучения……..…….……..…193
7.4.3. Способы защиты от лазерного излучения……...…….……...194

Глава 8. производственный шум……...…….……196
8.1. Источники, характеристика и классификация шума…...……..……..196
8.2. Воздействие шума на организм человека……..…….……...199
8.3. Нормирование шума…….……..…….…….....200
8.4. Методы измерения и контроля шума на рабочих местах.…….…….....202
8.5. Способы и средства защиты от шума…….……..…….....203
8.5.1. Снижение шума в источнике его возникновения……..…….……203
8.5.2. Методы снижения шума на пути его распространения……..…….....203

Глава 9. защита от инфразвука……208
9.1. Источники, характеристика и классификация инфразвука…….208
9.2. Воздействие инфразвука на организм человека……. …209
9.3. Нормирование инфразвука…..……..... 210
9.4. Методы измерения и контроля инфразвука на рабочих местах……..212
9.5. Меры защиты от инфразвука…….……..…….….213

Глава 10. защита от ультразвука……..……....215
10.1. Источники, классификация и характеристика ультразвука……215
10.2. Воздействие ультразвука на организм человека…….……..….215
10.3. Нормирование ультразвука…….……..... 216
10.4. Методы измерения и контроля ультразвука на рабочих местах…….217
10.5. Методы защиты от ультразвука…….……...218

Глава 11. производственная вибрация..……219
11.1. Источники, характеристика и классификация вибрации……220
11.2. Воздействие вибрации на организм человека…….....224
11.3. Нормирование вибрации…….226
11.4. Методы измерения и контроля вибрации на рабочих местах……..228
11.5. Методы обеспечения вибробезопасных условий труда……229
Рекомендуемая литература……...234

Раздел 3. техника безопасности……...237

Глава 12. требования безопасности к производственным процессам и производственному оборудованию……237
12.1. Основные причины несчастных случаев на производстве……237
12. 2. Общие требования безопасности производственных процессов и производственного оборудования……238
12.3. Основные инженерно-технические средства обеспечения безопасности Оборудования……..240
12.4. Общие требования, обеспечиваемые при конструировании производственного оборудования…….241
12.5. Требования к размещению оборудования в производственных помещениях…….…….……241
12.6. Требования безопасности при организации работы производственного оборудования……...242
12.7. Требование безопасности к некоторым производственным процессам и

оборудованию…….243
12.7.1. Требование к компрессорным установка……..243
12.7.2. Меры безопасности при работе на металлообрабатывающих станках……..248
12.7.3. Меры безопасности при работе на деревообрабатывающих станках……..249
12.7.4. Требования безопасности труда при погрузке, разгрузке и перемещении грузов……..250
12.7.5. Меры безопасности при проведении земляных работ…….252

Глава 13. Электробезопасность……...252
13.1. Общие положения……..252
13.2. Действие электрического тока на организм человека……256
13.2.1. Виды действия электрического тока на организм человека……256
13.2. 2. Виды поражения электрическим током……257
13.2.3. Общие электротравмы……262
13.3. Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током……264
13.3.1. Индивидуальные свойства человека……265
13.3.2. Условия окружающей среды……277
13.3.3. Факторы, влияющие на степень поражения человека электрическим током……278
13.4. Первая помощь пострадавшим от электрического тока……...278
13.4.1. Порядок оказания первой помощи при электротравмах……...278
13.4.2. Освобождение пострадавшего от действия электрического тока……280
13.4.3. Определение состояния пострадавшего……..283
13.4.4. Порядок выполнения искусственного дыхания……..286
13.4.5. Порядок выполнения наружного массажа сердца……..288
13.4.6. Электрическая дефибрилляция сердца……...290
13.5. Анализ и оценка опасности поражения электрическим током в трехфазных электрических сетях напряжением до и выше 1000 В……..292
13.6. Явление при стекании тока в землю……295
13.7. Напряжение прикосновения……298
13.8. Напряжение шага……...300
13.9. Классификация электроустановок и помещений по степени опасности поражения в них людей током……303
13.10. Классификация электрических изделий по способам электрозащиты…...306
13.11. Степень защиты электрических аппаратов……...306
13.12. Способы и средства обеспечения электробезопасности……307
13.12.1. Изоляция токоведущих частей и контроль изоляции……..308
13.12.2. Оградительные устройства……311
13.12.3. Предупредительная сигнализация, блокировка и знаки безопасности,

плакаты……311
13.12.4. Применение малых напряжений……..315
13.12.5. Электрическое разделение сетей (разделяющий трансформатор)……317
13.12.6. Электрозащитные средства……318
13.12.7. Защитное заземление……319
13.12.8. Выравнивание потенциалов……323
13.12.9. Зануление……324
13.12.10. Защитное отключение……..325
13.12.10. 1. Общие положения……325
13.12.10.2. Устройства, реагирующие на потенциал корпуса……...327
13.12.10.3. Устройство, реагирующее на ток замыкания на землю……329
13.12.10.4. Устройство, реагирующее на напряжение нулевой последовательности……330
13.12.10.5. Устройство, реагирующее на ток нулевой последовательности……....331
13.12.10.6. Устройства, реагирующие на оперативный ток……..333
13.12.10.7. Защита, реагирующая на напряжение фаз относительно земли (схема трех вольтметров)……....335
13.13. Компенсация емкостных токов……..336
13.14. Защита от опасности при переходе напряжения с высшей стороны на низшую……337
13.15. Понятие о действующих электроустановках. Требования к персоналу….340
13.16. Группы по электробезопасности электротехнического (электротехнологического) персонала……..343
13.17. Переносные электроинструмент и светильники, ручные электрические машины, разделительные трансформаторы……347
13.18. Статическое электричество и защита от его воздействия……...350
13.19. Опасность атмосферного электричества и защита от него……...359
13.19.1. Общие сведения……...359
13.19.2. Опасные воздействия молнии……..361
13.19.3. Категории объектов по молниезащите……..362
13.19.4. Требования к устройству молниезащиты……364
13.19.5. Зоны защиты молниеотводов……370
13.20 Организационные и технические мероприятия по обеспечению электробезопасности……372
13.20.1. Общие положения……...372
13.20.2. Производство работ……..374
13.20.3. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках……375

13.20.4. Меры безопасности при эксплуатации кабельных линий……383
13.20.4,1. Земляные работы……383
13.20.4.2. Подвеска и крепление кабелей и муфт……...385
13.20.4.3. Разрезание кабеля, вскрытие кабельных муфт……385
13.20.4.4. Газопламенные работы при монтаже термоусадочных муфт……386
13.20.4.5. Прокладка и перекладка кабелей……387
13.20.5. Выполнение работ в порядке текущей эксплуатации……389
13.20.6. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках со снятием напряжения……390
13.20.7. Меры безопасности при выполнении работ под напряжением на воздушных линиях электропередачи……395
13.20.8. Требования безопасности при эксплуатации, ремонтах и обслуживании электродвигателей……397
13.20.9. Организационно-технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работы с электрооборудованием на строительных объектах……399
13.21. Безопасность при ремонте и эксплуатации аккумуляторных батарей…….401
13.22. Безопасность работ в колодцах и туннелях……..403
13.23. Безопасность работ с паяльными лампами, припоями, кабельной мастикой и эпоксидным компаудом…….....404

Глава 14. Охрана труда при работе с персональными электронно-вычислительными машинами……407
14.1. Вредные и опасные производственные факторы при работе с ПЭВМ……407
14.2. Обеспечение санитарно-гигиенических условий при использовании персональных компьютеров (ПК)……409
14.2.1. Требования к помещениям для эксплуатации ПЭВМ……...409
14.2.2. Требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ……...412
14.2.3. Требования к организации режима труда и отдыха при работе с ПЭВМ…….414
15. Организация и обеспечение безопасности проведения газоопасных и огневых работ……416
16. Требования безопасности при эксплуатации подъемно-транспортных средств……425
16.1. Общие требования безопасности……425
16. 2. Требования безопасности к погрузочно-разгрузочным работам…….432
16.3. Обеспечение безопасности при работе стреловых кранов вблизи линии

электропередачи…….433
17.Безопасность эксплуатации систем, находящихся под давлением……..….435
17.1. Причины аварий. Герметичность устройств и установок……....435
17.2. Требования к баллонам для сжиженных и сжатых газов……...438
Рекомендуемая литература……..…445

Раздел 4. пожарная безопасность……..……447

18.1 Сущность процесса горения…….…..447
18.2. Причины возникновения горения……448
18.3. Основные опасные и вредные факторы, возникающие при пожаре……450
18.4 Виды горения…….452
18.5 Самовозгорание……..454
18.6 Пожарная опасность материалов…….455
18.6.1 Горение жидкостей…….455
18.6.2 Горение газов……...455
18.6.3 Горение пылей……..456
18.6.4 Горение твердых веществ……..456
18.7 Пожарно -техническая классификация строительных конструкций……460
18.8 Классификация зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности……461
18.9. Классификация взрывоопасных и пожароопасных помещений и наружных установок по ПУЭ…….462
18.10. Пожарная профилактика при проектировании, строительстве и оборудовании промышленных и энергетических предприятий и объектов……464
18.11 Принципы, способы и средства обеспечения пожарной безопасности….469
18.12 Противопожарные мероприятия в системах отопления, вентиляции, освещения и в электроустановках…….….470
18.12.1 Требования к эксплуатации электроустановок……..……471
18.12.2 Взрывозащищенное электрооборудование и принцип его подбора……472
18.13 Действия в случае пожара……...…….476
18.15 Эвакуация людей из зданий и помещений……..…….478
18.16 Способы тушения пожаров. Огнегасительные вещества……..……480
18.17 Противопожарное водоснабжение. Автоматическое тушение пожаров..483
18.18 Первичные средства пожаротушения…….…….…….487
18.19 Пожарные извещатели…….……489

18.20 Организация пожарной охраны предприятия……490
18.21 Ответственность за нарушение требований пожарной безопасности……493
Рекомендуемая литература……..……495

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

Курс «Охрана труда» состоит из четырех разделов. В первом разделе рассматриваются социально-экономические, правовые и организационные вопросы охраны труда; во втором – основы производственной санитарии и гигиены труда; в третьем – технические вопросы обеспечения безопасности труда; в четвертом – вопросы обеспечения пожаро - и взрывобезопасности.

В зависимости от специальности, по которым обучаются студенты, учебные программы по охране труда отличаются, но некоторые темы и даже разделы по дисциплине «Охрана труда» обязательны для изучения.

Предлагаемое пособие по дисциплине «Охрана труда» может быть использовано студентами всех специальностей. Для студентов некоторых специальностей предлагаются, разработанные на кафедре БЖД методические пособия и специальные программы для работы на ПК.

Данный краткий курс материала по дисциплине «Охрана труда» является учебным пособием.

В изложенном ниже кратком материале по охране труда использованы разработки преподавателей кафедры БЖД БРУ.

Раздел 1. социально-экономические, правовые и организационные вопросы охраны труда

Глава 1. правовые основы охраны труда

Правовой основой охраны труда является совокупность государственных мероприятий, закрепленных в правовых нормах (законах и подзаконных актах) и осуществляемых в целях улучшения условий труда и быта людей, сокращения производственного травматизма, общих и профессиональных заболеваний.

В систему законодательных актов, регулирующих вопросы охраны труда в республике входят:

- Конституция Республики Беларусь 1994 года (с изменениями и дополнениями);
- Закон Республики Беларусь об охране труда;
- Трудовой кодекс Республики Беларусь;
- законы Республики Беларусь «Об основах государственного социального страхования», «О санитарно-эпидемическом благополучии населения», «О сертификации продукции работ и услуг», «О стандартизации», «О единстве измерений», «О пожарной безопасности», «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и другие.

Правовой основой организации работы по охране труда в республике является ***Конституция Республики Беларусь*** (ст. 41, 45), которая гарантирует право граждан на здоровые и безопасные условия труда, охрану их здоровья.

В 2008 года 23 июня был принят Закон РБ об охране труда, где изложены основные положения об охране труда.

1.1. ЗАКОН РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
23 июня 2008 г. № 356-З
Об охране труда

Настоящий Закон направлен на регулирование общественных отношений в области охраны труда и реализацию установленного Конституцией Республики Беларусь права граждан на здоровые и безопасные условия труда

ГЛАВА 1
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Статья 1. Основные термины и их определения, применяемые в настоящем Законе

Для целей настоящего Закона применяются следующие основные термины и их определения:

аттестация рабочих мест по условиям труда - система учета, анализа и комплексной оценки на конкретном рабочем месте всех факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса, воздействующих на работоспособность и здоровье работающего в процессе трудовой деятельности;

безопасные условия труда - условия труда, при которых исключено воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов;

вредный производственный фактор - производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях может привести к снижению работоспособности и или заболеванию (в зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным);

идентификация опасности - установление наличия опасности и определение ее характеристик

инструкция по охране труда - локальный нормативный правовой акт, содержащий требования по охране труда для профессий и отдельных видов работ (услуг);

опасность - источник или ситуация с возможностью нанесения вреда жизни или здоровою работающего,

опасный производственный фактор - производственный фактор, воздействие которого на работающего а определенных условиях способно привести к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья либо к смерти;

охрана труда - система обеспечения безопасности жизни и здоровья работающих в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические организационные, технические психофизиологические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства,

паспортизация санитарно-технического состояния условий и охраны труда - документальное оформление оценки фактического состояния условий и охраны труда в целях разработки и реализации мероприятий по приведению их в соответствие с законодательством об охране труда:

правила по охране труда - нормативный правовой акт, содержащий требования по охране труда обязательные для исполнения юридическими и физическими лицами при осуществлений ими любых видов деятельности, в том числе при проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации объектов конструировании машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов организации производства и труда;

профессиональный риск - вероятность повреждения здоровья или утраты трудоспособности либо смерти работающего э результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;

работающие - граждане Республики Беларусь, иностранные граждане и лица без гражданства, работающие по трудовым договорам и (или) гражданско-правовым договорам, на основе членства (участия) в юридических лицах любых организационно-правовых форм, а также привлекаемые к выполнению работ (оказанию услуг) юридическими лицами в порядке и на условиях установленных законодательством;

работодатели - юридические лица (включая юридические лица с иностранными инвестициями осуществляющие деятельность на территории Республики Беларусь), их представительства, филиалы и индивидуальные предприниматели, предоставляющие работу гражданам по трудовым договорам и (или); гражданско-правовым договорам, предметом которых являются выполнение работ (оказание услуг). и создание объектов интеллектуальной собственности (далее - гражданско-правовой договор), физические лица предоставляющие работу гражданам по трудовым договорам, юридические лица

предоставляющие работу на основе членства (участия) в юридических лицах любых организационно-правовых форм, а также юридические лица, привлекающие граждан к выполнению работ (оказанию услуг) в порядке и на условиях, установленных законодательством;

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

типовая инструкция по охране труда - нормативный правовой акт, определяющий требования по охране труда для профессий и отдельных видов работ (услуг), на основе которого работодатели разрабатывают с учетом местных условий и специфики своей деятельности инструкции по охране труда;

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

Статья 2, Законодательство об охране труда и сфера применения настоящего Закона

Законодательство об охране труда основывается на Конституции Республики Беларусь и состоит из настоящего Закона, Трудового кодекса Республики Беларусь, Гражданского кодекса Республики Беларусь, других нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов, регулирующих общественные отношения в области охраны труда.

Настоящий Закон применяется в отношении всех работодателей и работающих граждан в том числе:

работающих по трудовым договорам (далее - работники);

работающих по гражданско-правовым договорам;

работающих на основе членства (участия) в юридических лицах любых организационно-правовых форм;

глав и членов крестьянских (фермерских) хозяйств,

обучающихся и воспитанников учреждений образования, привлекаемых в установленном законодательством порядке к выполнению работ (оказанию услуг) в организациях, в том числе в период прохождения производственной практики;

военнослужащих Вооруженных Сил Республики Беларусь, других войск и воинских, формирований привлекаемых к выполнению работ (оказанию услуг) и исполнению иных обязанностей, не обусловленных военной службой, в порядке и на условиях, установленных законодательством;

содержащихся в исправительных, лечебно-трудовых, воспитательно-трудовых учреждениях * привлекаемых в установленном законодательством порядке к выполнению оплачиваемых работ;

привлекаемых в установленном законодательством порядке к труду в процессе лечения (трудотерапии в организациях здравоохранения;

привлекаемых в установленном законодательством порядке к ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Если международным договором Республики Беларусь установлены иные нормы, чем те, которые предусмотрены настоящим Законом, применяются нормы международного договора.

Статья 3. Требования по охране труда

Требования по охране труда - нормативные предписания, направленные на сохранение жизнь здоровья и работоспособности работающих в процессе трудовой деятельности, содержащиеся нормативных правовых актах, в том числе технических нормативных правовых актах.

Требования по охране труда обязательны для исполнения работодателями и работающими при возникновении между ними трудовых отношений, а также в случае привлечения к выполнению рабе (оказанию услуг) работающих, указанных в части второй статьи 2 настоящего Закона, которые не связаны работодателями трудовыми отношениями.

При отсутствии в нормативных правовых актах, в том числе технических нормативных правовых акта требований по охране труда работодатели принимают необходимые меры, обеспечивающие сохранение жизни, здоровья и работоспособности работающих в процессе трудовой деятельности.

ГЛАВА 2
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА

Статья 4. Государственное управление в области охраны труда

Государственное управление в области охраны труда осуществляют Президент Республики Беларусь, Правительство Республики Беларусь, республиканские органы государственного управления, иные государственные организации, подчиненные Правительству Республики Беларусь, местные исполнительные и распорядительные органы в пределах их компетенции.

Статья 5. Полномочия Президента Республики Беларусь в области охраны труда

Президент Республики Беларусь определяет единую государственную политику в области охраны труда и осуществляет иные полномочия в этой области в соответствии с Конституцией Республики Беларусь, настоящим Законом и иными законодательными актами.

Статья 6. Полномочия Правительства Республики Беларусь в области охраны труда

Правительство Республики Беларусь обеспечивает проведение единой государственной политики в области охраны труда, в пределах своей компетенции определяет полномочия республиканских органов государственного управления, иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, в области

охраны труда, организует разработку республиканских целевых программ улучшения условий и охраны труда, осуществляет иные полномочия в области охраны труда, возложенные на него Конституцией Республики Беларусь, законами Республики Беларусь и актами Президента Республики Беларусь.

Статья 7. Полномочия республиканских органов государственного управления и иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, в области охраны труда

Республиканские органы государственного управления и иные государственные организации, подчиненные Правительству Республики Беларусь, осуществляют:

государственное управление охраной труда на отраслевом уровне;

разработку и принятие в пределах своей компетенции отраслевых правил по охране труда, типовых инструкций по охране труда, других нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов, содержащих требования по охране труда, разработку и реализацию отраслевых целевых программ улучшения условий и охраны труда;

государственный контроль за соблюдением требований по охране труда в подчиненных им организациях:

анализ результатов аттестации рабочих мест по условиям труда, паспортизации санитарно-технического состояния условий и охраны труда, причин производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в подчиненных им организациях, разработку и реализацию мер по их профилактике;

организацию обучения, повышения квалификации и проверки знаний по вопросам охраны труда руководителей и специалистов подчиненных им организаций;

организацию проведения научно-исследовательских работ в области условий и охраны труда:

информационное обеспечение подчиненных им организаций по вопросам охраны труда;

пропаганду и распространение передового опыта в области охраны труда в подчиненных им организациях; международное сотрудничество в пределах своей компетенции по вопросам охраны труда;

иные полномочия в области охраны труда, предусмотренные законодательством.

Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь помимо указанных в части первой настоящей статьи полномочий:

осуществляет координацию деятельности по вопросам охраны труда республиканских органов государственного управления, иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, специально уполномоченных государственных органов надзора и контроля, местных исполнительных и распорядительных органов, профессиональных союзов (далее - профсоюзы);

разрабатывает с участием заинтересованных органов государственного управления, иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, предложения по основным направлениям и приоритетам государственной политики в области охраны труда, нормативные правовые акты по охране труда;

осуществляет разработку республиканских целевых программ по улучшению условий и охраны труда;

утверждает самостоятельно или совместно с республиканскими органами государственного управления межотраслевые правила по охране труда, типовые инструкции по охране труда, другие нормативные правовые акты, содержащие требования по охране труда;

разрабатывает с участием заинтересованных органов государственного управления, иных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, и утверждает типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи работникам средств индивидуальной защиты;

организует осуществление государственного надзора и контроля за соблюдением законодательства об охране труда;

осуществляет экспертизу условий труда и контроль за качеством проведения аттестации рабочих мест по условиям труда;

проводит мониторинг состояния условий и охраны труда, анализ нарушений законодательства об охране труда, причин производственного травматизма и профессиональной заболеваемости и вносит в установленном законодательством порядке в органы государственного управления предложения об их предупреждении:

организует и координирует проведение научно-исследовательских работ в области охраны труда;

участвует в совершенствовании государственной статистической отчетности в области охраны труда;

осуществляет международные связи и сотрудничество в области охраны труда подготавливает проекты международных договоров и соглашений по вопросам охраны труда;

осуществляет организационно-техническое обеспечение деятельности республиканской комиссии для проверки знаний руководителей и членов комиссий республиканских органов государственного управления и иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, по вопросам охраны труда (далее - республиканская комиссия);

осуществляет иные полномочия в области охраны труда, предусмотренные законодательством.

Статья 8. Полномочия местных исполнительных и распорядительных органов в области охраны труда

Местные исполнительные и распорядительные органы осуществляют:

государственное управление охраной труда на территориальном уровне;

разработку и реализацию территориальных целевых программ улучшения условий и охраны труда;

государственный контроль за соблюдением требований по охране труда в организациях, расположенных на подведомственной им территории;

организацию обучения, повышения квалификации и проверки знаний по вопросам охраны труда руководителей и специалистов организаций, расположенных на подведомственной им территории, которые не находятся в подчинении республиканских органов

государственного управления, иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, и других организаций;

анализ причин производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в организациях, расположенных на подведомственной им территории, разработку и реализацию мер по их профилактике;

информационное обеспечение организаций, расположенных на подведомственной им территории, по вопросам охраны труда;

пропаганду и распространение передового опыта в области охраны труда в организациях, расположенных на подведомственной им территории;

участие **в разработке** проектов нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов, содержащих требования по охране труда, в международном сотрудничестве по вопросам охраны труда;

иные полномочия в области охраны труда предусмотренные законодательством.

ГЛАВА 3
ПРАВО РАБОТАЮЩИХ НА ОХРАНУ ТРУДА

Статья 9. Право работающего на охрану труда

Работающий имеет право на:

получение от работодателя достоверной информации о состоянии условий и охраны труда на рабочем месте, а также о средствах защиты от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;

личное участие или участие через своего представителя в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда, проведении в установленном порядке проверок по охране труда на его рабочем месте соответствующими органами, расследовании произошедшего с ним несчастного случая на производстве или его профессионального заболевания.

Работающий имеет право отказаться от выполнения порученной работы (оказания услуги) в случае возникновения непосредственной опасности для жизни и здоровья его (окружающих) до устранения этой опасности.

Работник также имеет право на:

рабочее место, соответствующее требованиям по охране труда;

обеспечение необходимыми средствами коллективной и индивидуальной защиты, санитарно-бытовыми помещениями, устройствами;

отказ от выполнения порученной работы в случае непредоставления ему средств индивидуальной защиты, непосредственно обеспечивающих безопасность труда.

Работающий по гражданско-правовому договору вправе отказаться от исполнения гражданско-правового договора полностью или частично в случае, если работодателем не созданы или ненадлежащим образом созданы условия, предусмотренные гражданско-правовым договором.

1.2. Трудовой кодекс Республики Беларусь и другие нормативные документы

Основополагающим актом, регулирующим правоотношения в сфере охраны труда, в настоящее время является ***Трудовой кодекс Республики Беларусь***. ***Наряду с правами работника*** на здоровые и безопасные условия труда (ст. 11), рабочее место, соответствующее правилам по охране труда, защищенное от воздействия опасных и (или) вредных производственных факторов, ***работники имеют право также на***:

- обучение (инструктирование) безопасным методам и приемам труда;
- обеспечение необходимыми средствами коллективной и индивидуальной защиты;
- получение от нанимателя или государственных и общественных органов достоверной информации о состоянии техники безопасности и условий труда на рабочем месте, а также о принимаемых мерах по их улучшению;
- проведение проверок по охране труда на его рабочем месте соответствующими органами, имеющими на то право, в том числе по запросу работника с его участием;
- отказ от выполнения порученной работы, в случае возникновения непосредственной опасности для жизни и здоровья его и окружающих до устранения этой опасности, а также при не предоставлении ему средств индивидуальной защиты, непосредственно обеспечивающих безопасность труда (ст. 222 ТК).

Статьей 223 Трудового кодекса Республики Беларусь впервые установлены гарантии права работников на охрану труда. Предусмотрено, что для реализации права работника на охрану труда государство обеспечивает организацию охраны труда, осуществление государственного надзора и контроля за соблюдением законодательства об охране труда и ответственность за нарушения требований законодательства.

Предусмотрен механизм реализации права работников на здоровые и безопасные условия труда через обязанность нанимателя обеспечивать такие условия (статьи 54, 55 ч.5, 6, 89 ч.6, 226, 228-231).

Впервые статьей 227 законодательно регламентирована деятельность службы охраны труда. Статьей определено, что для организации работы и осуществления контроля по охране труда наниматели вводят должность специалиста по охране труда или создают соответствующую службу из числа лиц, имеющих необходимую подготовку.

Структура и состав службы охраны труда устанавливаются в зависимости от численности работающих, характера и степени опасности производства. Служба охраны труда подчиняется непосредственно руководителю предприятия или его заместителю и приравнивается к основным производственно-техническим службам.

Типовое положение о службе охраны труда утверждается Правительством Республики Беларусь или уполномоченным им органом.

Статьями 53 ч.5 и 232 предусмотрены обязанности работников по охране труда. ***В частности, установлено, что работник обязан***:

- соблюдать требования соответствующих инструкций, правил и других нормативных правовых актов по охране труда, безопасной эксплуатации машин, оборудования и других средств производства, а также правил поведения на территории предприятия, в производственных, вспомогательных и бытовых помещениях;

- выполнять нормы и обязательства по охране труда, предусмотренные коллективным договором, соглашением, трудовым договором и правилами внутреннего трудового распорядка;
- правильно использовать предоставленные ему средства индивидуальной защиты, а в случае их отсутствия незамедлительно уведомлять об этом непосредственного руководителя;
- проходить в установленном порядке предварительные и периодические медицинские осмотры, обучение, инструктаж и проверку знаний по вопросам охраны труда;
- оказывать содействие и сотрудничать с нанимателем в деле обеспечения здоровых и безопасных условий труда, немедленно сообщать непосредственному руководителю о несчастном случае, происшедшем на производстве, а также о ситуациях, которые создают угрозу здоровью и жизни для него или окружающих людей.

Статьями 198 и 465 установлена дисциплинарная, административная и уголовная ответственность за нарушения законодательства о труде и правил по охране труда.

Законодательно определено *(ст. 462)**, что систему государственного надзора и контроля за соблюдением законодательства о труде составляют*** специально уполномоченные государственные органы, действующие в соответствии с законодательством, а право общественного контроля за соблюдением законодательства о труде предоставлено профессиональным союзам (ст. 463). Установлено также (ст. 464), что координация деятельности органов государственного надзора и контроля и общественного контроля по вопросам соблюдения законодательства о труде осуществляется республиканским органом государственного управления в сфере труда.

В Законе Республики Беларусь ***«Об основах государственного социального страхования»*** в рамках общих вопросов страхования граждан, предусмотрены вопросы страхования их также от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.

Закон Республики Беларусь ***«О санитарно-эпидемическом благополучии населения»*** направлен на предупреждение воздействия неблагоприятных факторов среды обитания на здоровье населения и регламентирует действия органов государственной власти и управления, предприятий, учреждений и организаций, общественных объединений, должностных лиц и граждан по обеспечению санитарно-эпидемического благополучия, устанавливает государственный санитарный надзор за соблюдением санитарных норм и гигиенических нормативов.

Деятельность по охране труда помимо законов регулируется ***директивными документами*** - директивами, декретами, указами и распоряжениями Президента страны, а также постановлениями и распоряжениями Правительства Республики Беларусь. Например, Директива Президента Республики Беларусь № 1 «О мерах по укреплению общественной безопасности и дисциплины» обязывает руководителей обеспечивать безусловное и немедленное расторжение контрактов с работниками за нарушение правил охраны труда, повлекшее увечье или смерть или причинение нанимателю имущественного ущерба, а также за распитие спиртных напитков в рабочее время или по месту работы; Декрет Президента Республики Беларусь «Об обязательном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» от 30.07.2003 г. № 18 направлен на усиление социальной защиты граждан, потерпевших в результате

травматизма на производстве, регулирует вопросы возмещения причиненного их жизни и здоровью вреда, стимулирует реализацию мер по предупреждению производственных несчастных случаев и профессиональных заболеваний. Кроме того, основные направления безопасности, гигиены труда, производственной санитарии и пожарной профилактики регламентируются: 4 межгосударственными и государственными нормативными правовыми актами;

техническими нормативными правовыми документа ми специально уполномоченных государственных органов надзора и контроля;

отраслевыми нормативными правовыми актами министерств и других республиканских органов государственного управления, объединений и учреждений, подчиненных Правительству;

локальными нормативными правовыми актами.

Перечень видов нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, представлен в Постановлении Совета Министров Республики Беларусь от 10.02.2003 г. № 150 «О государственных нормативных требованиях охраны труда в Республике Беларусь».

Законодательные и директивные акты, а также межгосударственные, государственные и межотраслевые государственные документы обязательны для исполнения на территории страны всеми субъектами хозяйственной деятельности и организациями независимо от формы собственности и ведомственного подчинения.

Отраслевые нормативные документы действительны только для учреждений и предприятий определенной отрасли.

Локальные (производственные) документы по охране труда разрабатываются для конкретных предприятий и учреждений и имеют силу только на этих субъектах хозяйственной деятельности.

Таблица 1.1 **Перечень названий и сокращенных обозначений наиболее часто употребляемых технических нормативных правовых актов в области безопасности и гигиены труда**

Полное название	**Сокращенное обозначение**
Межгосударственные стандарты	СТБ ИСО, СТБ ЕН, СТБ МЭК
Государственные стандарты системы стандартов безопасности труда	ГОСТ ССБТ
Государственные стандарты Беларуси	СТБ, СПБ
Технические условия	ТУ
Правила пожарной безопасности отраслевые	ППБО
Технические описания	ТО

Санитарные правила **Санитарные нормы** **Гигиенические нормативы** **Санитарные правила и нормы** **Методические указания** **Республиканские допустимые уровни**	СП СН ГН СанПиН МУ РДУ
Строительные нормы и правила **Строительные нормы Беларуси** **Технические кодексы установившейся практики** **Технические регламенты**	СНиП СНБ ТКП ТР
Правила безопасности **Нормы пожарной безопасности** **Правила пожарной безопасности** **Правила устройства и безопасной эксплуатации** **Правила технической эксплуатации, правила техники безопасности** **Инструкции по безопасности** **Руководящие документы**	ПБ НПБ ППБ ПУБЭ, ПУ, ПБ ПТЭ, ПТБ ИБ РД
Правила по охране труда межотраслевые **Межотраслевые организационно-методические документы (нормы, методические указания, рекомендации, инструкции, пособия)**	ПОТМ МНПА, ТИОМ МУ
Правила по охране труда отраслевые **Типовые отраслевые инструкции по охране труда**	ПОТО ТИОТО

Нормативная правовая база по охране труда весьма обширна. В нее входят более 600 стандартов безопасности труда, сотни строительных норм и правил, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов, норм и правил пожарной безопасности, правил безопасности эксплуатации конкретного оборудования и т.д., которые кроме полного названия имеют общепринятые сокращенные обозначения (табл. 1.1).

Основные требования охраны труда разработаны в стандартах системы стандартов безопасности труда (ССБТ), которая представляет собой комплекс взаимосвязанных стандартов, направленных на обеспечение безопасности труда, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

ГОСТ 12.0.001 «ССБТ. Основные положения» устанавливает назначение, структуру и содержание ССБТ, а также построение, содержание и согласование стандартов в этой системе. Структура обозначения государственных стандартов ССБТ состоит из пяти блоков:

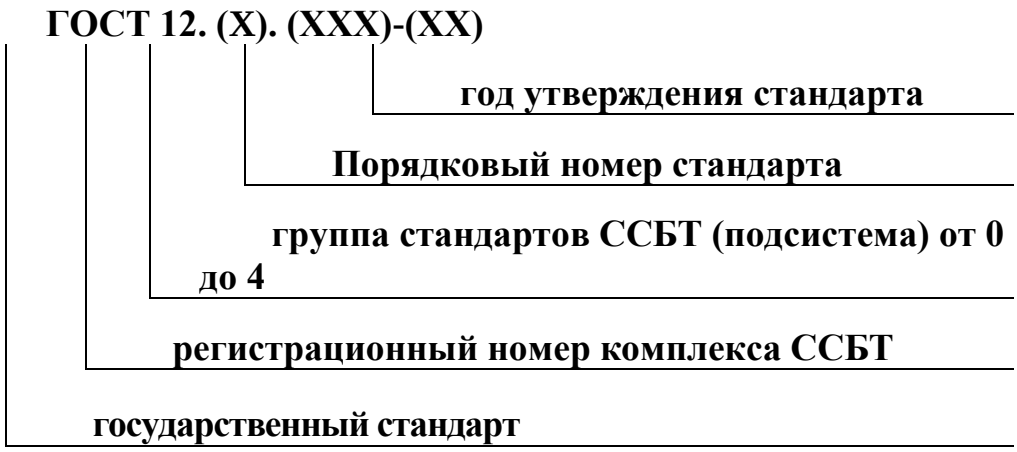


Таблица 1.2. **Наименование и содержание подсистем ССБТ**

Шифр	Группа стандартов (подсистема)	Содержание
0	Организационно-методические стандарты	Организационно-методические основы стандартизации в области безопасности труда (цели, задачи и структура системы, внедрение и контроль за соблюдением стандартов ССБТ, терминология в области безопасности труда, классификация опасных и вредных факторов и т. д.); требования (правила) к организации работ, направленных на обеспечение безопасности труда (обучение работающих безопасности труда, аттестация персонала, методы оценки состояния безопасности труда и др.)
1	Стандарты требований и норм по видам опасных и вредных производственных факторов	Требования по видам опасных и вредных производственных факторов, предельно допустимые значения их параметров и характеристик; методы контроля нормативных параметров и характеристик опасных и вредных производственных факторов; методы защиты работающих от опасных и вредных производственных факторов
2	Стандарты требований безопасности к производственному оборудованию	Общие требования безопасности к производственному оборудованию; требования безопасности к отдельным группам (видам) производственного оборудования; методы контроля выполнения требований безопасности

3	Стандарты требований безопасности к производственным процессам	Общие требования безопасности к производственным процессам; требования безопасности к отдельным группам (видам) технологических процессов; методы контроля выполнения требований безопасности
4	Стандарты требований к средствам защиты работающих	Требования к отдельным классам, видам и типам средств защиты; методы контроля и оценки средств защиты; классификация средств защиты

1.3. Инструкции по охране труда

Важнейшими локальными нормативными правовыми являются инструкции по охране труда, требования которых направлены на безопасное выполнение соответствующих работ. Постановлением Госкомтруда Республики Беларусь от 14.07.1994 г. № 82 утвержден порядок разработки, согласования и утверждения инструкций по охране труда.

Инструкции подготавливаются на основе стандартов безопасности труда, правил и норм безопасности и гигиены труда, типовых инструкций, требований безопасности, изложенных в эксплуатационной и ремонтной документации заводов-изготовителей оборудования, а также на основе технологической документации предприятия с учетом конкретных условий производства.

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

Наниматель обязан обеспечить всех работающих инструкциями по охране труда и организовать изучение их до начала выполнения трудовых обязанностей.

Разработка инструкций производится на основании приказов и распоряжений руководства предприятия, в которых указываются исполнители и сроки выполнения работ.

Инструкции подготавливаются руководителями цехов, участков, отделов, лабораторий и других подразделений предприятия с участием профсоюзов.

Руководство разработкой инструкций возлагается на главного инженера или его заместителя. В необходимых случаях руководитель предприятия привлекает к работе специалистов других подразделений.

Служба охраны труда предприятия осуществляет постоянный контроль за своевременной разработкой, проверкой и пересмотром инструкций, оказывает методическую помощь разработчикам, содействует обеспечению их необходимыми документами (правилами, стандартами, типовыми инструкциями и другими техническими нормативными правовыми актами).

При использовании типовых инструкций (без переработки) их необходимо переоформить, согласовать и утвердить в соответствии с установленным порядком.

Проект инструкции рассматривается службой охраны труда, объектовой пожарной частью, медицинской службой и другими заинтересованными службами и подразделениями, а также профсоюзами предприятия.

После изучения поступивших замечаний и предложений разрабатывается окончательный вариант инструкции, который подписывается руководителем подразделения - разработчика инструкции и представляется на согласование в службу охраны труда, профсоюзному комитету, а также при необходимости другим заинтересованным подразделениям (по усмотрению службы охраны труда).

Утверждение инструкции осуществляется приказом руководителя предприятия либо грифом утверждения, и она вводится в действие с момента утверждения либо со дня, указанного в приказе. О введении инструкции в действие в срок не позднее чем за неделю извещаются профсоюзные комитеты.

Инструкции должны быть введены в действие только после обучения работников и до внедрения соответствующего технологического процесса или ввода в эксплуатацию нового оборудования.

Каждой инструкции присваивается наименование и обозначение (регистрационный номер по предприятию). В наименовании указывается, для какой профессии или вида работ она предназначена (например, инструкция по охране труда для токаря, инструкция по охране труда при работе на высоте и т.п.).

Требования инструкции излагаются в соответствии с последовательностью технологических процессов и с учетом условий, в которых выполняется эта работа.

Инструкция должна содержать следующие разделы:

- общие требования безопасности;
- требования безопасности перед началом работы;
- требования безопасности при выполнении работы;
- требования безопасности при аварийных ситуациях;
- требования безопасности по окончании работы.

В необходимых случаях в инструкцию могут включаться дополнительные разделы.

Текст инструкции должен быть кратким, четким, не допускающим различных толкований. Используемые в инструкции термины должны соответствовать общепринятой терминологии, а в случае применения специфических терминов приводят их определения с соответствующими пояснениями.

Инструкции подвергаются периодической проверке для определения их соответствия действующим требованиям охраны труда, при необходимости их пересмотра и внесения изменений. Проверка инструкций проводится не реже одного раза в пять лет, а инструкций для профессий и работ с повышенной опасностью - не реже одного

раза в три года. Если в течение указанных сроков условия труда на предприятии и требования документов, использованных при составлении инструкции, не изменились, то приказом по предприятию действие инструкции продлевается на следующий срок, о чем делается запись или ставится штамп «Пересмотрена» на первой странице инструкции, проставляется дата и подпись лица, ответственного за ее пересмотр.

До истечения сроков, указанных выше, инструкции пересматриваются в случаях:

• введения новых или пересмотра ранее действовавших правил и нормативов по охране труда;

• внедрения новой техники и технологии;

• возникновения аварийной ситуации или травмирования работников, вызвавших необходимость изменения инструкции;

• изменения технологического процесса или условий работы, а также при применении новых видов оборудования, материалов, аппаратуры и инструмента.

В последнем случае пересмотр инструкций производится до введения изменений.

Порядок оформления, согласования и утверждения пересмотренных инструкций такой же, как и вновь разработанных.

Утвержденные инструкции регистрируются службой охраны труда предприятия в специальном журнале и выдаются руководителям подразделений под их личную роспись в журнале.

У руководителя подразделения или службы должен храниться комплект действующих инструкций по охране труда по всем профессиям и видам работ в подразделении, а также перечень этих инструкций, утвержденный руководителем предприятия или его заместителем. У руководителя участка (мастера, прораба и т.д.) должен быть в наличии утвержденный перечень и комплект действующих инструкций для работников всех профессий и по всем видам выполняемых на данном участке работ.

Отмененные инструкции служба охраны труда предприятия изымает.

Инструкции выдаются работникам под роспись в личной карточке инструктажа, либо вывешиваются на рабочих местах и участках, либо хранятся в определенном месте, доступном для работника.

1.4. Надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде и правил по охране труда

Основными видами контроля за состоянием охраны труда являются:

• контроль, осуществляемый органами государственного надзора;

• административно-общественный (трехступенчатый) контроль;

• контроль, осуществляемый службой охраны труда предприятия;

• ведомственный контроль вышестоящих органов;

• общественный контроль со стороны профсоюзов.

Согласно ст. 462 Трудового кодекса, контроль за соблюдением законодательства о труде осуществляют специальные уполномоченные государственные органы, действующие в соответствии с законодательством.

Таблица 1.3. **Органы надзора и контроля за соблюдением правил и норм охраны труда и их функции**

Наименование контрольного и надзорного органа	Осуществляемые функции
Управление государственной экспертизы по условиям труда	Контроль за проведением аттестации рабочих мест и установлением доплат по условиям труда, правильностью применения списков производств, работ, профессий, должностей и показателей, дающих право на пенсию за работу с особыми условиями труда
Департамент государственной инспекции труда	Надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде и охране труда
Главное управление военизированной пожарной службы МЧС Республики Беларусь (Госпожаронадзор)	Надзор за обеспечением пожарной безопасности и контроль за противопожарным режимом на предприятиях, в организациях и учреждениях осуществляются отделами Государственного пожарного надзора системы органов и подразделений
Департамент по надзору за безопасным ведением работ в промышленности Республики Беларусь (Промнадзор)	Надзор за безопасным ведением работ в промышленности ; надзор на территории республики за соблюдением юридическими, должностными лицами и гражданами требований безопасности на потенциально опасных объектах и установленного порядка пользования недрами
Управление государственного энергетического надзора концерна «Белэнерго» (Госэнергонадзор)	Надзор за безопасной эксплуатацией электрических и теплоиспользующих установок. Инспекторы энергонадзора могут давать обязательные для руководителей предприятий, учреждений и организаций предписания,
Главная государственная инспекция по надзору за техническим состоянием машин и оборудования(Главгостехнадзор	Надзор за техническим состоянием тракторов, мелиоративных, дорожно-строительных и сельскохозяйственных машин и оборудования
Государственная инспекция по охране труда, транспортной и пожарной безопасности Министерства сельского хозяйства	

и продовольствия Республики Беларусь	
Департамент государственного строительного надзора Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь I (Госстройнадзор)	Надзор за соблюдением охраны труда, транспортной и пожарной безопасности в сельском хозяйстве
Государственный санитарный надзор (Госсаннадзор)	
Государственный комитет по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров Республики Беларусь (Белгосстандарт)	Надзор за соблюдением охраны труда и безопасным ведением работ в строительстве
Государственная автомобильная инспекция (ГАИ)	Надзор за соблюдением санитарного законодательства, санитарных норм, правил и гигиенических нормативов органами и учреждениями санитарно-эпидемиологической службы
Прокуратура Республики Беларусь	Надзор за выполнением требований государственных стандартов, строительных норм и других нормативных документов по стандартизации, включая ССБТ
	Контроль в сфере обеспечения безопасности дорожного движения

	Общий надзор за исполнением законов органами власти и управления, предприятиями, учреждениями и организациями, должностными лицами и гражданами

Должностные лица органов государственного надзора и контроля (государственные инспекторы труда) имеют право:

• осуществлять проверки соблюдения законодательства об охране труда;

• выдавать должностным лицам обязательные для исполнения предписания по устранению нарушений законодательства об охране труда;

• приостанавливать работу предприятий и других структурных подразделений, если их производственная деятельность осуществляется с нарушением требований по охране труда, создающим угрозу жизни и здоровью работающих;

• налагать на должностных лиц и на нанимателей штрафы за нарушения законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда;

• направлять в необходимых случаях представления о несоответствии должностных лиц занимаемой должности, передавать материалы органам прокуратуры.

При осуществлении государственного надзора и контроля государственные органы взаимодействуют между собой, а также с органами, осуществляющими общественный контроль.

Департамент государственной инспекции труда Министерства труда и социальной защиты осуществляет надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде и охране труда, контролирует проведение работы по обучению руководителей и специалистов, проверке их знаний законодательства по охране труда. Департамент вносит предложения о приостановлении действия или аннулировании лицензии, свидетельства, аттестации, аккредитации и сертификата в случае выявления нарушений требований законодательства об охране труда, создающих угрозу жизни и здоровью работающих.

Государственный инспектор труда имеет право в любое время суток проходить на территорию нанимателя и проверять соблюдение законодательства о труде. Он имеет право проводить расследование несчастных случаев на производстве, налагать в установленном порядке за нарушения законодательства о труде и охране труда штрафы на должностных лиц или выносить им предупреждение.

Общественный контроль за соблюдением законодательства о труде осуществляют профсоюзы в порядке, установленном Правительством Республики Беларусь (ст. 463 Трудового кодекса). В соответствии со ст. 16 закона Республики Беларусь «О профессио-

нальных союзах» Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23.10.2000 г. №1630 утвержден Порядок осуществления профсоюзами общественного контроля за соблюдением законодательства Республики Беларусь о труде (с изм. и доп., внесенными постановлениями Совета Министров Республики Беларусь от 19.02.2001 г. №218 и от 19.12.2002 г. №1777).

Представители профсоюзов имеют право:

- осуществлять проверки соблюдения законодательства Республики Беларусь о труде по вопросам заключения, изменения и прекращения трудового договора (контракта); рабочего времени и времени отдыха; оплаты труда, гарантий и компенсаций, выполнения коллективных договоров, соглашений и т.д.;
- осматривать рабочие места, проводить независимую экспертизу :лечения здоровых и безопасных условий труда;
- принимать участие в расследовании несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- обращаться в органы государственного надзора и контроля за соблюдением законодательства Республики Беларусь о труде для принятия необходимых мер по выявленным профсоюзом нарушениям;
- подавать в суд по просьбе своих членов исковые заявления в защиту их трудовых и социально-экономических прав;
- участвовать в разработке государственных программ по вопросам охраны труда, а также нормативных правовых актов, регламентирующих вопросы охраны труда, профилактики профессиональных заболеваний.

Административно-общественный (трехступенчатый) контроль основная форма контроля администрации и комитета профсоюза предприятия за состоянием условий и безопасности труда. Руководитель предприятия и председатель комитета профсоюза осуществляют руководство организацией трехступенчатого контроля. Первая ступень контроля проводится на участке цеха, в смене или бригаде, вторая — в цехе, на участке предприятия, третья ступень — на предприятии в целом или цеха (выборочно).

На п е р в о и ступени мастер участка совместно с общественным инспектором по охране труда ежедневно проверяет состояние охраны труда в своем подразделении. При необходимости организуют немедленное устранение выявленных нарушений или докладывают о них нестоящему руководителю. Результаты проверки заносят в журнал первой ступени контроля, который хранится у руководителя участка.

Н а в т о р о й ступени комиссия в составе начальника цеха, старшего общественного инспектора по охране труда, инженера по охране труда, представителя технической службы не реже 1 раза в месяц проверяют состояние охраны труда в цехе, строительном объекте и т.д. результаты проверки заносят в журнал второй ступени контроля, в котором намечают также мероприятия по устранению выявленных нарушений.

На т р е т ь е й ступени не реже одного раза в квартал комиссия проводит комплексную проверку охраны труда на предприятии.

На каждой ступени контроля при обнаружении грубых нарушений охраны труда, которые могут причинить ущерб здоровью работающих привести к аварии, проверяющие имеют право приостановить работу до устранения выявленных недостатков.
Результаты проверки оформляются актом.

Ведомственный контроль осуществляется службами охраны труда министерств и их подразделений.

В каждом министерстве и ведомстве разработаны и внедрены «Положения о функциональных обязанностях и ответственности по охране труда должностных лиц», которые предусматривают: повышение ответственности всех инженерно-технических работников (ИТР) и должностных лиц за состояние безопасных условий труда и обеспечение проведения мероприятий, при которых профилактическая работа по охране труда должна проводиться последовательно с привлечением широкого круга рабочих, ИТР участков и цехов; создание условий, при которых должен осуществляться контроль за безопасными и здоровыми условиями труда, исключающий оставление без надзора любого производственного процесса, рабочего места, машин и механизмов, для предупреждения возможных отступлений от действующих норм и правил охраны труда.

1.5. Ответственность работников и нанимателей за нарушение законодательных и других правовых актов по охране труда

Согласно Трудовому кодексу (ст. 55, 226), наниматель обязан создавать работникам здоровые и безопасные условия труда, внедрять новейшие средства и технологии, обеспечивающие соблюдение санитарно-гигиенических норм и требований стандартов по охране труда.

За нарушение законодательства о труде наниматели и работники несут установленную законодательством и коллективными договорами ответственность. Юридические и физические лица, виновные в нарушении законодательства о труде, в невыполнении обязательств по коллективным договорам и соглашениям по охране труда несут **дисциплинарную, административную и уголовную ответственности** в порядке, установленном законодательством (ст.465 Трудового кодекса).

За противоправное, виновное неисполнение или ненадлежащее исполнение работником своих трудовых обязанностей *(дисциплинарный проступок* ст. 197 Трудового кодекса) устанавливается ***дисциплинарная ответственность*** (ст. 198—204 Трудового кодекса).

За совершение дисциплинарного проступка наниматель может применить к работнику следующие меры дисциплинарного взыскания (ст. 198 Трудового кодекса):

1) замечание;

2) выговор;

3) увольнение (п. 4, 5, 7, 8 и 9 ст. 42 Трудового кодекса).

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

До применения дисциплинарного взыскания наниматель обязан затребовать письменное объяснение работника (ст. 199 Трудового кодекса).

Отказ работника от дачи объяснения не является препятствием для применения взыскания и оформляется актом с указанием присутствующих при этом свидетелей.

За каждый дисциплинарный проступок может быть применено только одно дисциплинарное взыскание.

Дисциплинарное взыскание применяется не позднее одного месяца со дня обнаружения дисциплинарного проступка, не считая времени болезни работника и (или) пребывания его в отпуске (ст. 200 Трудового кодекса).

Днем обнаружения дисциплинарного проступка считается день, когда о проступке стало известно лицу, которому работник непосредственно подчинен.

Если в течение года со дня применения дисциплинарного взыскания работник не будет подвергнут новому дисциплинарному взысканию, он считается не подвергавшимся дисциплинарному взысканию. При этом дисциплинарное взыскание погашается автоматически без издания приказа (распоряжения), постановления (ст. 203 Трудового кодекса).

Орган (руководитель), применивший взыскание, имеет право снять его досрочно до истечения года по собственной инициативе, по ходатайству непосредственного руководителя, профсоюза или иного представительного органа (представителя) работников, а также по просьбе работника.

Работник может быть привлечен к ***материальной ответственности*** при одновременном наличии следующих условий (ст. 400 Трудового кодекса):

1) ущерба, причиненного нанимателю при исполнении трудовых обязанностей;

2) противоправности поведения (действия или бездействия) работника;

3) прямой причинной связи между противоправным поведением работника и возникшим у нанимателя ущербом;

4) вины работника в причинении ущерба.

При определении размера ущерба учитывается только прямой действительный ущерб, неполученные доходы не учитываются. Под *прямым действительным ущербом* понимаются утрата, ухудшение или понижение ценности имущества, влекущие необходимость для нанимателя произвести затраты на восстановление, приобретение имущества или иных ценностей либо произвести излишние выплаты.

Противоправным признается такое поведение (действие или бездействие) работника, при котором он не исполняет (или не должным образом исполняет) трудовые обязанности, возложенные на него Трудовым кодексом, коллективным, трудовым договорами.

Обязанность доказать факт причинения вреда, а также наличие других условий материальной ответственности лежит на нанимателе.

Работник, причинивший ущерб, может добровольно возместить его полностью или частично (ст. 401 Трудового кодекса).

С согласия нанимателя работник может передать для возмещения причиненного ущерба равноценное имущество или исправить поврежденное.

Работники, как правило, несут полную материальную ответственность за ущерб, причиненный по их вине нанимателю (ст. 402 Трудового кодекса).

Возмещение ущерба работниками в размере, не превышающем среднего месячного заработка, производится по распоряжению нанимателя путем удержания из заработной платы работника.

До издания распоряжения нанимателя об удержании из заработной платы от работника должно быть затребовано письменное объяснение.

Если работник не согласен с вычетом или его размером, трудовой спор по его заявлению рассматривается в порядке, предусмотренном законодательством.

Возмещение ущерба производится независимо от привлечения работника к дисциплинарной, административной или уголовной ответственности за действие (бездействие), которым причинен ущерб нанимателю (ст. 408 Трудового кодекса).

Административная ответственность выражается в наложении штрафа на виновное должностное лицо. К административной ответственности привлекаются должностные лица, допустившие нарушения трудового законодательства, норм и правил охраны труда.

Административные взыскания (денежные штрафы) налагаются на должностных лиц Государственным (главным Государственным) инспектором труда и должностными лицами органов Государственных инспекций пожарного надзора, санитарного надзора и технических инспекций отраслевых профсоюзов, а также административными комиссиями при райисполкомах. Размер штрафа определяется степенью нарушения правил и норм безопасности и охраны труда.

Запрещается удержание штрафов, наложенных на должностных лиц, за счет предприятий.

Вместо наложения штрафа допускается применять другие административные меры (предупреждение, передача материалов в общественные организации для применения к нарушителю мер общественного воздействия).

Административное взыскание может быть наложено не позднее двух месяцев со дня совершения правонарушения.

В случае несогласия с решением Государственного инспектора труда о наложении штрафа должностное лицо в 10-дневный срок с момента вручения акта может обжаловать его в районном (городском) суде, решение которого является окончательным и обжалованию не подлежит.

Законодательство Республики Беларусь предусматривает за нарушение трудового законодательства, требований техники безопасности и производственной санитарии повышенную ответственность работников, вплоть до привлечения их к *уголовной ответственности.*

К уголовной ответственности привлекаются лица, допустившие злостные нарушения, при условии, что такие нарушения повлекли за собой либо могли повлечь несчастные случаи, профзаболевание или другие тяжелые последствия.

Уголовным кодексом Республики Беларусь как преступления рассматриваются: нарушение правил охраны труда (ст. 137); нарушение законодательства о труде (ст. 134); отказ в приеме на работу или увольнение беременной женщины или кормящей матери (ст. 136); нарушение правил при производстве строительных работ (ст. 210); нарушение правил пожарной безопасности (ст. 210).

Работники, допустившие нарушения, которые привели к увечью или смерти других работников, несут уголовную ответственность как за убийство по неосторожности (ст. 104), неосторожное тяжкое или менее тяжкое телесное повреждение (ст. 112).

Руководители работ привлекаются к уголовной ответственности, если непосредственно руководили работами, при которых произошел несчастный случай:

допустили к производству работу некомпетентных лиц, что привело к несчастному случаю;

не создали необходимых условий для выполнения обязанностей по обеспечению безопасных и здоровых условий труда;

не приняли необходимых мер к устранению нарушений правил охраны труда;

не приняли мер к выполнению соглашений по охране труда, коллективных договоров, а также предписаний государственных и профсоюзных инспекций, что привело или могло привести к несчастным случаям или иным тяжелым последствиям.

Степень уголовной ответственности за нарушение правил охраны труда при производстве работ, эксплуатации машин и механизмов определяется Уголовным кодексом Республики Беларусь, который предусматривает, в зависимости от тяжести проступка, следующие меры наказания: исправительные работы, штраф, освобождение от должности, лишение свободы.

Для профилактики травматизма и предупреждения нарушений правил охраны труда огромную роль играют ***меры убеждения и общественного воздействия,*** которые могут применяться как к рабочим и служащим, так и к должностным лицам.

К таким мерам относятся:

1) критика нарушителей правил охраны труда на страницах стен
ной печати, в прессе и по радио;

2) рассмотрение случаев нарушения производственной дисциплины, правил и норм по охране труда на собраниях бригады, цеха (участка), на общих собраниях рабочих и служащих предприятия, учреждения, организации, а также на заседаниях комиссии по

охране труда;

3) обсуждение случаев производственного травматизма в профгруппах, на расширенном заседании профкома;

4) рассмотрение случаев нарушения правил техники безопасности и трудовой дисциплины на заседаниях товарищеских судов.

Товарищеский суд может принять к нарушителю следующие меры воздействия:

- объявить предупреждение;
- объявить общественное порицание;

объявить общественный выговор с опубликованием или без опубликования в печати;

- поставить перед руководителем предприятия вопрос о привлечении виновного к дисциплинарной ответственности.

В свою очередь наниматель вправе вместо наложения дисциплинарных взысканий на лиц, виновных в нарушении правил охраны труда, передать материалы об этих нарушениях на рассмотрение товарищеского суда.

1.6. Система управления охраной труда и финансирование мероприятий по охране труда

Согласно Концепции государственного управления охраной труда оно реализуется на республиканском, отраслевом и территориальном уровнях.

Управление охраной труда — это планомерный процесс воздействия на систему «человек - машина - производственная среда» для получения заданных значений совокупности показателей, характеризующих состояние условий труда.

В решении многообразных задач в сфере охраны труда принимают непосредственное участие руководители предприятий, структурных подразделений, функциональных служб, отделы охраны труда, профсоюзные комитеты. В эту работу вовлекаются практически все работники предприятия от руководителя до рабочего. Организация деятельности администрации и служб предприятия по реализации комплекса мер по повышению уровня охраны труда осуществляется через систему управления охраной труда (СУОТ).

Система управления охраной труда - целевая подсистема в системе управления предприятием любой отрасли промышленности. В СУОТ, как и в любой другой системе управления, определяются основные функции и задачи, структура информационных и управленческих связей, формы учетных и отчетных документов и т.д.

С 1 ноября 2005 г. в республике введены в действие стандарты СТБ 18001-2005 и СТБ 18002-2005 по СУОТ, требования которых гармонизированы с международными и национальными стандартами. Внедрение этих документов позволит оценивать и управлять рисками каждого работника и тем самым повышать эффективность работы предприятия.

Национальные стандарты по управлению охраной труда не требуют коренной перестройки сложившихся систем управления в организациях республики, а предусматривают дополнение их рядом новых и корректи-

ровной отдельных из них. В общих чертах система управления охраной труда состоит из следующих элементов:

• разработка политики организации в области охраны труда;

• планирование работы по охране труда на основании идентификации опасностей, оценки связанных с ними рисков и необходимых мер по управлению рисками;

• разработка программ управления для выполнения каждой из поставленных целей;

• распределение ролей, ответственности и полномочий работников;

• осуществление аудитов, мониторингов, проверок по

охране труда;

• разработка корректирующих и предупредительных действий;

• анализ состояния охраны труда высшим руководством организации;

• постоянное совершенствование системы управления охраной труда.

Управление охраной труда на предприятии в целом возложено на руководителя или главного инженера; в цехах, на производственных участках - на руководителей соответствующих подразделений и служб.

Для выполнения установленных требований безопасности в должностных инструкциях руководителей, специалистов и инструкциях по охране труда для рабочих должны быть четко определены обязанности всех работников по вопросам охраны труда.

Нормативно-правовой основой системы управления охраной труда являются законодательные и иные нормативные правовые акты, межотраслевые и отраслевые нормы и правила безопасности, производственной санитарии и др.

Важным инструментом СУОТ является планирование работ по охране труда.

Планирование работ по охране труда - это организационный процесс управления, осуществляемый с целью обеспечения безопасных условий труда работников на основе эффективного использования средств, выделяемых на улучшение условий и охрану труда.

Планирование работ по охране труда должно предусматривать определение заданий структурным подразделениям и функциональным службам предприятия и отдельным должностным лицам, участвующим в решении задач охраны труда.

На предприятии разрабатываются перспективные, текущие и оперативные планы охраны труда. ***Перспективные планы*** в условиях стабильного развития экономики составляются ранее на 5 лет. Практикуется составление перспективных планов на 2—3 года. ***Текущие планы*** составляются на год, ***оперативные*** — на квартал или месяц.

В планы работы включаются мероприятия для решения следующих задач:

• максимальное сокращение рабочих мест, несоответствующих нормативным требованиям;

• приведение машин, механизмов и оборудования в соответствие с требованиями безопасности и гигиены труда;

• вывод из эксплуатации объектов, не обеспечивающих соблюдение требований охраны труда и не подлежащих реконструкции и капитальному ремонту по причине экономической нецелесообразности его проведения;

• доведение обеспеченности работающих санитарно-бытовыми помещениями до установленных норм;

• сокращение и ликвидация тяжелых физических работ и уменьшение численности работающих, занятых ручным трудом;

• сокращение численности занятых в ночные смены, в первую очередь женщин.

Исходными данными для разработки планов служат следующие документы и мероприятия:

• паспорта санитарно-технического состояния условий труда в цехе, на участке, другом структурном подразделении;

• мероприятия, предусмотренные документами специального расследования несчастных случаев с тяжелыми последствиями и в актах по форме Н-1;

• приказы нанимателя по вопросам охраны труда;

• мероприятия, предусмотренные коллективным договором;

• журналы административно-общественного контроля за состоянием охраны труда;

• предписания органов государственного надзора и контроля, службы охраны труда предприятия;

• представления профсоюзов и предложения работников по улучшению условий труда;

• информация о передовом опыте работы по созданию здоровых и безопасных условий труда;

• документы и предложения вышестоящих органов.

Разработке планов могут предшествовать паспортизация и аттестация рабочих мест на их соответствие требованиям безопасности труда.

Проекты планов обсуждаются в трудовом коллективе, затем согласовываются и утверждаются в установленном порядке на предприятии.

План мероприятий по охране труда является составной частью коллективного договора или самостоятельным документом.

При составлении планов работы по охране труда следует иметь в виду, что многие мероприятия, обеспечивающие соблюдение требований безопасности и гигиены труда, не требуют существенных финансовых или материальных затрат. Они включаются в планы в обязательном порядке, как и мероприятия, обеспечивающие улучшение условий труда большому числу работников.

Планы мероприятий по охране труда должны содержать: наименование мероприятия, источники финансирования, сроки исполнения, ответственных лиц, социальный эффект.

Запланированные мероприятия обязательны для исполнения. Лица, не обеспечившие выполнение мероприятий, могут быть привлечены к ответственности в соответствии с действующим законодательством.

Следует иметь в виду, что вопросы охраны труда должны находить отражение не только в указанных документах, но и в других планах (механизации тяжелых и трудоемких работ; научной организации труда и управления; подготовки к работе в осенне-зимний период и др.).

Кроме того, могут разрабатываться специальные планы частного характера, отражающие специфику конкретного предприятия: по материалам расследований несчастных случаев; по выполнению предписаний органов надзора и контроля; охране труда женщин; улучшению культуры производства и т.д.

Мероприятия, представленные в планах по охране труда, обеспечиваются соответствующей проектно-конструкторской и другой технической документацией, финансированием и материальными ресурсами.

Финансирование планируемых мероприятий осуществляется предприятием (учреждением) за счет:

• средств, затраты по которым относятся на себестоимость продукции (работ, услуг), если мероприятия носят некапитальный характер и непосредственно связаны с участием работников в производственном процессе;

• сметы расходов для учреждений, финансируемых из бюджета, если мероприятия носят некапитальный характер;

• средств амортизационного фонда, если мероприятия проводятся одновременно с капитальным ремонтом основных средств;

• банковского кредита, если мероприятия входят в комплекс кредитуемых банком затрат по внедрению новой техники или расширению производства;

• инвестиций в основной капитал, включая фонд накопления, если мероприятия являются капитальными.

Наниматель имеет право в рамках действующего законодательства в установленном порядке принимать соответствующие решения о финансировании мероприятий и за счет других средств (источников).

Денежные средства и материальные ресурсы, предназначенные на осуществление мероприятий по охране труда нельзя использовать ни на какие другие цели. В тех случаях, когда в результате экономии при выполнении работ или если отпадает необходимость в отдельных мероприятиях, остаются средства и материальные ресурсы, они направляются нанимателем на выполнение дополнительных мероприятий по охране труда. Это не касается организаций, финансируемых из бюджета.

1.7. Обязанности работников и организация контроля в области охраны труда

1.7.1. Обязанности работников по охране труда

Согласно ТК (ст. 55, 226, 228-231) на нанимателя возлагаются обязанности по созданию работникам здоровых и безопасных условий труда, внедрению новейших средств и технологий, обеспечивающих соблюдение санитарно-гигиенических норм и требований стандартов по охране труда.

Наниматель обязан также обеспечивать все рабочие места техническим оборудованием, соответствующим требованиям по охране труда, улучшать условия труда и быта работающих, соблюдать законодательство о труде.

Важнейшей обязанностью нанимателя является инструктирование работников по охране труда и пожарной безопасности; обеспечение работающих спецодеждой, средствами индивидуальной защиты; предоставление льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях. Наниматель обязан также осуществлять постоянный контроль за соблюдением работниками всех требований инструкций по охране труда, проводить расследование и учет несчастных случаев на производстве и т. д. Конкретные обязанности должностных лиц в области охраны труда устанавливаются должностными инструкциями в соответствии с системой управления охраной труда на предприятии.

Организатором создания безопасных условий труда на рабочих местах является мастер, который:

• следит за исправностью оборудования, приспособлений, ограждений, средств сигнализации и автоматики, работой вентиляционных систем и установок, нормальным освещением рабочих мест;

• обеспечивает правильное и безопасное использование электрооборудования и инструмента, газосварочного оборудования;

• внедряет мероприятия по охране труда в соответствии с действующим законодательством, приказами, распоряжениями, предписаниями и представлениями;

• совместно с общественным инспектором по охране труда ежедневно контролирует соблюдение правил по охране труда;

• проводит инструктажи по охране труда на рабочем месте, принимает участие в обучении рабочих безопасным приемам труда, ведет журналы регистрации инструктажей на рабочем месте;

• допускает к работе с электроинструментами и электрооборудованием рабочих, имеющих соответствующие удостоверения и квалификационную группу по электробезопасности;

• контролирует использование рабочими спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты, следить за нормальным функционированием бытовых помещений;

• немедленно докладывает начальнику цеха о происшедших несчастных случаях, обеспечивает участок средствами наглядной агитации и пропаганды охраны труда (инструкции, памятки, плакаты, стенды) и др.

Изложенные основные обязанности мастеров производства конкретизируются в их должностных инструкциях.

В зависимости от численности работающих, сложившейся структуры управления и штатного расписания конкретные обязанности работников по охране труда, даже для одних и тех же профессий работников однотипных предприятий, могут значительно отличаться.

Основные обязанности работников установлены ТК (ст. 232) и Типовыми правилами внутреннего распорядка предприятия (учреждения). К ним относятся следующие: добросовестно трудиться; подчиняться правилам внутреннего трудового распорядка, выполнять установленные нормы труда и обеспечивать качество производимой продукции; соблюдать установленные требования по охране груда, работать в выданной спецодежде, спецобуви, пользоваться другими средствами индивидуальной защиты; бережно относиться к имуществу нанимателя, рационально его использовать, принимать меры к предотвращению ущерба; содержать оборудование и приспособления в исправном состоянии, поддерживать порядок и чистоту на своем рабочем месте и на территории предприятия.

Круг функциональных обязанностей, которые должен выполнять каждый работник, определяется квалификационными справочниками, утвержденными в установленном порядке, соответствующими техническими правилами, должностными инструкциями и другими нормативными актами, а также трудовым договором с работником.

Другие обязанности нанимателей в области охраны труха, установленные ТК, будут рассмотрены в дальнейшем.

1.7.2. Организация общественно-производственного контроля за состоянием охраны труда

В соответствии с Типовой инструкцией о проведении контроля за соблюдением законодательства об охране труха в организации, утвержденной Министерством труда и социальной защиты Республики Беларусь 26.12.2003 г. № 159, руководители и специалисты организации обязаны отдельно либо совместно с профсоюзами осуществлять ежедневный, ежемесячный и ежеквартальный контроль.

Ежедневный контроль за состоянием охраны труда проводится руководителем структурного подразделения (мастером, начальником смены, механиком и т.д.) с участием общественного инспектора профсоюза. При этом проверяются:

• состояние рабочих мест, проходов, переходов, проездов;

• безопасность технологического оборудования, оснастки и инструмента, грузоподъемных и транспортных средств;

• исправность вентиляционных систем и установок;

• наличие инструкций по охране труда и соблюдение их работниками;

• соблюдение работниками требований безопасности при выполнении работ;

• наличие и правильное использование средств индивидуальной защиты;

• выполнение мероприятий по устранению нарушений, выявленных предыдущими проверками и т.п.

Ежемесячный контроль проводится начальником цеха с участием общественного инспектора профсоюза, руководителей служб цеха и представителя службы охраны труда.

При этом проверяются:

• организация и результаты ежедневного контроля;

• выполнение планов мероприятий по охране труда разных уровней;

• выполнение приказов и распоряжений руководителя организации, представлений общественных инспекторов профсоюза по охране труда, мероприятий по документам расследования несчастных случаев на производстве и профзаболеваний;

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

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

• соблюдение графиков планово-предупредительного ремонта (ПНР) оборудования;

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

• своевременность и качество проведения инструктажей работников по охране труда;

• соблюдение установленного режима труда и отдыха, трудовой дисциплины и т.п.

Результаты проведения ежедневных и ежемесячных проверок заносятся в соответствующие журналы, в которых указываются мероприятия, назначаются их исполнители и сроки выполнения.

Ежеквартальный контроль проводится руководителем организации (его заместителями) с участием руководителей служб и общественного инспектора по охране труда. Проверяются организация и выполнение мероприятий ежемесячного и ежеквартального контроля, своевременность проведения аттестации рабочих мест по условиям труда и другие вопросы гигиены, безопасности труда, пожарной профилактики.

Результаты ежеквартальных проверок оформляются актом, в котором указываются обнаруженные недостатки и меры по их устранению.

Проведение ежемесячного и ежеквартального контроля рекомендуется осуществлять в установленные приказом руководителя Дни охраны труда.

1.7.3. Организация службы охраны труда на предприятии

В системе управления охраной труда на предприятии важное место принадлежит *службе охраны труда,* которая может быть представлена структурным подразделением (отдел, бюро) или специально выделенным работником (инженер по охране труда). На небольших предприятиях эти функции могут быть возложены приказом по предприятию на других работников наряду с выполнением ими иных служебных обязанностей.

Должность специалиста по охране труда вводится:

• в производственной сфере при численности работающих 100-250 человек;

• в других отраслях при численности работающих 200-250 человек.

При численности работающих на предприятии свыше 250 человек расчет численности специалистов по охране труда ведется по нормативам, утвержденным Постановлением Министерства труда Республики Беларусь от 23.07.1999 г. № 94 в зависимости от среднесписочной численности работников, характера и условий их труда, а также степени опасности производства.

В своей работе служба охраны труда либо работник, на которого возложены эти обязанности, руководствуются следующими документами:

• ***Типовым положением о службе охраны труда на предприятии*** (утверждено Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 24.05. 2002 г. № 82);

• ***квалификационными характеристиками*** должностей начальника отдела охраны труда и инженера по охране труда.

Указанные документы определяют правовую основу для деятельности службы охраны труда, основные ее задачи, права и ответственность. Важным положением этих документов является то, что отдел (бюро) охраны труда является самостоятельным структурным подразделением предприятия, непосредственно подчиненным руководителю или главному инженеру.

Основными задачами службы охраны труда предприятия являются:

• организация и координация работы по охране труда на предприятии;

• совершенствование системы управления охраной труда, а также профилактической работы по предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний и улучшению условий труда;

• внедрение передового опыта и научных разработок по безопасности и гигиене труда, пропаганда охраны труда;

• информирование и консультирование работодателя и работников организации по вопросам охраны труда;

• осуществление контроля, в том числе ежемесячного и ежеквартального, за обеспечением требований безопасности и гигиены труда, законодательства о труде и охране труда, соблюдения локальных нормативных актов по вопросам охраны труда.

Для выполнения этих задач обычно на службу охраны труда предприятия возлагаются следующие функции:

• выявление опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах;

• проведение анализа состояния условий и охраны труда, причин нарушения законодательства о труде и охране труда, производственного травматизма и профессиональной заболеваемости;

• оказание помощи подразделениям предприятия в организации и проведении замеров параметров опасных и вредных производственных факторов, аттестации и сертификации рабочих мест и производственного оборудования на соответствие требованиям охраны труда;

• информирование работающих от лица работодателя о состоянии условий труда на рабочих местах, о причинах возникновения профессиональных заболеваний и мероприятиях по их предупреждению, о принятых мерах по за щите от опасных и вредных производственных факторов;

• участие в подготовке документов на выплату компенсации за вред, причиненный здоровью работающих в результате несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;

• проведение проверок, обследований (или участие в проверках, обследованиях) технического состояния зданий, сооружений, оборудования, машин и механизмов на соответствие их нормативным правовым актам по охране труда, эффективности работы вентиляционных систем, состояния санитарно-технических устройств, санитарно-бытовых помещений, средств коллективной и индивидуальной защиты;

• разработка совместно с руководителями подразделений и другими службами предприятия мероприятий по предупреждению несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, по улучшению условий труда и доведению их до требований нормативных правовых актов по охране труда, а также оказание организационной помощи по выполнению запланированных мероприятий;

• участие в составлении раздела «Охрана труда» коллективного договора, соглашения по охране труда предприятия;

• участие в работе комиссии по приемке в эксплуатацию законченных строительством или реконструированных объектов производственного назначения, по приемке из ремонта установок, агрегатов, станков и другого оборудования;

• составление (при участии руководителей подразделений и соответствующих служб предприятия) перечней профессий и видов работ, на которые должны быть разработаны инструкции по охране труда;

• оказание методической помощи руководителям подразделений предприятия по разработке и пересмотру инструкций по охране труда для работников, стандартов предприятия по безопасности труда;

• разработка программы и проведение вводного инструктажа по охране труда со всеми вновь принимаемыми на работу, командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственную практику или обучение;

• участие в работе комиссий по проверке знаний по охране труда у работников предприятия;

• составление отчетности по охране труда по установленным формам и в соответствующие сроки и др.

Служба охраны труда предприятия осуществляет контроль:

• за соблюдением требований законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда;

• правильным применением средств индивидуальной защиты;

• соблюдением Правил расследования и учета несчастных случаев на производстве и профзаболеваний;

• выполнением мероприятий раздела «Охрана труда» коллективного договора или соглашения по охране труда, а также по устранению причин, вызвавших несчастный случай (из акта формы Н-1), предписаний органов государственного надзора и контроля, других мероприятий по созданию здоровых и безопасных условий труда;

• наличием в подразделениях инструкций по охране труда для работников согласно перечню профессий и видов работ, на которые они должны быть разработаны, своевременным их пересмотром;

• соблюдением графиков замеров параметров опасных и вредных производственных факторов;

• своевременным проведением соответствующими службами необходимых испытаний и технических освидетельствований оборудования, машин и механизмов;

• эффективностью работы аспирационных и вентиляционных систем;

• состоянием предохранительных приспособлений и защитных устройств;

• своевременным и качественным проведением обучения, проверки знаний и всех видов инструктажей по охране труда;

• организацией хранения, выдачи, стирки, химической чистки, сушки, обеспыливания, обезжиривания, обеззараживания и ремонта спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты;

• правильным расходованием в подразделениях предприятия средств, выделенных на выполнение мероприятий по охране труда;

• доведением до сведения работников вводимых в действие новых законодательных актов и иных нормативных документов по охране труда;

• организацией хранения документации (актов формы Н-1 и других документов по расследованию несчастных случаев на производстве, протоколов замеров параметров опасных и вредных производственных факторов, материалов аттестации и сертификации рабочих мест и др.) в соответствии со сроками, установленными нормативными правовыми актами, и др.

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

• в любое время суток беспрепятственно осматривать производственные, служебные и бытовые помещения предприятия, знакомиться с документами по вопросам охраны труда;

• проверять состояние условий и охраны труда в подразделениях предприятия и предъявлять должностным лицам и другим ответственным работникам обязательные для исполнения предписания по установленной форме на устранение выявленных нарушений законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда. Отменить предписание или выполнение отдельных его мероприятий, а также перенести сроки их выполнения имеет право руководитель организации или его заместитель', которому подчинена служба. Резолюция о принятом решении по названным вопросам должна быть подписана и датирована;

• запрещать эксплуатацию машин, оборудования и производство работ в цехах, на участках, рабочих местах при выявлении нарушений нормативных правовых актов по охране труда, которые создают угрозу жизни и здоровью работающих или могут привести к аварии, с уведомлением об этом работодателя (руководителя подразделения или его заместителя);

• привлекать по согласованию с работодателем и руководителями подразделений предприятия соответствующих специалистов к проверкам состояния охраны труда;

• запрашивать и получать от руководителей подразделений предприятия материалы по вопросам охраны труда, требовать письменные объяснения от лиц, допустивших нарушения нормативных правовых актов по охране труда;

• требовать от руководителей подразделений отстранения от работы лиц, не прошедших в установленном порядке инструктаж, обучение и проверку знаний по охране труда или грубо нарушающих правила, нормы и инструкции по охране труда;

• представлять работодателю, руководителям подразделений предприятия предложения о поощрении отдельных работников за активную работу по созданию здоровых и безопасных условий труда, а также о привлечении к ответственности виновных в нарушении законодательных и иных нормативных правовых актов об охране труда.

Кроме того, служба охраны труда решает и другие задачи, вытекающие из специфических особенностей предприятия и возникающих ситуаций в процессе производства.

Между работниками службы охраны труда должны быть четко распределены и закреплены на предприятии участки работ. Организационно такое распределение

обязанностей закрепляется приказом (распоряжением) по службе охраны труда или предприятию.

В целях координации и более эффективной деятельности работников службы охраны труда составляется общий годовой план работы, несмотря на значительное количество работ, которые не могут быть заранее предусмотрены из-за невозможности их прогнозирования (участие в расследовании несчастных случаев, работе органов гос-

ударственного надзора, представление внеплановой информации, участие в работе различных комиссий и пр.).

1.8. Обязанности нанимателя в области охраны труда

Согласно Трудовому кодексу наниматель обязан создавать работникам предприятий, учреждений и организаций здоровые и безопасные условия труда, внедрять новейшие средства и технологии, обеспечивающие соблюдение норм и правил по охране труда.

Требованиям, обеспечивающим здоровые и безопасные условия труда, должны отвечать производственные здания, сооружения, оборудование и технологические процессы.

Эти требования включают рациональное использование территории и производственных помещений, правильную эксплуатацию оборудования и организацию технологических процессов, защиту работающих от воздействия опасных и вредных факторов в производственных помещениях и на рабочих местах в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами и правилами, устройстве санитарно-бытовых помещений.

Ни одно предприятие, цех, участок, производство не могут быть приняты и введены в эксплуатацию, если на них не обеспечены здоровые и безопасные условия труда, и ни один образец новой машины, механизма и другого производственного оборудования не может быть передан в производство, если он не отвечает требованиям охраны труда.

Администрация (наниматель) с участием профсоюзов, а также представителей других органов обязана своевременно и правильно проводить расследование и учет несчастных случаев на производстве.

На основе материалов расследования и учета несчастных случаев наниматель обязан своевременно принимать необходимые меры для устранения причин, вызывающих несчастные случаи.

Средства и необходимые материалы для проведения мероприятий по охране труда расходовать на другие цели запрещается.

Порядок использования указанных средств и материалов определяется в коллективных договорах или соглашениях по охране труда, которые заключаются администрацией предприятия и профсоюзном комитетом, выступающим от имени трудового коллектива.

На работах с вредными условиями труда, а также на работах, проводимых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам выдаются бесплатно по установленным нормам вагинальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты.

Администрация (наниматель) обязана обеспечивать хранение, стирку, дезинфекцию, дегазацию, дезактивацию и ремонт выданных работникам специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты.

На работах, связанных с загрязнением, работникам выдаются бесплатно по установленным нормам мыло, моющие средства. На работах с особо вредными условиями работающие должны обеспечиваться лечебно-профилактическим питанием. Работники горячих цехов должны обеспечиваться газированной соленой водой.

При выполнении работ в холодное время года на открытом воздухе или в закрытых не обогреваемых помещениях администрация обязана оборудовать помещения для обогревания и отдыха работников.

Работники, занятые на тяжелых работах и на работах с вредными или опасными условиями труда, проходят обязательные предварительные при поступлении на работу или периодические (лица в возрасте л»21 года — ежегодные) медицинские осмотры для определения пригодности их к поручаемой работе и предупреждения профессиональных заболеваний.

Работников, нуждающихся по состоянию здоровья в предоставлении более легкой работы, администрация обязана перевести с их согласия на такую работу с сохранением прежнего среднего заработка в течение двух недель со дня перевода.

Работникам, временно переведенным на нижеоплачиваемую работе в связи с увечьем или иным повреждением здоровья, связанным с работой, наниматели, ответственные за повреждение здоровья, выплачивают разницу между прежним заработком и заработком по новой работе. Такая разница выплачивается до восстановления трудоспособности или установления стойкой утраты трудоспособности либо инвалидности.

Работники, заболевшие на месте работы, перевозятся в лечебные учреждения транспортными средствами или за счет нанимателя.

Наниматели несут материальную ответственность за ущерб, причиненный здоровью работников, связанный с исполнением ими своих трудовых обязанностей.

1.9. Формы обучения и проверка знаний по охране труда

Обучение и проверка знаний по вопросам охраны труда рабочих проводится при подготовке, переподготовке, получении второе профессии, повышении квалификации в соответствии с:

Законом Республики Беларусь от 29 октября 1991 года «Об образовании»;

Положением о непрерывном профессиональном обучении рабочих (служащих), утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15 мая 2007 г. № 599;

Положением о порядке аттестации лиц, прошедших обучение профессиям рабочих в условиях непрерывного профессионального обучения, и присвоения им

квалификации (утверждено приказом Министерства образования Республики Беларусь от 13 авгус-1998 г. № 494);

Правилами обучения безопасным методам и приемам работы, проведения инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны (утверждены постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 30 декабря 2003 г. № 164 (с изменениями и дополнениями от 7 апреля 2005 г. № 37)).

Согласно указанным документам учебные планы и программы подготовке рабочих по профессиям должны предусматривать теоретическое обучение по вопросам охраны труда и производстве обучение безопасным методам и приемам труда.

Теоретическое обучение осуществляется в рамках специального учебного предмета «Охрана труда» и (или) соответствующих разделов специальных дисциплин в объеме не менее 10 часов.

При обучении профессиям рабочих, занятых на работах с повышенной опасностью, предмет «Охрана труда» преподается в объеме менее 60 часов в учреждениях, обеспечивающих получение профессионально-технического образования, и не менее 20 часов — на курсах непосредственно в организации.

Производственное обучение проводится под руководством преподавателя, мастера (инструктора) производственного обучения или высококвалифицированного рабочего в учебных лабораториях, мастерских, цехах, на полигонах, рабочих местах, специально создаваемых в организациях, в учреждениях образования. При отсутствии необходимой учебно-материальной базы допускается проведение производственного обучения на существующих рабочих местах.

Продолжительность производственного обучения профессиям рабочих, занятых на работах с повышенной опасностью, устанавливается не менее двенадцати рабочих дней, для других работ — менее четырех рабочих дней.

Подготовка, переподготовка, получение второй профессии, повышение квалификации по профессии рабочих заканчивается экзаменом в квалификационной комиссии, состав которой определяется в соответствии с Положением о порядке аттестации лиц, прошедших обучение профессиям рабочих в условиях непрерывного профессионального обучения, и присвоением им квалификации. В экзаменационные билеты включаются вопросы по охране труда.

Обучение профессиям рабочих, занятых на работах с повышенной опасностью, завершается квалификационным экзаменом и экзаменом по охране труда. Обучение и проверка знаний по вопросам охраны труда при переподготовке (переобучении) рабочих, освоении второй (смежной) профессии осуществляются в том же порядке, и при первоначальном обучении профессии. Допускается обучение по сокращенной программе с учетом ранее изученного материала и уровня подготовки рабочего.

Рабочие, имеющие перерыв в работе по профессии более трех лет, проходят стажировку перед допуском к самостоятельной работе.

Рабочие, принятые или переведенные на работы с повышенной опасностью, к самостоятельной работе допускаются после прохождения стажировки и проверки знаний по вопросам охраны труда.

Во время стажировки рабочие выполняют работу под руководством назначенных приказом (распоряжением) руководителя организации мастеров, бригадиров, инструкторов и высококвалифицированных рабочих, имеющих стаж практической работы по данным профессии или виду работ не менее трех лет. За руководителем стажировки может быть закреплено не более двух рабочих. Руководители стажировки и рабочие, проходящие стажировку, должны быть ознакомлены с приказом (распоряжением) о прохождении стажировки.

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

При подготовке, переподготовке, получении второй профессии повышении квалификации рабочих на рабочих местах стажировав может не проводиться.

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

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

Проверку знаний рабочих по вопросам охраны труда проводит комиссия организации или комиссия структурного подразделения. запись о прохождении проверки знаний вносится в удостоверение по охране труда и личную карточку прохождения обучения (если она применяется).

При обучении, стажировке рабочих в других государствах допуск их к работе осуществляется после проверки знаний по вопросам охраны труда.

В организации приказом ее руководителя создается комиссия для проверки знаний по вопросам охраны труда. С учетом структуры, численности работников и специфики деятельности в организации могут быть созданы несколько комиссий, а также комиссии структурных подразделений.

Возглавляет комиссию организации руководитель организации заместитель руководителя, ответственный за организацию охраны труда. В ее состав включаются специалисты службы охраны туда, юридической службы, главный энергетик, главный ме-

ханик, главный технолог и другие главные специалисты, уполномоченные представители профсоюзов, представители государственных органов надзора и контроля (при необходимости и по согласованию с этими органами).

Комиссии структурных подразделений возглавляют руководители структурных подразделений или их заместители.

Руководители и специалисты структурных подразделений организации, а также члены комиссий структурных подразделений проходят проверку знаний в комиссии организации.

Комиссия организации (структурного подразделения) правомочна принимать решение при участии в ее работе не менее половины состава комиссии (не менее трех человек). Участие в работе комиссии ее председателя либо заместителя председателя является обязательным.

Решение комиссии организации (структурного подразделения) о результатах проверки знаний по вопросам охраны труда принимается большинством голосов присутствующих членов комиссии и оформляется протоколом, который подписывается председателем (заместителем председателя) и членами комиссии, принимавшими участие в к работе. В случае равенства голосов решение принимается председателем комиссии. Протокол хранится в течение пяти лет.

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

Лица, не прошедшие проверку знаний, проходят повторную проверку в срок не более одного месяца.

Вопрос о работе по профессии (соответствии занимаемой должности) лица, не прошедшего проверку знаний повторно, рассматривается нанимателем в соответствии с законодательством.

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

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

Перед началом трудовой деятельности обучающихся и воспитанников учреждений образования вне учебных занятий (студенческие отряды, лагеря труда и отдыха, иные трудовые объединения. сельскохозяйственные, строительные и другие работы) с ними

проводится обучение по вопросам трудового законодательства и охраны труда в учреждениях образования.

Организации, которые привлекают к работам обучающихся и воспитанников учреждений образования, проводят их обучение, инструктаж, стажировку и проверку знаний по вопросам охраны труда в общеустановленном порядке.

Обучение и повышение уровня знаний руководителей и специалистов по охране труда осуществляется при всех видах обучения.

Руководители и специалисты, вновь принимаемые на работу, проходят вводный инструктаж, вышестоящий руководитель знакомит их с должностными обязанностями, состоянием охраны труда, организацией работы и мерами по обеспечению безопасности труда на вверяемом им объекте.

Специалисты, принятые или переведенные на работы, связанные с ведением технологических процессов, эксплуатацией, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, коммуникаций, зданий и сооружений, а также занятые на подземных работах, перед допуском к самостоятельной работе кроме вводного инструктажа проходят стажировку по занимаемой должности, срок которой определяется руководителем предприятия.

На каждом предприятии должен составляться и утверждаться Перечень должностей руководителей и специалистов, которые обязаны проходить периодическую проверку знаний по вопросам охраны труда.

Специалисты и руководители предприятия не позднее одного месяца со дня вступления в должность, а также периодически не реже одного раза в три года проходят проверку знаний по охране труда.

Для проверки знаний руководителей и специалистов создается комиссия. В ее состав включают работников служб охраны труда, юридической, отраслевых специалистов (энергетик, механик, технолог). Проверка знаний по вопросам охраны труда проводится с участием представителей профсоюза или трудового коллектива, членом которого является руководитель либо специалист, а также представителей государственных органов надзора и контроля (по согласованию).

Перечень контрольных вопросов, по охране труда для проверки знаний руководителей и специалистов разрабатывается соответствующими вышестоящими органами управления, а также учебными центрами, комбинатами, институтами с учетом направленности производственной деятельности на основе Примерного перечня вопросов для обучения и проверки знаний по охране труда руководителей и специалистов.

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

Руководители и специалисты, не прошедшие проверку знаний по охране труда, обязаны в срок не позднее одного месяца пройти повторную проверку знаний. Вопрос о соответствии занимаемой должности руководителей и специалистов, не прошедших

проверку знаний по охране труда во второй раз, решается нанимателем в соответствии с нормами трудового законодательства.

Внеочередная проверка знаний руководителей и специалистов по охране труда проводится в случаях:

- введения в действие новых либо переработанных нормативных правовых актов (документов) по охране труда;
- ввода в эксплуатацию нового оборудования либо внедрения новых технологических процессов;
- перевода руководителя (специалиста) на другое место работы либо назначения его на другую должность, которая требует дополнительных знаний по охране труда;
- требования государственных органов надзора и контроля по охране труда при выявлении нарушений действующих нормативных правовых актов (документов) по охране труда;
- нарушения руководителем (специалистом) или находящимися в его подчинении работниками требований законодательства по охране труда, которые привели или могли бы привести к аварии, несчастному случаю на производстве и другим тяжелым последствиям;
- перерыва в работе на данной должности более одного года.

Во все учебные планы и программы курсов повышения квалификации по специальности (профессии) должны включаться вопросы по охране труда в объеме не менее 10% от общего объема учебных часов.

1.10. Виды инструктажей, их характеристика и методика проведения

Вне зависимости от занимаемой должности, профессии и квалификации все участники производственного процесса проходят *инструктаж* по охране труда, который бывает: **вводный; первичный на рабочем месте; повторный; внеплановый; целевой.**

Вводный инструктаж проводят: со всеми работниками, которые впервые принимаются на постоянную или временную работу, независимо от их образования, трудового стажа, стажа работы по этой профессии, специальности, должности, а также с командированными при участии их в производственном процессе или выполнении работ на территории организации, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику. Вводный инструктаж проводит инженер по охране труда либо специалист, на которого возложены эти обязанности, а с учениками в учебном заведении - преподаватель либо мастер производственного обучения. Запись о проведении вводного инструктажа фиксируется в Журнале регистрации вводного инструктажа по охране труда, а также в документе о приеме на работу.

Инструктируемого знакомят с общими сведениями о предприятии, характерными особенностями производства, правилами внутреннего трудового распорядка, общими правилами поведения работающих на территории предприятия. Разъясняют основные положения законодательства об охране труда, рассказывают об особенностях воздействия на организм человека опасных и вредных производственных факторов, требованиях производственной санитарии и гигиены, мерах и средствах защиты. Затрагиваются также вопросы пожарной безопасности, способы и средства тушения пожаров. Рассматриваются другие вопросы безопасности, характерные для данного конкретного производства.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится до начала производственной деятельности с работниками, принятыми на работу; переведенными из одного подразделения в другое; непосредственно принимающими участие в производственном процессе (выполняемых работах) у нанимателя; выполняющими работы по заданию организации.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится с каждым работником индивидуально, с практическим показом безопасных приемов и методов работы. Допускается проводить его с группой работников, обслуживающих однотипное оборудование и в пределах общего рабочего места. Он проводится на рабочем месте по утвержденной программе, которая учитывает особенности производства или выполняемых работ и требования нормативных правовых актов по охране труда либо в соответствии с инструкцией по охране труда для данной профессии или выполняемой работы.

Примерный перечень вопросов первичного инструктажа на рабочем месте приведен в Правилах обучения безопасным методам и приемам работы, проведения инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны труда.

В Журнале регистрации инструктажа по охране труда или личной карточке прохождения обучения указывается наименование программы или номера инструкций, по которым проведен инструктаж.

Повторный инструктаж проходят все работники независимо от квалификации, образования, стажа и характера выполняемой работы не реже одного раза в полугодие. Он проводится либо с группой работников, обслуживающих однотипное оборудование и в пределах общего рабочего места по программе первичного инструктажа на рабочем месте, либо в объеме инструкций по охране труда на рабочем месте.

Перечень профессий и должностей работников, освобождаемых от первичного и повторного инструктажей на рабочем месте, составляется службой охраны труда с участием профсоюза и утверждается руководителем организации.

Внеплановый инструктаж проводятся:

- при введении в действие новых либо переработанных нормативных актов (документов) по охране труда или внесении изменений в них;

• изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приборов и инструментов, сырья, материалов и иных факторов, воздействующих на охрану труда;

• нарушении рабочим нормативных правовых актов (документов) по охране труда, которые могли привести либо привели к травмированию, аварии или отравлению;

• по требованию государственных органов надзора и контроля при нарушении работниками действующего законодательства и нормативных актов по охране труда;

• перерывах в работе по профессии (в должности) болеешести месяцев;

• поступлении информации об аварии и несчастных случаях, происшедших на аналогичных производствах.

Внеплановый инструктаж проводится индивидуально либо с группой работников одной профессии. Объем и содержание инструктажа определяются в каждом конкретном случае в зависимости от причины и обстоятельств, вызвавших необходимость его проведения, а также с учетом уровня выполнения требуемых правил безопасности на рабочих местах. При регистрации внепланового инструктажа указывается причина его проведения.

Целевой инструктаж проводится:

• при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузка, разгрузка, уборка территории и т.д.);

• ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф;

• проведении экскурсии на предприятии, организации массовых мероприятий с учащимися (походы, спортивные соревнования и т.д.);

• производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск или разрешение.

Целевой инструктаж с работниками, проводящими работы по наряду-допуску, разрешению и пр., фиксируется в наряде-допуске, разрешении и ином документе.

Первичный, повторный, внеплановый и целевой инструктажи проводит непосредственно руководитель работ (начальник производства, цеха, участка, мастер, инструктор и т. д.).

Инструктажи на рабочем месте завершаются устным опросом либо проверкой знаний с помощью технических средств обучения, а также проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы.

Проведение всех видов инструктажей фиксируется в соответствующих журналах установленной формы либо в личном листке обучения и инструктажа рабочего лицом, проводящим инструктаж. Подписи инструктируемого и инструктирующего в журнале обязательны.

Журналы регистрации инструктажей должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью. Журнал регистрации вводного инструктажа заверяется

подписью руководителя организации или уполномоченного им лица. Остальные журналы регистрации инструктажей заверяются подписью руководителя организации или структурного подразделения.

Глава 2. анализ условий труда

2.1 Факторы, воздействующие на формирование условий труда

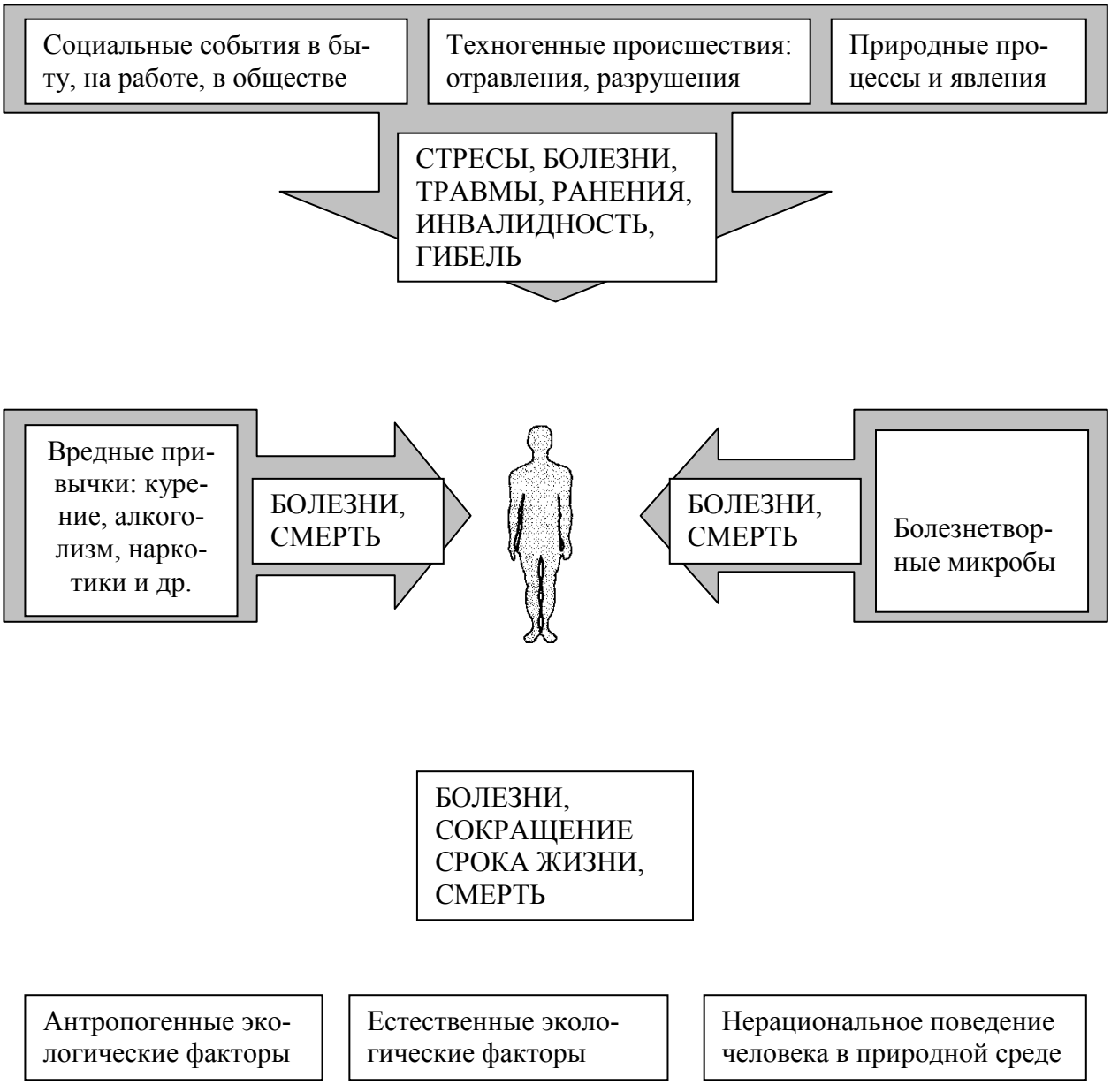


Рис. 2.1. **Основные опасности для человека**

В процессе труда человек вступает во взаимодействие с предметами труда, орудиями труда, другими людьми. Кроме того, на него воздействуют различные параметры производственной обстановки, в которой протекает труд (температура, влажность и подвижность воздуха, шум, вибрация, вредные вещества, различные излучения и т. п.). Все это в совокупности характеризует определенные условия, в которых протекает труд человека. От условий труда в большой степени зависят здоровье и работоспособность человека, его отношение к труду и результаты труда. При плохих условиях резко снижается производительность труда и создаются предпосылки для возникновения травм и профессиональных заболеваний.

Под производственной средой в данном случае подразумевается не простая сумма материальных и санитарно-гигиенических условий, в которых протекает труд человека, а значительно более сложное социальное явление, включающее не только вещественные элементы технического и природного характера, а прежде всего социальные элементы, формирующиеся под совокупным воздействием производительных сил и произведенных отношений.

Под *условиями труда* понимается совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье работоспособность человека в процессе труда. Под производственной средой в данном случае подразумевается не простая сумма материальных и санитарно-гигиенических условий, в которых протекает труд человека, а значительно более сложное социальное явление, включающее не только вещественные элементы технического и природного характера, а прежде всего социальные элементы, формирующиеся под совокупным воздействием производительных сил и произведенных отношений.

Для целенаправленной деятельности по улучшению условий руда необходимо знать факторы, воздействующие на их формирование. В соответствии с классификацией, эти факторы объединены в три группы: I - социально-экономические, II - технические и организационные, естественно-природные.

Первая группа факторов является определяющей **(**обусловлена господствующими в обществе производственными отношениями. Сюда относятся: нормативно-правовые факторы (законы о труде, правила, нормы, стандарты и т. п.; практика государственного и общественного контроля за их соблюдением); социально-психологические факторы, характеризующие отношение работника к труду, психологический климат в коллективе и т. п.; общественно-политические факторы (общественные формы движения за создание благоприятных условий труда, изобретательство и т. п.); экономические факторы (система льгот и компенсаций, моральное и материальное стимулирование и т. п.).

Вторая группа факторов оказывает непосредственное воздействие на формирование материально-вещественных элементов условий труда (средства труда, предметы и орудия труда, технологические процессы, организационные формы производства, применяемые режимы труда и отдыха и т. п.).

Третья группа факторов характеризует воздействие на работников климатических, геологических и биологических особенностей местности, где протекает работа.

В процессе производства весь этот сложный комплекс факторов, воздействующих на формирование условий труда, объединен многообразными взаимными связями.

2.2 Опасные и вредные производственные факторы

Опасным называется производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья. Если же производственный фактор приводит к заболеванию или снижению работоспособности, то его считают *вредным* (ГОСТ 12.0.002-80).

В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным. В ГОСТ 12.0.003-74* «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» приводится классификация элементов условий труда, выступающих в роли опасных и вредных производственных факторов. Они подразделяются на четыре группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

К физическим опасным и вредным производственным факторам относятся: движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования, передвигающиеся изделия (материалы, заготовки), разрушающиеся конструкции, обрушивающиеся горные породы; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука, инфразвуковых колебаний; повышенное или пониженное барометрическое давление и его резкое изменение; повышенные или пониженные влажность, подвижность, ионизация воздуха; повышенный уровень ионизирующих излучений; повышенное значение напряжения в электрической цепи; повышенные уровни статического электричества, электромагнитных излучений; повышенная напряженность электрического, магнитного полей; отсутствие или недостаток естественного света; недостаточная освещенность рабочей зоны; повышенная яркость света; пониженная контрастность; прямая и отраженная яркость; повышенная пульсация светового потока; повышенные уровни ультрафиолетовой и инфракрасной радиации; острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования; расположение рабочего места на значительной высоте относительно земли (пола); невесомость.

К химическим опасным и вредным производственным факторам относятся химические вещества, которые по характеру воздействия на организм человека подразделяются на токсические, раздражающие, сенсибилизирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию. По путям проникновения в организм человека они делятся на проникающие через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки.

К биологическим опасным и вредным производственным факторам относятся патогенные микроорганизмы бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) продукты их жизнедеятельности, а также макроорганизмы (растения и животные).

К психофизиологическим опасным и вредным производственным факторам относятся физические (статические динамические) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

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

Физические опасные и вредные производственные факторы подразделяются на:

- движущиеся машины и механизмы;
- подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
- разрушающиеся конструкции;
- обрушивающиеся горные породы;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;'
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации;
- струмента и оборудования;
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола);
- невесомость.

Химические опасные и вредные производственные факторы подразделяются:

- *по характеру воздействия на организм человека на*:

- токсические;
- раздражающие;
- сенсибилизирующие;
- канцерогенные;
- мутагенные;
- влияющие на репродуктивную функцию;

- *по пути проникновения в организм человека через*:

- органы дыхания;
- желудочно-кишечный тракт;
- кожные покровы и слизистые оболочки.

Биологические опасные и вредные производственные факторы включают биологические объекты:

- патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности.

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

- физические перегрузки;
- нервно-психические перегрузки.

Физические перегрузки подразделяются на:

- статические;
- динамические.

Нервно-психические перегрузки подразделяются на:

- умственное перенапряжение;

- перенапряжение анализаторов;
- монотонность труда;
- эмоциональные перегрузки.

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

Совокупность указанных опасностей и вредностей формирует условия труда, воздействующие на персонал.

2.3. Категории тяжести труда

Успех работы по улучшению условий труда в большой степени зависит от правильного анализа состояния условий труда и оценки этого состояния как по отдельным элементам, так и в целом по какому-либо показателю. Таким показателем, который бы с достаточной для практики точностью учитывалось «разнокачественное» влияние всех элементов условий труда, в настоящее время принят показатель *тяжести труда*. Правомерность применения такого показателя обусловлена тем, что организм человека одинаково реагирует на воздействие самых разнообразных сочетаний элементов условий труда. Одинаковые по тяжести изменения в организме работающих могут быть вызваны различными причинами. В одних случаях причиной могут быть какие-либо вредные факторы внешней среды, в других — чрезмерная физическая или умственная нагрузка, в третьих— дефицит движений при повышенном нервно-эмоциональном напряжении и т. п.; возможно и разное сочетание этих причин.

Таким образом, тяжесть труда характеризует совокупность воздействие всех элементов, составляющих условия труда, на работоспособность человека, его здоровье, жизнедеятельность и восстановление рабочей силы. В таком представлении понятие тяжести труда одинаково применимо как к умственному, так и к физическому труду.

О степени тяжести труда можно судить по реакциям и изменениям в организме человека. Они, в конечном счете, служат показателем качества самих условий труда.

В соответствии с современной физической теорией функциональных систем различают три функциональных состояния организма (ФСО) человека: нормальное, пограничное (между нормой и патологией) и патологическое. Каждое из них имеет свои характерные признаки, позволяющие их распознать с помощью медико-физиологических и технико-экономических показателей.

В процессе труда под воздействием разных производственных элементов (факторов) и их комплексов у человека может сформироваться только одно из трех функциональных состояний организма. Поэтому их можно использовать в качестве физиологической шкалы, позволяющей установить категорию тяжести любой работы. Так были установлены три основных категории тяжести работы, соответствующие трем ФСО. Затем, на основании обширных исследований НИИ труда, были выделены внутри трех основных категорий еще три. Таким образом, в настоящее время объективно обосновано наличие шести категорий тяжести работ, которым соответствуют шесть групп условий труда.

При физическом труде функциональное напряжение организма является энергетическим, а при умственном труде — эмоциональным. Суточные затраты энергии для

лиц умственного труда составляют 10-12 МДж, для работников механизированного труда и сферы обслуживания — 12,5-13 МДж, для работников тяжелого физического труда — 17-25 МДж.

Тяжесть физического труда — это нагрузка на организм при труде, требующая преимущественно мышечных усилий и соответствующего энергетического обеспечения. Тяжесть физического труда определяется энергозатратами. Физическая нагрузка может быть *динамической* и *статической.*

Динамическая работа заключается в сокращении мышц при перемещении груза и самого тела человека или его частей в пространстве. В этом случае энергия расходуется как на поддержание определенного напряжения в мышцах, так и на механический эффект работы.

Величина динамической нагрузки определяется по формуле

$$W = k \cdot m \cdot g \cdot (H + 1/9 + H_1/2),$$

где W— работа, Дж; k— коэффициент, равный 6; m — масса груза, кг; g — ускорение свободного падения, м/с^2; H и H_1, — высота поднятия и опускания груза, м.

Условия труда по оценке массы перемещаемого груза до 15 кг являются оптимальными, до 30 кг — допустимыми (или вредными) 1-й степени тяжести. Перемещение грузов вручную массой более 30 кг не допускается.

Статическая нагрузка определяется затратами усилий без перемещения тела или его частей. Она характеризуется массой удерживаемого груза или прилагаемого усилия и временем удержания его в статическом состоянии. При легкой физической нагрузке величина статической нагрузки за смену при удержании груза двумя руками не должна превышать 36 000 кг-с, при удержании груза с участием мышц корпуса и ног — 43 000 кг-с, при физической нагрузке средней и большой тяжести — соответственно 70 000 кг-с и 100 000 кг-с.

напряженность умственного труда характеризуется эмоциональной нагрузкой на организм при труде, требующем преимущественно работы мозга по получению и переработке информации.

Наиболее легким умственным трудом принято считать труд, не требующий принятия решения. Такие условия труда считаются оптимальными. Условия труда относятся к допустимым, если оператор работает и принимает решения в рамках одной инструкции. К вредным условиям 1-й степени относится труд, который связан с решением сложных задач по известным алгоритмам или работой с использованием нескольких инструкций. К труду 2-й степени относится творческая деятельность, требующая решения сложных задач при отсутствии очевидного алгоритма решения.

Напряженность труда зависит от длительности сосредоточенного наблюдения и числа одновременно наблюдаемых объектов. При ддительности сосредоточенного наблюдения до 25 % от продолжительности рабочей смены условия труда характери-

зуются как оптимальные, 26-50 — допустимые, 51-75 — напряженные 1-й степени, более 75 % — 2-й степени.

При численности объектов до 5 включительно условия труда относятся к оптимальному классу, от 6 до 10 — допустимому классу, более 10 — условия труда относятся к напряженным. При этом к первой степени напряженного труда (класс 3.1) относятся производственные процессы с числом подконтрольных объектов от 11 до 25, а ко второй степени (класс 3.2) — 26 и более объектов.

Работа с видеодисплейными терминалами (ВДТ) до 2 ч за смену считается оптимальной, до 3 ч — допустимой. Работа за компьютером или наблюдение за процессом по ВДТ свыше 3 ч относится к напряженному труду. При этом от 3 до 4 ч — 1-й степени (класс 3.1), более 4ч — 2-й степени (класс 3.2).

На степень напряженного состояния работника оказывает существенное влияние его ответственность за конечный или промежуточный результат труда.

Важными факторами, характеризующими класс условий напряженности трудового процесса, являются наличие или отсутствие риска для собственной жизни работника, монотонность труда, а также фактическая продолжительность рабочего дня и сменность работы. При продолжительности рабочего дня до 7 ч условия труда относятся к оптимальному классу, до 9 ч — к допустимому, более 9ч — к напряженному. Односменная работа без ночной смены — оптимальные условия; двухсменная работа без работы в ночную смену — допустимые условия, а трехсменная работа с работой в ночную смену определяется как напряженный труд 1-й степени.

Основным показателем трудовой деятельности человека является его *работоспособность,* т. е. способность производить действия, характеризующиеся количеством и качеством работы за определенное время.

2.4. Анализ причин травматизма

Анализ несчастных случаев является одним из основных путей борьбы с травматизмом. Только после выявления истинных причин того или иного несчастного случая появляются возможности для поиска путей исключения или снижения травматизма.

Анализ травматизма и заболеваемости на производстве проводится, как правило, по актам расследования несчастных случаев, профессиональных заболеваний, листкам временной нетрудоспособности.

Наиболее распространенный на практике анализ травматизма и заболеваемости - это изучение причин возникновения опасных и вредных Производственных факторов.

По сложившейся практике **причины травматизма и профессиональных заболеваний** принято подразделять на **организационные, технические, санитарно-гигиенические, психофизиологические.**

Организационные причины травматизма и профзаболеваний целиком зависят от уровня организации труда на предприятии - отсутствие или неудовлетворительное

проведение обучения и инструктажа, отсутствие проекта производства работ, несоблюдение режима труда и отдыха, неправильная организация рабочего места, отсутствие, неисправность или несоответствие условиям работы средств индивидуальной защиты, неудовлетворительный надзор за производством работ и т.д.

Технические причины травматизма и профзаболеваний можно характеризовать как причины, не зависящие от уровня организации труда на предприятии, - конструктивные недостатки оборудования, инструментов и приспособлений, несовершенство технологических процессов, средств сигнализации и блокировок и т.д. Эти причины иногда называют также конструкторскими или инженерными.

Санитарно-гигиенические причины связаны с неблагоприятными метеорологическими условиями труда, повышенными уровнями шума, вибрации, концентрациями вредных веществ в воздухе рабочей зоны, наличием вредных излучений, нерациональным освещением и т.д.

Психофизиологические причины обусловлены физическими и нервно-психическими перегрузками, нервно-эмоциональным перенапряжением, несоответствием условий труда анатомо-физиологическим особенностям работающего, неудовлетворительным психологическим климатом в коллективе и др.

2.5. Методы анализа травматизма

В настоящее время используют два основных метода анализа несчастных случаев **— статистический и монографический (клинический).**

Статистический *метод* анализа несчастных случаев базируется на анализе статистического материала, накопленного за несколько лет по предприятию или в отрасли. Он представляет собой совокупность приемов, основанных на целенаправленном сборе, накоплении и обработке информации о несчастных случаях с последующим расчетом статистических показателей. Для этого изучаются несчастные случаи по актам формы Н-1 и другим отчетам предприятий за определенный период времени. Данный метод позволяет определить динамику травматизма и его тяжесть на отдельных участках производства, в цехах, на предприятиях или в отраслях промышленности и выявить закономерности его роста или снижения.

Разновидностями статистического метода являются **групповой и топографический методы.**

При ***групповом методе*** травмы подбираются по отдельным однородным признакам: времени травмирования; возрасту, квалификации и специальности пострадавших; ведам работ; причинам несчастных случаев и т.д. Это позволяет выявить недостатки оборудования, организации работ или условий труда.

При ***топографическом методе*** все несчастные случаи систематически наносятся условными знаками на план расположения оборудования в цехе, на участке. Скопление таких знаков на каком-либо оборудовании или рабочем месте характеризует его

повышенную травмоопасностъ и способствует принятию соответствующих профилактических мер.

Однако статистический (с его разновидностями) метод анализа травматизма не изучает производственные условия, при которых происходят несчастные случаи, и поэтому не отвечает на многие вопросы, необходимые для разработки действенных мер по профилактике травматизма. Важным дополнением статистического метода является монографический (клинический) метод анализа травматизма.

Монографический (клинический) метод заключается в углубленном анализе объекта обследования в совокупности со всей производственной обстановкой. Изучению подвергаются технологические и трудовые процессы, оборудование, применяемые приспособления и инструменты, средства коллективной и индивидуальной защиты. Особое внимание уделяется оценке режимов труда и отдыха работающих, ритмичности работы предприятия (цеха). При этом выявляются скрытые опасные факторы, способные привести к несчастному случаю. Данный метод можно использовать и для разработки мероприятий по охране труда для вновь проектируемых предприятий.

В настоящее время применяются и другие методы анализа производственного травматизма — **экономический, эргономический, психологический, используется также способ моделирования.**

2.6. Коэффициенты анализа травматизма

Знание абсолютных численных показателей травматизма на производстве не дает полного представления об уровне и динамике его по сравнению с другими предприятиями, так как количество работающих на разных предприятиях неодинаково. Поэтому на практике для сравнительного анализа травматизма на предприятиях пользуются относительными количественными показателями: **коэффициентами частоты, тяжести, нетрудоспособности, смертности и экономическим показателем травматизма.**

Коэффициент частоты $К_ч$ выражает количество несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих. Обычно $К_ч$ определяется за год.

$$К_ч = 1000Т /Р,$$

где Т - количество учтенных несчастных случаев, приведших к потере трудоспособности; Р - среднесписочная численность работающих за этот же период времени.

Коэффициент тяжести $К_т$ определяют по формуле

$$К_т = Д/Т,$$

где Д - число дней нетрудоспособности, вызванных несчастными случаями, по которым закончилась временная нетрудоспособность (закрыты листки нетрудоспособности).

Коэффициент тяжести выражает число дней нетрудоспособности, приходящихся на одну травму.

В приведенной формуле коэффициент тяжести не отражает фактической тяжести несчастных случаев, так как при расчете не берутся случаи, нетрудоспособность которых не закончилась в отчетный период, и этот показатель также не учитывает потерь, связанных с полным выбытием погибших из трудового процесса. Поэтому при анализе травматизма подсчитывается коэффициент *нетрудоспособности* $К_{кн,}$ который показывает, сколько дней нетрудоспособности по травматизму приходится на 1000 работающих:

$$К_{кн} = К_т \cdot К_ч = Д \cdot 1000/Р.$$

Экономический показатель травматизма $К_э$ показывает материальный ущерб, принесенный предприятию одним несчастным случаем, и рассчитывается по формуле

$$К_э = М/Т,$$

где М - величина суммарного материального ущерба предприятию вследствие травматизма, руб.

Материальные последствия М по каждой из основных причин производственного травматизма вычисляются по формуле

$$М=МтУт,$$

где Мт - общая сумма материального ущерба от производственного травматизма; $У_т$ - доля числа дней нетрудоспособности по каждой причине производственного травматизма от общего их количества. Ут определяется по формуле

$$Ут=Дт/Дтп,$$

где Дт - число дней нетрудоспособности по каждой основной причине производственного травматизма (основная причина производственного травматизма определяется по данным пункта акта формы Н-1); Дтп - то же в целом по предприятию или производственному объединению (определяется по данным формы 7-ТВН статистической отчетности).

2.7. Личностные факторы безопасности

2.7.1. Анализаторы человека

В ходе эволюционного и социального развития у человека выработалась и сформировалась естественная система защиты от опасностей. Эта система отличается совершенством, но имеет определенные пределы, что вызывает необходимость исполъзования технических средств обеспечения безопасности жизнедеятельности в современной техносоциальной среде.

К личностным факторам, обуславливающим способность человека противостоять опасности, относят: психобиологический фактор, вытекающий из природных свойств психики индивида и проявляющийся в бессознательной регуляции; факторы психофизиологического качества личности; факторы социально-психологического качества личности.

Психобиологический фактор проявляется довольно сложно. Человеку, как известно, присущ целый комплекс безусловных рефлексов (инстинктов), которыми он неосознанно отвечает на различные опасности, угрожающие его организму (инстинкт самосохранения). Так, при возникновении опасности повреждения закрываются глаза, отдергивается рука и т. д.

Вторым фактором, определяющим реакцию человека на опасность являются психофизиологические качества и состояния человека. Эти качества проявляются в чувствительности человека к обнаружению сигналов опасности, в его скоростных возможностях по реагированию на такие сигналы, в его эмоциональных реакциях на опасности и т. п.

Рассматривая организм человека с точки зрения воздействия на него вредных и опасных факторов в процессе деятельности, выделяют собственно тело человека и такие анализаторы, как кожный покров, органы зрения, слуха, дыхания, обоняния, вкусовой чувствительности, а также системы дыхания, мышечную, кровообращения, костную, нервную и др. Любой анализатор организма состоит из рецепторов — концевых образований нервов, которые превращают энергию раздражителя в нервные импульсы. Нервные импульсы со скоростью 120 м/с передаются в кору головного мозга. Поэтому анализаторы называют чувствующими приборами организма. Не всякий раздражитель, воздействующий на анализатор, вызывает ощущение. Чтобы оно возникло, интенсивность раздражителя должна достичь определенной величины, которую называют нижним абсолютным порогом чувствительности. Интенсивность раздражителя, после которого вызывается боль и нарушается адекватная (нормальная) деятельность анализатора, называется верхним порогом чувствительности. Минимальная разность между интенсивностями двух раздражителей, которая вызывает едва заметное различие ощущений, называется дифференциальным порогом, или порогом различения. Величины порогов чувствительности не стабильны даже у одного человека. Они зависят от многих факторов, часто трудно учитываемых. Время от начала воздействия раздражителя до появления ощущения получило название латентного (скрытого) периода.

Тело человека характеризуется формой и размерами. Эти размеры называют антропометрическими характеристиками. Различают статистические (соматические) и динамические характеристики. К соматическим относят размеры тела и его частей в положении стоя или сидя, к динамическим— **силу** костно-мышечной системы, углы вращения в суставах, изменение размеров при перемещении части тела в пространстве. Антропометрические характеристики необходимы при решении многих вопросов безопасности. С учетом этих показателей конструируют ограждения, определяют безопасные расстояния, размеры проходов, лазов, люков, а также эргономические требования к рычагам управления, оборудованию, кабинам водителей, рабочему месту при выполнении работ сидя или стоя.

Кожный покров тела осуществляет функции защиты от веских повреждений и участвует в терморегуляции организма. Кроме того, он выступает как анализатор, обеспечивающий восприятие прикосновения (тактильная чувствительность), вибраций, боли, тепла, холода.

Характерная особенность кожной чувствительности — болевые ощущения. Биологический смысл боли в том, что она является сигналом об опасности и мобилизует организм на самосохранение. Под влиянием болевого сигнала перестраивается работа всех систем организма и повышается его реактивность.

Вкусовые и обонятельные ощущения отражают свойства вещества. В отдельных случаях они могут сигнализировать человеку о содержании в воздухе ряда веществ в количествах миллиграмма на литр. Абсолютные пороги вкусового анализатора примерно в 10000 раз выше, чем обонятельные. Вибрационная чувствительность, по мнению большинства исследователей, обусловлена теми же рецепторами, что и тактильная. Диапазон вибрационной чувствительности находится в интервале от 1 до 12000 Гц с наибольшей чувствительностью в диапазоне от 200 до 250 Гц,

Температурная чувствительность кожи зависит от ее температуры. Когда определенная область кожи адаптируется и становится нечувствительной к внешней температуре, то говорят, что температура среды находится на физиологическом нуле. Температура кожи несколько ниже температуры тела, равной 36 — 37°С. На лбу здорового человека она составляет 34 — 35, на лице 20 — 25, на животе 34, на стопах ±5 — 27°С. Для тепловых рецепторов нижний порог чувствительности примерно равен 0,2°С, для холодовых — 0,4°С. Порог различения составляет около 1 град.

Органы дыхания (легкие, дыхательные пути) человека служат для процесса газообмена. В результате кровь чело века обогащается кислородом, а наружу выделяется углекислый газ. Если вдыхаемый воздух содержит 21% кислорода, то выдыхаемый 16%. В сутки в кровь поступает до 500 л кислорода и выделяется 400 л углекислого газа.

Органы зрения и слуха наиболее активно участвуют в обеспечении безопасности. Так, через орган зрения человек получает до 90% информации об окружающей среде, в том числе о ситуации на рабочем месте через средства отображения информации: табло, шкалы приборов и т. п.

Значительную часть информации об окружающем мире человек получает с помощью звуковых сигналов. Слуховой аппарат человека обладает способностью различать высоту, громкость и тембр звуков, а также воспринимать положение тела в пространстве, что имеет важное значение в обеспечении безопасности.

Костно-мышечная система характеризуется прочностью костей к воздействию на них внешних сил и мышечной силой. Сила мышц различна и зависит от пола, состояния организма, характера выполняемых работ.

Кровообращение — непременное условие жизнедеятельности организма. При остановке кровообращения смерть наступает через несколько минут, так как головной мозг весьма чувствителен к недостатку крови, а точнее — к недостатку кислорода. В организме человека находится около 5 л крови. Потеря примерно половины ее приводит к смерти. Однако свойство крови свертываться в области ран препятствует ее потере при ранениях.

Нервная система управляет всеми физиологическими функциями организма и связывает его с внешней средой. Всякого рода изменения в окружающей среде (колебание температуры, давления, состава воздуха и т. д.), воздействую на нервные импульсы, передаются ими соответствующим органам для регулирования их деятельности, в первую очередь это касается сердечнососудистой системы и органов дыхания.;

Характеризуя функционирование анализаторов человек и его систем, отметим, что в реальных условиях деятельности на них действуют одновременно несколько раздражителей, влияющих на всю систему анализаторов. При этом установлено, что зрительный анализатор чувствителен не только к свету, но и к действию запахов, высокой температуры, вибрации, шуму. При наличии этих факторов чувствительность зрительного аппарата снижается. Подобное явление наблюдается и у других анализаторов.

2.7.2. Психофизиологические основы безопасности труда

Психофизиологические основы безопасности труда базируются на психологии и физиологии трудовой деятельности. *Психология* — это наука, занимающаяся изучением психического отражения действительности в сознании человека. Она включает в себя ряд научных направлений таких, как психология труда, психология безопасности, инженерная психология и эргономика.

Предметом психологии труда является изучение психических аспектов трудовой деятельности, в частности психических компонентов, побуждающих, направляющих и

регулирующих активность производственного персонала, а также свойства личности, через которые эта активность реализуется.

Для профилактики утомления, снижения риска производственного травматизма и профессиональной заболеваемости при организации производства, применении сложных технических и технологических систем наибольший интерес представляет *психология безопасности,* предметом которой являются психические процессы, свойства и состояния. Она изучает психологические, т. е. зависящие от человека (человеческого фактора) причины несчастных случаев и аварий и разрабатывает методы и средства, снижающие или исключающие риск травмирования и заболеваемости. Причины, связанные с человеческим фактором, негативно влияют на поведение работника, что и создает аварийные ситуации.

Психические процессы, свойства и состояния, влияющие на «опасность. В структуре психической деятельности человека различают три основные группы компонентов: психические процессы, свойства и состояния.

Психические процессы являются основой психической деятельности. Без них невозможно формирование профессиональной компетентности, приобретение знаний, профессионального и жизненного опыта. Различают *познавательные, эмоциональные* и *волевые* психические процессы. Такие психические процессы, как восприятие, память, внимание, мышление, являются регуляторами трудовой деятельности.

Восприятие — это отражение в сознании человека предметов или явлений при их воздействии на органы чувств. Для восприятия используется информация от различных анализаторов — зрительного, слухового, тактильного и др.

Для качественного восприятия информации, в частности, по безопасности труда, необходимо обеспечить ее новизну, актуальность, краткость, эмоциональность воздействия.

Память — это свойство запоминания, сохранения и последующего воспроизведения человеком информации, непосредственно связанной с безопасностью. Запоминание тесно связано с забыванием. Установлено, что в среднем за первые девять часов полученная информация уменьшается на 65 %, поэтому для восполнения утраченной информации необходимо проводить повторное обучение, инструктажи, переаттестацию и т. п.

Внимание — это направленность сознания человека на определенные объекты, процессы, явления, имеющие в данной ситуации существенное значение, а также сосредоточение сознания, предполагающее повышенный уровень умственной или двигательной активности.

В охране труда для привлечения работников к различным опасностям и вредностям используются зрительные, звуковые, цветовые и другие средства.

Мышление — это процесс познания действительности, характеризующийся обобщением. В процессе мышления осуществляется выбор решения, которое реализуется в

последующих действиях человека. Ошибочное решение является следствием неверной оценки ситуации из-за недостаточности знаний, опыта, компетентности, а также ошибочного осмысления полученной информации.

При принятии решений важное значение имеет эмоционально-чувственная сфера человека, к которой относятся чувства, эмоции, настроение.

Чувства — это субъективное отражение в сознании человека реальной действительности. Чувство утраты реальности, ложный страх и т. п. могут явиться причинами создания опасных ситуаций на производстве.

Чувственный тон человека, его эмоции и настроение играют важную роль в оценке реальной ситуации и обеспечении безопасности.

Чувственный тон — это эмоциональная окраска психического процесса. Отрицательным фактором чувственного тона, способствующим созданию опасных ситуаций, является болезненное отвращение к определенным раздражителям. Положительный чувственный тон, возникающий от приятных звуков, запахов, цвета, уменьшает утомляемость человека и снижает риск возникновения опасной ситуации. Это обстоятельство используется при эстетическом оформлении рабочей зоны и интерьера производственного помещения.

Эмоции — это переживание человеком какого-либо чувства. Эмоции бывают различного типа — стенические и астенические. Стенические эмоции — решимость, радость, воодушевление, азарт — побуждают человека к активным действиям, преодолению препятствий и устранению причин угрозы для человека. Астенические эмоции — боязнь, опасение, страх, испуг, ужас способствуют отказу от преодоления препятствий, замыканию в себе и необоснованным переживаниям. Тип эмоций связан с темпераментом и характером человека, поэтому темперамент и характер человека учитываются при его допуске к некоторым видам работ, связанных с большой ответственностью, необходимостью принятия быстрых и адекватных решений (авиадиспетчеры, операторы, управляющие опасными производственными процессами и др.).

В ряде случаев эмоции, определяемые характером и темпераментом человека, могут вызвать состояние аффекта — эмоционального состояния, быстро овладевающего человеком, бурно протекающего характеризующегося значительным изменением сознания, утратой самообладания, неадекватными в сложившейся ситуации действиями, поэтому людей, склонных к аффектам, нельзя допускать к особо ответственным и опасным работам, так как аффект может являться основной причиной несчастного случая, аварии и т. п.

Настроение — это общее эмоциональное состояние человека, формирующее в течение определенного периода времени характер протекания отдельных психических процессов и поведение человека. Настроение может являться причиной возникновения опасных ситуаций — привести человека к снижению трудоспособности, неспособности к активным действиям в преодолении возникших трудностей и т. п. По

этой причине работник, находящийся в эмоционально подавленном настроении, может быть временно отстранен от выполнения ответственных и связанных с высокой опасностью операций.

Воля — это форма психической активности человека, которая характеризуется регулированием самим человеком своего поведения (ограничением или отказом от других стремлений и побуждений во имя достижения поставленной цели). Основными характеристиками ясли являются: осмысленность и направленность действий на достижение цели, осознание ограничений, определяемое реальной ситуацией. Для профессиональной деятельности, требующей быстрых, решительных и осознанных действий, должны привлекаться люди с сильной волей.

Антиподом сильной воли являются такие качества человека, как внушаемость, нерешительность, безволие, импульсивность, поэтому людей с подобными качествами не следует использовать для выполнения ответственных работ, от результата которых зависят жизни людей, состояние технического или производственного объекта, вероятность возникновения аварии или чрезвычайной ситуации.

К психическим состояниям относится мотивация, которая очень тесно соприкасается с эмоционально-волевой сферой. Под мотивацией понимается совокупность желаний, устремлений, побуждений, мотивов, установок и других побудительных сил личности. Одним из важных мотивов человека является обеспечение безопасности. Неразвитость или ослабление этого мотива может вовлечь человека в опасную ситуацию.

Мотивация связана с другим понятием безопасности труда — риском, который может быть мотивированным и немотивированным (бескорыстным). Причинами мотивированного рискованного поведения могут быть выгода или опасность каких-либо потерь, проигрышей и т. п.

Готовность к риску индивида определяется его психологическими свойствами (характером, темпераментом, легкомыслием и т. п.).

Психические свойства, или особенности, характеризуют качества личности (интеллектуальные, эмоциональные, волевые, моральные, трудовые). Основными психическими свойствами человека, влияющими на его безопасность, являются характер и темперамент.

Характер человека определяется совокупностью индивидуальных психологических свойств, проявляющихся в типичных для конкретной личности действиях при определенных обстоятельствах и его к ним отношении. Совокупность психологических свойств образуют структуру характера. Характер работника должен учитываться при профессиональном отборе.

Темперамент — это характеристика динамических психологических особенностей: интенсивности, скорости, темпа, ритма психических процессов и состояний. По темпераменту люди подразделяются на холериков, меланхоликов, флегматиков и сангви-

ников. Темперамент людей, так же как и характер, определенным образом влияет на безопасность труда (например, меланхолики чаще холериков становятся жертвой при неблагоприятных обстоятельствах).

Психологические состояния. В психологии безопасности труда важное значение имеют психические состояния, запредельные и особые психические состояния. Они определяют особенности психической деятельности в конкретный момент (период) времени и могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на течение всех психических процессов, а значит, и на безопасность, производительность и качество труда.

В процессе трудовой деятельности психические состояния человека могут быть:

длительными, которые определяют отношение человека к выполняемой им работе и его общее психологическое настроение. Это прежде всего удовлетворенность или неудовлетворенность выполняемой работой, наличие заинтересованности в труде или безразличие к нему, психологический климат в трудовом коллективе и др.;

временными, возникающими из-за различных нарушений в производственном процессе, неполадок, конфликтных ситуаций;

периодическими, связанными с настроением на активную деятельность и желанием работать или, наоборот, с пониженной готовностью работать, утомлением, перенапряжением, сонливостью, апатией, скукой. вызванной однообразием и монотонностью работы.

Запредельные и особые (пароксизмальные-приступообразный**) формы психического напряжения.** Эффективность деятельности или работоспособность базируется на уровне психического напряжения (стресса). Чрезмерные формы психического напряжения обозначаются как запредельные, вызывающие дезинтеграцию психической деятельности, что снижает уровень психической работоспособности.

Возможны два типа запредельного психического напряжения тормозной и возбудимый.

Тормозной тип характеризуется скованностью и замедленностью движений. При этом снижается скорость ответных реакций, замедляйся мыслительный процесс, ухудшается память, появляется рассеянность и другие отрицательные признаки, несвойственные данному человеку в спокойном состоянии.

Возбудимый тип проявляется гиперактивностью, многословностью, дрожанием рук и голоса. При таком состоянии у людей обнаруживаются несвойственные им раздражительность, вспыльчивость, резкость, грубость, обидчивость.

Длительные психические напряжения и особенно их запредельные формы ведут к выраженным состояниям утомления.

К особым психическим состояниям, имеющим значение для психической надежности персонала или человеческого звена в сложных технических и технологических системах, относятся *пароксизмальные* расстройства сознания, т. е. психогенные из-

менения настроения и состояния, связанные с приемом психически активных средств (транквилизаторов, стимуляторов, алкогольных напитков).

Пароксизмальные состояния это группа расстройств, вызванных заболеваниями головного мозга и другими причинами (эпилепсия, обмороки).

Психогенные изменения настроения и аффективные состояния возникают под влиянием психических возбуждений, при этом проявляются безразличие, вялость, общая скованность, заторможенность, замедление мышления.

Аффективные состояния (взрыв эмоций) могут развиваться под влиянием обиды, оскорбления, производственных и других неудач. В таком состоянии у человека развивается снижение объема сознания. При этом возможны резкие движения, агрессивные и разрушительные действия. Лица, склонные к аффективным состояниям, относятся к категории с повышенным риском травмирования.

Лекарственные и алкогольные изменения психического состояния возникают в результате употребления различных психофармакологических средств.

Прием легких стимуляторов (чай, кофе) способствует повышению работоспособности, а прием активных стимуляторов (первитин, фенамин) может вызвать отрицательный эффект — ухудшение самочувствия, снижение скорости реакции и др.

Употребление транквилизаторов типа седуксен или элениум оказывает выраженное успокоение и предупреждение неврозов, одновременно снижая психическую активность, замедляет реакцию, а также вызывает апатию и сонливость.

Исследования свидетельствуют, что от 60 до 90 % травм происходит по вине самих пострадавших.

Пьянство и алкоголизм также оказывают отрицательное влияние на работоспособность, а посталкогольная астения (похмелье), кроме того, ведет к заторможенности и снижению чувства осторожности. Статистика свидетельствует, что около 65% на производстве смертность вызвана употреблением алкоголя.

Таким образом, контроль психического состояния персонала ответственных работ и принятие административных мер может положительно влиять на сокращение травматизма и повышение надежности работ сложных систем.

2.7.3. Эргономические основы безопасности

Исследование и использование связей, реально имеющих место в системе «человек - производственная среда», является предметом эргономики — науки о труде во всей его сложности и многообразии.

Термин «эргономика» в переводе с греческого языка означает «закон работы» (от греч. ergon — работа и nomos — закон). Впервые он был предложен в 1857 г. В. Ястшембовским, который под этим термином подразумевал науку о труде, основанную на закономерностях естествознания.

Эргономика изучает вопросы оптимального распределения и согласования функций между человеком и машиной, на основании чего проектируется процесс деятельности человека, его функции, обосновываются оптимальные требования к техническим средствам и производственной среде.

Рациональная совместимость возможностей человека и характеристик технических средств, оптимальное распределение функций между элементами системы «человек-машина» существенно повышают ее надежность, эффективность и обусловливают оптимальное использование человеком технических средств в соответствии с их назначением.

Для решения указанных задач эргономика использует данные и методы наук, изучающих свойства и возможности человека — физиологии, психологии, социологии и гигиены труда, антропологии, инженерной психологии и др. На их основании разрабатываются эргономические требования и рекомендации к различным видам технических средств, видам деятельности, организации трудового процесса, рабочим местам и производственной среде.

Эргономическая совместимость элементов системы «человек-техническое средство-производственная среда». Как следует из ранее сказанного, система «человек-техническое средство-производственная среда» (или «человек-машина») может работать надежно, эффективно и с минимальным риском для здоровья человека при обеспечении информационной, антропометрической, биофизической, энергетической, технико-эстетической и других совместимостей характеристик технического средства, производственной среды с психофизиологическими и другими свойствами и особенностями человека.

Информационная совместимость заключается в обеспечении такой информационной модели устройства (машины) — средств отображения информации (СОИ) и сенсомоторных устройств (органы управления), которая отражала бы все нужные характеристики машин в данный момент и позволяла человеку (оператору) безошибочно принимать и перерабатывать информацию, в соответствии с его психофизиологическими характеристиками и возможностями (информационными зонами визуального поля, особенностями внимания, памяти и др.).

Информационная модель позволяет человеку анализировать состояние управляемого объекта, принимать решения и осуществлять контроль и управление производственным процессом. Она должна адекватно отражать управляемый объект, состояние самой системы управления, обеспечивать оптимальный объем информации и т. д.

Средства отображения информации (СОИ) предназначены для получения человеком сведений о состоянии объекта управления. Эти данные предъявляются человеку в виде количественных и качественных характеристик. В сложных системах средства отображения информации часто становятся единственным источником информации

об управляемом объекте и производственном процессе, так как объекты управления могут быть невидимы, неслышимы и неосязаемы.

Средства отображения информации бывают визуальные (зрительные) и акустические (звуковые).

К визуальным СОИ относятся различные индикаторы (алфавитно-цифровые, знаковые, механические, на электронно-лучевых трубках и др.), используемые для отображения нескольких параметров одного объекта, сигнализаторы, табло и мнемосхемы, которые используются для наглядного отображения функционально-технологической схемы управляемого объекта и информации о его состояниях, достаточной для принятия правильных решений; отображения связи и характера взаимодействия управляемого объекта с другими объектами и внешней средой; сигнализации о нарушениях в работе объекта; быстрого выявления, локализации и способов ликвидации неисправностей.

Звуковые СОИ подразделяются на сигнализаторы речевых звуковых сообщений и системы речевой коммуникации. Звуковые информационные средства применяются для предупредительных или аварийных сигналов с целью снижения нагрузки на зрительный анализатор человека, а также при неблагоприятных условиях зрительной работы (ограниченная видимость, большая пространственная протяженность объекта и др.). Речевая коммуникация применяется для обеспечения гибкой связи между работающими, если требуется быстрый двусторонний обмен информацией, т. е. в ситуациях, когда есть опасность ошибочного опознания неречевого кода. В качестве звуковых информационных средств используются гудки, звонки, сирены, свистки, зуммеры и пр.

Акустические СОИ должны отвечать требованиям, которые исходят из психофизиологических возможностей человека, основных параметров слуховых ощущений (громкости, высоты и длительности звука).

Следует иметь в виду, что временной порог чувствительности слухового анализатора (длительность звукового сигнала), необходимый для возникновения слухового ощущения, так же как и пороги по интенсивности и частоте, не является постоянной величиной.

Органы управления предназначены для передачи управляющих воздействий от человека к машине и обеспечивают реализацию принятого решения (введение в действие дополнительных органов объекта управления, ввод и вывод информации на СОИ и т. п.).

Органы управления состоят из приводного элемента и исполнительной части. Приводные элементы органов управления являются элементами рабочего места, с которым непосредственно соприкасается оператор, поэтому эргономические требования к ним должны учитывать анатомические, биомеханические и психофизиологические свойства человека.

Органы управления подразделяются на несколько группировок.

По характеру выполнения действий различают три группы органов управления:

- органы управления одномоментного воздействия на систему, требующие движений, включения, выключения или переключения (нажатие кнопки, переключение тумблера, поворот переключателя и т. п.);
- органы управления, требующие повторяющихся движений: вращательных, нажимных, ударных (набор программы, печатание, перемещение рычага и т. п.);
- органы управления, требующие точных дозированных движений (поворотные кнопки радиоэлектронных устройств и т. п.).

По направлению перемещения приводимых элементов органы управления делятся на линейные (кнопки, педали), вращающиеся (поворотные кнопки) и смешанные (рычаги, тумблеры).

В зависимости от участия верхней или нижней конечностей в перемещении приводного элемента органы управления бываю ручные и ножные.

По степени важности и частоте использования органы управления делятся на органы управления постоянного (основного оперативного), периодического и эпизодического действия или на используемые очень часто, часто, редко.

Первая группа используется для анализа и оценки пространственно-компоновочного решения организации рабочего места, вторая — для оценки степени тяжести и напряженности труда.

По конструктивному исполнению органы управления подразделяются на кнопки и клавиши, рычажные переключатели (тумблеры), поворотные выключатели и переключатели, рычаги, педали, ножные кнопки и др.

Выбор органов управления зависит от характера управляющих действий (включение, переключение, регулирование и др.); требований к усилиям, точности, диапазону и скорости управляющих движений: рабочего положения тела человека (стоя, сидя, лежа); характера информации, предъявляемой оператору и вводимой им в машину; места расположения органа управления; размера, структуры и расположения отведенного пространства, типа рабочего места (стационарное, подвижное) и др.

Рекомендуется использовать преимущественно ручные органы управления, так как в этом случае можно управлять множеством органов, а при использовании ножных — не более двух органов. Ножные органы управления рекомендуется использовать, если требуется непрерывное выполнение операции управления при небольшой точности, когда прикладываемое усилие превышает 90Н, или если руки оператора перегружены другими операциями управления.

Органы управления в виде поворотных включателей и выключателей, нажимных кнопок, тумблеров рекомендуется применять для операций, требующих незначительных усилий и редко осуществляемых. Нажимные кнопки, клавиши рекомендуется ис-

пользовать для выполнения часто повторяющихся операций, не требующих приложения значительных физических усилий.

Органы управления поворотного типа (поворотные кнопки, маховики и др.) с большим числом оборотов следует применять в тех случаях, если требуется высокая точность в широком диапазоне непрерывного регулирования. Органы управления с дискретным регулированием следует использовать, если объектом можно управлять при помощи ограниченного числа дискретных перемещений с небольшой точностью.

Рычажные органы управления рекомендуется применять для выполнения ступенчатых переключений и плавного динамического регулирования одной или двумя руками при средних или больших усилиях.

Пространственно-антропометрическая совместимость предполагает необходимость учета размеров тела человека, его возможности обзора внешнего пространства, определения зоны досягаемости для конечностей и др.

Антропометрические характеристики человека подразделяются на статические и динамические. К статическим характеристикам относятся размеры тела и его отдельных частей — рук, ног, кистей, стоп ж др.. к динамическим — возможные углы поворота отдельных частей тела. зоны досягаемости.

Биофизическая совместимость предполагает создание параметров характеристик) окружающей (производственной) среды — уровней пума, вибрации, освещения, параметров микроклимата и т. п. — соответствующих нормативным документам и обеспечивающих приемлемую работоспособность и нормальное физиологическое состояние оператора.

Энергетическая (биомеханическая) совместимость предусматривает согласование прилагаемых усилий, затрачиваемой мощности, скорости и точности движений ручных и ножных органов управления, с биомеханическими возможностями человека, которые в зависимости от частоты их использования и важности должны располагаться в соответствующих зонах досягаемости. Усилия на органах управления не должны быть слишком маленькими, чтобы можно было контролировать выполненные действия, и не слишком большими, так как большие усилия приводят к быстрой усталости и перенапряжению мышц.

Технико-эстетическая совместимость заключается в обеспечении удовлетворенности человека от общения с машиной (прибором), от трудового процесса, за счет изящного исполнения устройства и его дизайна.

Рабочее место оператора - это место человека в системе «человек-машина», оснащенное средствами отображения информации, органами управления и вспомогательным оборудованием, на котором осуществляется его трудовая деятельность. Рабочее место может быть индивидуальным или коллективным (для двух и более операторов).

Рабочее место должно обеспечивать возможность удобного выполнения работ в положении сидя или стоя или в положениях и сидя, и стоя и соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 при работе сидя и ГОСТ 12.2.033-78 при работе стоя.

При выборе положения работающего необходимо учитывать: физическую тяжесть работ; размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего в процессе выполнения работ; особенности технологического процесса; мероприятия, направленные на снижение утомляемости.

Рабочее место включает в себя информационное поле (пространство со средствами отображения информации) и моторное поле (пространство с органами управления). В информационном поле зоны зрительного наблюдения (рис. 2.2) различают три зоны

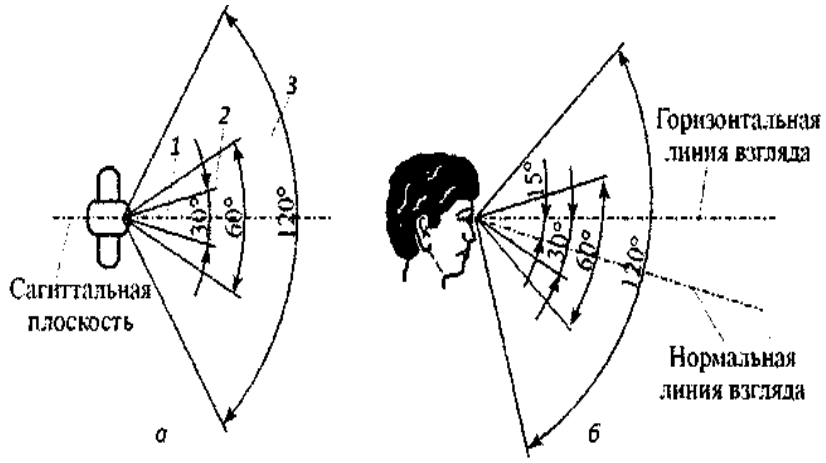


Рис. 2.2. **Зона зрительного наблюдения:** а - в горизонтальной плоскости; б – в вертикальной плоскости **(**сагиттальная- лат. делящая тело продольно на правую и левую половины**)**

В зоне 1 располагают очень часто используемые средства отображения информации, требующие точного и быстрого считывания показаний. В зоне 2 - часто используемые средства отображения информации, требующие менее точного и быстрого считывания. В зоне 3 - редко используемые средства отображения информации.

В моторном поле (рис. 2.3) также различают три зоны. Зона оптимальной досягаемости 1 - очень часто используемые органы управления и наиболее важные - 2 раза в минуту и более. Зона легкой досягаемости 2 - часто используемые органы

управления -2 раза в минуту. Зона досягаемости 3 - редко используемые органы управления - менее 2 раз в час.

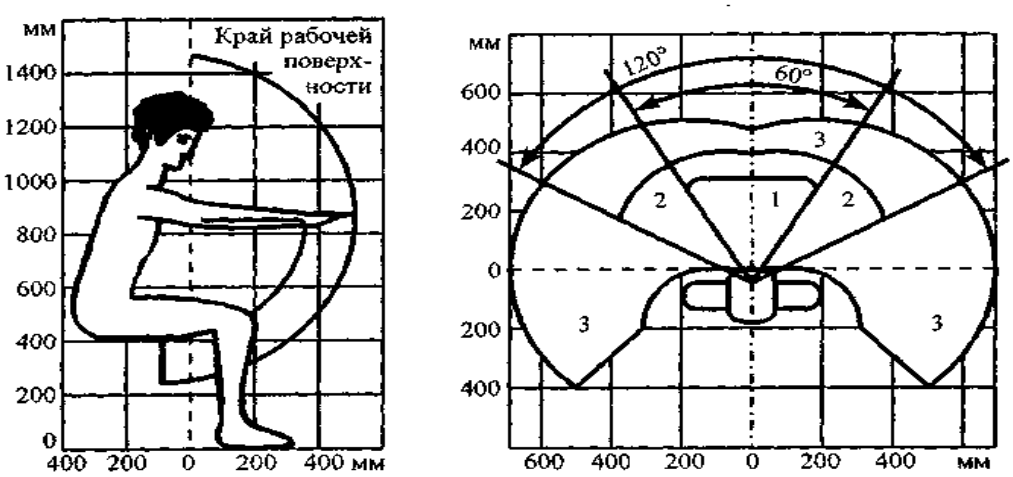


Рис. 2.3 **Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления**

Кроме зон зрительного наблюдения и зон досягаемости органов управления

при проектировании рабочего места необходимо знать также антропометрические данные конкретного оператора. Статистические характеристики основных антропометрических признаков мужчин и женщин приведены в ГОСТ 12.2.049-80.

Важным моментом в организации рабочего места является также определение занимаемой им производственной площади. Необходимость в этом диктуется тем, чтобы, во-первых, эта площадь позволяла удобно, с наименьшей затратой энергии, безопасно и производительно вести трудовой процесс, т.е. соответствовала нормам технологического проектирования, и, во-вторых, чтобы эта площадь по величине была не менее 4,5 $м^2$ на одного работающего, предусмотренной санитарными нормами проектирования промышленных предприятий (СанПиН № 9 – 94 РБ 98).

При расположении элементов рабочего места необходимо предусматривать необходимые средства защиты человека-оператора от опасных и вредных факторов в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74. Взаимное расположение элементов рабочего места должно способствовать оптимальному режиму труда и отдыха, снижению утомления оператора, предупреждению появления ошибочных действий.

Взаимное расположение пульта управления, кресла, органов управления и средств отображения информации должно соответствовать антропометрическим данным человека-оператора, структуре его деятельности, психофизиологическим и биомеханическим характеристикам человека-оператора.

2.7.4. Теория риска

Наряду с численными, балльными и другими приемами квантификации (введение количественных характеристик для оценки понятий) опасностей, наиболее распространенным является риск ***— частота реализации опасности.***

Риск — это отношение числа тех или иных неблагоприятных последствий к их возможному числу за определенный период. Например, риск гибели граждан Республики Беларусь в дорожно-транспортных происшествиях ($R_{дтп}$) за один год при ежегодной гибели ($П$) и при численности всех граждан (N) равен

$$R_{дтп} = П/N.$$

Различают индивидуальный и социальный или групповой риск.

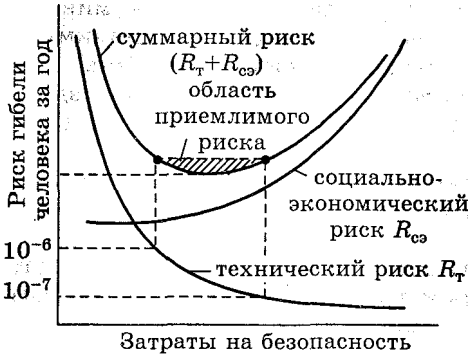
Индивидуальный риск характеризует опасность определенного вида для отдельного индивида.

Социальный — это риск для группы людей, характеризующий зависимость между частотой и числом пораженных при этом людей.

В настоящее время в ***большинстве стран мира концепция абсолютной безопасности (обеспечения нулевого риска) отвергнута*** как несоответствующая законам современной техносферы (т.к. в действующих системах невозможно обеспечить нулевую безопасность). ***Используется же концепция приемлемого (допустимого) риска***, суть которой состоит в стремлении к такой безопасности, которой приемлет общество в данный период времени, в зависимости от его социально-экономического уровня развития.

Приемлемый риск сочетает в себе технические, экономические, социальные и политические аспекты и представляет собой некоторый компромисс между уровнем безопасности и возможностями его достижения. Так, затрачивая чрезмерные средства на повышение безопасности технических систем, можно нанести ущерб социальной сфере (сокращение выполнения социальных программ).

На рис. 2.4 показан упрощенный пример определения приемлемого (допустимого) риска



При увеличении затрат на социальное развитие технического уровня производства технический риск снижается, но растет социальный. ***Суммарный риск*** имеет минимум при определенном соотношении между инвестициями в техническую и социальную сферы. Это

Рис.2.4. **Риск**.

обстоятельство учитывается при выборе риска, с которым общество на определенном этапе вынуждены мириться.

Максимально приемлемым уровнем индивидуального риска гибели считается риск, равный 10^{-6} в год, а пренебрежительно малым — 10^{-8} в год. В некоторых странах приемлемые риски устанавливаются в законодательном порядке. В Республике Беларусь концепция приемлемого риска пока не введена.

Уровень безопасности можно повысить, оптимально расходуя средства на совершенствование технических систем и объектов, организационные и административные мероприятия (подготовка персонала), а также экономические мероприятия (страхование, денежная компенсация ущерба, платежи за риск и т.д.).

В основе управления риском лежит методика сравнения затрат и получаемых выгод от снижения риска.

2.8. Основные направления обеспечения безопасности труда

2.8.1. Классификация несчастных случаев и профессиональных заболеваний

Производственный травматизм и профессиональные заболевания - это сложные многофакторные явления, обусловленные действием на человека в процессе его трудовой деятельности опасных и вредных факторов. Действие опасных факторов вызывает производственный травматизм, а действие вредных - острые или хронические профессиональные заболевания.

Между вредными и опасными производственными факторами наблюдается определенная связь. Обычно наличие вредных факторов способствует про-

явлению травмоопасных факторов. Например, чрезмерная влажность в производственном помещении и наличие токопроводящей пыли (вредные факторы) повышают опасность поражения человека электрическим током (опасный фактор).

Травма — это нарушение анатомической целостности физиологических функций тканей или органов человека, вызванное внезапным внешним воздействием.

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

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

По правовым последствиям для потерпевшего несчастные случаи подразделяются на две группы - производственные и бытовые.

Несчастный случай на производстве по ГОСТ 12.0.002 — это случай, в результате которого произошло воздействие на работающего опасного производственного фактора.

К несчастным случаям на производстве, которые подлежат расследованию, относятся травмы, в том числе ожоги, тепловые удары, обморожения, утопления, отравления, поражения электрическим током, молнией, излучением, телесные повреждения, причиненные другими лицами, а также полученные в результате воздействия животных и насекомых, взрывов, аварий, разрушения зданий, сооружений и конструкций, стихийных бедствий и других чрезвычайных ситуаций и иные повреждения здоровья, повлекшие за собой необходимость перевода потерпевшего на другую работу, временную (не менее одного дня) или стойкую утрату им трудоспособности либо его смерть.

При этом несчастные случаи являются производственными, если они произошли в течение рабочего времени, во время дополнительных специальных перерывов и перерывов для отдыха и питания, до начала и после окончания работ, при выполнении работ в сверхурочное время, в выходные дни, государственные праздники и праздничные дни, установленные и объявленные Президентом Республики Беларусь нерабочими:

- на территории организации, нанимателя, страхователя или в ином месте работы, в том числе в командировке, а также в любом другом месте, где потерпевший находился в связи с работой или совершал действия в интересах нанимателя;

- при следовании к месту работы или с работы на транспорте, предоставленном организацией, нанимателем, страхователем;
- на личном транспорте, используемом в интересах нанимателя, с его согласия или по его распоряжению (поручению);
- на транспорте общего пользования или ином транспорте, а также при следовании пешком или передвижении между объектами обслуживания либо выполнении поручения нанимателя;
- при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха (водитель-сменщик, проводник и т.п.);
- при работе вахтовым (экспедиционным) методом во время междусменного отдыха, а также при нахождении на судне в свободное от вахты и судовых работ время;
- при выполнении работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и их последствий;
- при участии в общественных работах безработных граждан, зарегистрированных в государственной службе занятости;
- при выполнении работ по гражданско-правовому договору на территории или вне территории страхователя и его контролем за безопасным ведением работ.

Несчастный случай *в быту (бытовой)* - это несчастный случай, происшедший с человеком в свободное от работы время при выполнении работ в домашней обстановке, на даче и при других аналогичных обстоятельствах.

По тяжести последствий несчастные случаи подразделяются:

- на несчастные случаи со смертельным исходом;
- несчастные случаи с тяжелым исходом;
- несчастные случаи без тяжелых последствий.

Тяжесть травм определяется лечебно-профилактическими учреждениями по утвержденной Министерством здравоохранения Республики Беларусь схеме.

По количеству потерпевших работников несчастные случаи подразделяются:

- на групповые, происшедшие с двумя и более работниками, независимо от тяжести последствий;
- происшедшие с одним работником.

2.8.2. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности.

Принцип — это идея, мысль, основное положение, а ***метод*** — путь или способ достижения той или иной цели. *Методы и принципы определенным образом взаимосвязаны*. Средства обеспечения безопасности определяют собой конкретное материальное воплощение принципов и методов (конструктивное, организационное и т.п.).

Выбор принципов, методов, средств определяется конкретными условиями деятельности, уровнями опасности, экономическими затратами и т.п.

Принципы обеспечения безопасности могут классифицироваться по нескольким признакам: ***ориентирующие*** (активность оператора, его замена, ликвидация или снижение опасности и т.п.); ***технические*** (принцип блокировки, герметизации, защиты расстоянием, слабого звена, экранирования, фильтрации и т.п.); ***организационные*** (защита временем, информации, нормирования, эргономичности, подбора кадров, резервирования и т.п.); ***управленческие*** (контроля, стимулирования, эффективности и т.п.).

Обеспечение безопасности может быть достигнуто реализацией трех основных методов: А, Б и В.

Метод А ***состоит в пространственном (или временном) разделении рабочей зоны, где находится человек в процессе деятельности (гомосфера), и пространства, в котором постоянно или периодически возникают опасности (ноксосфера). Этот метод может быть реализован дистанционным управлением техпроцесса, использованием промышленных роботов и т.п.***

Метод Б заключается в нормализации ноксосферы путем исключения опасностей, используя комплекс средств защиты.

Метод В включает систему приемов и средств, направленных на адаптацию человека к соответствующей среде и повышению его защищенности (обучение, использование средств индивидуальной защиты, профессиональный отбор и т.п.).

На практике для решения вопросов безопасности используется комбинация этих методов.

Средства обеспечения безопасности подразделяются на средства коллективной и индивидуальной защиты (СКЗ, СИЗ). ***СКЗ и СИЗ в свою очередь делятся на*** группы в зависимости от характера опасностей, от которых они защищают, конструктивного исполнения, области применения и т.д. Так, все ***средства индивидуальной защиты, в зависимости от назначения, подразделяются на следующие классы***: изолирующие костюмы, средства защиты органов дыхания, одежда специальная защитная, средства защиты ног, средства защиты рук, средства защиты головы, средства защиты лица, средства защиты глаз, средства защиты органов слуха, средства защиты от падения с высоты и другие предохранительные средства, защитные дерматологические средства, средства защиты комплексные.

2.8.3. Порядок обеспечения работающих средствами индивидуальной защиты

В соответствии с законодательством о труде Республики Беларусь (ст. 230 Трудового кодекса) на работах с вредными, опасными условиями труда, а также на работах, связанных с .загрязнением или осуществляемых в неблагоприятных температурных условиях, работникам выдаются бесплатно по установленным нормам средства индивидуальной защиты.

Средства индивидуальной защиты в зависимости от назначения подразделяются на следующие классы (ГОСТ 12.4.011 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»):

- костюмы изолирующие;
- средства защиты органов дыхания;
- одежда специальная защитная;
- средства защиты ног;
- средства защиты рук;
- средства защиты головы;
- средства защиты лица;
- средства защиты глаз;
- средства защиты органа слуха;
- средства защиты от падения с высоты и другие предохранительные средст ва;
- средства дерматологические защитные;
- комплексные средства защиты.

Отраслевые нормы бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты предусматривают обеспечение работников ими независимо от формы собственности субъектов хозяйствования.

Согласно этой же статье, на работах, связанных с загрязнением, работникам выдается бесплатно по установленным нормам мыло. На работах, где возможно воздействие на кожу вредно действующих веществ, выдаются бесплатно по установленным нормам смывающие и обезвреживающие средства.

Средства индивидуальной защиты являются собственностью субъекта хозяйствования и подлежат возврату при увольнении работника до окончания сроков носки, при переводе его другую работу, для которой выданные средства индивидуальной защиты не предусмотрены нормами.

2.8.4. Экспертиза безопасности оборудования и технологических процессов

Безопасность производственных процессов в основном определяется безопасностью технологического оборудования, которое должно обеспечивать безопасность работников при монтаже, вводе в эксплуатацию и эксплуатации как в случае автономного использования, так и в составе технологических комплексов при соблюдении требований, предусмотренных эксплуатационной документацией. Все оборудование (машины, технические системы) должно быть травмо-, пожаро- и взрывобезопасным, не являться источником выделения паров, газов, пылей в количествах, превышающих установленные нормы, а генерируемые им вибрации, шумы, ультра- и инфразвук,

электромагнитные и ионизирующие излучения не должны превышать допустимые уровни.

Все технические устройства и системы должны иметь органы управления и отображения информации, соответствующие эргономическим требованиям, и расположенные таким образом, чтобы пользование ими не вызывало повышенной утомляемости, органы управления должны находится в зоне досягаемости оператора. Усилия, которые необходимо к ним прилагать, должны соответствовать возможностям человека. Рукоятки, штурвалы, педали, кнопки и тумблеры должны быть спрофилированы таким образом, чтобы были максимально удобны в использовании. Число и различи- мость средств отображения информации должны учитывать возможности оператора по ее восприятию и не приводить к необходимости чрезмерной концентрации внимания.

Система управления оборудованием должна обеспечивать надежное и безопасное ее функционирование и при всех предусмотренных режимах работы оборудования и при всех внешних воздействиях в условиях эксплуатации. Она должна исключать создание опасных ситуаций из-за нарушения работниками последовательности управляющих действий.

Основными требованиями безопасности к технологиям являются:

устранение непосредственного контакта работников с исходными материалами, заготовками, полуфабрикатами, готовой продукцией отходами производства, оказывающими вредное воздействие;

замена технологических процессов и операций, связанных с возникновением травмоопасных и вредных производственных факторов, процессами и операциями, при которых указанные факторы отсутствуют или имеют меньшую интенсивность;

комплексная механизация и автоматизация производства, применение дистанционного управления процессами и операциями при наличии травмоопасных и вредных производственных факторов;

герметизация оборудования и всего технологического процесса;

использование системы контроля и управления технологически; процессом, обеспечивающим защиту работников и аварийное отключение технологического оборудования;

своевременное удаление и обезвреживание отходов производств являющихся источниками опасных и вредных производственных факторов, обеспечение пожаровзрывобезопасности.

Экспертиза безопасности оборудования и техпроцессов должна производиться как на этапе проектирования, так и перед производством и внедрением.

Экспертиза оборудования и техпроцессов, имеющих аналоги, осуществляется на основании расчетной оценки полученных величин с предельно допустимыми значениями. При создании опытных образцов определяется фактическое значение этих

факторов. В случае если эти значения превышают допустимые величины, производите доработка оборудования за счет введения соответствующих среде защиты или повышения их эффективности.

2.9. Расследование и у чет несчастных случаев на производстве

«Правила расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», утвержденные Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 30 от 15.01.2004 г., устанавливают единый порядок расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Действие правил распространяется: на нанимателей; страхователей по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний; страховщиков, на которых возложено осуществление обязательного страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний; граждан Республики Беларусь, иностранных граждан и лиц без гражданства, выполняющих работу на основании трудового договора, привлекаемых в установленном порядке к ликвидации чрезвычайных ситуаций, к общественным работам и др.

Расследуются несчастные случаи, в результате которых работники или другие лица получили травмы, в том числе отравления, тепловые удары, ожоги, обморожения, утопления, поражения электрическим током, молнией, излучением, телесные повреждения, причиненные другими лицами, а также полученные в результате взрывов, аварий, разрушения зданий, сооружений и конструкций, стихийных бедствий и других чрезвычайных ситуаций, и иные ухудшения здоровья, повлекшие за собой необходимость перевода потерпевшего на другую работу, временную (не менее одного дня) или стойкую утрату им трудоспособности либо его смерть, происшедшие в течение рабочего времени, во время дополнительных специальных перерывов и перерывов для отдыха и питания, в периоды времени до начала и после окончания работ, при выполнении работ в сверхурочное время, в выходные дни, государственные праздники и праздничные дни:

на территории организации, нанимателя, страхователя или в ином месте работы, в том числе в командировке, а также в любом другом месте, где потерпевший находился в связи с работой либо совершал действия в интересах организации, нанимателя, страхователя;

во время следования к месту работы или с работы на транспорте, предоставленном организацией, нанимателем, страхователем;

на личном транспорте, используемом с согласия или по распоряжению организации, нанимателя, страхователя в их интересах;

на транспорте общего пользования или ином транспорте, а также во время следования пешком при передвижении между объектами обслуживания либо выполнении поручения организации, нанимателя, страхователя;

при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха;

при работе вахтовым методом во время междусменного отдыха, а также при нахождении на судне в свободное от вахты и судовых работ время;

при выполнении работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и их последствий;

при участии в общественных работах безработных граждан, зарегистрированных в органах государственной службы занятости;

при выполнении работ по гражданско-правовому договору на территории и под контролем страхователя за безопасным ведением работ либо под контролем страхователя за безопасным ведением работ вне территории страхователя.

Расследование несчастных случаев на производстве, происшедших с работниками, временно находящимися на территориях государств - участников Содружества Независимых Государств (СНГ), проводится в соответствии с «Соглашением о порядке расследования несчастных случаев на производстве, происшедших с работниками при нахождении их вне государства проживания», подписанным главами правительств стран СНГ 9 декабря 1994 года.

Расследованию и учету подлежат все впервые выявленные случаи профессиональных заболеваний, которые включены в перечень профессиональных заболеваний.

Профессиональный характер заболевания устанавливается на основании клинических данных и санитарно-гигиенической характеристики условий труда работника или другого лица, составленной территориальным центром гигиены и эпидемиологии, в случаях: *острых профессиональных заболеваний* - врачебно-консультативными комиссиями амбулаторно-поликлинических и больничных организаций здравоохранения всех типов; *хронических профессионалъных заболеваний* — медико-экспертной комиссией республиканского и ВКК областных центров профессиональной патологии.

При несчастном случае на производстве работники принимают меры по предотвращению воздействия травмирующих факторов на потерпевшего, оказанию ему первой помощи, вызову на место происшествия медицинских работников или доставке потерпевшего в организацию здравоохранения. О каждом несчастном случае на производстве потерпевший, другие работники немедленно сообщают должностному лицу организации, нанимателя, страхователя.

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

Наниматель, страхователь, получив сообщение о несчастном случае на производстве, принимает меры по устранению причин несчастного случая; в течение одного дня

сообщает о несчастном случае страховщику, нанимателю потерпевшего и направляет в организацию здравоохранения запрос о тяжести травмы потерпевшего; информирует о несчастном случае на производстве родственников потерпевшего и профсоюз; обеспечивает расследование несчастного случая.

Наниматель, страхователь создает лицам, занятым расследованием несчастного случая на производстве, профессионального заболевания, необходимые условия для работы; организует в соответствии с Правилами оформление и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, разработку и реализацию мероприятий по их профилактике.

2.9.1. Порядок расследования несчастных случаев на производстве

Расследование несчастного случая на производстве (кроме группового, со смертельным или тяжелым исходом) проводится уполномоченным должностным лицом организации, нанимателя, страхователя с участием уполномоченного представителя профсоюза (иного представительного органа работников), специалиста по охране труда или другого специалиста, на которого возложены эти обязанности, в срок не более трех дней. В указанный срок не включается время, необходимое для проведения экспертиз, получения заключений правоохранительных органов, организаций здравоохранения и других органов и организаций.

При расследовании несчастного случая на производстве проводится обследование состояния условий и охраны труда на месте происшествия; при необходимости организуется фотографирование места происшествия, составление схем, эскизов, проведение исследований, испытаний, экспертиз и других мероприятий; берутся объяснения, опрашиваются потерпевшие, свидетели, должностные и иные лица; изучаются необходимые документы; устанавливаются обстоятельства, причины несчастного случая, разрабатываются мероприятия по устранению причин несчастного случая и предупреждению подобных происшествий.

После завершения расследования оформляется акт о несчастном случае на производстве формы Н-1 в четырех экземплярах.

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

Решение об оформлении актом формы НП несчастных случаев, обусловленных исключительно состоянием здоровья потерпевшего, принимается, если в результате рас-

следования не будут выявлены организационные, технические, санитарно-гигиенические, психофизиологические и иные причины, а также факторы производственной среды и производственного процесса, оказавшие влияние на состояние здоровья потерпевшего.

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

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

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

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

Несчастный случай с работником, направленным нанимателем и страхователем для выполнения его задания либо для исполнения трудовых обязанностей в другую организацию, расследуется организацией, в которой произошел несчастный случай, с участием уполномоченного представителя нанимателя и страхователя, направившего работника.

Наниматель и страхователь потерпевшего утверждают акт формы Н-1 или акт формы НП и учитывают данный несчастный случай.

Несчастный случай с лицом, направленным на общественные работы, расследуется и учитывается организацией, в которой проводятся указанные работы.

Несчастный случай, происшедший с лицом при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, расследуется и учитывается организацией, которая проводит указанные работы

2.9.2. Специальное расследование несчастных случаев на производстве

Специальному расследованию подлежат несчастные случаи: групповые, происшедшие одновременно с двумя и более лицами независимо от тяжести полученных травм; со смертельным исходом; с тяжелым исходом. Тяжесть производственных травм определяется организациями здравоохранения по соответствующей схеме, утверждаемой Министерством здравоохранения.

О групповом несчастном случае, несчастном случае со смертельным исходом организация, наниматель, страхователь немедленно сообщает: в территориальную прокуратуру по месту, где произошел несчастный случай; в территориальное структурное подразделение департамента государственной инспекции труда; в профсоюз; в вышестоящую организацию, а при ее отсутствии - в местный исполнительный и распорядительный орган, где зарегистрирован наниматель, страхователь, нанимателю потерпевшего; в территориальный орган государственного специализированного надзора и контроля, если несчастный случай произошел на поднадзорном ему объекте; страховщику.

Специальное расследование несчастного случая проводит государственный инспектор труда с участием уполномоченных представителей организации, нанимателя, страхователя, профсоюза, вышестоящей организации, страховщика и потерпевшего в течение 14 дней со дня получения сообщения о несчастном случае на производстве. В указанный срок не включается время, необходимое для проведения экспертиз и получения заключений правоохранительных органов, организаций здравоохранения и других. Указанный срок может быть продлен главным государственным инспектором труда до 28 дней.

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

Государственный инспектор труда направляет заключение и документы специального расследования организации, нанимателю, страхователю, которые в течение одного дня составляет акты формы Н-1 или формы НП на каждого потерпевшего, и утверждает их, организует тиражирование документов специального расследования в необходимом количестве экземпляров. На последней странице акта формы Н-1 или акта формы НП производится заверенная руководителем организации, нанимателем, страхователем запись: «Составлен в соответствии с заключением...».

Государственный инспектор труда в течение одного дня по окончании специального расследования направляет материалы специального расследования в прокуратуру по месту происшествия несчастного случая, в соответствующие вышестоящие структурные подразделения департамента государственной инспекции труда, органа государственного специализированного надзора и контроля, если несчастный случай произошел на поднадзорном ему объекте, в республиканский орган государственного управления, местные исполнительные и распорядительные органы, профсоюз, а также нанимателю, страхователю, страховщику и копии заключения - в организации, представители которых принимали участие в специальном расследовании.

2.9.3. Расследование случаев профессиональных заболеваний

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

Организация здравоохранения, помимо направления извещения, немедленно информирует нанимателя, страхователя и территориальный центр гигиены и эпидемиологии о каждом случае острого профессионального заболевания со смертельным исходом и одновременного заболевания двух и более работников.

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

Расследование профессионального заболевания проводится врачом-гигиенистом территориального центра гигиены и эпидемиологии с участием уполномоченного должностного лица нанимателя, страхователя, представителей организации здравоохранения, обслуживающей нанимателя, страхователя, профсоюза в течение трех дней, а хронического профессионального заболевания — четырнадцати дней после получения извещения.

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

По результатам расследования врач-гигиенист составляет в шести экземплярах акт о профессиональном заболевании формы ПЗ-1 на каждого заболевшего. При одновременном профессиональном заболевании двух и более человек, профессиональном заболевании со смертельным исходом такой акт составляется в семи экземплярах. Акты формы ПЗ-1 утверждаются главным государственным санитарным врачом города (района).

Утвержденные акты формы ПЗ-1 регистрируются территориальным центром гигиены и эпидемиологии в журнале регистрации профессиональных заболеваний и направляются заболевшему или лицу, представляющему его интересы, нанимателю, страхователю, страховщику, государственному инспектору труда, организации здравоохранения, обслуживающей нанимателя, страхователя.

Утвержденные акты формы ПЗ-1 с документами расследования профессиональных заболеваний со смертельным исходом и с одновременным острым профессиональным

заболеванием двух и более человек направляются территориальным центром гигиены и эпидемиологии также в территориальную прокуратуру по месту нахождения организации, нанимателя, страхователя. Один экземпляр указанного акта хранится в территориальном центре гигиены и эпидемиологии. Наниматель, страхователь обеспечивает хранение актов формы ПЗ-1 в течение 45 лет.

2.10. Аттестация рабочих мест

Во исполнение Закона Республики Беларусь «О пенсионном обеспечении» все объекты хозяйственной деятельности независимо от формы собственности обязаны проводить не реже одного раза в пять лет аттестацию рабочих мест по условиям труда.

Аттестация проводится в соответствии с Положением о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, утвержденным Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22.02.2008 г. № 253 и Инструкцией по оценке условий труда при аттестации рабочих мест по условиям труда и предоставлению компенсаций по ее результатам, утвержденной Постановлением МТ и СЗ 22.02.2008 г. № 35.

Аттестация рабочих мест по условиям труда -система учета, анализа и комплексной оценки на рабочих местах всех факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса, воздействующих на работоспособность и здоровье работника в процессе трудовой деятельности.

Рабочее место - пространственная зона, оснащенная необходимыми техническими средствами (основным и вспомогательным оборудованием, технологической и организационной оснасткой, средствами обеспечения благоприятных условий труда), в которой совершается трудовая деятельность работника или группы работников, совместно выполняющих производственные задания.

Аттестация рабочих мест по условиям труда (далее — аттестация) проводится в целях комплексной оценки условий труда на конкретном рабочем месте для разработки и реализации плана мероприятий по улучшению условий труда, определения права работника на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда, дополнительный отпуск, сокращенную продолжительность рабочего времени, оплату труда в повышенном размере путем установления доплат за работу с вредными и (или) опасными условиями труда.

Для организации и проведения аттестации наниматель издает приказ, в котором определяются состав аттестационной комиссии, ее полномочия, устанавливаются сроки и график проведения работ.

В состав аттестационной комиссии включаются работники служб охраны труда, кадровой, юридической, организации труда и заработной платы, промышленно-санитарной лаборатории, руководители структурных подразделений, медицинские работники, представители профсоюза.

Аттестационная комиссия при проведении аттестации:

- осуществляет организационное и методическое руководство, а также контроль за ходом аттестации;
- формирует необходимую для проведения аттестации нормативную и правовую базу и организует ее изучение;
- определяет перечень рабочих мест, подлежащих аттестации;
- устанавливает соответствие наименования профессии рабочих и должностей служащих Общегосударственному классификатору Республики Беларусь «Профессии рабочих и должности служащих» (ОКПД) и характера фактически выполняемых работ характеристикам работ, приведенных в соответствующих выпусках Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих (ЕТКС) и Единого квалификационного справочника должностей служащих (ЕКСД);
- определяет исполнителей для измерения и исследования уровней вредных и опасных факторов производственной среды из числа аккредитованных испытательных лабораторий;
- проводит обследование рабочих мест и проверяет соответствие производственного оборудования и технологических процессов требованиям охраны труда, а также принимает меры по устранению выявленных недостатков;
- организует проведение фотографии рабочего времени и оформления соответствующей карты;
- составляет карту аттестации рабочего места по условиям труда;
- знакомит работников с результатами аттестации.

Фотография рабочего времени - последовательное фиксирование времени, затрачиваемого работником в течение рабочего дня (смены) на выполнение определенных технологическим процессом операций и перерывы в работе.

Карта аттестации рабочих мест по условиям труда — документ, содержащий количественные и качественные характеристики факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. На основании результатов аттестации разрабатываются мероприятия по улучшению условий труда и оздоровлению работников.

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

Измерение уровней вредных и опасных факторов производственной среды проводится в присутствии представителя аттестационной комиссии при ведении производственных процессов в соответствии с технологической документацией при исправных, эффективно действующих средствах защиты и характерных производственных условиях.

Для подтверждения занятости работников с вредными и (или) опасными условиями труда необходимо, чтобы время выполнения работ в этих условиях составляло не менее 80% от продолжительности ежедневной работы (смены). При этом в рабочее время включается подготовительно-заключительное время, оперативное время (основное и вспомогательное) и время обслуживания рабочего места в пределах установленных нормативов, а также время регламентированных перерывов.

В основу аттестации рабочих мест положены гигиенические критерии оценки условий труда, установленные в Санитарных нормах, правилах и гигиенических нормативах 13-2-2007 «Гигиеническая классификация условий труда», утвержденных Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.12.2007 № 176.

В соответствии с этим документом условия труда подразделяются на четыре класса: оптимальные, допустимые, вредные и опасные. Оптимальные и допустимые условия труда относятся к безопасным.

Оптимальные условия труда (1-й класс) - это такие условия, при которых сохраняется здоровье работников и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы установлены для микроклиматических параметров и факторов трудового процесса. Для других факторов условно за оптимальные принимаются такие условия труда, при которых опасные и вредные производственные факторы условий характеристики факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. . На основании результатов аттестации разрабатываются мероприятия по улучшению условий труда и оздоровлению работников.

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

Измерение уровней вредных и опасных факторов производственной среды проводится в присутствии представителя аттестационной комиссии при ведении производственных процессов в соответствии с технологической документацией при исправных, эффективно действующих средствах защиты и характерных производственных условиях.

Для подтверждения занятости работников с вредными и (или) опасными условиями труда необходимо, чтобы время выполнения работ в этих условиях

составляло не менее 80% от продолжительности ежедневной работы (смены). При этом в рабочее время включается подготовительно-заключительное время, оперативное время (основное и вспомогательное) и время обслуживания рабочего места в пределах установленных нормативов, а также время регламентированных перерывов.

В основу аттестации рабочих мест положены гигиенические критерии оценки условий труда, установленные в Санитарных нормах, правилах и гигиенических нормативах 13-2-2007 «Гигиеническая классификация условий труда», утвержденных Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.12.2007 № 176.

В соответствии с этим документом условия труда подразделяются на четыре класса: оптимальные, допустимые, вредные и опасные. Оптимальные и допустимые условия труда относятся к безопасным.

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

Допустимые условия труда (2-й класс) характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма, возникающие под их воздействием, восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не оказывают неблагоприятного действия на состояние здоровья работников и их потомство в ближайшем и отдаленном периоде.

Вредные условия труда (3-й класс) характеризуются наличием вредных производственных факторов, выходящих за пределы гигиенических нормативов и оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работника и (или) его потомство.

По уровню отклонения параметров факторов от гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работников они подразделяются на четыре 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;

К 2-я степень 3-го класса (3.2) - уровни вредных факторов, вызывающие стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению производственно обусловленной заболеваемости, проявляющейся в повышении уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и прежде всего теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых органов и систем для данных вредных факторов; проявлению на-чальных признаков или легких, без потери профессиональной трудоспособности, 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 уровнями вредных факторов, воз действие которых, как правило, приводит к развитию профессиональных заболеваний легкой и средней степени тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, а также росту хронической (производственно обусловленной) патологии, включая повышенные уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности;

Ф 4-я степень 3-го класса (3.4) - условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности); отмечается значительный рост числа хронических заболеваний и высокий уровень заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Опасные *условия труда* (4-й класс) характеризуются уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) может создать угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в том числе и тяжелых форм. При этом работа должна проводиться в соответствующих средствах индивидуальной защиты и при строгом соблюдении режимов, регламентированных для такого вида работ и обеспечивающих безопасность для здоровья работников.

Классы условий труда в зависимости от степени отклонения производственных факторов среды и трудового процесса от гигиенических нормативов устанавливаются в соответствии с таблицами 1-15 СанПиН 13-2-2007.

Оценка факторов производственной среды проводится с учетом времени их воздействия в течение рабочего времени. Если влияние вредного и (или) опасного фактора на работника составляет менее 50% и до 10% включительно от продолжительности рабочего времени, класс условий труда по данному фактору снижается на одну степень; при продолжительности воздействия фактора на работника менее 10% от продолжительности рабочего времени производится снижение класса условий труда на две степени.

По результатам аттестации с учетом оценки условий труда работникам предоставляются следующие виды компенсаций:

- пенсия по возрасту за работу с особыми условиями труда;
- дополнительный отпуск за работу с вредными и (или) опасными условиями тру да;

- сокращенная продолжительность рабочего времени за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
- оплата труда в повышенном размере путем установления доплат за работу с вредными и (или) опасными условиями труда.

При оценке условий труда, соответствующих 3-му классу 3-й степени вредности (3.3) и выше, подтверждаются особые условия труда на рабочих местах работников, профессии, должности, показатели работ которых предусмотрены списком производств, работ профессий, должностей и показателей на подземных работах, на работах с особо вредными и особо тяжелыми условиями труда, занятость в которых дает право на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда (Список № 1). Если условия труда на рабочих местах указанных работников соответствуют 3-му классу 2-й степени (3.2), подтверждается их право на пенсию по списку производств, работ, профессий, должностей и показателей на работах с вредными и тяжелыми условиями труда, занятость в которых дает право на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда (Список № 2).

При оценке условий труда, соответствующих 3-му классу 2-й степени вредности (3.2) и выше, подтверждаются особые условия труда на рабочих местах работников, профессии, должности, показатели работ которых предусмотрены Списком № 2.

Продолжительность дополнительного отпуска за работу с вредными и (или) опасными условиями труда устанавливается в зависимости от класса (степени вредности) или опасности условий труда согласно Постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 19.01.2008 г. № 73 «О дополнительных отпусках за работу с вредными и (или) опасными условиями труда и особый характер работы».

При оценке условий труда, соответствующих 3-му и 4-му классам, на рабочих местах работников, профессии, должности которых предусмотрены Списком производств, цехов, профессий и должностей с вредными и или опасными условиями труда, работа в которых дает на сокращенную продолжительность рабочего времени, утвержденным Постановлением МТиСЗ от 10.12.2007 г. № 170 «О сокращенной продолжительности рабочего времени за работу с вредными и (или) опасными условиями труда», подтверждается право на сокращенную продолжительность рабочего времени.

При оценке условий труда, соответствующих 3-му и 4-му классам, на рабочих местах работников в зависимости от класса и степени вредности условий

труда устанавливаются доплаты за работу с вредными и (или) опасными условиями труда в следующих (табл. 2.1)

Таблица 2.1. **Доплаты за вредные и (или) опасные условия труда**

Классы условий труда	Процент тарифной ставки 1 разряда за 1 час работы в условиях труда,

	соответствующих классу
1-й класс (оптимальные условия труда) 2-й класс (допустимые условия труда) 3-й класс (вредные условия труда) 3.1 (1-й степени) 3.2 (2-й степени) 3.3 (3-й степени) 3.4 (4-й степени) 4-й класс (опасные условия труда)	0 0 0,10 0,14 0,20 0,25

Доплаты за работу с вредными и (или) опасными условиями труда к тарифным ставкам и должностным окладам работников устанавливаются в процентах от тарифной ставки первого разряда, установленной в организации. В том случае, если в организации действует тарифная ставка первого разряда ниже размера, установленного Правительством, доплаты рассчитываются от тарифной ставки первого разряда, установленной Правительством Республики Беларусь.

Работникам, которым установлена повышенная оплата труда за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, доплата за работу в этих условиях по результатам аттестации не устанавливается.

При суммированном учете рабочего времени фактически отработанное время с вредными и (или) опасными условиями труда определяется делением суммы фактически отработанных часов с вредными и (или) опасными условиями труда на 8 часов.

Результаты оценки условий труда вносятся в карту для определения права на компенсации по условиям труда. Карта подписывается председателем и членами аттестационной комиссии.

Перечни рабочих мест, на которых подтверждены особые условия труда по Спискам № 1 и № 2 согласовываются с профсоюзом и утверждаются приказом нанимателя. В приказе также указываются рабочие места, на которых по результатам аттестации не подтверждены условия труда, дающие право на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда, дополнительный отпуск, сокращенную продолжительность рабочего времени, оплату труда в повышенном размере путем установления доплат за работу с вредными и (или) опасными условиями труда с указанием конкретных причин.

Работники, на рабочих местах которых проводилась аттестация, должны

быть ознакомлены с итоговыми документами аттестации (карта, приказ) под роспись.

В трудовые книжки работников, профессии и должности которых включены в перечень рабочих мест по профессиям и должностям, на которых работающим подтверждены особые условия труда, предусмотренные Списком № 1 и Списком № 2, вносятся сведения об аттестации в порядке, установленном законодательством.

В итоговые документы по оценке условий труда при аттестации включаются:

- приказ нанимателя о проведении аттестации и создании аттестационной комиссии;
- перечень рабочих мест предприятия, подлежащих аттестации с указанием аналогичных рабочих мест и оцениваемых факторов условий труда;
- копия аттестата аккредитации на право проведения измерений и оценки условий труда привлекаемой для проведения этой работы организации с приложением, характеризующим область ее аккредитации, или выписки из аккредитации, заверенной в установленном порядке;
- карты фотографии рабочего времени;
- карты аттестации каждого рабочего места по условиям труда;
- протокол аттестационной комиссии о завершении работы по аттестации;
- протоколы измерений и исследований;
- приказ нанимателя об утверждении результатов аттестации.

Внеочередная аттестация (переаттестация) проводится в следующих случаях:

- изменение законодательства, требующего ее проведения;
- при изменении условий труда, связанных с заменой или модернизацией оборудования, технологических процессов, сырьевых материалов, средств коллективной защиты;
- по требованию органов государственной экспертизы условий труда;
- по инициативе нанимателя, профсоюза.

Приказы, перечни рабочих мест, другие документы по аттестации, необходимые для подтверждения работниками права на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда хранятся нанимателем в течение срока, установленного для хранения документов о стаже работы.

2.11. Лечебно-профилактическое обеспечение работников

Обязательные медицинские осмотры на предприятии, в организации проводятся с целью обеспечения безопасности труда и предупреждения профессиональных заболеваний работающих

Различают обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры работающего. Работники, занятые на

производстве с вредными или опасными условиями труда (в том числе на подземных работах), а также связанном с движением транспорта, проходят обязательные предварительные и периодические (лица в возрасте до 21 года — ежегодно) медицинские осмотры для определения пригодности их к поручаемой работе и предупреждения профессиональных заболеваний (ст. 228 ТК Республики Беларусь).

Медицинские осмотры в зависимости от целей, которые они преследуют, подразделяются на следующие группы:

- медицинские осмотры, проводимые в интересах охраны труда самих работников, занятых на производстве и имеющих профессии, указанные в особых списках (тяжелые работы; работы на энергетических установках и т.п.); медицинские осмотры, цель которых состоит в предотвращении опасности как для самого работника, так и для окружающих его на производстве лиц, а также лиц, желающих получить удостоверение на право управления транспортными средствами;
- медицинские осмотры, обеспечивающие интересы общественной гигиены и санитарии, а также предупреждающие различные инфекционные заболевания. Такие осмотры проходят работники, занятые в пищевой промышленности, детских и лечебно-профилактических учреждениях и др.;
- медицинские осмотры, цель которых — выяснение пригодности работника в физическом отношении к выполнению определенных профессиональных обязанностей.

Наниматель не вправе устанавливать медицинские осмотры, не предусмотренные действующим законодательством.

Обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры работников на промышленных предприятиях проводятся лечебно-профилактическими учреждениями, обслуживающими эти предприятия (поликлиника, амбулатория, медсанчасть). Категории работников, подлежащих медицинским осмотрам, сроки осмотров устанавливаются медицинским учреждением.

Медицинские осмотры несовершеннолетних при оформлении на работу осуществляются в обязательном порядке и ежегодно до наступления ими 21 года (ст. 275 Трудового кодекса Республики Беларусь). Рекомендация врача является основанием для определения характера их будущей работы.

На всех работников, подлежащих обязательным медицинским осмотрам, наниматель заводит личные карточки.

Медицинские осмотры проводятся в рабочее время с сохранением среднего заработка. Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 03.08.2000 г. №33 утвержден Порядок проведения обязательных медицинских осмотров работников.

После обследования каждому работнику назначают лечебно-оздоровительные мероприятия: диспансерное наблюдение, направление на стационарное и санаторно-курортное лечение, спецпитание и т.д.

В необходимых случаях рекомендуют перевод на другую работу, дают направление на медико-реабилитационную экспертную комиссию для перевода на инвалидность и др. При выявлении признаков профессионального заболевания работников направляют для специального обследования и установления связи заболевания с профессиональной деятельностью. Одновременно проводится соответствующее лечение.

Рекомендуемая литература:

1. Конституция Республики Беларусь 1994 г. (с изменениями дополнениями, принятыми на республиканских референдумах24 ноября 1996 г. и 17 октября 2004 г.). — Минск: Амалфея, 2005.

2. Об охране труда: Закон Республики Беларусь от 23.06.2008 г. № 356-З// Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. — 2008. — № 2.

3. Трудовой кодекс Республики Беларусь (с изменениями и дополнениями, принятыми 6 января 2009 г.) — Минск: Национальный центр правовой информации Республики Беларусь, 2009.

4. *Лазаренков, А. М.* Охрана труда в энергетической отрасли: учебник / А. М. Лазаренков, Л. П. Филянович. — Минск: БИТУ, 2006. — 582 с.

5. *Лазаренков, А. М.* Охрана труда в энергетической отрасли: учебник / А. М. Лазаренков, Л. П. Филянович, В.П. Бубнов. — Минск: ИВЦ Минфина, 2010. — 655 с.

6. ГОСТ 12.0.002 — 2003. ССБТ. Термины и определения. —Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 2003. — 8с.

7. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы«Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ». — Минск: Минздрав Республики Беларусь, 2009. — 148 с.

8. *Челноков, А.А.* Охрана труда : учеб. пособие / А.А. Челноков, Л.Ф. Ющенко, - 4- изд., и доп. – Минск : Выш. шк., 2009, - 403 с.

9. *Михнюк, Т.Ф.* Охрана труда : учебник для студентов высших учебных заведений / Т.Ф. Михнюк. – Минск : ИВЦ Минфина, 2009. – 345 с.

10. **Экзамен** по охране труда : практ. пособие для рук. / сост.А.В. Семич, В.П. Семич. – 2-е., доп. и перераб. – Минск : Центр охраны труда и пром. безопасности, 2008. – 403 с.

11. *Крыжановский, И.Ю.* Охрана труда : учеб. пособие для учащихся учреждений, обеспечивающих получение проф. – техн. образования / И.Ю. Крыжановский. - Минск : Беларусь, 2007. – 218 с.

12. Топоров И. К. Основы безопасности жизнедеятельности: Учебное пособие. ЛТА/СПб., 1994. 176 с.

13. Мирончик А. Ф. Конспект лекций по курсу охрана труда. Могилев, БРУ. 2007-2009.

Раздел 2. производственная санитария и гигиена труда

Глава 3. общие санитарно-гигиенические требования к устройству промышленных предприятий

3.1. Понятие и содержание гигиены труда и производственной санитарии

Гигиена труда — медицинская наука, изучающая воздействие трудовой деятельности и окружающей производственной среды на организм работающих с целью разработки санитарно-гигиенических нормативов и практических мероприятий, направленных на создание наиболее благоприятных условий труда и обеспечение высокого уровня состояния здоровья и трудоспособности коллектива.

Производственная санитария — система организационных, санитарно-гигиенических мероприятий, технических средств и методов, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов до значений, не превышающих допустимые.

Гигиена труда и производственная санитария являются основой для изучения организации труда и практической деятельности в области санитарной охраны труда. Они изучают:

• формы и методы организации трудовых процессов, изучение в процессе работы физиологических функций и работоспособности у работающих, режим труда и отдыха;

• особенности производственных процессов, оборудования и материалов, с которыми соприкасаются работающие, с точки зрения влияния на их здоровье;

• санитарные условия труда, состояние здоровья и заболеваемость рабочих коллективов и отдельных профессиональных групп, подвергающихся воздействию различных неблагоприятных факторов производственной среды;

• состояние и гигиеническая эффективность санитарно-технических устройств и установок (вентиляционные, осветительные, санитарно-бытовые устройства);

• состояние и эффективность средств индивидуальной защиты.

На основе проведенных исследований разрабатываются:

• гигиенические требования к проектированию, рационализации технических процессов и оборудования, повышению эффективности санитарно-технических установок, стандартизации сырья и готовой продукции и т.п.

• обоснования для гигиенического нормирования и законодательного регламентирования условий труда на производстве, устройства и содержания промышленных предприятий;

• мероприятия по физиологической рационализации трудового процесса и организации рабочих мест (режим труда и отдыха, рабочая

мебель, рабочая поза, рационализация рабочих движений и т.д.);

• мероприятия по личной гигиене.

3.2. Генеральный план и планировка территории

Генеральный план промышленного предприятия представляет собой вычерченную в масштабе схему промышленной площадки с изображенными проектируемыми и существующими зданиями и сооружениями, основными дорогами и проездами, благоустройством и озелене-нием территории.

Разработка генерального плана должна обеспечивать наиболее благоприятные условия для производственного процесса и труда, эффективность капитальных вложений, рациональную организацию производственных, транспортных и инженерных связей отдельных производств, а также с селитебной территорией, защиту прилегающих территорий от загрязнений и т. п.

Для предотвращения отрицательного воздействия на население городов опасных и вредных производственных факторов предприятия следует располагать по отношению к жилой застройке с учетом ветров преобладающего направления и размеров санитарно-защитных зон, устанавливаемых санитарными нормами проектирования промышленных предприятий.

Санитарно-защитная зона - часть территории вокруг любого источника химического, биологического или физического влияния на среду обитания человека, устанавливаемая с целью минимизации риска воздействия неблагоприятных факторов на здоровье человека.

Предприятия и производства в зависимости от производственной мощности, условий эксплуатации, характера и количества выделяемых в окружающую среду токсичных и пахучих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов подразделяются на пять классов опасности:

1-й класс - крупные производства аммиака, целлюлозы или полуцеллюлозы, диметилтерефталата, капролактама, цемента, доломита, предприятия по переработке нефти, горнообогатительные комбинаты, лесохимические комплексы, птицефабрики, свиноводческие комплексы и др.;

2-й класс - производства серной кислоты, калийных солей, капроновой и лавсановой тканей, битума, стальных конструкций, асфальтобетона, извести, древесного угля, свинофермы и др.;

3-5-й классы - многочисленные производства, перечисленные в СанПиН 10-5-2002. В соответствии с этим документом для предприятий 1-5-го классов должны устанавливаться следующие минимальные размеры санитарно-защитных зон: 1-й класс - 1000 м; 2-й - 500 м; 3-й - 300 м; 4-й - 100 м и 5-й - 50 м.

Размер санитарно-защитных зон по принятой классификации должен подтверждаться расчетами рассеивания выбросов в атмосфере, распространения шума, вибрации, электромагнитного поля (ЭМП), выполненным по утвержденным методикам.

В генеральных планах промышленных предприятий должно быть предусмотрено: функциональное зонирование территории с учетом технологических связей, санитарно-гигиенических и противопожарных требований, грузооборота и видов внутризаводского транспорта; обеспечение рациональных производственных, транспортных и инженерных коммуникаций.

При зонировании территории предприятия следует учитывать, что складские здания и сооружения должны прилегать к транспортным путям. Площадки для хранения огнеопасных жидкостей выполняют с обвалованием и по возможности размещают в низко расположенных местах территории с тем, чтобы в случае пожара горящая жидкость не могла стекать к другим объектам.

Размещение проектируемых цехов должно увязываться с технологическими процессами производства с учетом способов подачи сырья и вывоза готовой продукции.

Цеха со взрыво - или пожароопасными производствами, склады нефтепродуктов и сгораемых материалов не следует располагать по отношению к другим объектам застройки с наветренной стороны для ветров преобладающего направления.

Установки с открытыми источниками огня или выбросами искр нельзя размещать с наветренной стороны по отношению к складам нефтепродуктов и сгораемых материалов. Необходимо предусматривать удаление шумных производств от основных производственных объектов, административно-бытового корпуса, лабораторных помещений, медицинских учреждений и т. п.

Здания и сооружения следует располагать относительна сторон света и преобладающего направления ветров с учетом обеспечения наиболее благоприятного естественного освещения (инсоляции), проветривания площадки предприятия, предотвращения снежных или песчаных заносов.

Водозаборные сооружения питьевого и бытового, а при необходимости и производственного водопроводов для предприятий должны быть расположены по течению реки выше населенного пункта и промышленных объектов.

При сбросе сточных вод предприятий в открытые водоемы необходимо предусматривать участки для размещения сооружений по очистке этих вод от загрязняющих веществ. Место сброса сточных вод в реку следует выбирать на течению реки ниже населенного пункта.

Пожарное депо необходимо располагать на изолированных участках с выездами на дороги общего пользования. При размещении пожарного депо на территории предприятия должна быть обеспечена возможность подъезда пожарных автомобилей ко всем зданиям, сооружениям, пожарным гидрантам и другим водоисточникам, а также складам пенообразователя.

Предприятия с размерами площадки более 5 га должны иметь не менее двух въездов. К зданиям и сооружениям по всей их длине должен быть обеспечен подъезд пожарных автомобилей: с одной стороны при ширине здания или сооружения до 18 м, с двух сторон - при ширине более 18 м. К зданиям с площадью застройки более 10 га или шириной 100 м подъезд пожарных автомобилей должен быть обеспечен со всех сторон.

Санитарные разрывы между зданиями и сооружениями, освещаемыми через оконные проемы, должны быть не менее наибольшей высоты противостоящих зданий.

Площадка предприятия должна быть обеспечена достаточной сетью дорог, которая определяется не только транспортно-технологическими, но и противопожарными требованиями.

Для хорошего проветривания всей территории главное направление дорог должно быть параллельно направлению господствующих ветров.

Магистральные дороги, представляющие собой основные транспортные артерии, следует принимать шириной 10 м; второстепенные, ведущие к основным производственным зданиям, и вспомогательные, ведущие к остальным зданиям завода, - соответственно 6,5 и 3,5 м.

В соответствии с СНБ 2.02.04-03 «Противопожарная защита населенных пунктов и территорий предприятий» расстояния между зданиями и сооружениями классов Ф1-Ф4, Ф5.4 и зданиями и сооружениями классов Ф5.1-Ф5.3, а также между зданиями и сооружениями классов Ф5.1-Ф5.3 в зависимости от степени их огнестойкости принимаются в пределах 9-18 м (табл. 2.1).

Расстояние между стенами зданий, не имеющих оконных проемов, допускается уменьшать на 20%, за исключением зданий У-УД1 степеней огнестойкости.

На площадке предприятия следует предусматривать также достаточную сеть пешеходных тротуаров шириной не менее 1,5м.

Таблица 3.1 **Противопожарные разрывы между зданиями и сооружениями**

Степень огнестойкости зданий и сооружений	**Минимальные разрывы между зданиями и сооружениями в зависимости от степени их огнестойкости и категории по взрывопожарной и пожарной опасности по НПБ 5-2005, м**		
	I - IV		
	I - IV	V , VI	VII, VIII

I - IV	**Не нормируются - для зданий и сооружений категорий Г и Д 9 - для зданий и сооружений категорий А, Б и В**	9	12
V, VI	**9**	12	15
VII, VIII	**12**	15	18

Главный вход предусматривается со стороны основного прохода или

подъезда к предприятию. При устройстве нескольких проходных пунктов их следует располагать на расстоянии не более 1,5 км друг от друга. Расстояние от проходных пунктов до входов в бытовые помещения основных цехов, как правило, не должно превышать 800 м. При больших расстояниях необходимо предусматривать внутризаводской транспорт. Ширина ворот автомобильных въездов на площадку предприятия принимается по наибольшей ширине используемых автомобилей плюс 1,5 м, но не менее 4,5 м, а ширина ворот для железнодорожных въездов - не менее 4,9 м.

Основным технико-экономическим показателем генерального плана является плотность застройки, которая определяется процентным отношением площади застройки к общей площади. При этом площадь застройки определяется суммой площадей, занятых зданиями и сооружениями всех видов, а также открытыми складами или площадками для хранения готовой продукции.

Благоустроенные площадки для отдыха трудящихся и гимнастических упражнений следует размещать с наветренной стороны по отношению к производствам е вредными выбросами в атмосферу.

На генеральном плане предприятия показывается наружная противопожарная кольцевая водонапорная сеть с пожарными гидрантами и резервными противопожарными водоемами или резервуарами (если последние проектируются). В левом верхнем углу генерального плана размещают розу ветров.

Рекомендуется по возможности промышленные предприятия располагать продольной осью параллельно или под углом 45° к направлению господствующих ветров.

Территория предприятия должна отвечать требованиям СанПиН 10-5-2002 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов», СанПиН 9-94-98 «Санитарные правила и нормы содержания и эксплуатации производственных предприятий», Межотраслевым общим правилам по охране труда и др.

В соответствии с этими документами территорию предприятий следует максимально озеленить и содержать в чистоте. Проезды и проходы должны быть свободными для движения, выровнены (не иметь рытвин, ям) и освещены. Хранение сыпучих и порошковых материалов необходимо осуществлять в закрытых складах. При отсутствии такой возможности санитарные разрывы от открытых складов пылящих материалов до производственных зданий необходимо принимать не менее 20 м, до зданий бытовых помещений - 25 м, до прочих вспомогательных зданий - 50 м. Эти разрывы нужно озеленить и регулярно очищать.

3.3. Санитарно - гигиенические требования к производственным помещениям

Объем производственного помещения на каждого работающего должен составлять не менее 15м^3, а площадь - не менее 4,5 м^2, при высоте от пола до потолка - не менее 3,2 м.

Оборудование, в процессе эксплуатации которого образуется пыль, должно быть максимально уплотнено, герметизировано, снабжено аспирационными устройствами, исключающими поступление пыли в воздух производственных помещений. Трубы, соединяющие аппараты с атмосферой (воздушки), должны выводиться наружу, на высоту не менее 5 м от конька крыши или фонаря и как можно дальше от воздухозабора приточной вентиляции с учетом направления господствующих ветров.

Все производственные источники теплоты, паропроводы, газоходы и т.д. должны быть теплоизолированы с условием обеспечения максимальной температуры поверхности не выше 45 °С.

Слив в канализацию сточных вод из оборудования следует производить закрытым способом с исключением возможности смешивания в канализационной системе разных веществ, реагирующих друг с другом с образованием токсичных газов, паров или плотных осадков. Сточные воды перед спуском в городскую канализацию необходимо очищать и нейтрализовать до нормативов, предусмотренных Правилами.

Работы с инструментами, агрегатами и приборами, создающими вибрацию, нужно проводить в отапливаемых помещениях с температурой воздуха не ниже +16 °С, скоростью движения воздуха не более 0,3 м/с и влажностью 40-60%. При проведении ремонтных работ в холодный период года необходимо предусмотреть местный обогрев на рабочих местах. Запрещается проведение сверхурочных работ с виброинструментом, а также допускать к работе с ним лиц моложе 18 лет.

Рабочие места, проходы и проезды нельзя загромождать сырьем, полуфабрикатами и готовой продукцией. Границы проходов и укладочных площадок надлежит обозначать хорошо видимыми белыми линиями шириной не менее 50 мм.

Все производственные и вспомогательные помещения следует оборудовать вентиляцией. Воздух, удаляемый из технологического оборудования и рабочей зоны в атмосферу, содержащий вредные примеси, должен очищаться до предельно допустимых концентраций (ПДК). Зоны забора наружного воздуха для приточной вентиляции необходимо размещать в местах с уровнем загрязнения воздуха не более 30% ПДК для воздуха рабочей зоны.

При проектировании приточно-вытяжной вентиляции и воздушного отопления допускается применять в холодный период года рециркуляцию в объеме до 10% всего объема подаваемого воздуха. При рециркуляции подаваемый в помещение воздух не должен содержать вредных веществ более 80% ПДК для воздуха рабочей зоны с тем, чтобы общее содержание их в воздухе рабочей зоны не превышало ПДК. Предусматривается обеспечение промышленных предприятий доброкачественной питьевой водой, температура которой должна быть не выше 20 °С и не ниже 8 °С. В горячих цехах рабочие должны обеспечиваться подсоленной газированной водой с содержанием соли до 0,5% и из расчета 4—5 л на человека в смену.

Все производственные и подсобные помещения должны быть освещены естественным светом. Организация постоянных рабочих мест без естественного освещения, если это не определяется требованиями технологии, запрещается.

На каждом предприятии должны быть оборудованы санитарно-бытовые помещения для работающих (умывальные, душевые, гардеробные или шкафы для одежды, туалеты и пр.) в соответствии с характеристикой технологических процессов.

Основные требования к производственным зданиям установлены в ТКП 45-3.02-90-2008 «Производственные здания. Строительные нормы проектирования».

3.4. Санитарно-бытовое обеспечение работников

Бытовые здания предприятий предназначены для размещения в них помещений обслуживания работающих: санитарно-бытовых, здравоохранения, общественного питания, торговли, службы быта, культуры и др.

В соответствии с действующим законодательством и ТКП 45-1.03-40-2006 «Административные и бытовые здания», на каждом предприятии должен быть комплекс общих бытовых помещений, а также в зависимости от санитарной характеристики производственных процессов - специальных бытовых помещений и устройств (ножные и ручные ванны, комнаты для обеспыливания, обезвреживания и ремонта рабочей одежды и обуви, респираторные, ингалятории и т.д.).

Санитарно-бытовые помещения различного назначения следует размещать в отдельно стоящем здании, в местах с наименьшим воздействием шума, вибрации и других вредных факторов.

При экономической или технической нецелесообразности размещения в отдельных зданиях вспомогательных помещений их следует располагать в пристройках к производственным зданиям либо во встройках и вставках производственных зданий 1-У степени огнестойкости категорий В1-В4, Г1, Г2, Д.

Между отдельно стоящими бытовыми зданиями с помещениями для обслуживания работающих и отапливаемыми производственными зданиями следует предусматривать отапливаемые переходы.

При главных входах в бытовых зданиях следует предусматривать вестибюли площадью из расчета 0,2 $м^2$ на одного пользующегося вестибюлем в наиболее многочисленной смене, но не менее 18 $м^2$. Входы в здания должны предусматриваться через тамбуры.

Высота помещений от пола до потолка бытовых зданий и встроек должна быть не менее 2,5 м.

Состав санитарно-бытовых помещений (кроме уборных) определяется в зависимости от групп производственных процессов (табл. 3.2).

В состав санитарно-бытовых помещений входят гардеробные, душевые, преддушевые, умывальные, уборные, курительные, помещения для обогрева или охлаждения, обработки, хранения и выдачи спецодежды и другие в соответствии с ведомственными нормативными документами.

Гардеробные используются для хранения уличной одежды (пальто, головной убор, обувь), домашней (костюм, платье, белье) и рабочей одежды с соблюдением, как правило, условий самообслуживания.

Предусматривается три способа организации хранения специальной и домашней одежды: попеременное в одном отделении шкафа, в разных отделениях шкафа в одном помещении, в разных помещениях.

Для всех групп производственных процессов при списочной численности работающих на предприятии до 50 человек допускается принимать общие гардеробные для всех видов одежды.

Количество душевых сеток, кранов умывальных и специальных бытовых устройств следует принимать по численности работающих в наиболее многочисленной смене жди в наиболее многочисленной части смены при разнице в начале и окончании смены 1 ч и более.

Душевые должны размещаться смежно с гардеробными. При душевых с количеством душевых сеток более четырех следует предусматривать преддушевые, предназначенные для вытирания тела, а при душевых в общих гардеробных - также и для переодевания.

Душевые должны быть оборудованы открытыми душевыми кабинами, огражденными с двух сторон, а при производственных процессах 1в и 36 - открытыми душевыми кабинами со сквозными проходами, ограждаемыми с двух противоположных сторон. До 20% от общего количества душевых кабин допускается предусматривать закрытыми с входами из гардеробных или преддушевых. В душевой должно быть не более 30 душевых сеток.

Умывальные должны размещаться смежно с общими гардеробными или гардеробными спецодежды. До 40% расчетного количества умывальников допускается размешать вблизи рабочих мест в производственных помещениях, в том числе в тамбурах или уборных.

Уборные в многоэтажных бытовых и производственных зданиях должны быть на каждом этаже. Если на двух смежных этажах работает 30 человек или менее, уборные следует размещать на одном из этажей с наибольшей численностью.

При численности работников на трех смежных этажах менее 10 человек допускается одна уборная на одном из этажей. Общую уборную для мужчин и женщин допускается предусматривать при численности работников в смену не более 15 человек.

Расстояние от рабочих мест в производственных зданиях до помещений уборных, курительных, обогрева или охлаждения, устройств душевого водоснабжения должно быть не более 75 м, а от рабочих мест на площадке предприятия - не более 150 м.

Площадь санитарно-бытовых помещений рассчитывается в соответствии с действующими ТКП 45-1.03-40-2006.

Санитарно-бытовые помещения должны быть обеспечены освещением, отоплением, естественной и механической вентиляцией. В частности, в холодный период года температура должна быть: в вестибюлях и гардеробных уличной одежды - 16 °С; гардеробных при душевых - 23 °С; душевых - 25 °С; умывальных, уборных курительных - 16 °С.

В административных и бытовых помещениях, непосредственно сообщающихся с производственными, необходимо предусматривать подпор воздуха, обеспечивающий скорость его движения в дверном проеме не менее 0,3 м/с.

Таблица 3.2. **Санитарная характеристика производственных процессов**

Группа производственных	**Санитарная характеристика производ-**	**Расчетное число человек**	Тип **гардеробных, число отделений шкафа на**	**Специальные бытовые помещения**

процессов	ственного процесса	на одну душевую сетку	на один кран	1 человека	и устройства
1	- с незначительными избытками явной теплоты и вызывающие загрязнение веществами III и IV классов опасности:				
1а	только рук	25	7	Общее, одно отделение	-
1б	тела и спецодежды	15	10	Общее, два отделения	-
1в	тела и спецодежды, удаляемых с применением специальных моющих средств	5	20	Раздельные, по одному отделению в каждой гардеробной	Химчистка или стирка спецодежды
2	- протекающие при избытках явной теплоты или неблагоприятных метеоусловиях :				
2а	при избытках явной конвекционной теплоты	7	20	Общие, два отделения	Помещение для охлаждения
2б	при избытках явной лучистой теплоты	3	20	То же	То же
2в	связанные с воздействием влаги, вызывающей намокание спецодежды	5	20	Раздельные, по одному отделению в каж-	Сушка спецодежды

				дой из гардеробных	
2г	при температуре воздуха до 10 °С, включая работы на открытом воздухе	**5**	20	Раздельные, по одному отделению в каждой из гардеробных	Помещения для обогрева и сушки спецодежды
3	-с резко выраженными вредными факторами, вызывающие загрязнение веществами I и Ш классов опасности, а также веществами, обладающие стойким запахом:				
3а	только рук	**7**	10	Общее, одно отделение	-
3б	тела и спецодежды	**3**	10	Раздельные, по одному отделению	Химчистка, искусственная вентиляция мест хранения спецодежды
4	требующие особого режима по чистоте или стерильности при изготовлении продукции	В соответствии с требованиями ведомственных нормативных документов			

3.5. Требования к водоснабжению и водоотведению предприятий

Промышленные предприятия могут потреблять большие количества воды, которая используется в производственном цикле, на вспомогательных операциях, в теплооб-

менной аппаратуре, для мытья полов, оборудования, хозяйственно-бытовых нужд и т. п.

Вода на предприятия может подаваться из открытого источника водоснабжения или из городского (коммунального) водопровода. Если вода поступает на предприятие из открытого источника (реки, водоема и пр.), то она, как правило, проходит последовательно водоприемное устройство, насосную станцию 1-го подъема, очистные сооружения, станцию обеззараживания (хлорирование или озонирование), при необходимости устройства доочистки воды, насосную 2-го подъема и далее подается в водонапорную башню или непосредственно в водопроводную сеть. Такая многостадийная обработка воды называется водоподготовкой. При большом расходе воды на предприятии (более 10 тыс. $м^3$/сут) водонапорные башни обычно не используются. Водоснабжение предприятий проектируют с учетом охраны и комплексного использования водных ресурсов, кооперирования потребителей воды и возможности их перспективного развития на основании схем генеральных планов и проектов планировки и застройки населенных пунктов и их промышленных районов.

Воду транспортируют от источника водоснабжения к потребителям по водоводам. Для повышения надежности водоснабжения водоводы прокладывают из двух или более ниток трубопроводов, параллельно друг другу.

Вода подается потребителям через водопроводную сеть, которая может быть различной конфигурации в зависимости от назначения зданий и их конструктивных и архитектурных особенностей. Основными требованиями, предъявляемыми к сетям, являются их надежность, минимальные длина и гидравлическое сопротивление.

Водопроводные сети могут быть наружными и внутренними**.** Наружные сети прокладывают по территории предприятия, а внутренние - от наружной сети до мест водоразбора внутри здания или сооружения. По устройству водопроводные сети бывают тупиковыми и кольцевыми. Как правило, тупиковые сети используют для обеспечения водой небольших объектов, допускающих перерывы в снабжении водой. Кольцевые сети применяют при необходимости бесперебойного водоснабжения, что обеспечивается двухсторонней запиткой объекта.

Системы водоснабжения по степени надежности подразделяют на три категории, при этом предприятия химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности относят к первой категории. Системы этой категории допускают снижение подачи воды на хозяйственные и питьевые нужды не более 30% от расчетного расхода, а на производственные нужды - до предела, установленного графиком работы предприятия. Длительность снижения подачи воды не должна превышать трех суток.

По назначению системы водоснабжения делятся на хозяйственно-питьевые, производственные (технологические) и противопожарные.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение должно обеспечивать подачу доброкачественной воды для хозяйственно-бытового потребления. Качество воды регламентируется действующими нормативными документами.

Производственное водоснабжение обеспечивает водой все технологические и технические нужды предприятия. Качество воды определяется конкретным технологическим процессом. Производственный водопровод может быть прямоточным, последовательным и оборотным.

При *прямоточном водоснабжении* вся отработанная на производстве вода сбрасывается обратно в водоем или непосредственно в канализационные сети населенных пунктов. В настоящее время эта схема неприемлема для подавляющего большинства производств, так как вызывает загрязнение водоемов.

При *последовательном водоснабжении* вода, используемая на одном производстве, направляется на другие, если она соответствует требуемым параметрам, после чего сливается в канализацию.

При *оборотном водоснабжении* используемую воду после необходимой обработки возвращают в производство. В данном случае вода из системы водоснабжения применяется только для подпитки, т.е. для восполнения потерь на испарение, утечку и пр.

Противопожарное водоснабжение представляет собой совокупность инженерно-технических средств и устройств, обеспечивающих подачу воды для тушения пожара. Система водоснабжения должна подавать расчетный расход воды на наружное и внутреннее пожаротушение, при этом наружный и (или) внутренний противопожарный водопровод может быть объединен с хозяйственно-питьевым или производственным в зависимости от принятой схемы водоснабжения, технико-экономических и других требований.

В соответствии с СНБ 4.01.02-03-3 «Противопожарное водоснабжение» допускается не предусматривать наружное противопожарное водоснабжение для зданий:

- 1-1У степеней огнестойкости классов Ф5.1-Ф.5.3 объемом до 500 м^3 категорий В4 и Д:
- класса Ф5.2, предназначенных для хранения горючих материалов и негорючих материалов в горючей упаковке площадью до 50 м^3;
- 1-1У степеней огнестойкости классов Ф3.1-Ф5.3 объемом до 500 м^3 и Ф3.2 объемом до 1000 м^3, размещаемых вне населенных пунктов.

Трубы для сети водоснабжения, в том числе и противопожарного, выбирают с учетом санитарных требований, агрессивности грунта, условий эксплуатации трубопроводов и требований к качеству воды. Обычно используют железобетонные, асбоцементные и чугунные водоводы, рассчитанные на давление 1,2—1,5 МПа. При необходимости обеспечения большего давления воды в трубах применяют трубопроводы стальные и из композиционных материалов.

Глубина заложения труб зависит от глубины промерзания грунта, температуры воды в трубах, режима ее подачи, материала труб. Как правило, трубы должны быть уложены на 0,5 м ниже глубины промерзания грунта для исключения замерзания в них воды и повреждений.

Для нормальной эксплуатации водопроводной сети на трубах устанавливают арматуру: запорно-регулирующую (задвижки, вентили, пробковые краны), предохранительную (клапаны), водоразборную (краны, гидранты) и т.д. В местах установки арматуры устраивают смотровые колодцы из сборных железобетонных колец, которые обеспечиваются чугунным люком с крышкой.

Водоотведение предприятия обычно обеспечивается системами ливневой, хозяйственно-бытовой и производственной канализации. Системы водоотведения могут быть раздельными или объединенными.

При разработке систем водоотведения учитывают следующие основные требования:

- необходимость максимального уменьшения объема сточных вод и снижение содержания в них примесей;
- возможность извлечения из сточных вод ценных примесей с их последующей утилизацией;
- повторное использование сточных вод в технологических процессах и системах оборотного водоснабжения;
- использование сточных вод на других предприятиях, а также для орошения сельскохозяйственных земель.

Обычно в самостоятельные потоки выделяют следующие виды сточных вод: незагрязняющиеся в процессе производства; коррозионно-активные (кислые или щелочные); высокоминерализованные; загрязненные органическими веществами; содержащие ценные примеси, извлечение которых экономически целесообразно; содержащие нефтепродукты и масла; содержащие неприятно пахнущие, токсичные, пожаро- и взрывоопасные примеси; ливневые воды; хозяйственно-бытовые сточные воды и т.д.

Объединение различных сточных вод в один поток целесообразно, если для их очистки применимы одни и те же методы.

Требования к внутреннему водоснабжению и водоотведению приведены в ТКП 45-4.01-52-2007 «Системы внутреннего водоснабжения зданий. Строительные нормы проектирования» и ТКП 45-4.01-54-2007 «Системы внутренней канализации зданий. Строительные нормы проектирования» соответственно.

Глава 4. Метеорологические условия производственных помещений

4.1. Общие сведения

Производственная среда - это пространство, где осуществляется трудовая деятельность человека, которая может производиться как в производственных помещениях, так и вне их.

Производственные помещения - это замкнутые пространства в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей (ГОСТ 12.1.005).

Метеорологические условия производственной среды - температура, относительная влажность и скорость движения воздуха определяют интенсивность теплообмена между организмом человека и окружающей средой и оказывают существенное влияние на функциональное состояние различных систем организма, самочувствие, работоспособность, производительность труда, здоровье.

Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических факторов резко ухудшает состояние здоровья организма и может приводить к заболеваниям.

Воздействие высокой температуры на человека способствует быстрой утомляемости работающего, может приводить в определенных условиях к перегреву организма, сопровождающемуся повышением температуры тела, обильным потоотделением, жаждой, учащением дыхания и пульса. При более значительном перегреве тела человека дополнительно возникает головокружение, затрудняется речь и пр. Описанная форма перегрева организма с преобладанием резкого повышения температуры тела человека называется *тепловой гипертермией.*

Другая форма воздействия высокой температуры на человека характеризуется преобладанием нарушения водно-солевого обмена и известна под названием *судорожной болезни.* Она протекает в форме судорог различных мышц, особенно икроножных, сопровождается большим выделением пота с потерей нужных организму солей. Обезвоживание организма вызывает сгущение крови, ухудшается питание тканей и органов. Потеря солей лишает кровь способности удерживать воду, что приводит к быстрому выведению из организма вновь выпитой жидкости.

В дальнейшем может наступить *тепловой удар,* протекающий с потерей сознания, повышением температуры тела до 40—41°С, слабым и учащенным пульсом. При тепловом или солнечном ударе происходит прилив крови к мозгу, в результате чего пострадавший чувствует внезапную слабость, головную боль, возникает рвота, дыхание становится поверхностным. Характерным признаком тяжелого поражения является почти полное прекращение потоотделения. Тепловой удар и судорожная болезнь могут привести к смертельному исходу.

Неблагоприятное воздействие на организм человека оказывает не только высокая, но и низкая температура воздуха. Она может вызвать местное или общее охлаждение организма, стать причиной простудного заболевания **жди** обморожения. Длительное охлаждение часто приводит к расстройству деятельности капилляров и мелких артерий

(озноблeние пальцев рук, ног и кончиков ушей). При этом происходит и переохлаждение всего организма.

Повреждение тканей в результате воздействия низкой температуры называется *отморожением.* Причинами отморожения могут быть длительное воздействие холода, ветер, повышенная влажность, тесная или мокрая обувь, неподвижное положение, плохое общее состояние пострадавшего - болезнь, истощение, алкогольное опьянение, кровопотери и т. д. Отморожение может наступить даже при положительной температуре 3—7 °С. Ему более всего подвержены пальцы, кисти, стопы, уши, нос.

Наибольший процент отморожений и даже смертей в результате переохлаждения тела человека наблюдается при сочетании низкой температуры воздуха, высокой влажности и большой его подвижности (ветре). Это объясняется тем, что влажный воздух лучше проводит теплоту, а ветер способствует повышению теплоотдачи конвекцией.

Широко известны вызываемые переохлаждением заболевания периферической нервной системы, особенно пояснично-крестцовый радикулит, невралгия лицевого, тройничного, седалищного и других нервов, обострения суставного и мышечного ревматизма, плеврит, бронхит, асептическое и инфекционное воспаление слизистых оболочек дыхательных путей и др.

Высокая относительная влажность (отношение содержания водяных паров в 1 $м^3$ воздуха к их максимально возможному содержанию в этом же объеме

при данной температуре) оказывает значительное влияние на человека: при повышенной температуре воздуха способствует перегреванию организма, а при низкой температуре она усиливает теплоотдачу поверхности кожи и ведет тем самым к переохлаждению организма. С другой стороны, низкая влажность вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей человека, что негативно отражается на дыхательной функции.

Подвижность воздуха эффективно способствует теплоотдаче организма человека положительно проявляется при высоких температурах, но отрицательно - при низких.

Следовательно, в одних случаях сочетание метеорологических факторов создает благоприятные условия для нормального протекания жизненных функций организма, а в других - неблагоприятные, что может привести к нарушению терморегуляции организма.

Терморегуляция - это совокупность физиологических и химических процессов в организме человека, направленных на поддержание температуры тела в пределах 36-37 °С. Различают химическую и физическую терморегуляцию. *Химическая терморегуляция* достигается снижением уровня обмена веществ при угрозе перегревания организма или его усилением при охлаждении. *Физическая терморегуляция* регулирует отдачу теплоты в окружающую среду.

Температурный режим производственных помещений определяется количеством тепловыделений в цехе или в изолированной его части от тепловыделяющего оборудо-

вания, нагретых и раскаленных изделий, отопительных приборов, а также от солнечной радиации, проникающей в цех через открытые и остекленные проемы. Часть поступающей в помещение теплоты отдается наружу, а остальная, так называемая «явная» теплота, нагревает воздух рабочих помещений.

Как правило, на практике тепловое излучение является интегральным, поскольку нагретые тела одновременно излучают волны с различной длиной. При температуре свыше 500°С спектр излучения содержит как видимые 1еветовые), так и невидимые (инфракрасные) лучи. При более низких температурах этот спектр состоит только из инфракрасных лучей. При температуре 2500-3000 °С и выше тела начинают излучать ультрафиолетовые лучи.

Видимая часть спектра охватывает волны длиной от 3 до 0,76 мкм, инфракрасная - от 0,77 до 420 мкм. Санитарно-гигиеническое значение имеет, в основном, невидимая часть спектра, т.е. инфракрасное излучение.

Инфракрасное излучение - это тепловое излучение, представляющее собой электромагнитные колебания, обладающие как волновыми, так и световыми свойствами. Инфракрасные лучи в зависимости от длины волны делятся на следующие области: коротковолновую ИКИ-А (менее 1,4 мкм), средневолновую ИКИ-В (1,4-3 мкм), длинноволновую ИКИ-С (более 3 мкм). В производственных условиях наибольшее гигиеническое значение имеет узкий диапазон инфракрасные излучения с длиной волны от 0,77 до 70 мкм.

Характер воздействия излучения зависит от многих факторов: интенсивности, длительности облучения, размеров излучающей поверхности и облучаемых участков человека и т.д. Воздействие инфракрасного излучений на организм человека может быть местным и общим.

При местном воздействии инфракрасного излучения особенно в области длинных волн температура кожи человека повышается, ощущаются жжение и боль.

Максимальной проникающей способностью обладают красные лучи видимого спектра и короткие инфракрасные лучи с длиной волны до 1,5 мкм, глубоко проникающие в ткани и мало поглощаемые поверхностью кожи. За большой глубины проникновения коротковолновая часть спектра вызывает повышение температуры глубоколежащих тканей тела. Например, длительное облучение человека может привести к помутнению хрусталика и развитию профессионального заболевания - произведенной катаракты. Наибольший нагрев поверхности кожи вызывают лучи с длиной волны около 3 мкм.

Организм человека с увеличением времени облучения приспосабливаться — происходит адаптация, сохраняющаяся довольно длительное время.

Передача теплоты от более нагретых тел к менее нагретым осуществляется тремя способами: теплопроводностью, конвекцией и тепловым излучением (лучеиспусканием).

Исследования показывают, что не менее 60% всей теряемой теплоты распространяется в окружающей среде путем излучения. Лучистая же энергия, проходя почти без потерь пространство, отделяющее одно тело от другого, снова превращается в тепловую энергию поверхностных слоев облучаемого тела. Следует отметить, что тепловое излучение не оказывает непосредственного воздействия на сухой окружающий воздух, свободно пронизывая его. Оно нагревает только те тела, на которые падает и поглощается ими.

Лучистая энергия, попадая на человека, воздействует прежде всего на незащищенные части тела (лицо, руки, шею, грудь). Причем, если конвективная теплота влияет главным образом на внешние кожные покровы, то лучистая теплота может проникать на некоторую глубину в ткани.

Продолжительное воздействие лучистой энергии на открытые участки кожи человека может приводить к *термическим ожогам.*

По тяжести поражения *ожоги* условно делятся на четыре степени: первая степень характеризуется краснотой, припухлостью кожи, болезненностью; вторая степень — появлением пузырьков, заполненных жидкостью; третья степень - глубоким повреждением, вызывающим омертвление участков тканей; четвертая степень - поражением всей толщи кожи, а также глубоколежащих тканей и органов.

При систематических перегревах организма человека отмечается повышенная восприимчивость его к простудным заболеваниям. Таким образом, тепловое излучение воздействует на организм человека, нарушая его нормальную деятельность, вызывая серьезные осложнения. Поэтому меры борьбы с избыточной теплотой имеют большое значение для улучшения условий труда.

4.2. Нормирование и контроль параметров микроклимата производственных помещений

Учитывая большую важность метеорологических факторов для работающих, санитарные правила регламентируют показатели микроклимата для рабочих зон производственных, а также санитарно-бытовых помещений.

Микроклимат производственных помещений — это метеорологические условия внутренней среды этих помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения.

Рабочая зона — пространство, ограниченное по высоте 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного (временного) пребывания работающих (ГОСТ 12.1.005).

СанПиН 9-80-98 устанавливает оптимальные и допустимые параметры микроклимата в зависимости от характеристики производственных помещений, периода года, категории тяжести работы и условий рабочего места.

Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений устанавливает СанПиН 9-80-98, по которому показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются температура, относительная влажность и скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения и температура поверхностей технологического оборудования и ограждающих конструкций. Указанные документы вводят понятия оптимальных и допустимых параметров микроклимата.

Оптимальные микроклиматические условия - сочетания количественных показателей микроклимата, которые яри длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального теплового состояния организма без напряжения механизмов терморегуляции. Они обеспечивают ощущение теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия - сочетания количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать переходящие и быстро нормализующиеся изменения теплового состояния организма, сопровождающиеся напряжением механизмов терморегуляции, не выходящим за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут наблюдаться дискомфортные теплоощущения, ухудшение самочувствия и снижение работоспособности.

Параметры микроклимата устанавливаются на два периода года — холодный и теплый.

Холодный — период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10 °С и ниже. *Теплый* - период года со среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10 °С. Среднесуточная температура наружного воздуха представляет собой среднюю величину температуры наружного воздуха, измеренную в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы.

Физическая тяжесть работы определяется энергетическими затратами в процессе трудовой деятельности, в соответствии с СанПиН 9-80-98 ***физические работы*** подразделяются на легкие, средней тяжести и тяжелые.

Легкие физические работы, подразделяются на две категории: 1а - энергозатраты составляют до 139 Вт и 16 - энергозатраты составляют 140-174 Вт. К категории 1а относятся работы, проводимые сидя и сопровождающиеся незначительным

физическим усилием. К категории 16 относятся работы, проводимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим усилием.

Физические работы средней тяжести подразделяются на две категории: Па - энергозатраты составляют 175-232 Вт и Пб - энергозатраты составляют 233-290 Вт. К категории Па относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенных физических усилий. К категории Пб относятся работы, связанные с ходьбой, перемещением и переносом тяжестей до 10 кг и требующие умеренного физического усилия.

Тяжелые физические работы (категория III) характеризуются расходом энергии более 290 Вт. К этой категории относятся работы, связанные с постоянным передвижением, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий.

Характеристика производственных помещений по категориям выполняемых в них работ в зависимости от затрат энергии определяется в соответствии с ведомственными нормативными документами, согласованными в установленном порядке, исходя из категории работ, выполняемых 50% работающими и более в соответствующем помещении.

Параметры микроклимата в рабочей зоне должны соответствовать оптимальным значениям (табл. 4.1).

Таблица 4.1. **Оптимальные температура, относительная влажность и скорость движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений***

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	Легкая, 1а	22 - 24	40 -60	0,1
	Легкая, 16	21 - 23	40 - 60	0,1
	Средней тяжести, Па	19 - 21	40 - 60	0,2
	Средней тяжести, Пб	17 - 19	40 - 60	0,2
	Тяжелая, Ш	16 - 18	40 - 60	0,3
Теплый	Легкая, 1а	23 - 25	40 - 60	0,1
	Легкая, 16	22 - 24	40 - 60	0,1

	Средней тяжести, Па	20 - 22	40 - 60	0,2
	Средней тяжести, Пб	19 - 21	40 - 60	0,2
	Тяжелая, Ш	18 - 20	40 - 60	0,3

*Кроме того, СанПиН 9-80-98 устанавливает оптимальную температуру поверхностей, которая в зависимости от категории тяжести работ, определена для холодного периода года от 15 до 25 °С, а теплого - от 18 до 25 °С.

Следует иметь в виду, что оптимальные параметры микроклимата распространяются на всю рабочую зону, а допустимые - устанавливаются дифференцированно для постоянных и непостоянных рабочих мест.

Оптимальные параметры микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, в которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники), а также в других помещениях при выполнении работ аналогичного характера (температура - 22-24 °С, относительная влажность - 60-40%, скорость движения воздуха - не более 0,1м/с).

Перечень других производственных помещений, в которых должны соблюдаться оптимальные нормы микроклимата, определяется отраслевыми документами, согласованными с органами государственного санитарного надзора республики.

Допустимые параметры микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям производства, техническим или экономическим причинам не обеспечиваются оптимальные нормы.

СанПиН 9-80-98 определяют допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (табл. 4.2).

Существенное значение для нормирования параметров микроклимата в производственных помещениях имеет наличие *явной теплоты,* которая представляет теплоту, поступающую от оборудования, отопительных приборов, нагретых материалов, людей и других источников теплоты, в результате инсоляции и воздействующую на температуру воздуха в этом помещении.

В соответствии с СНБ 4.02.01-03 *избытками явной теплоты* называют превышение для данных эксплуатационных условий и микроклимата помещений количества явной теплоты, поступающей в помещение (здание, сооружение), над количеством явной теплоты, выводимой или уходящей из помещения (здания, сооружения).

• Согласно ГОСТ 12.1.005, производственные помещения по избыткам явной теплоты условно подразделяются на две группы: помещения с незначительными избытками явной теплоты (< 23 Дж/м^3-с);

• помещения со значительными избытками явной теплоты (> 23 Дж/м^3-с), которые относят к категории *«горячих цехов»*.

В «горячих цехах» на долю инфракрасного излучения может приходиться до 2 /3 выделяемой теплоты и только 1/3 - на долю конвекционной. В «горячих цехах» нормируется также интенсивность теплового излучения.

В соответствии с СанПиН 9-80-98, интенсивность теплового облучения от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м^2 при облучении 50% поверхности тела и более; 70 Вт/м^2 - при величине облучаемой поверхности от 25 до 50% и 100 Вт/м^2 - при облучении не более 25% поверхности тела.

Интенсивность теплового облучения работников от открытых источников (нагретый металл, стекло, пламя и др.) не должна превышать 140 Вт/м^2, при этом облучению ею должно подвергаться более 25% поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

Таблица 4.2. **Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений**

Период года	Категории работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура Воздуха, ^{0}C		Температура поверхности, ^{0}C	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона температуры воздуха ниже оптимальной величины, не более	Для диапазона температуры воздуха ниже оптимальной величины, не более
Холодный	Iа	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75*	0,1	0,1
	Iб	19,0-20,0	23,1-24,0	18,0-25,0	15-75	0,1	0,2
	IIа	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0	15-75	0,1	0,4

	IIб	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0	15-75	0,2	0,3
	III	13,0-15,9	18,1-21,0	12,0-22,0	15-75	0,2	0,4
Теплый	Iа	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75*	0,1	0,2
	Iб	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	15-75*	0,1	0,3
	IIа	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0	15-75*	0,1	0,4
	IIб	16,0-18,9	21,1-27,0	15,0-28,0	15-75*	0,2	0,5
	III	15,0-17,9	20,1-26,0	14,0-27,0	15-75*	0,2	0,5

*При температуре воздуха 25 °С и выше максимальные величины относительной влажности воздуха не должны выходить за пределы: 70% - при температуре воздуха 25 °С; 65% - 26 °С; 60% - 27 °С; 55% - 28 °С.

При наличии теплового облучения температура воздуха на постоянных рабочих местах не должна превышать верхних границ оптимальных значений для теплого периода года (табл. 4.1), а на непостоянных рабочих местах — верхних границ допустимых значений для постоянных рабочих мест (табл. 4.2).

С целью защиты работающих от ожогов температура наружных поверхностей технологического оборудования и ограждающих его устройств не должна превышать 45 °С.

Если в производственных помещениях невозможно обеспечить допустимые нормативные величины показателей микроклимата из-за технологических требований, технической недостижимости или экономически обоснованной нецелесообразности, то необходимо обеспечить защиту работающих от возможного перегревания или охлаждения организма. Для этого можно использовать системы местного кондиционирования воздуха, воздушное душирование рабочих мест, помещения для отдыха и обогревания с оптимальными параметрами микроклимата, спецодежду и другие средства индивидуальной защиты, регламентацию труда и отдыха и т.п.

Для защиты работающих от возможного перегревания или охлаждения при температуре воздуха на рабочих местах выше или ниже допустимых величин время пребывания на рабочих местах (непрерывно или суммарно за рабочую смену) должно быть ограничено значениями, установленными СанПиН 9-30-98*

Контроль параметров микроклимата проводится не менее трех раз в течение одного дня: в начале, середине и конце рабочей смены.

Температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха измеряют на высоте 1,0 м от пола или рабочей площадки при работах, выполняемых сидя, и на высоте 1,5м — при выполнении работ стоя.

Интенсивность теплового излучения на постоянных и непостоянных рабочих местах необходимо определять в направлении максимума силы теплового излучения от каждого источника, располагая приемник прибора перпендикулярно падающему потоку на высоте 0,5; 1,0 и 1,7 м.

Температура и относительная влажность воздуха измеряются *аспирационными психрометрами* типа МВ-4М или М-34. При отсутствии в местах измерения источников лучистой теплоты (инфракрасного излучения) температура и относительная влажность могут измеряться суточными и недельными термографами типа М-16 и гигрографами типа М-21 при условии сравнения их показаний с показаниями аспирационного психрометра. Для измерения относительной влажности и температуры могут использоваться современные приборы ИВТМ-7МК и ИВГ-1МК и др. Для измерения температуры нагретых тел, поверхностей стен, оборудования можно использовать термометры: контактный микропроцессорный ТК-5М, переносной электронный 1503П, универсальный ТЕ8ТО 925, пирометр С-110Л и др.

Скорость движения воздуха измеряется крылъчатыми анемометрами АСО-3 типа Б, если скорость лежит в пределах от 1 до 10 м/с, или чашечными, которые позволяют измерить скорость движения воздуха от 1 до 30 м/с. Для измерения небольших скоростей воздуха (0,02-2 м/с) необходимо использовать дифференциальный микроанемометр или электроанемометр. К анемометрам последнего типа относится термоанемометр типа ЭА-2М, который ««повременно определяет температуру воздуха. Диапазон скоростей, измеряемых термоанемометром, лежит в пределах от 0,03 до 5 м/с. Скорость движения воздуха менее в,3 м/с, особенно при наличии разнонаправленных потоков, можно измерять цилиндрическим или шаровым кататермометрами. Они позволяют определять диапазон скоростей воздуха от 0,1 до 1,5 м/с, обеспечивая при этом достаточную для практических целей точность измерений. Однако их не рекомендовано использовать при температуре воздуха выше 29 °С, при наличии вблизи точки измерения нагретых или охлажденных поверхностей.

К современным портативным приборам для измерения скорости воздуха относятся электронный анемометр АПР-2, TESTO 425, 435 и др.

Тепловое излучение измеряется различными приборами типа радиометров, актинометров, болометров, спектрорадиометров (РОТС-11, ДОИ-1, СРП-86). Кроме того, для измерения можно использовать актинометр Носкова, радиометр энергетической освещенности РАТ-2П-Кварц-41, портативный инфракрас-

ный термометр ПИТ (пирометр), инфракрасный радиационный термометр ИРТ-2 и др.

Измерения должны проводиться метрологически аттестованными приборами. Диапазон измерений и допустимая

погрешность измерительных приборов должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов. Для оценки сочетанного действия параметров микроклимата на работающих рекомендуется использовать *интегральный показатель тепловой нагрузки среды.* (ТНС), величины которого приведены в СанПиН 9-80-98.

4.3. Мероприятия по обеспечению нормативных параметров микроклимата.

Общие положения. Для обеспечения нормативных параметров микроклимата в производственных помещениях проводятся технологические, технические, санитарно-технические и организационные мероприятия.

Наиболее радикальными методами управления микроклиматом являются:

- максимально возможная механизация и автоматизация тяжелых и трудоемких работ, выполнение которых сопровождается избыточным теплообразованием в организме человека;
- дистанционное управление теплоизлучающими поверхностями, исключающее необходимость пребывания работающих в зоне инфракрасного облучения;
- рациональное размещение и теплоизоляция оборудования, коммуникаций и других источников, излучающих теплоту в рабочую зону, так, чтобы исключалась возможность совмещения потоков лучистой энергии на рабочих местах. При возможности оборудование следует размещать на открытых площадках. Теплоизоляция его должна обеспечивать температуру наружных стенок не выше 45°С;
- оборудование источников интенсивного влаговыделения с открытой поверхностью испарения (ванны, красильные и промывочные аппараты и другие емкости с водой или растворами) крышками или снабжение их местными отсосами.

При невозможности нормализации микроклимата в производственных помещениях следует применять защитные экраны, водяные и воздушные завесы, защищающие рабочие места от теплового излучения, а также водовоздушное или воздушное душирование.

Основной способ борьбы с лучистой теплотой (инфракрасным излучением) на рабочих местах заключается в изоляции излучающих поверхностей, т.е. создании определенного термического сопротивления на пути теплового потока в виде экранов различных конструкций (жестких глухих, сетчатых полупрозрачных, водяных,

водновоздушных и др.). Действие защитных экранов заключается либо в отражении лучистой энергии обратно к источнику излучения либо в ее поглощении. По принципу работы различают отражающие, поглощающие и теплоотводящие экраны. Однако это деление условно, так как любой экран обладает способностью отражать, поглощать или отводить теплоту. Принадлежность экрана к той или иной группе зависит от преимущественного свойства последнего. В зависимости от возможности наблюдения за ходом технологического процесса экраны можно разделить на три типа: непрозрачные, полупрозрачные и прозрачные.

Среди организационных мероприятий следует отметить следующие:

- организация рационального водно-солевого режима работающих с целью профилактики перегрева организма. Для этого к питьевой воде добавляют небольшое количество (0,2-0,5%) поваренной соли и насыщают ее диоксидом углерода (сатурируют). Прием газированной подсоленной воды позволяет быстро восстанавливать нарушенное водно-солевое равновесие организма, утолять жажду, компенсировать потоотделение и соответственно снижать потери массы. Диоксид углерода придает вкус воде и улучшает секрецию желудочного сока;
- устройство в «горячих цехах» специально оборудованных комнат, кабин или мест для кратковременного отдыха, в которые подается очищенный и умеренно охлажденный воздух;
- для предупреждения переохлаждения и простудных заболеваний работающих у входа в цех устраивают тамбуры или создают воздушные тепловые завесы, которые направляют поток холодного наружного воздуха в верхнюю зону помещения. Для работающих длительное время на холоде предусматривают специально оборудованные помещения для периодического обогрева.

4.4. Отопление помещений, кондиционирование и аэроионизация воздуха

Для обеспечения нормативных микроклиматических условий в холодный период года производственные и административно-бытовые помещения должны оборудоваться системами отопления.

Отопление. Отопление проектируется для обеспечения в помещениях *расчетной температуры воздуха,* которая принимается в зависимости от периода года. Для холодного периода года расчет отопления производится с учетом обеспечения минимальной из допустимых температур. *В* общественных, административно-бытовых и производственных помещениях отапливаемых зданий, когда они не используются, и в нерабочее время следует принимать температуру воздуха ниже нормируемой, но не ниже 5°С, обеспечивая восстановле-

ние нормируемой температуры к началу использования помещения или к началу работы без увеличения приведенных затрат.

На постоянных рабочих местах в помещениях пультов управления технологическими процессами необходимо принимать расчетную температуру воздуха 22 °С и относительную влажность не более 60% в течение всего года.

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха производственных и вспомогательных помещений регламентируются одноименным СНБ 4.02.01-03, ГОСТ 12.4.021. ГОСТ 12.2.137, МОПОТ и другими документами.

Для производственного отопления используются специальные системы.

Система отопления — это комплекс конструктивных элементов, предназначенных для получения, переноса и подачи необходимого расчетного количества теплоты в обогреваемые помещения.

Каждая система отопления состоит из генератора теплоты, нагревательных приборов для передачи теплоты отапливаемому помещению и теплопровода - сети труб или каналов для переноса теплоты от генератора к отопительным приборам.

По месту размещения генератора теплоты относительно отапливаемых помещений системы отопления могут быть местными и центральными.

К *местным системам* относят такие, в которых генератор теплоты, нагревательные приборы и теплопроводы находятся непосредственно в отапливаемом помещении и конструктивно объединены в одной установке (печное, воздушное, панельное (лучистое), а также отопление местными газовыми, электрическими приборами или котлами, работающими на различных видах топлива).

При *панельном (лучистом) отоплении* нагревательные приборы либо совмещены с ограждающими конструкциями (т.е. находятся в междуэтажных перекрытиях, стенах, перегородках), либо расположены свободно в виде плоских панелей, плафонов, излучателей. В качестве теплоносителя используется вода с температурой 50—60 °С, нагретый воздух и реже пар. Иногда используются электронагревательные элементы. Преимуществами этой системы являются: большая равномерность нагрева и постоянство температуры и влажности воздуха в помещении, отсутствие нагревательных приборов, возможность охлаждения помещений в летнее время пропусканием холодной воды (или воздуха) через систему. Основные недостатки -относительно большие первоначальные затраты на устройство и сложность ремонта во время эксплуатации.

К системам центрального отопления относятся такие, в которых генераторы теплоты расположены вне отапливаемых помещений, т.е. отдалены от нагревательных приборов. Теплоноситель нагревается в генераторе, находящемся в тепловом центре (ТЭЦ, котельная), перемещается по теплопроводам в обогреваемые здания и по-

мещения и, передав теплоту через нагревательные приборы, возвращается в тепловой центр.

Центральные системы отопления бывают водяными, паровыми, воздушными и комбинированными.

Водяная и паровая системы отопления в зависимости от давления теплоносителя могут быть низкого давления (давление пара до 70 кПа или температура воды до 100 °С) и высокого давления (давление пара выше 70 кПа или температура воды свыше 100 °С).

Системы водяного отопления подразделяются на низкотемпературные — с предельной температурой горячей воды 85-100 °С я. высокотемпературные - с температурой воды более 105 °С.

Водяное, отопление низкого давления наиболее широко используется на промышленных предприятиях, так как позволяет централизованно регулировать температуру теплоносителя, поддерживать температуру воздуха и относительную влажность в помещениях в заданных пределах, исключает возможность ожогов работающих об нагревательные приборы, обеспечивает пожарную безопасность. Основным недостатком системы является возможность ее замерзания в зимнее время, а также медленный нагрев больших помещений после продолжительного перерыва в работе.

В паровом отоплении теплоносителем является водяной пар (влажный, насыщенный). В зависимости от рабочего давления оно делится на системы низкого, высокого давления и вакуум-паровые. По устройству паровые системы отопления не отличаются от водяных.

Паровое отопление имеет ряд существенных недостатков по сравнению с водяным: трудность регулировки подачи пара в отопительную систему, что приводит к резким колебаниям температуры в отапливаемых помещениях; опасность возникновения пожаров и ожогов о нагревательные приборы; вероятность резкого снижения относительной влажности воздуха за счет его перегрева и т.п.

Воздушное отопление по способу подачи теплого воздуха подразделяется на центральное - с подачей нагретого воздуха от единого теплогенератора и местное - с подачей теплого воздуха местными отопительными агрегатами.

Нагретый до 70 °С воздух должен подаваться на высоту не менее 3,5 м от уровня пола, а воздух, нагретый до 45 °С, -на расстояние не менее 2,5 м от рабочих мест. Основные преимущества центрального воздушного отопления следующие: немедленный обогрев помещения при включении системы отопления; отсутствие в помещении нагревательных приборов; возможность использования в летнее время для охлаждения и вентиляции помещений; экономичность, особенно если это отопление совмещено с общеобменной вентиляцией. Устройство и эксплуатация воздушного отопления значительно экономичнее других систем.

Кондиционирование воздуха. Наиболее современным способом обеспечения оптимальных параметров микроклимата в помещениях является кондиционирование воздуха. В соответствии с СНБ 4.02.01-03 кондиционирование воздуха - это автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения) с целью обеспечения, главным образом, оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса, сохранения ценностей культуры.

В общем случае под кондиционированием понимается нагревание или охлаждение, увлажнение или осушка воздуха и очистка его от пыли. Используются различные типы кондиционеров, которые в зависимости от расхода воздуха подразделяются на промышленные, полупромышленные и бытовые.

При низком качестве кондиционеров и несовершенной технологии их обслуживания в рабочих секциях возможно накопление микроорганизмов, в том числе и патогенных. В мировой и отечественной практике известны случаи, когда кондиционеры являлись источником инфекционных заболеваний людей. Поэтому в современных кондиционерах предусмотрена реализация дополнительных операций — обеззараживания, дезодорации, ароматизации, ионизации воздуха и др.

Различают системы комфортного кондиционирования, обеспечивающие в помещении постоянные комфортные условия для человека, и системы технологического кондиционирования, предназначенные для поддержания в производственном помещении требуемых технологическим процессом условий.

Аэроионизация воздуха. СанПиН 9-98-98 регламентируют основные требования по гигиене труда и промышленной санитарии при работе с источниками аэроионов, а также в помещениях, оборудованных системами кондиционирования воздуха.

Источниками аэроионизации воздуха могут быть природные явления (космические и другие излучения, грозы, выпадение осадков, естественный радиоактивный распад элементов и пр.), технологические процессы и оборудование (рентгеновское и ультрафиолетовое излучения, термоэмиссия, фотоэффект, наличие высоких уровней электрического напряжения в технологическом оборудовании и электрических цепях) и специальные устройства (искусственная ионизация), при воздействии которых на воздушную среду происходит образование электрически заряженных частиц (ионов).

Как правило, аэроионы концентрируются вблизи мест их образования, их много в горном, морском воздухе (5000-10 000 ионов /см^3), в лесах (1000-5000 ионов /см^3), у водоемов, после дождя, снега, грозы. Для сравнения: в воздухе городской квартиры содержится всего 50-100 отрицательных ионов /см^3.

Аэроионы повышают умственную и физическую работоспособность, снимают стресс, укрепляют нервную систему, повышают сопротивляемость организма инфекционным заболеваниям.

В биологическом отношении наиболее активны легкие аэроионы, при низком содержании которых отмечается ощущение духоты, головные боли, ослабление внимания, снижение других функциональных показателей организма. Повышенный уровень аэроионизации воздуха оказывает токсическое действие на организм человека и усиливает воздействие на него других вредных факторов.

Аэроионы характеризуются зарядом частиц и их подвижностью. Различают отрицательные и положительные аэроионы.

Санитарные правила регламентируют в воздушной среде помещений производственных и общественных зданий уровни аэроионизации и содержания положительных и отрицательных аэроионов (табл. 4.3).

Минимально необходимый и максимально допустимый уровни определяют регламентированный интервал содержания аэроионов в воздухе помещений.

Для постоянных рабочих мест в общественных помещениях при наличии источников аэроионизации принимаются оптимальные значения, а для непостоянных рабочих мест и в производственных условиях концентрация аэроионов должна находиться в интервале от минимально необходимого до максимально допустимого уровней.

Технические средства нормализации или коррекции аэроионного режима помещений должны применяться в случаях, если условия пребывания персонала не удовлетворяют вышеуказанным требованиям.

Для нормализации аэроионного состава воздуха в помещениях используют приточно-вытяжную вентиляцию, групповые и индивидуальные ионизаторы воздуха, устройства автоматического регулирования ионного режима воздушной среды.

Таблица 4.3. **Уровни аэроионизации воздушной среды производственных и общественных помещений**

Уровень аэроионизации	Число ионов в 1 $см^3$ воздуха	
	n^+	n^-
Минимально необходимый	400	600
Оптимальный	1500-3000	3000-5000
Максимально допустимый	500	50 000

Искусственная аэроионизация воздуха производится специальными ионизаторами, например люстрами Чижевского, которые могут обеспечить в ограниченном объеме заданную концентрацию ионов определенной полярности.

При текущем санитарном надзоре измерения содержания аэроионов производятся не реже одного раза в год. Для этого используют приборы, принцип действия которых основан на измерении изменения потенциала на электродах стандартизованного конденсатора. В настоящее время промышленностью выпускаются портативные счетчики аэроионов МАС-01, САПФИР ЗК и др.

Кроме всего вышеизложенного производственные помещения должны обеспечиваться как естественной, так и механической вентиляцией.

При изучении этой темы рекомендуется использовать [14].

Глава 5. Оздоровление воздушной среды

5.1. Классификация вредных веществ

Воздух рабочей зоны производственного помещения должен соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям по содержанию вредных веществ (газа, пара, аэрозоли), частиц пыли, приведенным в ГОСТ 12.1.005 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и Санитарных нормах, правилах и гигиенических нормативах «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ» (утвержден постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 31 декабря 2008 г. № 240).

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

Так, ГОСТ 12.1.007 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» подразделяет вредные вещества по степени воздействия на организм человека на четыре класса опасности (таб. 5.1).

Таблица 5.1. **Показатели токсичности вредных веществ**

Показатели	Норма для классов опасности			
	1	2	3	4
Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м^3	Менее 0,1	0,1 – 1,0	1,1 – 10,1	Более 10,0
Средняя смертельная доза	Менее 15	15 - 150	51 - 5000	Более 5000

при введении в желудок, мг/кг				
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100 - 500	501 - 2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м^3	Менее 500	500 - 5000	5001 – 50 000	Более 50 000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления	Более 300	300 - 30	29 - 3	Менее 3
Зона острого действия	Менее 6,0	6,0 – 18,0	18,1 – 54,0	Более 54,0
Зона хронического действия	Более 10,0	10,0 – 5,0	4,9 – 2,5	Менее 2,5

Средняя смертельная доза при введении в желудок -доза вещества, вызывающая гибель 50% животных (летальная доза $ЛД_{50}$) при однократном введении в желудок, мг/кг.

Средняя смертельная доза при нанесении на кожу - доза вещества, вызывающая гибель 50% животных при однократном нанесении на кожу, мг/кг.

Средняя смертельная концентрация в воздухе — концентрация вещества, вызывающая гибель 50% животных при двух—четырехчасовом ингаляционном воздействии, мг/м^3.

Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО) — отношение максимально достижимой концентрации вредного вещества в воздухе при 20°С к средней смертельной концентрации вещества для мышей при двухчасовом воздействии. КВИО объединяет два важнейших показателя опасности острого отравления: летучесть вещества и дозу, вызывающую наибольший биологический эффект, т.е. гибель организма.

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

Зона *хронического действия* - отношение минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций, к мини-

мальной концентрации, вызывающей вредное действие в хроническом эксперименте по четыре часа, пять раз в неделю на протяжении не менее четырех месяцев.

Предельно допустимые концентрации веществ, наиболее часто встречающихся в производстве, приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2. **Предельно допустимые концентрации веществ**

Вещества	ПДК, мг/м^3	Класс опасности
Бензин-растворитель (в пересчете на углерод)	300	4
Бензин топливный (в пересчете на углерод)	100	4
Ацетон	200	4
Свинец и его неорганические соединения	0,01	1
Кислота серная	1	2
Кислота соляная	5	2
Карбид кремния	6	4
Оксид углерода	20	4
Марганец	0,3	2
Пыль с содержанием SiO_2 более 70 %	1	3
Пыль с содержанием SiO_2 менее 2 %	10	4
Аммиак	20	4
Дихлорэтан	10	2
Медь	1	2
Свинец	0,01	1
Чугун	6	4
Озон	0,1	1
Сероводород	10	2
Табак	3	3
Пыль растительного и животного происхождения с примесью SiO_2 от 2 до 10 %	4	4

Вредные вещества также подразделяются:

по характеру воздействия на организм человека на *общетоксические* — вызывающие отравление всего организма (оксид углерода, цианистые соединения, свинец, ртуть, бензол, мышьяк и его соединения); *раздражающие* — вызывающие раздражение дыхательного тракта и слизистых оболочек (хлор, аммиак, сернистый газ, фтористый водород, оксиды азота, озон, ацетон и др.); *сенсибилизирующие* — действу-

ющие как аллергены (формальдегид, различные растворители и лаки на основе нитро- и нитрозосоединений и др.); *канцерогенные* — вызывающие раковые заболевания (никель и его соединения, амины, окислы хрома, асбест и др.); *мутагенные* — приводящие к изменению наследственной информации (свинец, марганец, радиоактивные вещества и др.); *влияющие на репродуктивную (детородную) функцию* (ртуть, свинец, марганец, стирол, радиоактивные вещества и др.);

в зависимости от того, *каким путем вредные вещества попадают в организм,* на проникающие через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожный покров или слизистые оболочки;

по химическим классам соединений на органические, неорганические, элементоорганические и др.

Так, ГОСТ 12.1.005 «Общие санитарно-гигиенические требованиям к воздуху рабочей зоны» и Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ» устанавливают предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны — обязательные санитарные нормативы для использования их при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования и вентиляции, а также для текущего санитарного надзора.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) — концентрация вредного вещества, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч и не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не должна вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Воздействие вредного вещества на уровне ПДК не исключает нарушения состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью. ПДК устанавливаются в виде максимально разовых и среднесменных гигиенических нормативов. Для веществ, способных вызывать преимущественно хронические интоксикации (фиброгенные пыли, аэрозоли дезинтеграции металлов и др.), устанавливаются среднесменные ПДК; для веществ с остронаправленным токсическим эффектом (ферментные, раздражающие яды и др.) устанавливаются максимальные разовые концентрации; для веществ, при воздействии которых возможно развитие как хронических, так и острых интоксикаций, устанавливаются наряду с максимально разовыми и среднесменные ПДК.

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

Фактическая концентрация вредного вещества $C_ф$ мг/м^3 в воздухе рабочей зоны не должна превышать предельно допустимой концентрации, т. е. должно соблюдаться соотношение $C_ф$/ ПДК < 1.

Специальными символами выделены вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе, канцерогены, аллергены и аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. В этих целях использованы следующие обозначения: О — вещества с остронаправленным механизмом действия; А — вещества, способные вызывать аллергические заболевания работников в производственных условиях; К — канцерогены; Ф — аэрозоли преимущественной фиброгенного действия; п — пары и (или) газы; а — аэрозоль; п + а — смесь паров и аэрозолей; (+) — соединения, при работе с которыми требуется специальная защита кожи и глаз; (++) — соединения, при работе с которыми должен быть исключен контакт с органами дыхания и кожей при обязательном контроле воздуха рабочей зоны. Для таких веществ значения ПДК не приводятся, а указываются только класс опасности и агрегатное состояние в воздухе.

Если в графе «величина ПДК» приведены два гигиенических норматива, то это означает, что в числителе максимальная разовая, а в знаменателе — среднесменная ПДК; прочерк в числителе означает, что гигиенический норматив установлен в виде среднесменной ПДК. Если приведен один гигиенический норматив, то это означает, что он установлен как максимальная разовая ПДК.

5.2. Пути проникновения и характер воздействия вредных веществ на организм человека

Основными путями поступления вредных веществ в организм человека являются: *ингаляционный* (через органы дыхания), *пероралъный* (через желудочно-кишечный тракт) и непосредственно через *неповрежденную кожу и слизистые оболочки.*

Статистика профессиональных заболеваний показывает, что до 90% всех производственных отравлений связано с ингаляцией вредных веществ.

Отравления, вызванные попаданием вредных веществ в пищеварительный тракт, редко бывают производственными. Это возможно при нарушении правил личной гигиены, приеме пищи, курении в производственных помещениях.

Поступление ядов через кожу возможно лишь в том случае, если они являются неэлектролитами и способны растворяться в жирах и липидах, а следовательно, и в кожном сале (углеводороды, ароматические амины, бензол и его соединения, толуол, анилин и др.).

Выделение ядов из организма происходит главных образом через почки и кишечник, наиболее летучие вещества выделяются также и через легкие с выдыхаемым воздухом.

Действие ядовитого вещества на организм может быть местным и общим. Типичным местным действием обладают газы и пары, вызывающие раздражение слизистых оболочек носа, горла, бронхов (пощипывание, сухой кашель и др.) и глаз (резь, боль, слезотечение).

Общее действие яда возникает при проникновении его в кровь и распространении по всему организму. Поступившие в организм тем или иным путем яды могут относительно равномерно распределяться по всем органам и тканям, оказывая на них токсическое действие. Некоторые же из них накапливаются преимущественно в определенных тканях и органах: в печени, костях, легких, почках, селезенке и др. Такие места преимущественного скопления токсических веществ называют депо яда в организме. Для многих веществ характерны определенные виды тканей и органов, где яды могут депонироваться и поражать их. Задержка ядов в депо может быть как кратковременной, так и более длительной — до нескольких дней и недель. Постепенно выходя из депо в общий кровоток, они также могут оказывать определенное, как правило, слабо выраженное токсическое действие.

Некоторые раздражающие и токсические вещества после относительно непродолжительного действия на организм человека вызывают в нем повышенную чувствительность к этому веществу, называемую сенсибилизацией. Последующие воздействия на сенсибилизированный организм даже незначительных количеств этого вещества приводят к бурной и весьма быстро развивающейся реакции, выражающейся чаще в кожных изменениях (дерматиты, экземы), астматических явлениях и т.д. Прекращение повторных контактов с данным веществом, как правило, приводит к исчезновению этих реакций.

Результатом воздействия вредных веществ могут быть острые и хронические отравления. Острые отравления являются следствием кратковременного воздействия вредных веществ, поступающих в организм в значительных количествах. Хронические развиваются в результате длительного воздействия вредных веществ, поступающих в организм малыми дозами. Наиболее опасными являются хронические отравления, отличающиеся стойкостью симптомов отравления и приводящие к профессиональным заболеваниям.

Токсический эффект воздействия вредных веществ зависит от физиологических особенностей человека. К некоторым ядам более чувствителен женский организм, к другим — мужской.

Характер и тяжесть выполняемой работы также влияют на восприимчивость организма к ядам. При тяжелой физической работе активизируются дыхание, кровообра-

щение и потовыделение, что усиливает процесс проникновения ядовитых веществ в организм человека.

Результат воздействия токсических веществ зависит от таких производственных факторов, как метеорологические условия, изменение барометрического давления, шум и вибрация. В большинстве случаев они увеличивают опасность отравления из-за функциональных изменений в организме и изменения токсических свойств самих веществ.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия в концентрациях, не превышающих ПДК, должно соблюдаться условие: сумма отношений фактических концентраций каждого из них (С,, C_2, C_3, ..., С) в воздухе к их ПДК не должна превышать единицы, т. е. С, / ПДК, + C_2 / $ПДК_2$ + ... + С, / ПДК, < 1.

5.3. Производственная пыль и ее воздействие на организм человека

Многие технологические процессы характеризуются выделением в воздушную среду пыли (взвешенных в воздухе, медленно оседающих твердых частиц разных размеров). Пыль, способная некоторое время находиться в воздухе во взвешенном состоянии, называется аэрозолью, осевшая — аэрогелью.

Эффект воздействия пыли на организм человека зависит от токсичности, физико-химических свойств, дисперсности и концентрации пыли в воздухе рабочей зоны.

Пыль подразделяется:

а) *по происхождению* на органическую: естественного (шерстяная, древесная, хлопковая и др.) и искусственного (пыль пластмасс, резины, смол и др.) происхождения; неорганическую: пыль металлов (железная, медная, марганцевая и др.) и минералов (кварцевая, асбестовая и др.);

б) *по токсичности* на ядовитую, вызывающую острые или хронические отравления (свинцовая, марганцевая и др.); неядовитую, оказывающую преимущественно фиброгенное действие, вызывающую раздражение слизистых оболочек дыхательных путей и оседающую в легких, практически не попадая в круг кровообращения (чугунная, железная, алюминиевая и др.);

в) *по дисперсности* (размерам частиц) на крупнодисперсные (> 10 мкм); среднедисперсные (5 ... 10 мкм); мелкодисперсные (1 ... 5 мкм); дым, пылевой туман или «облако» (< 1 мкм);

г) *по способу образования* на аэрозоли дезинтеграции (образуются при измельчении, дроблении твердых веществ и т. д.); аэрозоли конденсации (образуются при электросварке и т. д.).

Наиболее важное значение имеют такие свойства пыли, как химический состав, растворимость, дисперсность, взрывоопасность, радиоактивность, электрозаряженность.

Пыль как вредное вещество может оказывать на организм человека фиброгенное, токсическое, раздражающее, аллергенное, канцерогенное действие. Чем мельче частицы пыли, тем глубже они проникают в дыхательные пути, тем легче попадают в легкие. Так, в легкие проникает пыль размером до 5 мкм, а более крупные частицы задерживаются в верхних дыхательных путях.

Пылевые профессиональные заболевания, К основным из них относятся пневмокониозы, хронический бронхит и заболевания верхних дыхательных путей. Наиболее часто встречаются следующие виды пневмокониозов: *силикоз* — наиболее тяжелая форма пневмокониоза, развивающаяся при вдыхании пыли, содержащей свободный кремнезем (SiO_2), и сопровождающаяся изменениями легочной ткани; *силикатоз* — склеротическое заболевание легких, развивающееся при вдыхании пыли, содержащей SiO_2 в связанном с другими элементами состоянии (Mg, Ca, A1, Fe и др.); *электросварочный пневмокониоз* — развивается при высокой концентрации сварочного аэрозоля, содержащего оксид железа, соединения марганца или фтора; *асбестоз*— возникает при вдыхании пыли асбеста и др.

Фактическая концентрация пыли в воздухе рабочей зоны не должна превышать ПДК, которые приведены в ГОСТ 12.1.005 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и Санитарных нормах, правилах и гигиенических нормативах «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ». Пыли (аэрозоли) так же, как и вредные вещества, по степени воздействия на человека делятся на 4 класса опасности. Для кремнеземсодержащих пыли ПДК — от 1 до 4 мг/м^3, для остальных видов пыли — от 1 до 10 мг/м с учетом их опасности для человека. Величины гигиенических нормативов аэрозолей (в том числе и для аэрозолей по сумме смесей сложного состава) 4-го класса опасности не должны превышать 10 мг/м^3.

5.4. Нормирование вредных веществ и методы их контроля

Для оценки вредности и уровня безопасности химического вещества в воздухе рабочей зоны устанавливается его предельно допустимая концентрация (ПДК), определение которой приведено в п.2.5.1. ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны является *максимально разовой.*

ПДК вредных веществ в воздухе рабочих помещений устанавливается на основании специальных исследований и результатов профессиональных осмотров рабочих и утверждается органами здравоохранения. Величины ПДК приведены в СанПиН 11-19-94 и последующих дополнениях к ним.

При отсутствии утвержденного значения ПДК временно можно пользоваться величиной *ориентировочно безопасного уровня воздействия* (ОБУВ).

ОБУВ устанавливается, как правило, на период, предшествующий проектированию производства. Он рассчитывается исходя из физико-химических свойств веществ или путем интерполяций и экстраполяции в рядах, близких по

строению соединений, или по показателям острой опасности. ОБУВ пересчитывается через два года после утверждения или заменяется ПДК с учетом накопленных данных о соотношении здоровья работающих с условиями труда. ОБУВ не должен применяться при проектировании производства.

В соответствии с СанПиН 11-19-94 и ГН 9-105-98 для ряда вредных веществ нормируется *предельно допустимый уровень (ПДУ) загрязнения кожи* работающих (мг/см^2), представляющий собой количество вредного вещества для всей поверхности кожного покрова, которое при ежедневной работе (кроме выходных дней) в течение 8 ч и не более 40 ч в неделю на протяжении всего рабочего стажа, не должно вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Контроль состояния воздушной среды производственных помещений проводится по графику, утвержденному главным инженером предприятия.

Отбор проб воздуха производится в *рабочей зоне* на расстоянии 0,5 м от источников выделения вредных веществ в условиях действующей приточно-вытяжной вентиляции вне действия факела приточной вентиляции и открытых окон.

Обычно периодичность отбора проб и анализа устанавливается в зависимости от класса опасности веществ: 1-го класса опасности - не реже одного раза в 10 дней, 2-го - не реже одного раза в месяц, 3-го и 4-го классов опасности -не реже одного раза в квартал.

Для контроля воздушной среды применяются лабораторные, индикационные и экспресс - методы. Существуют также автоматические приборы контроля газовой среды.

Лабораторные методы очень точны и дают возможность определить микроколичества токсических веществ в воздухе. В этом случае проба воздуха отбирается в производственном помещении, а анализируется в лаборатории. Однако они требуют значительного времени и применяются главным образом в исследовательских работах. Для этой цели используют различные методы химического (объемные и весовые) и физико-химического (фотоколориметрия, спектроскопия, кулонометрия, хроматография, полярография и др.) анализа.

Индикационные методы отличаются простотой, позволяют быстро определить качественный состав загрязнителей. Эти методы применяются в случаях, когда нежелательно присутствие токсических веществ в помещениях даже в малых концентрациях, а при их наличии требуются особые срочные меры (пуск аварийной вентиляции, нейтрализация загазованного участка, применение средств индивидуальной защиты и т.д.). Однако количественное определение токсических веществ в воздухе при помощи индикационных методов можно произвести весьма ориентировочно.

В основу индикационных методов положены цветные реакции между загрязненным воздухом и поглотительным раствором или реактивной бумажкой. По интенсивности окрашивания поглотителя можно ориентировочно судить о концентрации определяемого вещества в воздухе. Так, бумажка, пропитанная уксуснокислым свинцом, чернеет в присутствии следов сероводорода; бумажка, пропитанная парами диметиламинобензольдегида (бумажка Прокофьева), краснеет в присутствии следов фосгена и т.д.

Экспресс-методы служат для качественного и количественного определения концентрации вредных паров и газов непосредственно в рабочей зоне. Для проведения контроля применяются газоанализаторы марок УГ, химический газоопределитель ГХ, газоанализатор типа ПГФ 2М1-ИЗГидр.

Экспресс-методы преимущественно основаны на получении цветной реакции при взаимодействии определяемого вещества с твердым сорбентом - индикаторным порошком, помещенным в узенькую стеклянную трубку. При просасывании загрязненного воздуха через трубку индикаторный порошок окрашивается на определенную длину, по величине которой судят о концентрации определяемого вещества. Основные положения линейно-колористического Метода реализованы в газоанализаторах УГ-1 и УГ-2.

Автоматические газоанализаторы непрерывного действия осуществляют обычно непрерывную регистрацию уровня загазованности на диаграммной ленте. Они могут обладать различной чувствительностью. Газоанализаторы, настроенные на уровни ПДК или показателе взрывоопасности, при достижении соответствующей концентрации дают световой или звуковой сигнал, автоматически включают вентиляцию и др. Такие приборы называются *газосигнализаторами.*

К газоанализаторам взрывоопасных газов и паров относятся «Сигма-1», «Сигнал-02», «Сигма-1Б» (для паров бензина), ГСА-2, ХОББИТ-Т-С12 (хлор), ХОББИТ-Т-NH3 (аммиак), ХОББИТ-Т-СО (угарный газ), ХОББИТ-Т-SO2 (сернистый газ), ОКА-МТ-2 и ОКА-МТ (горючие газы) и др.

Из большого ряда стационарных автоматических газосигнализаторов, определяющих концентрации горючих газов, паров и их смесей с воздухом, следует отметить следующие: СГП-1 ХЛЧ (горючие пары нефти и нефтепродуктов), СДК-2 (органические вещества и их смеси), СВИ-4 (аммиак, ацетон, бензин, бензол, сероводород, стирол), «Сигнал-03» (взрывоопасные газы и пары), «Сигнал-ОЗА» (пары аммиака), «Сигнал-ОЗБ» (пары бензина), «Сигнал-ОЗСО» (угарный газ).

Для установления превышения ДДК токсических ве-1честв и сигнализации об этом широко используются газоанализаторы следующих марок: ФКГ-ЗМ (хлор), ФЛС (сероводород, аммиак, фосген, синильная кислота), ФЛ-550 1М (озон, диоксид азота, сероводород, аммиак, хлор, сернистый газ), ГМК-3 (ок-

сид углерода), ГКП-1 (сернистый ангидрид), ФК (оксиды азота, фтористый водород) и др.

Для определения концентрации пыли в воздухе существует несколько методов:

аспирационный — основан на просасывании воздуха через пористые материалы или через жидкости (воду, масла). Однако чаще всего используют стандартные фильтры. Практически наибольшее распространение находят фильтры марок АФА-ВП-20, АФА-ХП-20, АФА-ХА-2С», АФА-ВП-10, ФПП, изготовленные из различных полимерных фильтрующих материалов;

- *седиментационный* - основан на естественном оседании пыли на стеклянные пластинки с последующим расчетом массы пыли на 1 $м^2$ поверхности;
- *электростатический* - заключается в создании поля высокого напряжения, в котором пылевые частицы электризуются и притягиваются к электродам;
- *фотометрический* - пылевые частицы регистрируются с помощью сильного бокового света;
- *радиоизотопный* — основан на определении массы за-! держанной фильтром пыли по степени ослабления потока b-частиц, прошедших через фильтр до его запыления и после.

В настоящее время производятся современные приборы для прямого измерения массовой концентрации аэрозольных частиц, например, «Аэрокон», радиоизотопный измеритель концентрации пыли ИКАР-ФБ-01 и др.

5.5. Мероприятия по обеспечению нормативных санитарно-гигиенических условий труда

Мероприятия по предупреждению производственных отравлений и профессиональных заболеваний предусмотрены различными действующими техническими нормативными правовыми актами. Например, требования к организации технологических процессов и гигиенические требования к производственному оборудованию установлены СанПиН 11-09-94; СанПиН 8-16-2002, ГОСТ 12.2.003, 12.3.002, СН 245-71 и многими другими документами.

Для обеспечения необходимого качества воздуха в рабочей зоне производственыхпомещений при разработке и организации технологических процессов и конструировании оборудования требуется выполнение ряда инженерно-технических, санитарно-технических, организационно-технических и других мероприятий.

К инженерно-техническим мероприятиям относятся:

- рационализация технологических процессов, устраняющая образование пыли, паров и газов или удаляющая вредные вещества из технологического процесса;
- замена вредных веществ безвредными или менее вредными;

- замена сухих способов переработки пылящих материалов мокрыми;
- обеспечение непрерывности технологических процессов;
- использование гидро- и пневмотранспорта при транспортировке вредных и пылящих материалов;
- проведение технологических и транспортных операций под вакуумом, исключающим попадание пыли, газов и паров в помещении;
- применение различных способов пылеподавления (смачивание, гранулирование, брикетирование и т.д.);
- максимальная комплексная механизация и автоматизация технологических процессов с применением дистанционного управления;
- автоблокировка технологического оборудования и санитарно-технических устройств;
- замена пламенного нагрева электрическим и преимущественное использование газообразного топлива;
- герметизация промышленного оборудования;
- тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, материалопроводов, воздуховодов, защита рабочих мест от конвекционной и лучистой теплоты;
- рациональная организация рабочих мест в соответствии с тяжестью и напряженностью труда;
- использование газоанализаторов и газосигнализаторов, связанных с автоматической системой защиты (автоблокировка, аварийная вентиляция и др.);
- сокращение водопотребления и водоотведения, широкое использование оборотного и повторного водоснабжения;
- улавливание и нейтрализация промышленных выбросов.

Доставка сырья и материалов на предприятия должна осуществляться способами, максимально устраняющими ручные операции, исключающими опасность травматизма и физического перенапряжения, а также непосредственный контакт работников с вредными веществами. При всех транспортных и перегрузочных операциях следует предусматривать меры предотвращающие загрязнение воздуха рабочей зоны территории предприятия, а также кожных покровов и одежды работающих.

Вредные порошкообразные вещества с величиной ПДК в воздухе рабочей зоны ниже 10 мг/м^3 должны подаваться в производство системой вакуум-пневмотранспорта.

В исключительных случаях при организации транспортировки высокотоксических веществ иными способами должны предусматриваться меры, предотвращающие выделение их в производственные помещения и контакт работающих с этим продуктом.

Жидкие вредные вещества (кислоты, щелочи, бензин, растворители и др.). используемые в количестве более 400 кг за рабочую смену, должны подаваться со складов в цехи по трубопроводам из стойких, неразрушающихся материалов с надежным

соединением фланцев и арматуры, исключающим просачивание продуктов через неплотности в оборудовании.

К организационно-техническим мероприятиям относятся:

- гигиеническая стандартизация химического сырья и продукции, например ограничение содержания токсических веществ;
- организация систематического санитарно-химического контроля воздуха рабочей зоны;
- санитарно-бытовое и лечебно-профилактическое обеспечение работающих;
- организация надежной вентиляции производственных и бытовых помещений.

5.6. Вентиляция производственных помещений

5.6.1. Классификация систем вентиляции

Наиболее важное значение для профилактики профессиональных заболеваний и нормализации воздушной среды имеет вентиляция.

Вентиляция - это комплекс взаимосвязанных устройств и процессов для создания требуемого воздухообмена в помещениях. В соответствии с СНБ 4.02.01-03 под вентиляцией понимают обмен воздуха в помещении для удаления избытков теплоты, влаги, вредных и других веществ с целью обеспечения допустимых параметров микроклимата и чистоты воздуха.

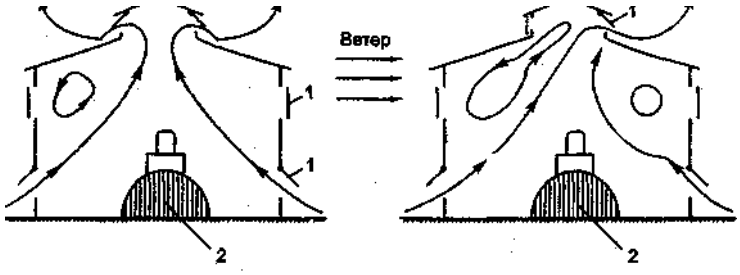
Основной задачей вентиляции является удаление из рабочей зоны загрязненного, увлажненного или перегретого воздуха и подача взамен его воздуха соответствующего качества, иными словами, организация воздухообмена а помещении.

В зависимости от способа перемещения воздуха в помещении вентиляци
я подразделяется на естественную и искусственную (механическую).

Естественная вентиляция осуществляется за разности температуры воздуха в помещении и снаружи (тепловой напор) или действия ветра (ветровой напор). Естественное движение воздуха в помещении происходит вследствие разности его плотностей снаружи и внутри помещения (тепловое давление) или разности давления наружного воздуха с наветренной и подветренной сторон (здания (ветровое давление). Величина давления или разрежения помещении зависит от скорости ветра. Обычно при обдуве здания ветром в помещении создается повышенное давление воздуха с наветренной стороны, а пониженное - с подветренной, что приводит к дополнителъной вытяжке воздуха из помещений. Однако при расчете естественной вентиляции учитывается только тепловое давление, поскольку сила ветра непостоянна.

Схема движения воздушных потоков при естественной вентиляции здания показана на рис. 5.1.

Естественная вентиляция может быть организованной и неорганизованной. Вентиляция считается организованной, если направление воздушных потоков и воздухообмен в помещении организуются с помощью специальных устройств, в качестве которых используются вытяжные каналы в стенах, шахты, форточки, фрамуги оконных блоков, проемы в потолке, аэрационные фонари и т.п. Для обеспечения расчетного воздухообмена



а б

Рис. 5.1. **Схема движения воздушных потоков при естественной вентиляции здания:**

а - при безветрии; *б* - при ветре; *1* - вытяжные и приточные отверстия; *2* - тепловыделяющий агрегат

вентиляционные каналы и проемы в стенах, а также в кровле зданий (аэрационные фонари) оборудуются фрамугами, которые открываются и закрываются специальными приспособлениями с ручным или механическим приводом непосредственно с уровня отметки пола помещения. Манипулируя фрамугами, можно регулировать воздухообмен при изменении наружной температуры воздуха или скорости ветра. Площадь вентиляционных проемов и фонарей рассчитывают в зависимости от необходимого воздухообмена.

Систему естественного организованного воздухообмена в помещении называют *аэрацией.* Ее, как правило, применяют в помещениях со значительными выделениями теплоты.

Для использования ветрового давления, а также удаления небольших объемов воздуха применяют дефлекторы - специальные насадки, устанавливаемые на вытяжных воздуховодах или шахтах. Их также используют и для организации местной вентиляции.

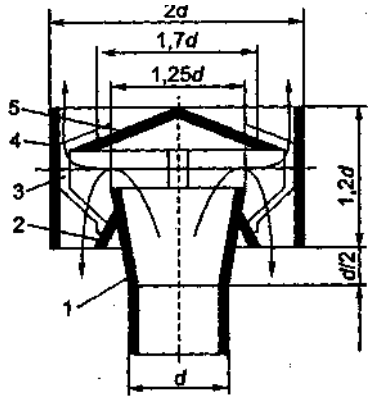


Рис. 5.2. **Схема дефлектора типа ЦАГИ:**
1 - диффузор; 2 – конус; 3 - лапки, удерживающие колпак и обечайку;
4 - обечайка; 5 - колпак; d – диаметр подводящего патрубка

Наибольшее распространение для создания воздухообмена в помещении получили *дефлекторы ЦАГИ* (рис. 5.2). Принцип действия дефлектора заключается в том, что поток ветра, ударяясь о дефлектор и обтекая его, создает вокруг большей части его периметра разрежение, обеспечивающее подсос воздуха из канала. Эффективность работы дефлектора зависит от скорости ветра и высоты уста-новки этого устройства над коньком крыши.

Основным достоинстве аэрации является возможность создания интенсивного воздухообмена в помещении при низких энергозатратах, а также относительная простота ее устройства и обслуживания.

К недостаткам аэрации следует отнести невозможность предварительной подготовки воздуха (очистка, нагрев и увлажнение), а также очистки удаляемого из помещения воздуха.

При неорганизованней естественной вентиляция воздухообмен осуществляется за счет вытеснения внутреннего теплого воздуха наружным через неплотности и поры наружных ограждений зданий (инфильтрация), а также через форточки, окна, двери, открываемые без всякой системы.

Естественную вентиляцию через открывающиеся окна, и проемы допускается устраивать в помещениях без выделения вредных веществ и веществ с резко выраженные неприятным запахом с объемом на каждого работающего 40 $м^3$ и более.

Искусственная (механическая) вентиляция устраняет недостатки естественной вентиляции. Она предназначена для обеспечения в рабочих помещениях оптимальных или допустимых микроклиматических условий снижения содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны до ПДК. При

механической вентиляции воздухообмен в помещении осуществляется за счет напора воздуха, создаваемого вентиляторами.

Чаще всего на производстве используют смешанная вентиляцию (естественную в сочетании с механической).

По степени охвата помещения или и месту действия системы вентиляции делятся на общеобменные и местные (локальные).

1

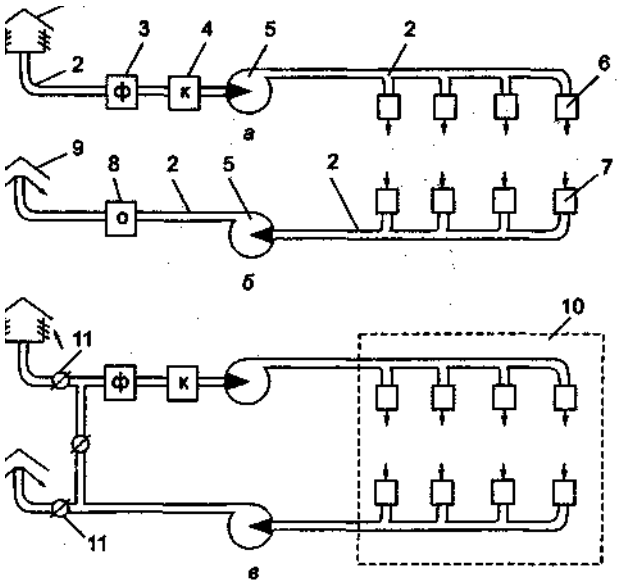


Рис. 5.3. **Основные схемы механической вентиляции:** а - приточная; б - вытяжная; в - приточно-вытяжная с рециркуляцией; 1 - воздухозаборное устройство; 2 - воздуховоды; 3 — фильтр для очистки воздуха от пыли; 4 - калорифер; 5 - центробежный вентилятор; 6 - приточное отверстие и насадки; 7 — вытяжные отверстия; 8 — устройство для очистки воздуха от пыли и газов; 9 - устройство для выброса воздуха; 10 - вентилируемое помещение; 11 — регулирующие клапаны.

По способу организации воздухообмена в помещении механическая общеобменная вентиляция может быть выполнена в виде приточной, вытяжной или приточно-вытяжной (рис. 5.3).

В системе приточной вентиляции воздух с помощью вентилятора подается в помещение организованно, повышая в нем давление, а уходит неорганизованно, вытесняясь через щели, проемы окон и дверей в соседние помещения или наружу. Количество

подаваемого воздуха можно регулировать клапанами или заслонками, устанавливаемыми на вентиляционных каналах.

При *вытяжной вентиляции* воздух организованно удаляется вентиляторами через сеть воздуховодов из помещения, в котором вследствие этого снижается давление. Взамен загрязненного в вентилируемое помещение подсасывается воздух из соседних помещений и снаружи через открытые проемы окон, двери, ворота или неплотности ограждающих конструкций.

В системе *приточно-вытяжной вентиляции* воздух организованно подается и удаляется в вентилируемом помещении через отдельные воздуховоды. В зависимости от соотношении расходов удаляемого и подаваемого воздуха, давление в помещении может снижаться или повышаться (отрицательный или положительный баланс).

Общеобменную вентиляцию устраивают, если:

- в производственное помещение попадают вредные выделения вследствие невозможности полной герметизации производственного оборудования;
- отсутствуют строго фиксированные источники вредных выделений;
- работа местных отсосов является недостаточно эффективной.

Общеобменная вентиляция обеспечивает необходимые параметры микроклимата и снижение концентрации вредных веществ до допустимых значений во всем объеме производственного помещения.

Различают четыре основные схемы организации воздухообмена в помещении при общеобменной вентиляции: сверху вниз, сверху вверх, снизу вверх и снизу вниз. Кроме того, возможны различные комбинации из этих схем.

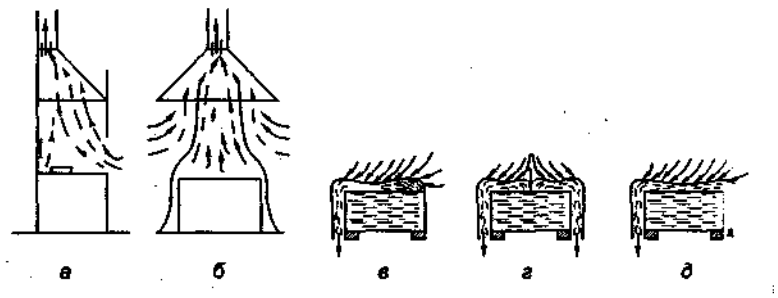


Рис. 5.4. **Схемы различных типов укрытий, предназначенных для удаления вредных веществ в месте их выделения:**

а — вытяжной шкаф; б — зонт; в - односторонний бортовой отсос; г — двусторонний бортовой отсос; д – передув

Местная вентиляция предназначена для обеспеченна санитарно-гигиенических условий труда непосредственно на рабочем месте, она может быть вытяжной и приточной.

Местная вытяжная вентиляция - система, при которой вытяжные устройства в виде зонтов, укрытий и других приспособлений размещаются непосредственно у мест выделения вредных веществ и предназначены для их улавливания и удаления. Это наиболее эффективный и дешевый способ, обеспечивающий удаление максимального количества вредных веществ при минимальном объеме удаляемого воздуха.

Гигиеническое значение местной вентиляции заключается в том, что она полностью исключает или сокращает проникновение вредных выделений в зону дыхания работающих. Экономическое значение ее состоит в том, что вредные вещества отводятся в больших концентрациях, чем при общеобменной вентиляции, а, следовательно, сокращаются воздухообмен и затраты на подготовку и очистку воздуха.

Различают три вида местных укрытий: полностью закрывающие источник выделения вредных веществ; находящиеся вне источника выделения (открытые отсосы с передувки. Некоторые из них схематически изображены на рис. 5.5.

крытия, полностью закрывающие источник выделения вредных веществ, наиболее эффективны, но не всегда применимы по условиям технологии. В качестве устройств местной вентиляции можно использовать капсулирование (оборудование полностью заключают в кожух- капсула), *аспирацию* (вредные выделения

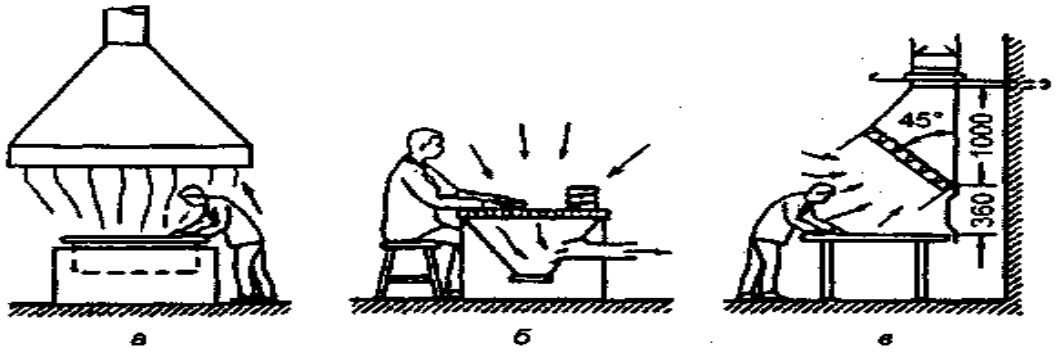


Рис. 5.5. **Местные отсосы:** а - зонт; б - опрокинутый зонт; в - всасывающая панель

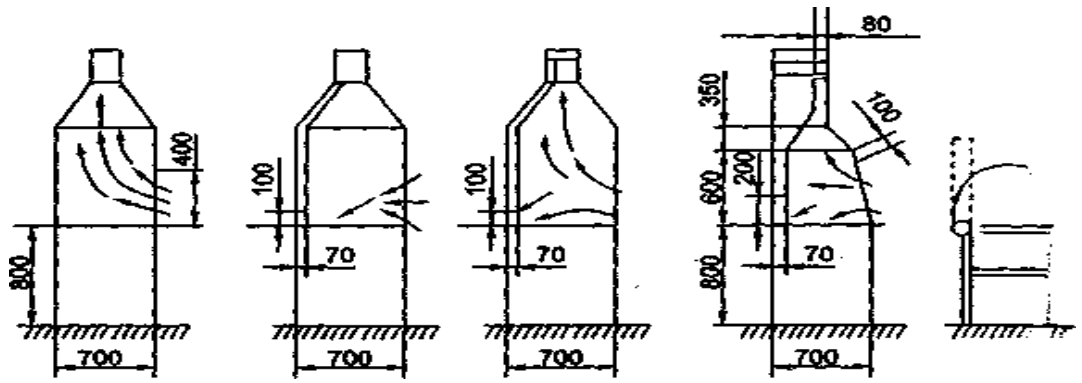
удаляют из внутренних объемов технологического оборудования), вытяжные зонты, вытяжные шкафы, всасывающие панели, витринные, фасонные и бортовые отсосы и др.

Наиболее часто на производстве используют местные отсосы (рис. 5.5). Конструкция местного отсоса должна обеспечивать максимальное удаление вредных веществ с минимальным расходом воздуха. В то же время она не должна загромождать помещения и затруднять работу обслуживающего персонала.

Вытяжные зонты представляют собой простые и наиболее распространенные местные отсосы. Их устанавливают для локализации вредных выделений, имеющих тенденцию подниматься вверх, например при выделениях теплоты или вредных веществ, которые легче окружающего воздуха при незначительной его подвижности в помещении. Зонты могут быть как с естественной, так и с механической вытяжкой.

Зонт над источником вредных выделений располагают на высоте 1,6—1,8 м над полом. Наилучшие условия для равномерного удаления вредных выделений создаются, если угол раскрытия зонта не менее 60°. Лишь при малой высоте помещения допускается увеличение угла до *90°*. В современном технологическом оборудовании отсосы предусматриваются в самой его конструкции.

Вытяжные шкафы обеспечивают наибольшую локализацию вредных выделений при минимальном расходе воздуха.



а б в г д

Рис. 5.6. **Основные схемы вытяжных шкафов**

Они выпускаются разных модификаций (рис. 5.6. Шкафы с верхним отсосом (рис. 5.6, а) используются при значительных тепло- и влаговыделениях. Для проведения работ, связанных с выделением газов и паров тяжелее воз- духа, можно применять шкафы с нижним отсосом (рис_ 5.6, *б, г).* Удобен в работе вытяжной шкаф с комбинированным удалением воздуха (рис. 5.6, в). Портативный| шкаф с горизонтальной «улиткой» и боковым отсосом воз- духа (рис. 5.6, д*)* рекомендуется при работе с пылящими веществами, так как «улитка», создавая вращение воздуха, способствует осаждению крупных примесей и пыли.

Скорость движения воздуха в створе шкафа должна быть не менее 0,5-0,7 м/с при удалении паров и газов нетоксических и малотоксических веществ и 1,0—1,5 л /с при удалении сильнодействующих ядовитых веществ (пары ртути, свинца, цианистые соединения и т.п.).

Всасывающие панели рекомендуется устанавливать в качестве местных отсосов при работах, сопровождающихся выделением вредных газов и пыли. Благодаря наклонному расположению всасывающего отверстия поток загрязненного воздуха отклоняется от зоны дыхания работающего. Площадь эффективного сечения всасывающей панели должна составлять 23% от общей площади. Рекомендуется принимать следующие скорости движения воздуха в эффективном сечении панелей: для вредных паров и газов без пыли - 2-3,5 м/с, а в смеси с горячей дисперсной пылью — 3,5—4,5 м/с. Панель функционирует эффективно в том случае, если на 1 $м^2$ ее площади приходится 3300 $м^3$/ч удаляемого воздуха.

Бортовые отсосы предусматривают в случаях, когда к соответствующим устройствам необходим доступ или подача изделий для обработки осуществляется с помощью грузоподъемных механизмов, т.е. пространство над поверхностью выделения вредных веществ должно быть свободным. Принцип действия бортовых отсосов, представляющих собой щелевидные воздуховоды размером 40-100 мм, состоит в том, что засасываемый в щель воздух, двигаясь над поверхностью ванны, увлекает за собой вредные выделения, не давая им распространиться по производственному помещению.

В системе местной приточной вентиляции подача приточного воздуха производится непосредственно в зону нахождения рабочего, т.е. требуемое качество воздушной среды обеспечивается только в этой зоне.

Местная приточная вентиляция выполняется в виде воздушных душей, воздушных и тепловых завес. Воздушные души используются в горячих цехах или в случаях, когда достижение требуемых условий воздушной среды при помощи общеобменной вентиляции связано с перемещением больших масс воздуха.

Воздушный душ представляет собой направленный на рабочего поток воздуха, действие которого основано на увеличении отдачи теплоты человеком при возрастании скорости обдувающего воздуха. Скорость обдува составляет от 1 до 3,5 м/с в зависимости от интенсивности теплового облучения. Воздух для обдува работающих предварительно может нагреваться или охлаждаться в зависимости от периода года и места его забора. Воздухораспределители для душирования рабочих мест оборудуются устройствами для регулирования расхода и направления струи в горизонтальной плоскости на угол до 180° и в вертикальной плоскости - на 30°.

Водовоздушные души применяют в тех случаях, когда температура воздуха на рабочем месте превышает 30 °С.

Воздушные и воздушно-тепловые завесы служат для предупреждения проникновения холодного воздуха внутрь зданий при открывании наружных дверей или ворот. Они применяются в случаях, если наружные двери (ворота), ведущие в цехи, складские помещения, вестибюли и т.д., открываются чаще пяти раз или открыты не менее 40 мин в смену, а также у технологических проемов отапливаемых зданий в районах с расчетной температурой наружного воздуха ниже -15°С (рис. 5.7).

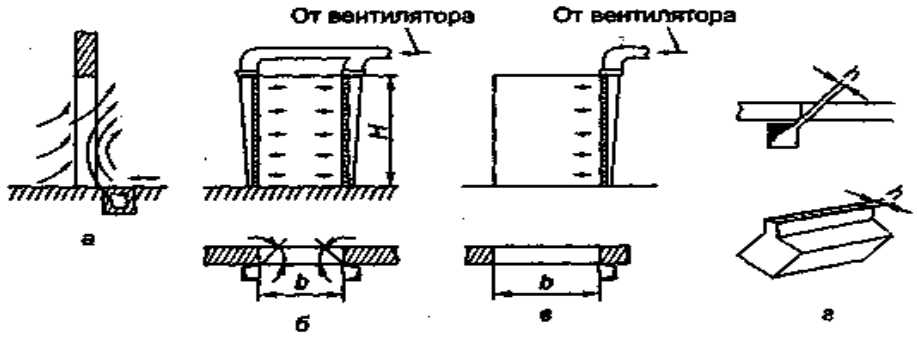


Рис. 5.7. **Схемы воздушных завес:**
а - с нижней подачей воздуха; б - с боковой двухсторонней подачей воздуха; в - с односторонней подачей воздуха; г - деталь щели; b и H — ширина и высота ворот (дверей) соответственно; h – ширина щели

Для создания воздушной завесы воздух подается в виде плоской струи на всю ширину и высоту дверей (ворот) из канала, находящегося снизу или с боков последних. Воздух для создания воздушных завес обычно забирается из помещения и подогревается так, чтобы при смешивании его с наружным воздухом температура смеси отличалась более чем на 2-5 °С от температуры воздуха в помещении.

Температуру воздуха, подаваемого воздушно-тепловыми завесами, следует принимать не выше 50 °С у наружных дверей и не выше 70 °С у наружных ворот и проемов. Воздух подается струей под углом 30-45° по отношению к плоскости дверей (ворот).

Система, в которой сочетаются элементы общеобменной и местной вентиляции, называется комбинированная системой вентиляции. Такая система устраивается в тех случаях, когда все выделяющиеся вредные вещества невозможно удалить местными вытяжными устройствами.

Отопление, вентиляцию и кондиционирование следует проектировать, используя тепловые вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) воздуха, удаляемого системами общеобменной вентиляции, кондиционирования и местных отсосов, а также тепло- и холодоносителей технологических установок.

Аварийная вентиляция представляет собой, как правило, самостоятельную вентиляционную установку и применяется для обеспечения безопасности эксплуатации взрыво- и пожароопасных производств, а также производств, связанных с использованием вредных веществ. Ее устраивают в тех производственных помещениях, в которых возможно внезапное поступление больших количеств вредных или горючих газов, паров или аэрозолей.

Для аварийной вентиляции можно использовать:

- основные системы вытяжной общеобменной вентиляции с резервными вентиляторами, рассчитанными на аварийный расход воздуха;
- системы аварийной вытяжной вентиляции в дополнение к основным системам, если расход воздуха основных систем не полностью обеспечивает аварийный воздухообмен, с резервными вентиляторами для основных систем;
- только системы аварийной вытяжной вентиляции, если использование основных систем невозможно или нецелесообразно;
- только системы аварийной приточной вентиляции для одноэтажных зданий.

Для автоматического включения аварийную вентиляцию коммутируют с автоматическими газоанализаторами, установленными либо на величину ПДК, либо на величину нижнего концентрационного предела распространения пламени для взрывоопасных смесей. Аварийная вентиляция устраивается только вытяжной для предотвращения перетока вредных или взрывоопасных веществ в соседние помещения. Кратность вытяжной вентиляции определяется отраслевыми правилами техники безопасности и производственной санитарии и может колебаться в широких пределах.

Если в ведомственных нормативных документах отсутствуют указания о воздухообмене аварийной вентиляции, то следует иметь в виду, что аварийная вентиляция вместе с постоянно действующей должны обеспечивать кратность воздухообмена в помещении не менее восьми. Такой воздухообмен рекомендован нормами и является минимальным.

Механическая вентиляция. В системах механической вентиляции движение воздуха осуществляется вентиляторами и в некоторых случаях эжекторами.

Приточная вентиляция. Установки приточной вентиляции обычно состоят из (рис. 5.8, а): воздухозаборного устройства (воздухоприемника) *1* для забора чистого воздуха, устанавливаемого снаружи здания в тех местах, где содержание вредных веществ минимально (или они отсутствуют вообще); воздуховодов *2,* по которым воздух подается в помещение; фильтров 3 для очистки воздуха от пыли; калориферов *4,* где

воздух нагревается; вентилятора 5; приточных отверстий или насадков *6,* через которые воздух попадает в помещение (воздух может подаваться сосредоточенно или равномерно по помещению); регулирующих устройств, устанавливаемых в воздухоприемном устройстве и на ответвлениях воздуховодов.

Фильтр, калориферы и вентилятор обычно устанавливают в одном помещении, в так называемой вентиляционной камере. Воздух подается в рабочую зону, причем скорости выхода воздуха ограничены допустимым шумом и подвижностью воздуха на рабочем месте.

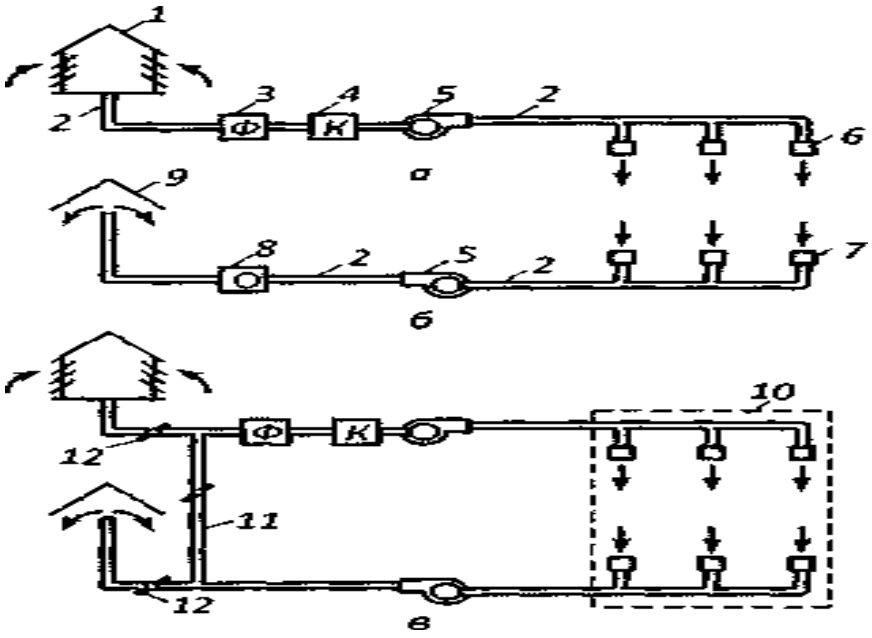


Рис. 5.8 **Механическая вентиляция:** а - приточная; *б* - вытяжная; в - приточно-вытяжная с рециркуляцией

Вытяжная вентиляция. Установки вытяжной вентиляции состоят (рис. 5.8, б) из вытяжных отверстий или насадков 7, через которые воздух удаляется из помещения; вентилятора 5, воздуховодов *2;* устройства для очистки воздуха от пыли или газов 5, устанавливаемого в тех случаях, если выбрасываемый воздух необходимо очищать с целью обеспечения нормативных концентраций вредных веществ в выбрасываемом воздухе и в воздухе населенных мест, а также в приточном воздухе, подаваемом в производственные здания; устройства для выброса воздуха *9,* которое должно быть расположено на 1-1,5 м выше конька крыши.

При работе вытяжной системе чистый воздух поступает в помещение через неплотности в ограждающих конструкциях. В ряде случаев это обстоятельство являет-

ся серьезным недостатком данной системы вентиляции, так как неорганизованный приток холодного воздуха (сквозняки) может вызвать простудные заболевания.

Приточно-вытяжная вентиляция. В этой системе воздух подается в помещение приточной вентиляцией, а удаляется вытяжной вентиляцией (см. рис. 5.8, *а* и *б),* работающими одновременно.

Место расположения приточных и вытяжных воздуховодов, отверстий и насадков, количество подаваемого и вытягиваемого воздуха выбирается с учетом требований, предъявляемых к системе вентиляции.

Место для забора свежего воздуха выбирается с учетом направления ветра, с наветренной стороны по отношению к выбросным отверстиям, вдали от мест загрязнений.

Приточно-вытяжная вентиляция с рециркуляцией (рис. 5,8, *в)* характерна тем, что воздух, отсасываемый из помещения *10* вытяжной системой, частично повторно подают в это помещение через приточную систему, соединенную с вытяжной системой воздуховодом *11.* Регулировка количества свежего, вторичного и выбрасываемого воздуха производится клапанами *12.* В результате использования такой системы вентиляции достигается экономия расходуемой теплоты на нагрев воздуха в холодное время года и на его очистку для рециркуляции разрешается использовать воздух помещений, в которых отсутствуют выделения вредных веществ или выделяющиеся вещества относятся к 4-му классу опасности, причем концентрация этих веществ в подаваемом в помещение воздухе не превышает $0{,}3 < q_{пдк}$.

Эжекторы, применяют в вытяжных системах в тех случаях, если необходимо удалить очень агрессивную среду, пыль, способную к взрыву, или легко воспламеняющиеся взрывоопасные газы.

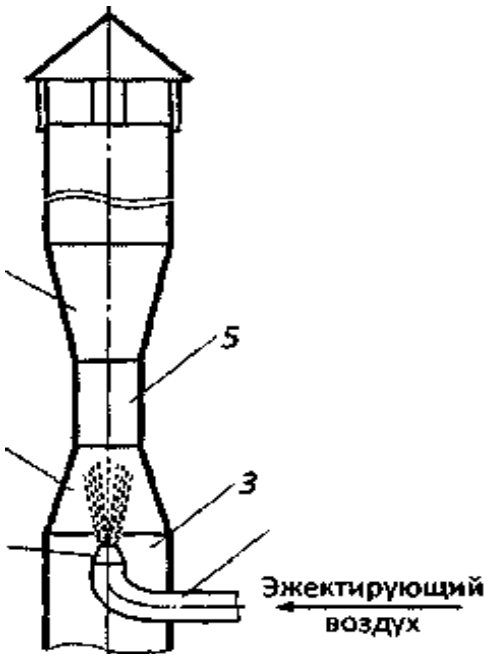


Рис.5.9. Эжектор

Принцип действия эжектора заключается в следующем (рис. 5.9). 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 конфузоре *4* и горловине 5 происходит перемешивание эжектируемого (из помещения) и эжектирующего воздуха. Диффузор *6* служит для преобразования динамического давления в статическое. Недостатком эжектора является низкий КПД, не превышающий 0,25.

Кондиционирование воздуха. Наиболее современным способом обеспечения оптимальных параметров микроклимата в помещениях является кондиционирование воздуха. В соответствии с СНБ 4.02.01-03 *кондиционирование воздуха* - это автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения) с целью обеспечения, главным образом, оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса, сохранения ценностей культуры.

В общем случае под кондиционированием понимается нагревание или охлаждение, увлажнение или осушка воздуха и очистка его от пыли. Используются различные типы кондиционеров, которые в зависимости от расхода воз духа подразделяются на промышленные, полупромышленные и бытовые.

При низком качестве кондиционеров и несовершенной технологии их обслуживания в рабочих секциях возможно накопление микроорганизмов, в том числе и патогенных. В мировой и отечественной практике известны случаи, когда кондиционеры являлись источником инфекционных заболеваний людей. Поэтому в современных кондиционерах предусмотрена реализация дополнительных операций - обеззараживания, дезодорации, ароматизации, ионизации воздуха и др.

Различают системы комфортного кондиционирования, обеспечивающие в помещении постоянные комфортные условия для человека, и системы технологического кондиционирования, предназначенные для поддержания в производственном помещении требуемых технологическим процессом условий.

Кондиционеры бывают центральные (на несколько помещений, рис 5.10) и местные (на одно помещение), производственные и бытовые.

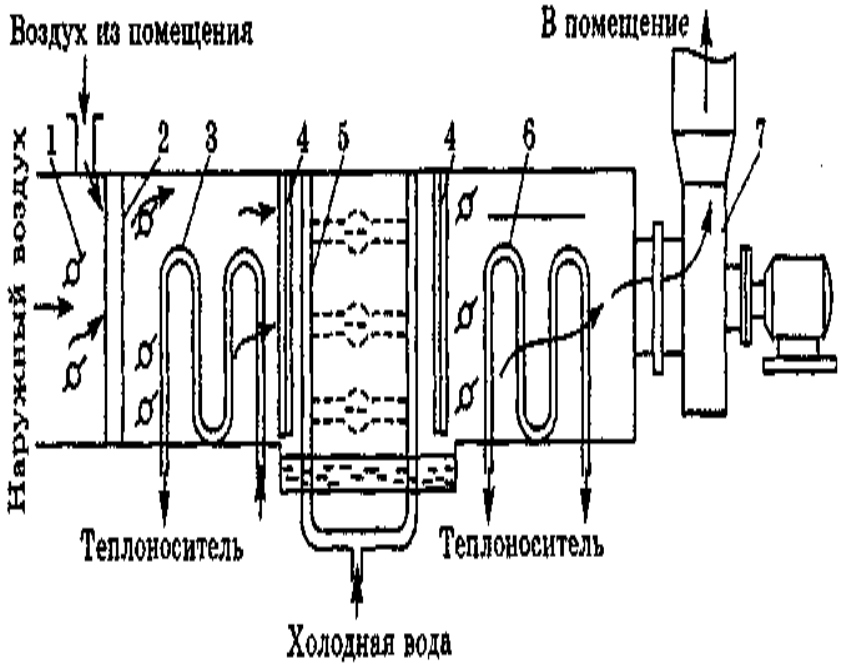


Рис. 5.10. **Схема центрального кондиционера**

1 – воздушная заслонка; 2 – воздушный фильтр; 3 – калорифер первого подогрева; 4 – каплеуловитель; 5 – форсунки; 6 – калорифер второго подогрева; 7 – вентилятор

5.6.2 Расчет основных параметров систем вентиляции

Наружный воздух в зимнее время поступает через проемы, расположенные на высоте 4-7 м от пола. Высота принимается с таким расчетом, чтобы холодный наружный воздух, опускаясь до рабочей зоны, успел достаточно нагреться за счет перемешивания с теплым воздухом помещения.

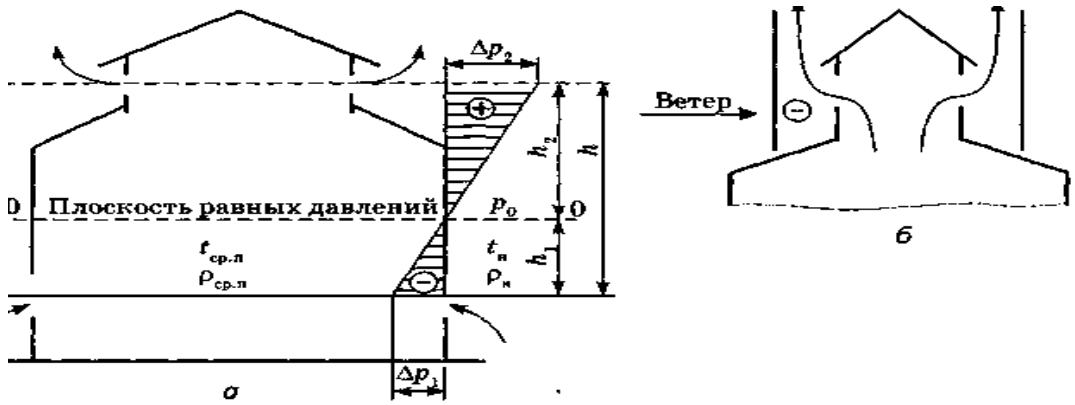


Рис. 5.11. **Аэрация зданий:** а — распределение давления воздуха в здании цеха; б — незадуваемый фонарь

Меняя положение створок, можно регулировать воздухообмен.

Температура воздуха внутри цеха вследствие выделения избытков явной теплоты бывает, как правило, выше температуры наружного воздуха $t_н$. Следовательно, плотность наружного воздуха $p_н$ больше плотности воздуха внутри цеха, что обусловливает наличие разности давлений наружного и внутреннего воздуха. На определенной высоте помещения, в так называемой плоскости равных давлений, расположенной примерно на середине высоты здания цеха, эта разность равна нулю.

Ниже плоскости равных давлений существует разрежение (Па), обусловливающее поступление наружного воздуха:

$$\Delta\rho_1 = h_1 g(\rho_н - \rho_{ср.н}),$$

где $\rho_{ср.н}$ — средняя плотность воздуха в помещении, кг/м^3, соответствующая средней температуре воздуха в помещении $t_{ср.п}$, определяемая по формуле $t_{ср.п} = (t_{р.з} + t_{выт})/2$; здесь $t_{р.з}$ и $t_{выт}$ — температуры воздуха в рабочей зоне и воздуха, удаляемого из помещения; h_1 — расстояние от середины нижних отверстий до плоскости равных давлений, м.

Выше плоскости равных давлений существует избыточное давление (Па), которое на уровне центра верхних отверстий составляет $\Delta p_2 = h_2 g(\rho_н - \rho_{ср.п})$, где h_2 - расстояние от плоскости равных давлений до центра верхних отверстий, м.

Это давление, направленное наружу цеха, вызывает вытяжку воздуха.

Общая величина гравитационного давления (Па), под влиянием которого происходит воздухообмен в помещении, равна сумме давлений на уровне нижних и верхних проемов:

$$p_г = \Delta p_1 + \Delta p_2 = hg(\rho_н - \rho_{ср.п}). \quad (5.1)$$

При расчете аэрации определяют площадь проемов. Расчет производят для летнего времени, как самого неблагоприятного для аэрации. В начале расчета обычно задаются площадью нижних проемов F_1. Зная необходимое количество воздуха L ($м^3/ч$), по избыткам явной теплоты определяют скорость воздуха в нижних проемах (м/с): $v_1 = L / \mu F_1$, где μ — коэффициент расхода, величина которого зависит от конструкции створок и угла их открытия, μ = 0,15...0,65.

Затем определяют потери давления в нижних проемах (Па) $\Delta p_1 = \rho_н v^2/2$ и величину $p_г$ по формуле. Рассчитывают температуру уходящего воздуха по формуле $t_{выт} = t_н + (10... 15)$ и определяют по таблицам или известным формулам плотность $\rho_н$ и $\rho_{ср\ п}$, соответствующую температурам $t_н$ и $t_{ср\ п}$.

После этого находят избыточное давление в плоскости верхних вытяжных проемов $\Delta p_2 = p_г - \Delta_{p1}$ и необходимую их площадь ($м^2$):

$$F_2 = L/\mu v^2 = (\mu\sqrt{\Delta P_2 \cdot 2/\rho}),$$

При обдувании зданий ветром с наветренной стороны создается повышенное давление воздуха, а на заветренной стороне — разрежение, значения которых могут быть определены по формуле

$P_{ветр.} = \alpha v^2_в \rho/2$, где $p_{ветр}$ – избыточное давление ветра или разряжения, Па; $v_в$ –скорость ветра, м/с; α – аэродинамический коэффициент, зависящий от конфигурации здания и определяемый по результатам обдува модели (величина α обычно составляет 0,7 – 0,85 для наветренной стороны и от 0,3 до – 0,45 для заветренной стороны).

Под напором воздуха с наветренной стороны наружный воздух будет поступать через нижние проемы и, распространяясь в нижней части здания, вытеснять более нагретый и загрязненный воздух через проемы в фонаре здания наружу. Таким образом, действие ветра усиливает воздухообмен, происходящий за счет гравитационного давления, а в ряде случаев (в жаркие дни) является основным действующим фактором.

Расчет аэрации при совместном действии ветра и избытков явной теплоты производят аналогично приведенному выше. При этом дополнительно к давлениям воздуха, возникающим вследствие разности температур, прибавляют или вычитают давления, создаваемые ветром.

При задувании ветра в верхние проемы в фонаре здания потоки наружного воздуха опускаются вниз, где смешиваются с пылью и газами и попадают в рабочую зону. В

этом случае уменьшается воздухообмен, повышается температура воздуха в рабочей зоне, т. е. задувание ветра приводит к ухудшению условий труда. Для исключения этого явления устраивают так называемые незадуваемые фонари, в которых используют ветрозащитные щиты. За счет срыва струй ветра с заветренной стороны щита (у проема) всегда имеет место разрежение и тем большее, чем выше скорость ветра, поэтому незадуваемые фонари работают на вытяжку при любых направлениях ветра.

Преимуществом аэрации является то, что большие объемы воздуха (до нескольких миллионов кубических метров в час) подаются и удаляются без применения вентиляторов и воздуховодов. Система аэрации значительно дешевле механических систем вентиляции; она является мощным средством для борьбы с избытками выделения явной теплоты в горячих цехах.

Наряду с преимуществами аэрация имеет существенные недостатки, а именно: в летнее время эффективность аэрации может значительно снижаться вследствие повышения температуры наружного воздуха, особенно в безветренную погоду; кроме того, поступающий в помещение воздух не обрабатывается (не очищается, не охлаждается).

Количество воздуха, которое необходимо удалить из помещения с помощью местной вытяжной вентиляции (в виде укрытий, отсосов), определяется по формуле

$$L_{мес} = 3600 \cdot S \cdot V, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где S— площадь открытых проемов отверстий, через которые засасывается воздух, $м^2$; *V*— необходимая скорость движения воздуха в этих проемах и отверстиях, величина которой зависит от типа вытяжного устройства и класса опасности вредных веществ, м/с. При ПДК вредных веществ > 100 $мг/м^3$ эта скорость принимается равной 0,5-0,7 м/с: при ПДК < 100 $мг/м^3$ соответственно *V*- 0,7-1,0 м/с; при чрезвычайно и высокоопасных веществах (ПДК < 1,0 м/с), *V*- 1,5-1,7 м/с.

При расчете механической вентиляции подбирают вентилятор требуемой производительности и определяют окружную скорость на лопатках вентилятора изусловия наименьшего производимого шума.

5.6.3 Расчет необходимого воздухообмена

При проектировании и расчете вентиляции учитываются климатическая время года, наличие в воздушной среде вредностей (избыточного тепла и влаги, газов, пыли и др.).

Если в воздух помещения выделяется одновременно несколько вредных веществ однонаправленного действия, то расчет общеобменной вентиляции производится путем суммирования объемов воздуха, необходимых для разбавления каждого вещества в отдельности до ПДК.

При одновременном выделении нескольких вредных веществ разнонапраленного действия расчет воздухообмена ведется для каждого из них и для дальнейших расчетов вентиляции используют наибольшее значение воздухообмена.

Для помещения с нормальным микроклиматом и при отсутствии вредных веществ или содержании их в пределах норм (ПДК) воздухообмен ($L_р$) определяется путем умножения количества работающих ($n_р$) в помещении на нормируемую величину расхода воздуха на одного работающего (L'):

$$\mathbf{L_р = n_р \cdot L', \ м^3/ч.}$$

Если на одного работающего приходится менее 20 м^3 объема ления, то L' > 30 м^3/чел., когда же на одного работающего приходится 20 м^3 и более объема помещения, то L' > 20м^3/чел.

Воздухообмен L_G для удаления из помещения вредностей в виде газов, паров, пыли и избыточной влаги рассчитывается по балансу вредностей:

$$L_G = \frac{G}{C_{пдк} - C_{прит}}, \ м^3/ч,$$

где G — количество вредного вещества, выделяющееся в помещении, мг/ч;

$C_{пдк}$ — допустимое содержание вредного вещества в воздухе помещения, мг/м^3; $C_{прнт}$ — содержание вредного веществ в приточном воздухе, мг/м^3.

В некоторых производственных помещениях возможно выделение избыточного тепла. Воздухообмен в таких помещениях рассчитывается по тепловому балансу:

$$L_Q = \frac{3{,}6\ Q_{изб}}{Cc_{прит} \cdot (t_{внутр} - t_{наруж})}, \ м^3/ч,$$

где $Q_{изб}$ — суммарное количество избыточного тепла, выделяемого в помещении источниками, Вт; *C* — теплоемкость сухого воздуха (примерно равна 1 Дж/кг-К); $c_{прит.}$ — плотность приточного воздуха, кг/м^3; $t_{внут}$ — температура воздуха в помещении, соответствующая санитарным нормам, °С; $t_{наруж}$— температура наружного воздуха, °С.

При борьбе с пылью

$$L = \frac{G_п}{m_2 - m_1},$$

где $C_п$— масса выделяющейся пыли, мг/ч; m_2 — допустимая концентрация пыли, мг/м^3; m_1 — концентрация пыли в наружном воздухе, мг/м3

Под *кратностью воздухообмена К* понимают отношение объема вентиляционного воздуха к внутреннему свободному объему помещения (1/ч):

$$k = L/V_{п,}$$

При определении количества вентиляционного воздуха в помещениях с одновременным выделением вредных 1еств, теплоты и влаги следует принимать большее из рассчитанных значений для каждого вида производственной вредности.

При определении вентиляционных обменов воздуха необходимо учитывать количество газов, выделяемых отдельными автомобилями.

В помещениях, предназначенных для хранения исправных автомобилей, при расчете принимают, что в случае работы двигателя автомобиля не более 20 мин содержание окиси углерода равно 200 мг в 1 $м^3$ воздуха. Допустимую концентрацию акролеина (акрилового альдегида) во всех без исключения помещениях принимают равной 0,2 $мг/м^3$, и все расчеты относят к одному часу.

В зоне технического обслуживания, ремонтной зоне, на испытательной станции, где постоянно находятся рабочие и где режим работы более или менее равномерный, расчеты ведут на допустимую концентрацию окиси углерода 20 $мг/м^3$ и относят их также к одному часу работы двигателя.

Потребный воздухообмен, необходимый для растворения выделяющихся газов, определяют следующим образом:

при работе автомобилей различных моделей в помещениях с постоянным пребыванием рабочих (профилакторий, ремонтная зона, испытательная станция и т. п.)

$$V_1 = 1000G_1\tau_1n_1 / (60d) + 1000G_2\tau_2n_2(60d) + \ldots \ldots + 1000G_n\tau_nn_n = 1000\,(G_1\tau_1n_1 + G_2\tau_2\,n_2 \ldots . G_n\tau_nn_n)/(60d),$$

где V_1 — объем воздуха, необходимый для растворения газов, выделившихся в рабочие помещения гаража, $м^3/ч$;

$G_{1,2\ldots n}$ — количество окиси углерода или акролеина, содержащихся в отработавших газах, которые выделяют автомобили при их работе в течение 1 ч, кг/ч;

$T_{1,2\ldots.}n_n$ —средняя продолжительность работы автомобиля, мин; *n* — число работающих в течение часа автомобилей различных марок;

d — предельно допустимая концентрация окиси углерода и акролеина в рабочей зоне помещения, $г/м^3$;

при работе автомобилей одинаковых моделей

$G_1 = G_2 = \ldots = G_n$; $\tau_1 = \tau_2 = \ldots \tau_n$; $n_1 = n_2 = \ldots n_n$, Тогда $V_1 = 1000G\tau n/(60d)$.

На стоянках при неравномерной работе автомобилей, при выезде из гаража и въезде в него

$V_{1=} 1000(G_1\tau_1 n_1+G_2\tau_2 n_n+\ldots+G_n\tau_n n_n)/(20d)$.

При работе автомобилей одной марки $V_1 =1000G\tau n/(20d)$.

При расчете вентиляционного обмена воздуха для помещений, оборудованных шланговыми отсосами, следует учитывать только то количество окиси углерода или акролеина, которое поступает в помещение через неплотности шлангов. Это количество обычно равно на стоянке 0,2G, в профилактории и ремонтной зоне 0,1 G, на испытательной станции 0,05 G.

Предложенные формулы для расчета объема воздуха, требуемого для растворения окиси углерода и акролеина, получены из условия, что концентрация газов в наружном воздухе, поступающем в помещение, равна нулю.

Объем воздуха, подаваемого в помещения во время регулировочных работ и испытания двигателей, подсчитывают с учетом того, что всегда применяется шланговый отсос.

5.7. Индивидуальные средства защиты работающих от воздействия вредных веществ

В соответствии с ГОСТ 12,0.002 средства защиты работающих - это средства, применение которых предотвращает или уменьшает воздействие на работающих опасных и (или) вредных производственных факторов.

Средства защиты делятся на коллективные и индивидуальные.

Коллективные средства - это средства защиты, конструктивно и (или) функционально связанные с производственным оборудованием, производственным процессом, производственным помещением (зданием) или производственной площадкой. Они обеспечивают защиту всех работающих на участке.

Коллективные средства защиты реализуются при механизации и автоматизации производственных процессов; использовании роботов и манипуляторов; дистанционном управлении оборудованием; установлении размеров опасной зоны; применении ограждений, блокировок, световой и звуковой сигнализации; использовании отличительной окраски; тормозных, отключающих и предохранительных устройств; местной и общеобменной вентиляции, кондиционирования воздуха и т. п.

Как правило, выбор средств коллективной защиты осуществляется на стадии конструирования оборудования п проектирования производств и предприятий.

Индивидуальные средства защиты представляют собой средства, надеваемые на тело человека или его части или используемые им, т.е. средства, применяемые лично самим рабочим для предотвращения или уменьшения воздействия на него опасных и вредных производственных факторов.

Средства индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.011 подразделяются на следующие виды:

- изолирующие костюмы (пневмокостюмы, гидроизолирующие костюмы, скафандры);
- средства защиты органов дыхания (противогазы, респираторы, пневмошлемы, пневмомаски);
- специальная одежда (комбинезоны и полукомбинезоны, куртки, костюмы, халаты, плащи, полушубки, тулупы и др.);
- специальная обувь (сапоги, ботинки, полуботинки и др.); 4 средства защиты рук (рукавицы, перчатки); 4 средства защиты головы (каски, шлемы, шляпы и др.); 4 средства защиты лица (защитные маски, щитки);
- средства защиты органов слуха (противошумные шлемы, наушники, вкладыши);
- средства защиты глаз (защитные очки);
- предохранительные приспособления (предохранительные пояса, ручные захваты, Манипуляторы и др.);
- защитные дерматологические средства (пасты, мази, кремы).

Средства защиты работающих выдаются в соответствии с Типовыми нормами бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам общих профессий и должностей для всех отраслей экономики, утвержденными Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 29.09.2006 № 110, а также соответствующими отраслевыми нормами. Указанные нормы являются обязательными для всех нанимателей.

Вопросы обеспечения работников средствами защиты отражаются в коллективном договоре (соглашении), в котором детально указывается, кому и на какие сроки выдаются определенные средства защиты. Сроки носки средств индивидуальной защиты могут быть продлены нанимателем, если фактическое их использование не было постоянным и характеристика защитных свойств отвечает сертификату соответствия или техническим условиям завода-изготовителя.

Защитные дерматологические средства, к которым относятся мази, пасты, кремы, очистители, являются эффективными препаратами для защиты работающих от производственных вредных веществ. Основное назначение их состоит в создании достаточно надежного барьера между кожей и воздействующими на нее различными производственными раздражителями. Защитные дерматологические средства представляют

собой дисперсные системы мягкой консистенции, содержащие разнообразные продукты природного и искусственного происхождения.

При невозможности централизованных закупок готовых форм дерматологических средств их можно приготовить на месте по разработанной рецептуре .

Кроме дерматологических средств для *защиты рук* используют рукавицы и перчатки, маркировка которых аналогична спецодежде. Они изготавливаются из различных материалов и имеют разнообразную конструкцию (перчатки защитные кольчужные, вачеги, «краги», рукавицы с вкладышами и т.п.).

Для *защиты глаз* используют защитные очки, щитки и маски. Защитные очки могут быть открытыми, закрытыми с прямой и непрямой вентиляцией, со светофильтрами, поглощающими ультрафиолетовые и инфракрасные лучи, и т.д.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) следует применять в тех случаях, когда безопасность работ не может быть обеспечена конструкцией оборудования, организацией производственных процессов, архитектурно-планировочными решениями и средствами коллективной защиты.

В соответствии с ГОСТ 12.4.034 СИЗОД по принципу действия подразделяют на фильтрующие и изолирующие.

Фильтрующие средства защиты органов дыхания (противогазы, респираторы, фильтрующие самоспасатели) наиболее просты, надежны и обеспечивают работающему свободу передвижения. Но условия их использования ограничены.

Запрещается использовать фильтрующие средства защиты если:

- содержание кислорода в воздухе менее 18%;
- в воздухе содержатся вещества, защита от которых не предусмотрена инструкцией по эксплуатации;
- концентрация вредных веществ в воздухе превышает максимальные значения, предусмотренные инструкцией по эксплуатации;
- в воздухе содержатся неизвестные вредны вещества, а также низкокипящие и плохо сорбирующиеся органические вещества, такие, как метан, этан, бутан, этилен, ацетилен и др.

Наиболее высокими защитными свойствами обладают противогазы, так как их лицевые части (типа маска или шлем-маска) обеспечивают защиту не только органов дыхания, но также лица и глаз. Они могут применяться при высоких концентрациях вредных веществ в воздухе в виде паров или газов (до 0,5-1% в зависимости от типа противогаза) и аэрозолей (с концентрациями в воздухе, превышающими ЦДК до 10 тыс. раз).

Защитные свойства противогазов по парам и газам вредных веществ могут быть существенно повышены при их совместном использовании с дополнительными патронами.

В комплект промышленного фильтрующего противогаза входит резиновая лицевая часть (шлем-маска), фильтрующая клапанная коробка цилиндрической формы и в некоторых конструкциях гофрированная трубка. Для удобного ношения противогаза предусмотрена сумка.

Промышленные фильтрующие противогазы могут защищать органы дыхания человека от различных газов, паров и аэрозолей в зависимости от комплектации фильтрующих или фильтрующе-поглощающих коробок.

Поглощающие и фильтрующе-поглощающие коробки выпускаются различных марок в зависимости от веществ, для защиты от которых они предназначены.

В зависимости от содержания вредных веществ в воздухе, его температуры, влажности, скорости потока время защитного действия противогазов различно и колеблется от 30 мин до 100 ч.

Запрещается использовать фильтрующие противогазы для проведения работ в емкостях, колодцах, коллекторах и других замкнутых объемах. Для таких работ необходимо использовать изолирующие шланговые противогазы.

Респираторы фильтрующие представляют собой облегченные средства защиты органов дыхания от вредных газов, паров и аэрозолей, за исключением высокотоксичных и неустойчивых в воздухе веществ. Респираторы обеспечивают более комфортные условия работы, чем противогазы, имеют меньшее сопротивление дыханию, оказывают меньшее механическое давление на голову. Однако защитные свойства их значительно ниже. Респираторы используют при концентрации свободного кислорода в воздухе не менее 18% и концентрации паро- и газообразных вредных веществ, не превышающих ПДК более чем в 10-100 раз, а аэрозолей - в 50-1000 раз.

По назначению фильтрующие респираторы подразделяются на противопылевые, противогазовые и универсальные.

Средства защиты органов дыхания выбирают в зависимости от вредных веществ.

Изолирующие средства защиты, органов дыхания полностью изолируют человека от окружающей среды и, следовательно, обеспечивают нормальное дыхание практически независимо от содержания в воздухе кислорода и вредных веществ. Их можно использовать при недостаточном содержании кислорода, неограниченном содержании вредных веществ, а также в тех случаях, когда неизвестен состав вредных веществ в воздухе. Изолирующие средства защиты обеспечивают подачу дыхательной смеси к органам дыхания из индивидуальных источников или пригодного для дыхания воздуха из чистой зоны.

Изолирующие средства защиты по конструкции подразделяются на шланговые и автономные. Последние, в свою очередь, в зависимости от источника дыхательной смеси выпускаются двух видов - с резервуаром под давлением и с химической регенерацией кислорода.

Наиболее широкое в хозяйственной деятельности применяются *шланговые противогазы*.

Шланговые противогазы рекомендуется использовать для работы внутри емкостей, цистерн, колодцев производственной канализации и других замкнутых объемов, в атмосфере которых могут присутствовать неизвестные вредные вещества, либо концентрация их может быть достаточно высокой, а также при недостатке свободного кислорода -для дыхания. При проведении работ внутри емкости у работающего в шланговом противогазе должен быть дублер, который находится снаружи и держит сигнальную спасательную веревку. Дублер обязан следить за состоянием работающего в емкости, и если тот почувствует себя плохо или потеряет сознание, извлечь его из емкости и оказать помощь.

Принцип работы шлангового противогаза основан на том, что работающий дышит через шлем-маску воздухом, который поступает по армированному резинотканевому **шлангу, один конец которого вынесен в зону чистого воздуха на расстояние не более 40 м.**

При использовании противогазов марок ШП-1Б, ПШ-1С и ПШ-20С воздух всасывается непосредственно самим работающим через клапан шлем-маски и шланг из чистой зоны. При этом максимальная длина шланга составляет 20 м. Остальные марки противогазов (см. табл. 2.16) снабжаются воздуходувками с ручным или ручным и электроприводом.

К изолирующим средствам защиты органов дыхания относятся кислородно-изолирующие противогазы (КУШ-7. КИП-8), которые в отличие от других приборов полностью изолируют органы дыхания человека от окружающей среды . Их можно использовать при недостатке свободного кислорода, больших концентрациях вредных веществ и неизвестном их составе в воздухе.

В кислородно-изолирующих противогазах выдыхаемый человеком диоксид углерода поглощается активной массой регенеративного патрона, а вдыхаемый воздух обогащается кислородом из баллона с редуктором. Эти приборы рассчитаны на работу в течение 2 ч. Масса изолирующего противогаза - 8-10 кг.

К работе в изолирующих противогазах допускаются лица, признанные медицинской комиссией пригодными и прошедшие курс теоретического и практического обучения.

Изолирующий противогаз ИП-5 предназначен для использования в качестве аварийно-спасательного средства в любой атмосфере. Время защитного действия в состоянии покоя составляет 120 мин.

В настоящее время для улучшения условий труда работников с дефектами бинокулярного зрения в средствах индивидуальной защиты (очки, маски, противогазы, щитки и др.) предусмотрены эластичные линзы Френеля многократного использования, корригирующие близорукость или дальнозоркость. Линзы устанавливаются на внутреннюю увлажненную поверхность очкового стекла средства защиты.

Кроме того, для защиты человека в аварийных ситуациях используются самоспасатели различных конструкций (ШС-20М, СПИ-20, ШСС-Т, КЗА-1, ПДА и др.). Например, самоспасатель ШС-20М является изолирующим средством одноразового действия и предназначен для защиты органов дыхания и зрения работающих при объемной концентрации кислорода в воздухе менее 18% и суммарной объемной доле паро- и газообразных вредных веществ более 0,5%. Он состоит из регенеративного патрона, пускового устройства, дыхательного мешка с клапаном избыточного давления, гофрированной трубки с загубником, носового зажима и герметичных очков с незапотевающими пленками. Регенеративный патрон поглощает из выдыхаемого воздуха диоксид углерода и влагу с одновременным выделением кислорода. Самоспасатель выпускается готовым к немедленному использованию и не требует никакой подгонки. Время защитного действия составляет до 140 мин.

Самоспасатель СПИ-20 является средством защиты органов дыхания и зрения при авариях, пожарах, эвакуации людей и т.д. Он оснащен оригинальной безразмерной лицевой Частью типа колпака, что обеспечивает ему преимущество перед другими защитными средствами аналогичного назначения. Время защитного действия составляет от 20 до 40 мин.

Для защиты головы от механических травм, а также от поражения электрическим током применяют различного рода каски с амортизаторами (текстолитовые, пластмассовые, винипластовые, стеклопластиковые и др.). Качество касок определяется максимальной ударной прочностью и минимальной массой, которая лежит в пределах 0,390 - 0,470 кг. Каски выдерживают вертикальную ударную нагрузку энергией от 45 до 80 Дж. Кроме касок могут использоваться войлочные шляпы, шляпы из прорезиненной ткани, косынки, береты и т. п.

При изучении этой темы рекомендуется использовать [18].

Глава 6. Производственное освещение

6.1 Производственное освещение и его расчет

Зрение — основной анализатор человека: около 90 % всей информации о внешнем мире поступает в наш мозг через глаза.

Рациональное освещение является одним из существенных показателей условий труда, охраны здоровья человека. При неудовлетворительном освещении зрительная способность глаза снижается, могут появиться головные боли, резь в глазах, близорукость, катаракта, поэтому немаловажное значение должно придаваться созданию хорошей освещенности рабочего места.

Из-за постоянного напряжения зрения наступает зрительное утомление. При недостаточном освещении работающий наклоняется к оборудованию, вследствие чего возрастает опасность несчастного случая. Постоянный перевод взгляда с достаточно освещенного предмета на плохо освещенный вызывает профессиональную болезнь — нистагм (гр. дремота). Длительная работа при высокой освещенности может привести к светобоязни — повышенной чувствительности глаз к свету с характерным слезотечением, воспалением слизистой оболочки или роговицы глаза.

Для создания оптимальных условий зрительной работы расчетные характеристики системы освещения должны быть увязаны с цветовым окружением.

Зрительный анализатор включает два типа рецепторов: колбочка и палочки. Колбочки являются аппаратом хроматического (гр. цветной) зрения, а палочки — ахроматического (гр. бесцветный, гамма переходов от белого цвета к черному).

Оптический анализатор различает семь основных цветов и более сотни оттенков.

Цветовые ощущения вызываются воздействием электромагнитных световых волн, имеющих длину волн от 0,38 до 0,78 мкм (0,38-0,45 мкм — фиолетовый цвет; 0,455-0,470 мкм — синий; 0,47-0,50 мкм—голубой; 0,50-0,55 мкм—зеленый; 0,55-0,59 мкм — желтый; 0,59-0,61 мкм — оранжевый; 0,61-0,78 мкм — красный).

Важнейшим фактором улучшения зрительных условий труда и профилактики утомления является правильное цветовое оформлена производственных помещений и их интерьера.

Установлено, что цвета могут воздействовать на человека по-разному: одни цвета успокаивают, а другие — раздражают. Например, красный цвет — возбуждающий, горячий, вызывает у человека условный рефлекс, направленный на самозащиту. Оранжевый воспринимается людьми так же, как горячий, он согревает, бодрит, стимулирует к активной деятельности. Желтый — теплый, весенний, располагает к хорошему настроению. Зеленый — цвет покоя и свежести, успокаивающе действует на нервную систему, а в сочетании с желтым благотворно влияет на настроение. Синий и голубой цвета свежи и прозрачны, кажутся легкими, воздушными. Под их воздействием уменьшается физическое напряжение, они могут регулировать ритм дыхания, успока-

ивать пульс. Черный цвет — мрачный и тяжелый резко снижает настроение. Белый цвет — холодный, однообразный, способный вызвать апатию.

Разностороннее эмоциональное воздействие цвета на человека позволяет широко использовать его в гигиенических целях, поэтому при оформлении интерьера производственного помещения цвет используют как композиционное средство, обеспечивающее гармоническое единство помещения и технологического оборудования, как фактор, создающий оптимальные условия зрительной работы и способствующий повышению работоспособности, как средство информации, ориентации и сигнализации для обеспечения безопасности труда.

Различают три основных цветовые гаммы (А,Б,В).

Цветовая гамма А содержит возбуждающие цвета (в основном красные) и используется в тех помещениях, где необходимо взбодрить человека, восполнить дефицит эмоций, двигательной активности.

Гамма Б включает в свой состав тонизирующие цвета -оранжевый, желтый, травяные и лиственные оттенки зеленого и применяется там, где не требуется духовно воздействовать на человека, но нужно добиться максимальной его работоспособности, деловой активности.

Гамму В представляют успокаивающие цвета - синий, зелено-голубой, голубой. В эти цвета следует оформлять деловые помещения (кабинеты администрации, приемные, вестибюли).

Зрительный анализатор обладает определенной спектральной чувствительностью, которая характеризуется относительной видимостью монохроматического излучения. Наибольшая видимость днем соответствует желтому цвету, а ночью или в сумерках — зелено-голубому.

Зрительный анализатор характеризуется инерцией зрения, равной 0,1-0,3 с. При этом ощущение, вызванное световым сигналом. в течение определенного времени сохраняется, несмотря на исчезновение сигнала или изменение его характеристик.

При резком действии прерывистого раздражителя возникает ощущение мельканий, которые при определенной частоте сливаются в ровный немигающий свет.

Частота, при которой мелькания исчезают, называется критический частотой слияния мельканий. Оптимальной является частота 3-10 Гц.

Инерция зрения обусловливает стробоскопический эффект, суть которого состоит в том, что если время, разделяющее дискретные акты наблюдения, меньше времени гашения зрительного образа, то наблюдение субъективно ощущается как непрерывное.

При стробоскопическом эффекте возможна иллюзия движения при непрерывном наблюдении отдельных объектов или иллюзия неподвижности (замедленного движения), возникающая, когда движущийся предмет периодически занимает прежнее положение.

При восприятии объектов в двухмерном и трехмерном пространстве различают поле зрения и глубинное зрение.

Бинокулярное поле зрения охватывает в горизонтальном направлении 120-160°, по вертикали вверх — 55-60°, вниз — 67-72°.

При восприятии цвета размеры поля зрения сужаются. Зона оптимальной видимости ограничена полем, равным вверх 25°, вниз — 35°. вправо и влево — по 32°.

Глубинное зрение связано с восприятием пространства. Ошибка оценки абсолютной удаленности на расстоянии до 30 м равна 1 среднем 12 % от общего расстояния.

Основной материал по этой теме изложен:

1. Охрана труда : метод, указания для самостоятельной работы, выполнения лабораторных работ и выполнения раздела «Охрана труда» в дипломных проектах. Промышленное освещение : в 2 ч. / Сост. С. В. Матусевич. И. Н. Фойницкая. - Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2009. -Ч. 1. - 32 с.

2. Охрана труда : метод, указания для самостоятельной работы, выполнения лабораторных работ и выполнения раздела «Охрана труда» в дипломных проектах. Промышленное освещение : в 2 ч. / Сост. С. В. Матусевич, Е. В. Жаравович. - Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2009.- Ч. 2. - 47с.

6.2. Цветовое оформление оборудования и машин

Окраска машин, оборудования и сооружений должна удовлетворять физиологическим, психологическим и эстетическим потребностям человека. Условно можно окраску подразделить на рациональную и защитную.

Рациональной считают такую световую окраску оборудования, которая позволяет уменьшить утомление зрения, сократить время адаптации глаз и исключить отблеск окраски при солнечном освещении.

Для окраски оборудования применяют серый или светло-зеленый цвета. Движущиеся части оборудования, системы коммуникаций, баллоны с газом и т. п. окрашивают специальными цветами для обеспечения безопасной работы. Окраску различают опознавательную, предупреждающую и отличительную.

Опознавательные цвета введены для окраски баллонов со сжатым, сжиженным и растворенным газом (кислород — голубой, ацетилен — белый), трубопроводов (горючее — желтый, сжатый воздух — черный), открыто проложенных заземляющих проводников (провода черного цвета).

Предупреждающая окраска сигнализирует о возможной опасности или о действиях машины, требующих внимания от обслуживающего персонала. Эта окраска через зрительные органы должна вызывать у человека реакцию защиты, привлекая к себе особое внимание.

К предупреждающей окраске относятся цвета красный и желтый. Красный цвет сигнализирует об опасности и возможной аварии. Этим цветом окрашивают запрещающие и предупреждающие дорожные знаки, открытые части электрооборудования высокого напряжения, предельные отметки на шкалах приборов, внутренние поверхности ограждений и т. п. Желтый цвет как бы призывает к повышенному вниманию. В этот цвет окрашивают, например, сигнальные лампы, предупреждающие о предстоящем изменении сигнала.

Спецодежда рабочих дорожных и других профессий также должна иметь желто-оранжевый цвет с целью предохранения их от случайных наездов транспорта.

Отличительная окраска предназначена для облегчения распознания одинаковых по внешней форме частей машины, кнопок станций и пультов управления. Например, кнопку «Пуск» окрашивают в черный цвет, кнопку «Стоп» — в красный, кнопки «Прямой ход» или «Обратный ход» — в желто-оранжевый. Зеленый цвет принят в качестве сигнала безопасности.

6.3. Средства индивидуальной защиты органов зрения. Контроль освещения

Для защиты глаз от механических повреждений, ультрафиолетового и инфракрасного излучения, слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки должны быть легкими, не ограничивать поле зрения, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой. Стекла для очков лучше использовать безосколочного типа триплекс или прошедшие закалку.

Для защиты от яркого света, ультрафиолетового и инфракрасного излучения применяют очки и щитки со специальными светофильтрами. Светофильтры подбирают в соответствии с характером и интенсивностью излучения. Защитные очки необходимо индивидуально подбирать по межцентровому расстоянию стекол. Существуют пять типоразмеров с межцентровым расстоянием 64-80 мм.

Тщательный и регулярный уход за установками естественного и искусственного освещения имеет важное значение для создания рациональных условий освещения, в частности обеспечения требуемых величин освещенности без дополнительных затрат электроэнергии.

В установках с люминесцентными лампами и лампами ДРЛ необходимо следить за исправностью схем включения (не должно быть видимых глазу миганий ламп), а также пускорегулирующих аппаратов (значительный шум дросселей).

Чистка стекол световых проемов должна производиться не реже 2 раз в год для помещений с незначительным выделением пыли и не реже 4 раз в год для помещений со значительными выделениями пыли; для светильников — 4 —12 раз в год, в зависимости от характера запыленности производственного помещения.

Своевременно следует заменять перегоревшие лампы. Замена ламп осуществляется двумя способами: индивидуальным — после выхода ламп из строя и групповым — через определенный интервал одновременно заменяют и перегоревшие и работающие лампы (ДРЛ через 7500 ч, люминесцентные 40 Вт — через 8000 ч, люминесцентные 65-80 Вт — через 6300 ч).

Уровень освещенности в контрольных точках производственного помещения проверяют не реже одного раза в год после очередной чистки светильников и замены перегоревших ламп. Фактическая освещенность должна быть больше или равна нормируемой освещенности, умноженной на коэффициент запаса.

Основным прибором для измерения освещенности являются различные типы люксметров. При измерении освещенности от источников света с иным, чем у ламп накаливания, спектральным составом применяют поправочные коэффициенты. Для люминесцентных ламп ЛБ поправочный коэффициент равен 1,17; ЛД — 0,99; ДРЛ — 1,09; ДнаТ — 1,23; для естественного света этот коэффициент равен 0,8. При измерениях чувствительный фотоэлемент люксметра располагается в плоскости рабочей поверхности.

Глава 7. Защита от излучений

7.1. Защита от электромагнитных излучений

В настоящее время практически во всех отраслях промышленности и в быту широко используется электромагнитная энергия. По своему происхождению *электромагнитное излучение (ЭМИ)* и электромагнитный фон, создаваемый им, могут быть природными или техногенными.

К *природным электромагнитным полям (ЭМП)* относятся квазистатические электрические и магнитные поля Земли, радиоизлучения Солнца и галактик, атмосферные разряды.

Техногенное ЭМИ может быть как производственным, так и бытовым. Известно, что мировые энергоресурсы удваиваются каждые 10 лет, а доля ЭМП в электроэнергетике за это время возрастает в три раза.

Производственными источниками ЭМП являются линии электропередачи (ЛЭП), печи, применяемые в промышленности для индукционного нагрева металлов и полупроводников, электросварка, а также устройства диэлектрического нагрева, используемые для сварки синтетических материалов, прессования синтетических порошков и т.д. Мощными источниками ЭМП диапазона радиочастот являются телевизионные и радиолокационные станции, антенны радиосвязи и др.

Биологически значимыми являются электрические поля частотой 50 Гц, создаваемые воздушными линиями электропередачи и подстанциями. Напряженность маг-

нитных полей промышленной частоты в местах размещения ЛЭП и подстанций сверхвысокого напряжения на 1—3 порядка превышает естественные уровни магнитного поля Земли. Высокие уровни ЭМИ наблюдаются на территориях и за пределами территорий размещения передающих радиоцентров низкой, средней и высокой частоты.

Бытовой электромагнитный фон обусловлен работой бытовых электроприборов, радио- и телеприемников, микроволновых печей, радиотелефонов, компьютеров и т.д.

Оценка опасности воздействия ЭМИ на человека производится по величине электромагнитной энергии, поглощенной телом человека. Реакция организма человека на составляющие ЭМП не является одинаковой, поэтому при оценке условий работы необходимо учитывать электрическую и магнитную напряженность поля. Неблагоприятные воздействия токов промышленной частоты проявляются только при напряженности магнитного поля порядка 160-300 А/м. Практически при обслуживании даже мощных электроустановок высокого напряжения магнитная напряженность поля не превышает 20-25 А/м. Поэтому оценку потенциальной опасности воздействия ЭМП достаточно производить по величине электрической напряженности поля.

Спектр ЭМИ природного и техногенного происхождения, оказывающий влияние на организм человека, имеет диапазон волн от тысячи километров (переменный ток) до триллионной части миллиметра (космические энергетические лучи). В настоящее время наибольшее распространение как в науке, так и в промышленности

Рис. 7.1. Шкала электромагнитных волн

получили ЭМИ с частотами, шкала которых представлена на рис. 7.1.

В производственных условиях на работающих оказывает воздействие ЭМИ широкого спектра. В зависимости от диапазона волн различают:

- ЭМИ радиочастот (10^7-10~^{4} м);
- инфракрасное излучение (< 10"^{4}-7,5-10~^{7} м);
- видимую область (7,5 40"^{7}-4 • 10"^{4} м);

- ультрафиолетовое излучение (<4 • 10"^{4}-10"^{9} м);
- рентгеновское (гамма-) излучение (<10"^{9} м).

Существует и электротехническая шкала источников ЭМИ:

- низкочастотные — НЧ (0-60 Гц);
- среднечастотные - СЧ (60 Гц-10 кГц);
- высокочастотные - ВЧ (10 кГц-300 МГц);
- сверхвысокочастотные - СВЧ (300 МГц-300 ГГц).

По виду воздействия различают изолированное (от одного источника), *сочетанное* (от двух и более источников одного частотного диапазона), *смешанное* (от двух и более источников различных частотных диапазонов) и *комбинированное* (в случае одновременного действия какого-либо другого неблагоприятного фактора) ЭМИ.

По времени воздействия в общем случае для единичного источника ЭМИ можно выделить два основных варианта облучения: *непрерывное стационарное* и *прерывистое.*

Отношение облучаемого лица к источнику облучения ЭМИ может быть *профессиональным,* т.е. обусловленным выполнением производственных операций, и *непрофессиональным.*

В радиационной гигиене различают *общее* (воздействию ЭМИ подвергается все тело) и локальное (местное) облучение.

Влияние ЭМП на организм зависит от таких физических параметров, как длина волны, интенсивность излучения, режим облучения - непрерывный и прерывистый, а также от продолжительности воздействия на организм, сочетанности воздействий с другими производственными факторами (повышенная температура воздуха, наличие рентгеновского излучения, повышенного уровня шума и вибрации и др.). Наиболее биологически активен диапазон СВЧ, менее - УВЧ, затем диапазон ВЧ (длинные и средние волны), т.е. с уменьшением длины волны биологическая активность ЭМИ всегда возрастает.

ЭМИ, оказывая воздействие на физико-химические процессы в биосистемах, создает напряжение на субмолекулярном и молекулярном уровнях. Установлено, что воздействие ЭМП радиотелефона на область головы пользователя способствует развитию умеренно выраженной брадикардии (гр.медленный + сердце) и повышает электрокинетическую активность ядер клеток эпителия кожи. Возникновение брадикардии при воздействии низких уровней СВЧ-излучения обусловлено в основном нарушениями центральных и периферических иннервационных (лат. внутри + нерв) механизмов регуляции деятельности сердца.

В Республике Беларусь для контроля безопасности воздействия ЭМП на человека используются следующие документы: ГОСТ 12.1.006; СанПиН 2.2.4/2.1.8.9.-36-2002; СанПиН 2.2.4.11-25-2003; СанПиН 9-84-98; СанПиН 9-85-98; СанПиН 9-98-98.

Нормируемыми параметрами переменного магнитного ноля являются напряженность поля и магнитная индукция.

Напряженность электрического поля в данной точке представляет собой физическую величину, численно равную силе, действующей на единичный положительный заряд, помещенный в эту точку поля. Напряженность электрического поля измеряется в вольтах на метр (В/м) или в ньютонах на кулон (Н/К).

Электрическое поле, в котором напряженность одинакова во всех точках, называется *однородным*.

Магнитная индукция (плотность магнитного потока) -это физическая величина, численно равная силе, с которой магнитное поле действует на проводник единичной длины, расположенный перпендикулярно к силовым линиям магнитного поля (МП), при токе в проводнике, равном единице силы тока. Единицей магнитной индукции является Тэсла (Тл), т.е. индукция такого поля, в котором на каждый метр длины проводника с током в 1 А, расположенного перпендикулярно к полю, действует сила в 1 К (1 Тл = 1 Н/А-м).

Кроме индукции магнитное поле характеризуется напряженностью (А/м) и магнитным потоком, который представляет собой число силовых линий, проходящих через перпендикулярно расположенную к ним площадку. Единицей магнитного потока является Вебер (Вб) - это поток индукции в 1 Тл через площадку площадью $1м^2$.

По ГОСТ 12.1.006 допустимые уровни воздействия ЭМП радиочастот оцениваются показателями интенсивности поля и создаваемой им энергетической нагрузкой.

В диапазоне частот 60 кГц-300 МГц интенсивность ЭМП характеризуется напряженностью электрического Е и магнитного Н полей, энергетическая нагрузка (ЭН) представляет собой произведение квадрата напряженности поля на время его воздействия. Энергетическая нагрузка, создаваемая соответственно электрическим и магнитным полем, равна

$$ЭН_E = E^2T,$$
$$ЭН_H = H^2T.$$

В диапазоне частот 300 МГц-300 ГГц интенсивность ЭМП характеризуется поверхностной плотностью потока энергии ППЭ, поэтому энергетическая нагрузка будет представлять собой

$$ЭН_{ППЭ} = ППЭ \cdot T.$$

Предельно допустимые значения Е и Н в диапазоне частот 6.0 кГц-300 МГц на рабочих местах персонала определяются исходя из допустимой энергетической нагрузки и времени воздействия по формулам

$$E_{ПД} = \sqrt{ЭП_{Eпд}}/T; \qquad H_{ПД} = \sqrt{ЭН_{Hпд}}/T,$$

где –$E_{ПД}$ и $H_{ПД}$ ~ предельно допустимые значения напряженности электрического, В/м и магнитного, А/м, полей; Т - время воздействия, ч; $ЭН_{Eпд}$ и $ЭН_{Hпд}$ - предельно допустимые значения энергетической нагрузки в течение рабочего дня, $(В/м)^2$ч и $(А/м)^2$ч.

Одновременное воздействие электрического и магнитного полей в диапазоне частот от 0,06 до 3 МГц допустимо при условии

$$ЭН_E/ЭН_{Eпд} + ЭН_H/ЭН_{Hпд} < 1,$$

где $ЭН_E$ и $ЭН_H$ - энергетические нагрузки, характеризующие воздействия электрического и магнитного полей.

Предельно допустимые значения ППЭ ЭМП в диапазоне частот 300 МГц-300 ГГц определяются исходя из допустимой энергетической нагрузки и времени воздействия по формуле

$$ППЭ_{ПД} = К \cdot ЭН_{ППЭпд}/T,$$

где $ППЭ_{ПД}$ - предельно допустимое значение плотности потока энергии, $Вт/м^2$ ($мВт/см^2$, $мкВт/см^2$); $ЭН_{ППЭпд}$ -предельно допустимая величина энергетической нагрузки, равная 2 Вт-ч/$м^2$ (200 мкВт-ч/$см^2$); *К* - коэффициент ослабления биологической эффективности, равный: 1 — для всех случаев воздействия, исключая облучение от вращающихся и сканирующих антенн; 10 — для случаев облучения от вращающихся и сканирующих антенн с частотой вращения или сканирования не более 1 Гц и скважностью не менее 50; *Т* - время пребывания в зоне облучения за рабочую смену, ч.

Во всех случаях максимальное значение $ППЭ_{ПД}$ не должно превышать 10 $Вт/м^2$ (1000 $мкВт/см^2$).

Предельно допустимые уровни напряженности и магнитной индукции постоянного магнитного поля нормируются СанПиН 9-85-98 (табл.).

Нормируются также уровни напряженности и магнитной индукции переменного магнитного поля при импульсном (прерывном) действии магнитного поля (СанПиН 2.2.4.11-25-2003) (таб. 7.1).

Таблица 7.1. **Предельно допустимые уровни напряженности и магнитной индукции постоянного магнитного поля при непрерывном действии**

Время воздействия за рабочий день, ч	Общее воздействие (все тело)		Локальное воздействие (кончности)	
	Напряжен-	Магнитная	Напряжен-	Магнитная

	ность, А/м	индукция, мкТл	ность, А/м	индукция, мкТл
8	80,0	100,0	800,0	1000,0
1	400,0	500,0	1600,0	2000,0

Длина волны ЭМП, формируемой источником, позволяет выбрать соответствующий прибор контроля электромагнитного излучения. Для низкочастотных источников ЭМП (НЧ, ВЧ, УВЧ-диапазоны) необходимо использовать приборы, измеряющие электрическую и магнитную составляющие ЭМП; для СВЧ-диапазона—приборы, позволяющие измерять плотность потока энергии.

Основными техническими параметрами приборов являются: диапазон частот, на который рассчитан измеритель, оснащенный антеннами; пределы измерений энергетических параметров ЭМП; основная погрешность измерений, обычно выражаемая в децибелах.

В зависимости от условий воздействия ЭМП, характера и местонахождения источника излучения могут использоваться следующие методы и средства защиты:

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в источнике;
- экранирование источника;
- защита рабочего места от излучения;
- применение средств индивидуальной защиты.

Защиту временем используют в тех случаях, когда отсутствует реальная возможность снизить напряженность ЭМП до предельно допустимого уровня. Допустимое время облучения τ можно найти из выражения

$$6{,}42 = \text{ППМ}\ \text{th}(0{,}05\ \tau)^{1,2},$$

где ППМ - плотность потока мощности электромагнитной волны, Вт/см^2;

th $(0{,}05\ \tau)^{1,2}$ - гиперболический тангенс.

Защита расстоянием используется в тех случаях, когда невозможно снизить интенсивность излучения другими методами и сокращением времени облучения.

Для диапазона длинных, средних, коротких и ультракоротких волн расстояние можно определить по формуле

$$R=\sqrt{30PG/E_{\text{доп}},}$$

где Р — средняя выходная мощность, Вт; G— коэффициент направленности антенны; -$Е_{доп}$ — допустимая напряженность электрического поля.

Для волн СВЧ-диапазона R, соответствующее $ППМ_{доп}$ находят из выражения

$$R=\sqrt{PG/3\pi}\ ППМ_{доп,}$$

Этот метод является наиболее эффективным, так как может использоваться для защиты работающих в производственных условиях и населения в селитебной зоне.

Снижение интенсивности излучения непосредственно в источнике является универсальным методом и достигается прежде всего заменой источника на менее мощный, а также регулировкой генератора. Кроме того, можно использовать специальные устройства - аттенюаторы (ослабители), которые поглощают, отражают или ослабляют передаваемую энергию на пути от генератора к потребителю и т.д.

При использовании метода *экранирования источника* учитывают характер и мощность источника излучения, его рабочую частоту, особенности технологического процесса. Для разработки экранов используют такие явления, как поглощение ЭМИ и его отражение от материала экранов. Поглощение ЭМИ обусловливается тепловыми потерями в толще материала и зависит от его электромагнитных свойств (электрической проводимости, магнитной проницаемости и т.п.). Отражение связано с различием электромагнитных свойств воздуха (или другой среды, в которой распространяется ЭМП) и материала экрана.

Для изготовления экранов применяют либо тонкие металлические (сталь, алюминий, медь, сплавы) листы, либо металлические сетки. При этом экраны должны тщательно заземляться.

Металлические экраны практически непроницаемы для ЭМИ радиочастотного диапазона за счет их отражающей и поглощающей способности.

Экраны с низким коэффициентом отражения являются поглощающими.

Резиновые коврики типа ВКФ, В2Ф и другие представляют собой прессованные листы резины специального состава с коническими, сплошными или полыми шинами.

Поглощающие экраны должны обладать минимальной величиной отражения ЭМИ в широком диапазоне частот, большой величиной затухания проникающего в материал ЭМИ и не должны менять поляризацию отраженных колебаний.

Защита рабочего места от излучения достигается локализацией ЭМП в помещении. Для этого используют электрогерметичные помещения, аппаратные и кабины, представляющие собой замкнутые электромагнитные экраны. В таких помещениях экранируются стены, потолок, пол, оконные и дверные проемы и вентиляционные системы.

Помещения, в которых предполагается проводить настройку, регулирование и испытание установок, генерирующих высокоинтенсивные ЭМП, необходимо обустраивать так, чтобы при включении последних на полную мощность, их излучение

практически не проходило через стены, перекрытия, оконные проемы и двери в смежные помещения.

Кроме того, для ослабления ЭМИ необходимо подбирать и соответствующие материалы (табл.7.2).

При защите помещений от внешних ЭМИ применяются оклеивание стен специальными металлизированными обоями, сетка на окнах, специальные металлизированные шторы и т.п.

В качестве экранирующего материала для световых проемов, приборных панелей, смотровых окон используют оптически прозрачное стекло, покрытое полупроводниковым диоксидом олова. Световые проемы или смотровые окна на более низких частотах могут также экранироваться металлической сеткой.

Согласно СанПиН 9-85-98 источники магнитного поля, расположенные в общих производственных помещениях, должны выделяться в отдельные участки на расстоянии 1,5-2,0 м друг от друга. Пульты управления источника магнитного поля

Таблица 7.2. **Ослабление ЭМИ строительными конструкциями**

Материалы и элементы конструкции	Ослабление потока мощности, дБ при длине волн ЭМИ, λ	
	λ=3 см	λ= 10 см
Кирпичная стена, 70 см	21	16
Междуэтажное перекрытие		
Оштукатуренная стена	22	2
Здания		
Окна с двойными рамами	12	8
	18	7

с напряженностью более 8,0 кА/м (10 мТл).

Основными видами средств коллективной защиты работающих от воздействия электрического поля токов промышленной частоты являются экранирующие устройства. Они могут быть стационарными и переносными.

Стационарные экранирующие устройства представляют собой составную часть электроустановки и предназначены для защиты персонала в открытых распределительных устройствах и воздушных линиях электропередач. Конструктивно они изготавливаются в виде козырьков, навесов или перегородок из металлических канатов, прутков, сеток.

В высокочастотных установках индукционного нагрева применяется либо общее экранирование установок, либо экранирование отдельных блоков.

Экран плавильного или закалочного индуктора выполняется в виде подвижной металлической камеры, опускающейся во время нагрева и поднимающейся после его окончания, или в виде неподвижной камеры с открывающейся дверью.

В установках диэлектрического нагрева экранированию подлежат пластины рабочего конденсатора и фидеры, подводящие к ним высокочастотную энергию. Экран может выполняться в виде металлической камеры, шкафа, короба т.п.

Переносные экранирующие устройства - это переносимые или перевозимые изделия в виде замкнутых конструкций из металлических сеток.

Наряду со стационарными и переносными экранирующими устройствами используются и индивидуальные экранирующие комплекты, в которые входят спецодежда, спецобувь, средства защиты головы, рук и лица. Они предназначены для защиты персонала от воздействия электрического поля, напряженность которого не превышает 60 кВ/м, создаваемого электроустановками напряжением 400, 500 и 750 В и частотой 50 Гц.

Средства индивидуальной защиты от воздействия ЭМИ должны использоваться только в аварийных режимах либо при проведении кратковременных работ.

В качестве таких средств используются очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани. Для защиты тела применяют комбинезоны, халаты и капюшоны. Их обычно изготавливают из трех слоев ткани. Внутренний и наружный слои делают из хлопчатобумажной ткани (диагональ, ситец), а средний, защитный слой — из радиотехнической ткани, имеющей проводящую сетку.

Радиозащитные очки изготавливают из стекла, покрытого полупроводниковым диоксидом олова.

К организационным мероприятиям относятся: выполнение требований к персоналу (возраст, пол, медицинское освидетельствование, обучение, проверка знаний, инструктаж и т.п.); рациональное размещение источников ЭМИ; рациональные режимы работы оборудования и персонала; применение средств предупреждающей сигнализации (световой, звуковой, знаковой и др.).

Для предупреждения профессиональных заболеваний лиц, работающих в условиях ЭМИ, применяются такие меры, как предварительный (для поступающих на работу) и периодический (не реже одного раза в год) медицинские осмотры, а также ряд мер, способствующих повышению устойчивости организма человека к действию ЭМИ.

К мероприятиям, способствующим повышению резистентности (сопротивление) организма к ЭМП, могут быть отнесены регулярные физические упражнения, рационализация времени труда и отдыха, а также использование лекарственных препаратов и общеукрепляющих витаминных комплексов.

При изучении этой темы рекомендуется использовать [15].

7.2. Нормирование и защита работающих от ультрафиолетового излучения

Ультрафиолетовое излучение (УФ-излучение) - это электромагнитное излучение в оптической области в диапазоне 200-400 нм с частотой колебаний от 10^{13} до 10^{16} Гц, примыкающее со стороны коротких волн к видимому свету. Оно относится к неионизирующим излучениям. Естественным источником УФ-излучения является Солнце. В промышленности источниками этого излучения могут быть газоразрядные источники света, электрические дуги, плазматроны, лазеры и др.

Рис. 7.2. **Спектр излучений**

УФ-излучение, так же как и инфракрасное, в зависимости от длины волны делится на три области (рис. 7.2):

- УФ-А — длинноволновая (400—315 нм);
- УФ-В - средневолновая (315-280 нм);
- УФ-С — коротковолновая (280—200 нм).

УФ-излучение с длиной волны 400—315 нм имеет слабое биологическое действие, область волн 315-280 нм характеризуется сильным воздействием на кожу и противорахитичным действием. Для волн 280-200 нм свойственно бактерицидное действие.

УФ-излучение характеризуется двояким действием на организм: с одной стороны, опасностью переоблучения, а с другой — необходимостью для нормального функционирования организма.

Длительное воздействие больших доз УФ-излучения может привести к серьезным поражениям глаз и кожи. Острые поражения глаз обычно проявляются в виде кератитов (воспаления роговицы) и помутнения хрусталика глаза. Продолжительное воздействие больших доз УФ-излучения особенно в области излучения 280-200 нм оказывает сильное разрушительное действие на клетку, а также бактерицидное действие

вследствие коагуляции белков, что может привести к развитию рака кожи. Пораженный участок кожи имеет отечность, ощущается жжение и зуд, появляются дерматиты (гр.воспаление). Воздействие повышенных доз УФ-излучения на центральную нервную систему сопровождается головной болью, тошнотой, головокружением, повышением температуры тела, утомляемостью, нервным возбуждением и др.

УФ-излучение с длиной волны менее 320 нм, действуя на глаза, вызывает электроофтальмию. Уже на начальной стадии этого заболевания человек чувствует резкую боль и ощущение песка в глазах, ухудшение зрения, головную боль, обильное слезотечение, иногда светобоязнь, что в итоге приводит к поражению роговицы. Воздействие УФ-излучения на человека оценивается эритемным действием (от греч. erythema - краснота), т.е. покраснением кожи, которое в дальнейшем приводит к ее пигментации (загару).

Для биологических целей мощность УФ-излучения оценивается эритемным потоком, единицей которого является эр (один эр - это эритемный поток, соответствующий потоку излучения с длиной волны 297 нм и мощностью 1 Вт), *эритемной освещенностью,* эр/м^2, и *эритемной дозой,* (эр-ч)/м^2.

В зависимости от УФ-дефицита и контингента населения рекомендуются дозы в пределах 0,125-0,75 эритемной дозы (10-60 мэр-ч/м^2). Допустимая интенсивность УФ-излучения нормируется СН 4557-88. Нормативные значения интенсивности излучения установлены с учетом продолжительности воздействия УФ-излучения на работающих, его спектрального состава и обязательного использования индивидуальных средств защиты.

Допустимая интенсивность УФ-облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более 0,2 м^2 и периода облучения до 5 мин, длительности пауз между ними не менее 30 мин и общей продолжительности воздействия за смену до 60 мин не должна превышать для диапазонов: УФ-А - 50 Вт/м^2; УФ-В - 0,05 Вт/м^2; УФ-С - 0,001 Вт/м^2.

Допустимая интенсивность УФ-облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более 0,2 м^2 (лицо, шея, кисти рук и др.), общей продолжительности воздействия излучения (50% рабочей смены) и длительности однократного облучения свыше 5 мин и более не должна превышать для УФ-А — 10 Вт/м^2. УФ-В - 0,01 Вт/м^2 . Воздействие УФ-С в этом случае не допускается.

При использовании специальной одежды и средств защиты лица и рук, не пропускающих УФ-излучение (спилк, кожа, ткани с пленочным покрытием и т.п.), допустимая интенсивность облучения в области УФ-В + УФ-С (200-315 нм) не должна превышать 1 Вт/м^2.

Основными способами защиты работающих от воздействия ультрафиолетового излучения являются защита расстоянием, экранирование рабочих мест, специальная

окраска помещений, рациональное размещение рабочих мест и использование индивидуальных средств.

Защита расстоянием - это удаление обслуживающего персонала от источников УФ-излучения на безопасную величину. Расстояния, на которых уровни УФ-излучения не представляют опасности для работающих, определяются только экспериментально в каждом конкретном случае в зависимости от условий работы, состава производственной атмосферы, вида источника излучения, отражающих свойств конструкций помещения и оборудования и т.д.

Наиболее рациональным методом защиты является *экранирование* (укрытие) источников излучений с помощью различных материалов и светофильтров, не пропускающих или снижающих интенсивность излучений.

Для защиты работающих от избытка УФ-излучения используют противосолнечные экраны, жалюзи, оконные стекла со специальным покрытием, стекла «хамелеоны» и др. В производственных условиях применяются стены, кабины, щитки, ширмы, очки с защитными стеклами. Полную защиту от УФ-излучения всех волн обеспечивает флинт-глас (стекло с оксидом свинца) толщиной 2 мм. Кабины изготавливаются высотой 1,8—2 м, причем их стенки не должны доходить до пола на 25-30 см для улучшения проветривания.

При размещении *рабочих помещений* необходимо учитывать, что отражающая способность различных отделочных материалов для УФ-излучения иная, чем для видимого света. Хорошо отражают УФ-излучение полированный алюминий и меловая побелка, в то время как оксиды цинка и титана на масляной основе — плохо.

Для защиты от УФ-излучения обязательно применяются *индивидуальные средства защиты,* которые состоят из спецодежды (куртка, брюки), рукавиц, фартука из специальных тканей, щитка со светофильтром, соответствующего определенной интенсивности излучения. Для защиты глаз, например, при ручной электросварке применяют светофильтры следующих типов: для электросварщиков при сварочном токе 30-75 А - Э-1; 75-200 А - Э-2; 200-400 А - Э-3 и при токе 400 А - Э-4.

Кроме того, для защиты кожи от УФ-излучения используются мази, содержащие вещества, обладающие защитным эффектом (салол, салицилово-метиловый эфир и др.). а также спецодежда из льняных и хлопчатобумажных тканей с искростойкой пропиткой и из грубошерстяного сукна.

Однако не надо забывать, что только около 50% ультрафиолетового облучения получаемого человеком есть прямой солнечный свет. Остальное - отраженный и преломленный ультрафиолет. Интенсивность ультрафиолетового излучения отраженного от воды, песка и особенно снега может быть даже выше, чем в прямом солнечном свете. Также надо помнить, что в пасмурную погоду интенсивность излучения не пропадает полностью, а лишь немного понижается. **Поэтому в туман, особенно в высокогорье надо обязательно защищать глаза.**

При изучении этой темы рекомендуется использовать [15].

7.3. Инфракрасные излучения

Инфракрасное (тепловое) излучение (ИК) излучается любым нагретым телом, температура которого превышает значение абсолютного нуля. Его диапазон простирается от 0,75 до 1000 мкм. Нагретые тела, имеющие температуру выше +100 °С, являются источниками коротковолнового излучения (λ = 0,7-0,9 мкм). С уменьшением температуры нагретого тела от +100 до +50 °С ИК-излучение характеризуется в основном длинноволновым спектром.

На производстве источниками ИК-излучения являются нагретые поверхности оборудования, обрабатываемых деталей и заготовок, разные виды сварки, плазменной обработки и др.

Основным биоэффектом ИК-излучения является тепловой, так как излучения с длиной волны более 1,5 мкм почти полностью поглощаются биологическими тканями и при длительном пребывании человека в зоне излучения возможно нарушение механизма терморегуляции, водно-солевого режима и т. п.

Воздействие интенсивного коротковолнового ИК-излучения (λ < 1,5 мкм) на открытые участки тела человека проявляется в виде ожога кожи, расширении просвета капилляров и увеличения пигментации кожи. Результатом воздействия его на глаза может явиться ожог кожи век (эритема и образование пузырей). Повторное воздействие ИК-излучения на глаза может привести к хроническому воспалению век, помутнению хрусталика, спазму зрачка, ожогу сетчатки и др.

Нормирование и оценка инфракрасного излучения. Способы и средства защиты. Опасность облучения ИК-лучами оценивается по величине интенсивности или плотности потока энергии (ППЭ), которая не должна превышать значений, приведенных в табл. 7.3.

Таблица 7.3. **Предельно допустимые значения интенсивности инфракрасного облучения персонала**

Облучаемая поверхность тела, %	$ППЭ_{пд}$, Вт/м^2
50 и более	35
50 - 25	70
Не более 25	100

Кроме допустимых значений плотности потока энергии ограничивается также и температура нагретых поверхностей. Если температура источника $t_{ист}$ тепла не превы-

шает +100 °С, то поверхность оборудования должна иметь температуру $t_{пд}$, не превышающую +35 °С, а при $t_{пд} > 100$ °С — $t_{пд} \leq 45$ °С.

Основными способами и средствами защиты от ИК-излучений являются снижение интенсивности излучения источника, теплоизоляция рабочих поверхностей источников излучения теплоты, экранирование источников или рабочих мест, воздушное душирование рабочих мест, создание водяных завес, использование средств индивидуальной защиты, применив общеобменной вентиляции помещений, кондиционирование воздуха, лечебно-профилактические мероприятия.

Наиболее распространенными средствами защиты от ИК-излучений являются оградительные устройства, т. е. конструкции, отражающие или поглощающие ИК-излучения. Конструктивно экраны могут выполняться из одной или нескольких параллельно размещенных с зазором пластин. Охлаждение пластин может осуществляться естественным или принудительным способом.

Отражающие устройства изготавливаются из листового алюминия, белой жести, алюминиевой фольги, укрепленной на несущем материале (картоне, сетке). С этой целью может использоваться силикатное закаленное стекло с пленочным окисло-оловянным покрытием и легированными добавками, превосходящее по своим отражательным способностям экраны из сталинита.

Для теплопоглощения могут использоваться металлические сетки, армированное стекло, водяные завесы.

Для предотвращения ожогов при прикосновении к нагретым поверхностям применяется их теплоизоляция с помощью различных материалов и конструкций (минеральная вата, стекловата, асбест, войлок и др.).

Конструктивно теплоизоляция может быть мастичной, оберточной, засыпной и т. п.

В качестве средств индивидуальной защиты применяются фибровые и дюралевые каски, защитные очки, наголовные маски с откидными экранами и др.

Лечебно-профилактические мероприятия включают предварительные и периодические медицинские осмотры в целях предупреждения и ранней диагностики заболеваний у работающих.

При изучении этой темы рекомендуется использовать [16].

7.4. Лазерные излучения

7.4.1 Источники, характеристика лазерного излучения и его воздействие на организм человека

Возможность концентрации лазерного излучения в пучок малого диаметра позволяет создавать очень высокие значения плотности энергии, необходимые для резания различных высокопрочных материалов — сталей, твердых сплавов, алмазов и др. Для

процесса резания используются лазеры на углекислом газе непрерывного действия с выходной мощностью сотни, тысячи ватт и более.

Интенсивно развиваются лазерная пайка, точечная и шовная сварка тончайших металлических изделий (светолучевая сварка), различных сочетаний (композиций), материалов и тугоплавких металлов: медь — алюминий, германий — золото, никель — тантал и т. д. Лазером сваривают катоды в радиолампах без нарушения вакуума и строения свариваемых материалов. Для сварки и пайки используются лазеры на рубине, неодимовом стекле, алюмоиттриевом гранате, на двуокиси углерода.

Принцип действия лазеров основан на использовании вынужденного электромагнитного излучения, возникающего в результате возбуждения квантовой системы. Лазерное излучение является электромагнитным излучением, генерируемым в диапазоне длин волн 0,2...1000 мкм, который может быть разбит в соответствии с биологическим действием на ряд областей спектра:

0,2...0,4 мкм — ультрафиолетовая;

0,4...0,75 мкм — видимая;

0,75...1,4 мкм — ближняя инфракрасная;

свыше 1,4 мкм — дальняя инфракрасная.

В последнее время чаще всего применяют лазеры с длинами волн 0,34; 0,49...0,51; 0,53; 0,694; 1,06 и 10,6 мкм.

Основными энергетическими параметрами лазерного излучения являются: энергия излучения Е, энергия импульса $E_{и,}$ мощность излучения Р, плотность энергии (мощности) излучения $W_e(W_p)$. При описании поля рассеянного излучения используют энергетические характеристики: поток излучения Ф, поверхностную плотность из лучения E_a, интенсивность излучения I. Излучение также характеризуется временными параметрами: длительностью импульса т, частотой повторения импульсов f, длительностью воздействия излучения t, длиной волны λ.

Лазеры различают:

- по *виду рабочего вещества* (активной среды) — твердотельные, жидкотельные, газовые, полупроводниковые;
- по *характеру действия* — импульсные и непрерывного действия.

В основу *классификации лазеров* положена степень опасности лазерного излучения для обслуживающего персонала. По этой классификации лазеры разделены на четыре класса:

класс I (безопасные) — выходное излучение не опасно для глаз;

класс II (малоопасные) — опасно для глаз прямое или зеркально отраженное излучение;

класс III (среднеопасные) — опасно для глаз прямое, зеркально, а также диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности и (или) для кожи прямое или зеркально отраженное излучение;

класс IV (высокоопасные) — опасно для кожи диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

Чем выше класс лазерной установки, тем выше опасность воздействия излучения на персонал и тем большее число факторов опасного и вредного воздействия проявляется одновременно (табл.7.4).

Классификация определяет специфику воздействия излучения на орган зрения и кожу. В качестве ведущих критериев при оценке степени опасности генерируемого лазерного излучения приняты величина мощности (энергии), длина волны, длительность импульса и экспозиция облучения.

Условия труда при использовании лазеров. Работа с лазерами в зависимости от конструкции, мощности, условий эксплуатации разнообразных лазерных систем и другого оборудования может сопровождаться воздействием на персонал неблагоприятных производственных факторов, которые разделяют на основные и сопутствующие. К *основным* факторам, возникающим при работе лазеров, относятся прямое, зеркально и диффузно отраженное и рассеянное излучения, степень выраженности их определяется особенностями технологического процесса. К *сопутствующим* относится комплекс физических и химических факторов, возникающих при работе лазеров, которые имеют гигиеническое значение и могут усиливать неблагоприятное действие излучения на организм, а в ряде случаев имеют самостоятельное значение. В связи с этим при гигиенической оценке условий труда персонала учитывается весь комплекс факторов производственной среды.

По способу образования неблагоприятные факторы подразделяются на две группы. К 1-й группе относятся факторы, возникающие в результате собственно работы лазеров; степень выраженности их зависит от физико-технических параметров лазерной установки. Во 2-ю группу включены факторы, образующиеся при взаимодействии лазерного излучения с обрабатываемыми материалами или с различными элементами системы по ходу луча.

Образование ряда сопутствующих факторов зависит от мощности излучения конструктивных особенностей лазерных установок, физико-химических свойств обрабатываемых материалов, санитарно-технического оборудования технологических лазерных установок и производственных помещений.

Таблица 7.4. **Опасные и вредные производственные факторы лазерных установок**

Фактор	Класс лазерной установки			
	I	II	III	IV
Лазерное излучение:				
прямое, зеркально отраженное	-	+	+	+

диффузно отраженное	-	-	+	+
Электрическое поле	-(+)	+	+	+
Ультрафиолетовое излучение	-	-	+	+
Инфракрасное излучение	-	-	-(+)	+
Яркость света	-	-	-(+)	+
Электромагнитные излучения ВЧ-и СВЧ-диапазонов	-	-	-	-(+)
Ионизирующие излучения	-	-	-	-(+)
Температура поверхности оборудования	-	-	-(+)	+
Шум и вибрация	-	-	-(+)	+
Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	-	-	-(+)	+
Химически опасные и вредные факторы	При использовании химических веществ			

Примечание. Знаки +, - соответственно означают, что факторы имеют место всегда или отсутствуют, а знаки — (+) означают, что наличие фактора зависит от характеристики и условий эксплуатации лазеров.

Работа лазерных установок, как правило, сопровождается шумом. На фоне постоянного шума, который может достигать 70... 80 дБ, имеют место звуковые импульсы с уровнем интенсивности 100... 120 дБ, возникающие в результате перехода световой энергии в механическую в месте соприкосновения луча с обрабатываемой поверхностью или за счет работы механических затворов лазерных установок. Разряды ламп накачки, а также взаимодействие луча с воздухом сопровождаются выделением озона и окислов азота.

Воздействие лазерного излучения на организм человека имеет сложный характер. Эффекты воздействия лазерного излучения на организм человека зависят от энергетических и временных параметров излучения, т. е. энергетической экспозиции в импульсе или энергетической освещенности, длины волны излучения, длительности импульса, частоты повторения импульсов, времени воздействия и площади облучаемого участка, а также от биологических и физико-химических особенностей облучаемых тканей и органов. Энергетическая экспозиция — отношение энергии излучения, падающей на рассматриваемый участок поверхности, к площади этого участка, умноженное на длительность облучения.

Облучение лазерными лучами может вызывать нарушение деятельности центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, эндокринных желез, свертывание или распад крови, повреждение глаз и кожи, повышенную утомляемость, головные боли, расстройство сна и др. Возможны также изменения генетических, ферментативных и других свойств тканей и некоторых составных частей крови, ионизация молекул.

Наиболее чувствительным органом к лазерному излучению являются глаза. Глаз человека представляет собой орган, который воспринимает, преломляет и преобразует электромагнитное излучение определенного диапазона длин волн. Видимые и ближние инфракрасные лучи проходят через глаз почти без потерь. Преломляясь в элементах оптической системы глаза (роговице, хрусталике, стекловидном теле), эти лучи фокусируются на сетчатке, поэтому на поверхности сетчатки плотность энергии излучения будет еще больше, чем в луче, падающем на глаз. Попадание лазерного излучения в глаза опасно.

Ультрафиолетовое и дальнее инфракрасное излучения проникают в глаз, не фокусируясь. Они поглощаются в элементах оптической системы глаза, но поскольку роговая оболочка, хрусталик и стекловидное тело содержат большое количество жидкости, они обладают повышенной поглощающей способностью к подобным излучениям. Вследствие этого их повреждения могут наступать при сравнительно небольших интенсивностях.

Ультрафиолетовое излучение занимает диапазон спектра с длиной волны от 200 до 400 мкм. В отношении биологического действия этот диапазон может быть разделен на три участка:

а) с длиной волны 200...280 мкм — оказывает сильное (вплоть до разрушающего) действие на ткани, жиры, кровь;

б) с длиной волны 280...315 мкм — оказывает сильное действие на кожу;

в) с длиной волны 315...400 мкм — оказывает сравнительно слабое биологическое действие.

Ультрафиолетовые лучи могут влиять на центральную нервную систему и другие органы. Воздействие на глаза сказывается в поражениях конъюнктивы (лат. соединительная оболочка глаза), радужной и сетчатой оболочек.

7.4.2. Нормирование лазерного излучения

Предельно допустимые уровни регламентированы «Санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров» № 2392-81, которые позволяют разрабатывать мероприятия по обеспечению безопасных условий труда при работе с лазерами, осуществлять текущий и предупредительный санитарный надзор. Санитарные нормы и правила позволяют определять величину ПДУ для каждого режима работы, участка оптического диапазона по специальным формулам и таблицам. Нормируется энергетиче-

ская экспозиция облучаемых тканей. Для лазерного излучения видимой для глаз области спектра учитывается также угловой размер источника излучения.

Предельно допустимые уровни облучения дифференцированы с учетом режима работы лазеров — непрерывный режим, моноимпульсный, импульсно-периодический.

Оценка опасности облучения лазерным излучением осуществляется по величине энергетической экспозиции облучаемых участков тела человека. Энергетическая экспозиция представляет собой отношение энергий излучения к площади облучаемого участка; она измеряется в джоулях на сантиметр квадратный и может быть оценена как произведение плотности мощности потока излучения, измеряемой в ваттах на сантиметр квадратный, на длительность облучения, изменяемую в секундах.

В целях обеспечения безопасных условий труда персонала установлены предельно допустимые уровни (ПДУ) лазерного излучения, т. е. уровни лазерного излучения, которые при ежедневном воздействии на человека не вызывают в процессе работы или в отдаленные сроки отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами медицинских исследований. Работа персонала в условиях облучения ниже значений ПДУ исключает органические изменения непосредственно в облучаемых тканях независимо от спектрального состава излучения (в пределах от 0,2 до 20 мкм) и для видимого участка спектра лазерного излучения (от 0,4 до 0,75 мкм), а также неспецифические изменения, возникающие в организме в ответ на облучение (вторичные эффекты).

Биологические эффекты воздействия лазерного излучения зависят не только от энергетической экспозиции, но и от биологических и физико-химических особенностей облучаемых тканей и органов, поэтому ПДУ лазерного излучения установлены с учетом длины волны излучения, длительности импульса, частоты их повторения, времени воздействия и площади облучаемых участков.

Контроль уровней опасных и вредных факторов при эксплуатации лазеров проводится периодически (не реже одного раза в год). В процессе контроля производятся измерения уровней лазерного излучения и уровней сопутствующих факторов. Аналогичные измерения осуществляются при приеме новых установок, изменении конструкции лазерной установки или средств защиты, организации новых рабочих мест.

7.4.3. Способы защиты от лазерного излучения

Меры безопасности при обслуживании лазеров (лазерных установок) включают организационные, технические, планировочные, санитарно-гигиенические мероприятия, обеспечивающие уменьшение плотностей потоков энергии на рабочих местах.

Наиболее эффективным методом защиты является *экранирование.* Луч передается к мишени по волноводу (световоду) или огражденному экраном пространству. Для снижения уровня отраженного излучения линзы, призмы и другие твердые с зеркальной

поверхностью предметы на пути луча снабжаются *блендами,* а от облученного объекта устанавливаются *защитные экраны.* — диафрагмы с отверстием, диаметр которого несколько превышает диаметр луча. В этом случае через отверстие проходит только прямое излучение, отраженное излучение от объекта попадает на экран, который его частично поглощает и рассеивает.

На открытых площадках, где размещены лазерные установки, обозначаются опасные зоны, устанавливаются экраны, предотвращающие распространение излучений за пределы площадки.

Непрозрачные экраны или ограждения, препятствующие выходу лазерного излучения, изготавливаются из металлических листов (стальных, дюралюминиевых и др.),гетинакса, пластика, текстолита, пластмасс.

Прозрачные экраны изготавливаются из специальных стекол, светофильтров или же органического стекла с соответствующей спектральной характеристикой.

Приведение лазера в рабочее положение обычно блокируется с установкой экранирующих устройств. Генератор и лампа накачки заключаются в светонепроницаемую камеру. Лампы накачки должны иметь блокировку, исключающую возможность вспышки лампы при открытом положении ее экрана. Устройства для визуальной юстировки оборудуются постоянно вмонтированными защитными светофильтрами. Производить или проверять юстировку лазерной установки необходимо только *при, отключенном питании возбуждающего устройства* (батареи конденсаторов в твердотельных лазерах и источников электрического тока в газовых лазерах).

Для основного луча каждого лазера в помещении выбираются направление и зона, в которых исключается пребывание людей. Работы с лазерными установками проводятся в отдельных, специально выделенных помещениях или отгороженных частях помещений.

Дверь в помещение и рабочее отверстие бокса блокируют для запрещения работы установки при открывании двери.

Установку размещают так, чтобы луч лазера был направлен на капитальную неотражающую, огнестойкую стену, но не на окна, двери, некапитальные сооружения, способные пропускать излучение. Для удаления любых загрязнений или примесей к воздуху используется приточно-вытяжная вентиляция.

Само помещение изнутри, оборудование и другие предметы, находящиеся в нем, не должны иметь зеркально отражающих поверхностей, если на них может падать прямой или отраженный луч лазера. Эти поверхности окрашиваются в матовые тона с коэффициентом отражения не более 0,4.

Подбор лазеров для технологических операций производится исходя из минимального уровня излучения, обеспечивающего требуемый технологический режим. При расстановке лазерного оборудования предусматриваются места для средств защиты, съемных принадлежностей к установке и переносной измерительной аппаратуры. Кроме то-

го, определяется зона возможного распространения лазерного излучения. Расстановка лазеров П-1У класса производится с учетом нормативов свободного пространства, которые должны быть обеспечены кроме создания зон на общие проходы, на пространства для открывания дверей, а также зон распространения луча при работе с лазером открытого типа. С лицевой стороны пультов и панелей управления обеспечивается свободное пространство 1,5м при однорядном размещении лазеров и 2 м — при двухрядном. С задней и боковых сторон должно быть обеспечено пространство шириной не менее 1 м.

Для фона мишени рекомендуется темная краска с высоким коэффициентом поглощения, а для окружающей поверхности — светлая. В помещениях должна быть создана *высокая освещенность.* Коэффициент естественной освещенности должен составлять не менее 1,5 %, а общее искусственное освещение должно создавать освещенность не менее 150 лк.

При эксплуатации импульсных лазеров с высокой энергией излучения применяется *дистанционное управление пуска.*

В качестве средств индивидуальной защиты применяют специальные противолазерные очки, щитки, маски, технологические халаты и перчатки. Технологические халаты изготовляют из хлопчатобумажной или бязевой ткани светло-зеленого или голубого цвета.

Защитные очки и маски со светофильтрами обеспечивают снижение уровней облучения до нормативных требований. Выбор светофильтров в каждом отдельном случае осуществляется с учетом длины волны генерируемого излучения.

Одежда должна оставлять возможно меньше открытых частей тела; она может быть обычной; предпочтительны халаты из непроницаемой ткани черного цвета. Перчатки для защиты рук также должны быть черного цвета.

Регулярный медосмотр включает исследование глазного дна, остроты зрения и другие офтальмологические наблюдения.

К обслуживанию лазеров допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний со стороны здоровья. Персонал, допускаемый к работе с лазерами, проходит инструктаж и обучение безопасным методам работ.

Глава 8. Производственный шум

8.1. Источники, характеристика и классификация шума

Источниками шума могут быть колебания, возникающие при соударении, трении, скольжении твердых тел, истечении жидкостей и газов. В производственных условиях источниками колебаний являются работающие станки, ручные механизированные инструменты (отбойные, рубильные молотки, перфораторы), компрессоры, кузнечно-прессовое, подъемно-транспортное, вспомогательное оборудование (вентиляционные установки, кондиционеры) и т. д.

В зависимости от происхождения различают шум: *механический* (возникает при движении, соударении, трении деталей машин и механизмов); *аэро(гидро) динамический* (возникает при движении газа, пара, жидкости в результате пульсации давления из-за турбулентного перемешивания потоков, движущихся с разными скоростями в свободных струях, или из-за турбулизации потока у границ обтекаемого тела); *термический* (возникает при турбулизации потока и флуктуации плотности газов при горении, а также мгновенном изменении интенсивности выделения тепла, приводящего к мгновенному повышению давления); *взрывной* (импульсный).

Многообразие оборудования, используемого на энергетических предприятиях, обусловливает наличие всех перечисленных разновидностей шума.

Шум — совокупность звуков, различных по частоте и интенсивности, вредно влияющих на организм человека. Возникает шум при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах. С физической стороны шум характеризуется частотой колебаний, звуковым давлением, интенсивностью или силой звука.

Ухо человека способно воспринимать как слышимые звуковые колебания воздуха с частотой от 16 до 20 000 Гц. Колебания с частотой ниже 16 Гц называются инфразвуковыми, а свыше 20 000 Гц — ультразвуковыми. Инфразвук и ультразвук не вызывают слуховых ощущений, но оказывают биологическое действие на организм человека.

Слуховой аппарат человека обладает неодинаковой чувствительностью к звукам различной частоты (рис. 8.1). Минимальное звуковое давление и минимальная интенсивность звуков, воспринимаемых слуховым аппаратом человека, определяют порог слышимости.

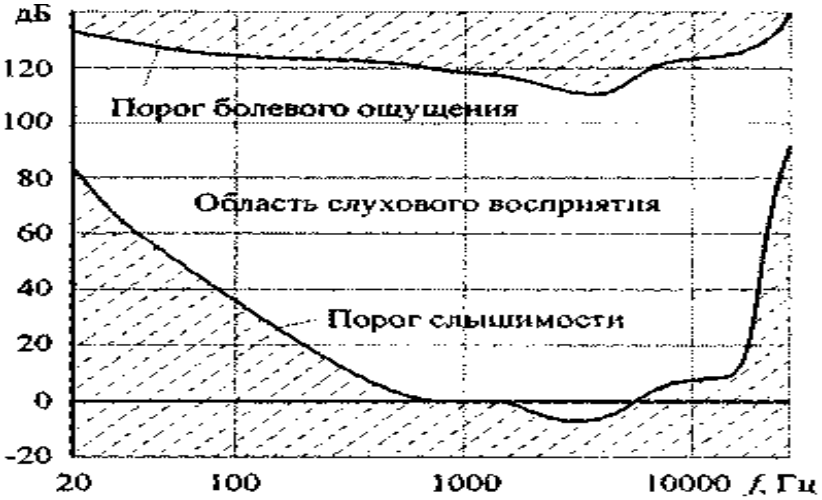


Рис. 8.1. **Область слухового восприятия человека**

За эталонный принят звук с частотой 1000 Гц. При этой частоте порог слышимости по интенсивности составляет $I_0 = 10^{-12}$Вт/м^2, а соответствующее ему звуковое давление $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па. Верхняя граница воспринимаемых человеком звуков принимается за так называемый порог болевого ощущения. Порог болевого ощущения — 120...130 дБ. При частоте 1000 Гц порог болевого ощущения возникает при I=10 Вт/м^2 и P = 2 • 10^{2}Па. Между порогом слышимости и болевым порогом лежит область слышимости.

Ухо человека реагирует не на абсолютное, а на относительное изменение интенсивности звука. При этом ощущения человека пропорциональны логарифму количества энергии шума или другого раздражителя. Кроме того, по закону Вебера-Фехнера раздражающее действие шума на человека пропорционально не квадрату звукового давления, а логарифму от него.

По этой причине на практике для характеристики шума пользуются двумя логарифмическими величинами: уровнем интенсивности L_I и уровнем звукового давления L_P, выражаемыми в децибелах (дБ):

$L_I = 10 \lg I/I_0$, дБ; $L_P = 20 \lg P/P_0$, дБ,

где I — интенсивность звука в данной точке, Вт/м^2; $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м^2 — интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости при частоте 1000 Гц; P — среднее квадратическое значение звукового давления в определенной полосе частот, Па; $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$Па — исходное значение звукового давления в воздухе на частоте 1000 Гц; 1 дБ — едва заметное на слух изменение громкости, которое соответствует изменению интенсивности звука на 26 % или звукового давления на 12%.

Логарифмическая шкала в децибелах (0... 140) позволяет определить чисто физическую характеристику шума независимо от частоты. Наибольшая чувствительность слухового аппарата человека характерна для средних и высоких частот (800...1000 Гц), наименьшая — для низких (20... 100 Гц). Для того чтобы приблизить результаты объективных измерений к субъективному восприятию, введено понятие корректированного уровня звукового давления.

Суть коррекции — введение зависящих от частот звука поправок к уровню соответствующей величины. Эти поправки стандартизованы в международном масштабе. Наиболее употребительна коррекция «А». Корректированный уровень звукового давления ($L_A = L_p - \Delta L_A$) называется уровнем звука и измеряется в дБА.

При исследовании шумов весь диапазон частот разбивают на полосы частот и определяют мощность процесса, приходящегося на каждую полосу. Чаще всего используют октавные ($f_2/f_1 = 2$) и 1/3-октавные ($f_2/f_1 = 2^{1/3}$) полосы частот, где f_2 и f_1 — верхняя и нижняя граничные частоты соответственно. При этом в качестве частоты, характеризующей полосу в целом, берется среднегеометрическая частота f:

$$f = \sqrt{f_2 f}.$$

Например, октавную полосу (22,4...45) Гц выражает среднегеометрическая частота 31,5 Гц; (45...90) Гц — 63 Гц; (90...180) Гц — 125 Гц; (180...355) Гц — 250 Гц; (355...710) Гц — 500 Гц и т. д. В результате сформирован стандартный ряд из 9 октавных полос со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000;4000;8000 Гц.

В соответствии с ГОСТ 12.1.003 «Шум. Общие требования безопасности» и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» шумы классифицируются:

а) *по характеру спектра* на *широкополосный шум* — с непрерывным спектром шириной более одной октавы; *тональный шум* —в спектре которого имеются выраженные дискретные (тональные) составляющие (превышение уровня звукового давления в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ);

б) *по временным характеристикам* на *постоянный шум* — уровень звука которого за 8-часовой рабочий день (рабочую смену) изменяется во времени не более чем на 5 дБА; *непостоянный шум* — уровень звука которого за 8-часовой рабочий день (рабочую смену) изменяется во времени более чем на 5дБА.

Непостоянный шум подразделяется на *колеблющийся шум* — уровень звука которого непрерывно изменяется во времени; *прерывистый шум* — уровень звука которого изменяется во времени ступенчато (на 5 дБА и более), причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более; *импульсный шум* — состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов каждый длительностью менее 1с.

8.2. Воздействие шума на организм человека

Среди многочисленных проявлений воздействия шума на организм можно выделить снижение разборчивости речи, неприятные ощущения, развитие утомления и снижение производительности труда и, наконец, появление шумовой патологии. Среди многообразных проявлений шумовой патологии ведущим клиническим признаком является медленно прогрессирующее снижение слуха по типу кохлеарного неврита. Профессиональное снижение слуха относится к нейросенсорной тугоухости.

Развитие хронической профессиональной тугоухости — процесс длительный и постепенный. Время протекания этого процесса различно и зависит от интенсивности, спектра, динамики изменения воздействия шума во времени, индивидуальной чувствительности к шуму, а также многих других факторов.

Типичная картина акустической кривой на ранних стадиях развития процесса обычно характеризуется максимальной потерей слуха на частоте около 4000 Гц. Снижение слуха на 10 дБ практически неощутимо, на 20 дБ едва заметно. Только потеря

слуха более чем на 20 дБ начинает серьезно мешать человеку, особенно если к этому добавляются возрастные изменения слуха.

Субъективное ощущение понижения слуха наступает по мере прогрессирования процесса, когда снижение восприятия затрагивает область звуковых частот 500,1000, 2000 Гц. Оно обычно развивается медленно и постепенно увеличивается со стажем работы в данной профессии. Дальнейшее развитие профессиональной тугоухости характеризуется расширением повреждения звуковосприятия по всему диапазону звуковых частот.

Для развития нарушений слуха, вызываемых действием шума, в каждой профессиональной группе характерны свои сроки, определяемые физическими параметрами шума и их вероятностным распределением. Значительные различия в сроках возникновения степени потери слуха среди рабочих однородных профессий указывают на роль индивидуальной чувствительности к повреждающему действию шума.

При действии интенсивного шума изменения со стороны нервной системы значительно более выражены и предшествуют развитию патологии органа слуха. У рабочих преобладают жалобы на головные боли, несистематические головокружения, снижение памяти, повышенную утомляемость, эмоциональную неустойчивость, нарушение сна, сердцебиение и боли в области сердца, снижение аппетита и др.

Шум вызывает снижение иммунологической реактивности, общей резистентности организма у рабочих шумовых профессий, что проявляется в повышении уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности в 1,2-1,3 раза при увеличении уровня производственного шума на 10 дБ. Это характерно для условий энергетических предприятий, где воздействие шума на организм человека сопровождается действием других неблагоприятных факторов производственной среды (вибрации, температуры, вредных веществ), которые усиливают вредное влияние шума на организм. Общая заболеваемость рабочих шумных цехов в среднем на 25 % выше заболеваемости рабочих малошумных цехов.

8.3. Нормирование шума

Нормируемыми параметрами постоянного шума на рабочих местах являются:

уровни звукового давления $L_{P,}$ дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, определяемые по формуле

$$L_p = 20 \lg P/P_0, \text{ дБ},$$

где Р — среднее квадратическое значение звукового давления в определенной полосе частот, Па; $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па — исходное значение звукового давления в воздухе;

уровень звука L_A, дБА, определяемый по формуле

$$L_A = 20 \lg P_A/P_{0,}$$

где P_A — среднее квадратическое значение звукового давления с учетом коррекции «А» шумомера, Па.

Оценка постоянного шума на соответствие предельно допустимым уровням должна проводиться как по уровням звукового давления, так и по уровню звука, которые приведены в табл..

Нормируемыми параметрами непостоянного шума на рабочих местах являются:

эквивалентный (по энергии) уровень звука непостоянного шума — уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет такое же среднее квадратическое звуковое давление, что и данный непостоянный шум в течение заданного интервала времени, дБА, определяемый по формуле

$$L_{Аэкв} = 10\lg\{T^{-1}\int_0^{\tau}[P_A(t)/ P_0]^2 dt\},$$

где P_A (t) — текущее значение среднего квадратического звукового давления с учетом коррекции «А» шумомера, Па; P_0 — исходное значение звукового давления (в воздухе $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па); Т — заданный интервал времени (время действия шума), ч;

максимальный уровень звука: для колеблющегося во времени и прерывистого шума в дБА; для импульсного шума — в дБА1.

Оценка непостоянного шума на соответствие предельно допустимым уровням должна проводиться как по эквивалентному, так и по максимальному уровням звука (в дБА или дБА1).

Предельно допустимые уровни должны в соответствии с ГОСТ 12.1.003 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 приниматься: для тонального и импульсного шума на 5 дБ (дБА) меньше значений, указанных в табл. 8.1; для шума, создаваемого в помещениях установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления, — на 5 дБ (дБА) меньше фактических уровней шума в этих помещениях, если последние не превышают значений, указанных в табл. 8.1.

Максимальный уровень звука для колеблющегося и прерывистого шума не должен превышать 110 дБА, а для импульсного шума — 125 дБА.

Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с уровнем звука или уровнем звукового давления в любой октавной полосе свыше 135 дБ А (дБ).

Таблица 8.1. **Допустимые уровни звукового давления, уровни звука на рабочих местах, в производственных помещениях и на территории предприятий**

Рабочие места	Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровень звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	5000	
Помещения конструкторских бюро, лабораторий для обработки экспериментальных данных	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	58	55	52	50	49	60
Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях • и на территории предприятий	99	92	86	83	80	78	76	74	80

8.4. Методы измерения и контроля шума на рабочих местах

Устанавливаются следующие измеряемые и рассчитываемые величины в зависимости от временных характеристик шума: уровень звука, дБА, и октавные уровни звукового давления, дБ, — *постоянного шума;* эквивалентный уровень звука и мак-

симальный уровень звука, дБА, — для *колеблющегося во времени шума;* эквивалентный уровень звука, дБА, и максимальный уровень звука, дБА1, — для *импульсного шума;* эквивалентный и максимальный уровни, дБА, — для *прерывистого шума.*

Результаты измерений должны характеризовать шумовое воздействие за время рабочей смены (рабочего дня).

Устанавливается следующая продолжительность измерения непостоянного шума: половина рабочей смены (рабочего дня) или полный технологический цикл. Допускается общая продолжительность измерения 30 мин, состоящая из трех циклов каждый продолжительностью 10 мин — для колеблющегося во времени; 30 мин — для импульсного; полный цикл характерного действия шума — для прерывистого.

Измерения шума необходимо производить при работе не менее 2/3 установленных в данном помещении единиц технологического оборудования в наиболее характерном режиме его работы.

Во время проведения измерений должно быть включено оборудование вентиляции, кондиционирования воздуха и другие обычно используемые в помещении устройства, являющиеся источником шума.

Микрофон шумомера следует располагать на высоте 1,5 м над уровнем пола или рабочей площадки (если работа выполняется стоя) или на высоте уха человека, подвергающегося воздействию шума (если работа выполняется сидя). Микрофон должен быть ориентирован в направлении максимального уровня шума и удален не менее чем на 0,5 м от оператора, проводящего измерения.

Для оценки шума на постоянных рабочих местах измерения следует проводить в точках, соответствующих установленным постоянным местам, для оценки шума на непостоянных рабочих местах — в рабочей зоне в точке наиболее частого пребывания работника.

Контроль нормируемых параметров шума на рабочих местах должен проводиться не реже одного раза в год.

8.5. Способы и средства защиты от шума

Мероприятия по борьбе с шумом могут быть техническими, архитектурно-планировочными, организационными и медико-профилактическими.

С помощью *технических средств борьба* с шумом ведется по трем основным направлениям — устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике образования за счет конструктивных, технологических и эксплуатационных мероприятий; снижение шума на пути его распространения от источника к рабочим местам; непосредственная защита работника или группы рабочих.

8.5.1. Снижение шума в источнике его возникновения

Наиболее эффективным средством снижения шума является замена шумных технологических операций на малошумные или полностью бесшумные. Однако такой способ борьбы с шумом не всегда возможен, поэтому большое значение имеет снижение его в источнике. Этого можно добиться усовершенствованием конструкции или схемы установки, производящей шум, изменением режима ее работы, использованием в конструкции материалов с пониженными акустическими свойствами, оборудованием на источнике шума дополнительных звукоизолирующих устройств или ограждений, расположенных по возможности ближе к источнику.

8.5.2. Методы снижения шума на пути его распространения

Снижение шума на пути его распространения от источника в значительной степени достигается проведением строительно-акустических мероприятий. Основным нормативным документом, устанавливающим требования к строительно-акустическим методам борьбы с шумом, являются СНиП П-12-77 «Защита от шума», содержащие требования к проектированию средств шумоглушения строительно-акустическими и архитектурно-планировочными методами.

К методам снижения шума на пути его распространения относится применение кожухов, экранов, выгородок, кабин наблюдения (при дистанционном управлении), звукоизолирующих перегородок между помещениями, звукопоглощающих облицовок, глушителей шума, а также средств, обеспечивающих снижение передачи вибрации от оборудования виброизоляцией и вибропоглощением.

Сущность звукоизоляции состоит в том, что большая часть звуковой энергии отражается от преграды, часть энергии поглощается самой преградой и лишь незначительная ее часть проникает за ограждение. В качестве звукоизолирующих преград используются акустические экраны, кожухи, кабины.

Значительный эффект снижения шума оборудования дает применение *акустических экранов,* отгораживающих шумный механизм или источник шума от рабочего места или зоны обслуживания машины. Они могут устанавливаться как вблизи источника, так и у рабочего места. Действие акустического экрана основано на отражении звуковых волн и образовании за экраном области звуковой тени. Эффект экранной защиты проявляется наиболее заметно лишь в области высоких и средних частот и менее эффективен в области низких частот из-за значительной дифракции длинных волн, которые соизмеримы или больше линейных размеров экрана. Акустическая отделка шумных помещений может обеспечить снижение шума в зоне отраженного звукового поля на 10-12 дБ и в зоне прямого звука до 4-5 дБ в октавных полосах частот.

Звукоизолирующие кожухи, являющиеся одним из наиболее простых технических средств борьбы с шумом на путях передачи, могут закрывать отдельный шумный узел машины или весь агрегат в целом. Кожухи из листового металла с внутренней облицовкой звукопоглощающим материалом могут снижать шум на 20-30 дБ.

Высокой звукоизолирующей эффективности кожуха достигают только в случае отсутствия щелей и отверстий, при тщательной виброизоляции кожуха от фундамента и трубопроводов. В качестве материала для изготовления обшивки кожуха используются сталь, алюминиевые сплавы, фанера, ДСП, стеклопластик. Звукоизолирующая способность кожуха определяется физическими параметрами материалов и конструктивными размерами его элементов.

Звукозащитные кабины, представляющие собой локальные средства шумозащиты, устанавливаются на автоматизированных линиях у постов управления там, где возможно на длительный срок изолировать человека от источника шума. Изготовляют кабины из стали, ДСП и т. д. Окна и двери кабины должны иметь специальное конструктивное оформление. Окна с двойными стеклами по всему периметру заделываются резиновой прокладкой, двери выполняются двойными с резиновыми прокладками по периметру для исключения образования щелей.

Звукопоглощение. Одним из методов строительной акустики является использование шумопоглощающих конструкций или материалов, которыми облицовывают потолки и стены помещений. Процесс поглощения звука в материале происходит за счет перехода звуковой энергии в тепловую в результате вязкого трения воздуха в порах материала. Звукопоглощающие материалы по своей структуре являются пористыми. К ним следует отнести пенопласт, поролон, технический войлок, минеральную вату, керамзит, гипсовые плиты и др.

Применение звукопоглощающих облицовок для отделки потолка и стен шумных помещений приводит к изменению спектра шума в сторону более низких частот, что даже при относительно небольшом снижении уровня существенно улучшает условия труда.

Звукопоглощающие материалы для облицовки стен и потолка помещений должны: а) обладать достаточно высоким коэффициентом звукопоглощения в требуемом диапазоне частот; б) обладать долговечностью, соответствующей долговечности здания; в) не выделять вредных для здоровья пыли и газов, а также неприятных запахов; г) обладать малой гигроскопичностью; д) быть негорючими.

Выбор типа звукопоглощающего материала, его толщины и конструктивное исполнение определяются в первую очередь частотами, на которых необходимо уменьшить интенсивность шума, а также рядом технологических и противопожарных требований. Максимальная величина снижения уровня шума с помощью звукопоглощающих облицовок в зоне отраженного звука достигает 8-10 дБ в области низких и 10-12 дБ в области высоких частот.

Вибропоглощение. Достигается покрытием вибрирующих частей оборудования и машин специальными демпфирующими материалами, имеющими высокое внутреннее трение. В результате уменьшаются амплитуды колебаний по пути их распростране-

ния и в местах непосредственного излучения. Эффективное действие вибропоглощающих покрытий наблюдается на резонансных частотах несущей конструкции.

Применяют два вида вибропоглощающих покрытий. Материалом для покрытий первого типа, которые условно называют жесткими, служат твердые пластмассы. Листовую пластмассу наклеивают на демпфируемые поверхности клеем. Эффект подобных покрытий в большей мере проявляется на низких и средних звуковых частотах. На высоких частотах эффективными оказываются покрытия из более мягких материалов (резины, фетра, войлока, шумовиброизолирующие мастики). При облицовке поверхностей сложной конфигурации вибропоглощающие листовые материалы менее технологичны, чем материалы мастичного типа, поскольку их эффективность достигается лишь при высококачественном приклеивании к демпфируемой поверхности. Мастичные же материалы наносят на обрабатываемую поверхность разбрызгиванием или шпателированием, что обеспечивает прочное соединение покрытия по всей поверхности.

Вибропоглощающие покрытия наносят или на излучающую звук конструкцию, что уменьшает амплитуду ее вибраций в резонансных областях, или на конструкцию, по которой вибрация распространяется до излучающей поверхности, что способствует быстрому затуханию изгибных волн.

Глушители шума. Являются эффективными средствами борьбы с шумом, возникающим при заборе воздуха и выбросе отработанных газов в вентиляторах, воздуховодах, пневмоинструменте, газотурбинных, дизельных, компрессорных установках (рис. 8,2).

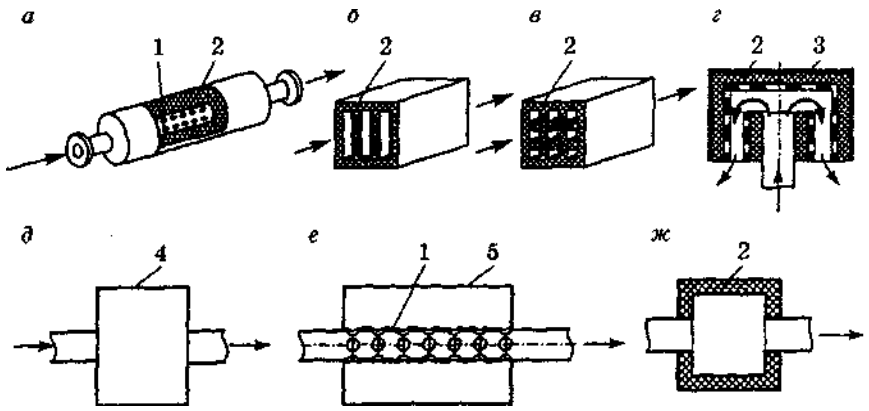


Рис. 8.2. **Глушители шума:**
а — абсорбционного трубчатого типа; б — абсорбционного сотового типа; *г* — абсорбционного экранного типа; *д,е* — реактивного камерного типа; *ж* — комбинированного типа; / — перфорированные трубки; 2 — звукопоглощающий

материал; *3* — стеклоткань; *4* — расширительная камера; *5* — резонансная камера

По принципу действия глушители шума делятся на глушители активного типа и реактивного типа. В глушителях активного типа снижение шума происходит за счет превращения звуковой энергии в тепловую в звукопоглощающем материале, размещенном во внутренних полостях. В глушителях реактивного типа шум снижается за счет отражения энергии звуковых волн в системе расширительных и резонансных камер, соединенных между собой и с объемом воздуховода с помощью труб, щелей и отверстий. Шум снижается за счет отражения энергии звуковых волн. Камеры могут быть внутри облицованы звукопоглощающим материалом; тогда в низкочастотной области они работают как отражатели, а в высокочастотной — как поглотители звука.

Активные глушители целесообразно применять для уменьшения передачи шума на частотах, для которых $0.5\lambda \leq (0.5...1)\sqrt{F}$; реактивные глушители целесообразно использовать на частотах, для которых $0{,}5\lambda > \sqrt{F}$, где λ — длина звуковой волны в воздухе, м; F — площадь поперечного разреза воздуховода, м^2.

Наиболее распространенными элементами активных глушителей являются облицованные каналы круглого и прямоугольного сечения. Такие глушители называют трубчатыми. Чтобы достичь большей эффективности затухания звука, в канале располагают наборы звукопоглощающих пластин, цилиндров, сот. Такие глушители называют соответственно пластинчатыми, целевыми и сотовыми. Если канал состоит из отдельных камер, то глушитель называют камерным.

В последние годы получил распространение новый вид активных глушителей шума из пористых материалов (поролон, пенопласт, высокопористые металлы и керамика). Уменьшение уровня звуковой мощности в этих глушителях обусловлено большими потерями на трение в порах материала при прохождении через него воздуха. Снижение уровня звуковой мощности в таких глушителях составляет от 15 дБ на низких и средних частотах до 25-30 дБ — на высоких.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ). На рабочих местах, где не удается добиться снижения шума до допустимых уровней техническими средствами или где это нецелесообразно по технико-экономическим соображениям, следует применять средства индивидуальной защиты от шума (СИЗ).

Эффективность индивидуальных средств защиты может быть обеспечена их правильным подбором в зависимости от уровней и спектра шума, а также контролем за условиями их эксплуатации. Эффект применения СИЗ особенно заметен у рабочих с малым стажем работы в шумных условиях, когда потеря слуха невелика. СИЗ способствует не только профилактике заболеваний, прямо или косвенно связанных с воздействием интенсивного шума (тугоухость, шумовая болезнь, нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем и др.), но и улучшению работоспособности человека.

В соответствии с ГОСТ 12.1.029 «Средства и методы защиты от шума. Классификация» СИЗ в зависимости от конструктивного исполнения делятся на противошумные наушники, противошумные вкладыши, противошумные шлемы и каски, противошумные костюмы. Наушники закрывают ушную раковину снаружи. Вкладыши перекрывают наружный слуховой проход или прилегают к нему. Шлемы и каски закрывают часть головы и ушную раковину.

Вкладыши изготовляются из мягких эластичных материалов — резины, пластмасс, различного волокна. Их вводят непосредственно в наружную (хрящевую) часть слухового прохода и оставляют там без дополнительных средств поддержания. При правильном положении вкладыша воздушный объем между ним и барабанной перепонкой должен составлять примерно 0,5 $см^3$ при поперечном сечении слухового прохода в костной его части 0,5 $см^2$. В этом случае замкнутая полость наружного слухового прохода вместе с барабанной перепонкой представляет собой резонатор, частота собственных колебаний которого составляет примерно 1300 Гц.

При наличии заболеваний кожи наружного слухового прохода пользоваться вкладышами любого типа противопоказано. В этом случае следует применять наушники.

Наушники состоят из двух корпусов и оголовья. Корпуса изготовляют из пластмассы или металла, а внутри них для повышения эффективности помещают слой звукопоглощающего материала. Для обеспечения плотного прилегания наушника к околоушной поверхности на стороне корпуса, обращенной к голове, устанавливают мягкие уплотнители, выполненные из тонкой пленки в виде полых камер, заполненных глицерином, вазелином, силиконовым маслом или эластичным пористым материалом.

Наушники обладают большей эффективностью, чем вкладыши, в области средних и высоких частот. Наушники чаще применяют в тех случаях, если требуется их периодическое использование.

Шлемы закрывают большую часть головы и защищают ее не только от шума, но и от ушибов, холода и др. Они должны плотно облегать околоушную область и всю голову, поэтому их изготовляют различных размеров. Шлемы целесообразно применять для защиты человека от особо интенсивного шума, когда он воспринимается не только непосредственно органом слуха, но и проникает в организм вследствие костной проводимости через кости черепа.

В комплексе мероприятий по защите человека от неблагоприятного действия шума определенное место занимают медицинские средства профилактики. Важнейшее значение имеет проведение предварительных и периодических медицинских осмотров.

При изучении этой темы рекомендуется использовать [17].

Глава 9. Защита от инфразвука

9.1. Источники, характеристика и классификация инфразвука

Развитие современной техники и транспортных средств, совершенствование технологических процессов и оборудования сопровождаются увеличением мощности и габаритов машин, что обусловливает тенденцию повышения низкочастотных составляющих в спектрах шумов на рабочих местах и появление инфразвука.

Инфразвуком называют акустические колебания в диапазоне частот ниже 20 Гц. Этот частотный диапазон лежит ниже порога слышимости. Человеческое ухо не способно воспринимать колебания указанных частот.

Производственный инфразвук возникает за счет тех же процессов, что и шум слышимых частот, а именно: турбулентности, резонанса, пульсации и возвратно-поступательного движения. Вследствие этого инфразвук сопровождается слышимым шумом, причем максимум колебательной энергии в зависимости от характеристик конкретного источника может приходиться на звуковую или ин-фразвуковую часть спектра.

Наибольшую интенсивность инфразвуковых колебаний создают машины и механизмы, имеющие поверхности больших размеров, совершающие низкочастотные механические колебания (инфразвук механического происхождения) или турбулентные потоки газов или жидкостей (инфразвук аэродинамического или гидродинамического происхождения).

В энергетике инфразвук возникает при работе вентиляторов, компрессоров. Любые механизмы, работающие при частотах вращения вала менее 20 об/с, излучают инфразвук.

Инфразвук как физическое явление подчиняется общим закономерностям, характерным для звуковых волн, однако обладает рядом особенностей, связанных с низкой частотой колебаний упругой среды: инфразвук имеет во много раз большие амплитуды колебаний, чем акустические волны, при равных мощностях источников звука; инфразвук распространяется на большие расстояния от источника генерирования ввиду слабого поглощения его атмосферой; большая длина волны делает характерным для инфразвука явление дифракции (огибание волнами). Благодаря этому инфразвуки легко проникают в помещения и обходят преграды, задерживающие слышимые звуки; инфразвуковые колебания способны вызывать вибрацию крупных объектов вследствие явлений резонанса.

Указанные особенности инфразвуковых волн затрудняют борьбу с ним, так как классические способы, применяемые для снижения шума (звукопоглощение и звукоизоляция), а также удаление от источника в данном случае малоэффективны.

СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-35-2002 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки» устанавливают классификацию, характеристики и предельно допустимые уровни на рабочих местах.

По *характеру спектра* инфразвук подразделяется на *широкополосный* с непрерывным спектром с шириной более одной октавной полосы; *тональный* инфразвук, в спектре которого имеются слышимые дискретные составляющие.

По *временным характеристикам* инфразвук подразделяется на *постоянный инфразвук,* общий уровень звукового давления которого изменяется за время наблюдения не более чем на 6 дБ; *непостоянный инфразвук,* общий уровень звукового давления которого изменяется за время наблюдения более чем на 6 дБ.

9.2. Воздействие инфразвука на организм человека

Инфразвук является вредным фактором производственной среды, способным оказывать неблагоприятное действие на весь организм человека, отражаться на его здоровье и работоспособности. При действии инфразвуковых колебаний возможны изменения со стороны нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной, эндокринной и других систем организма. При этом выраженность симптомов зависит от уровня инфразвука. Инфразвук вызывает снижение слуха преимущественно на низких и средних частотах. Выраженность этих изменений зависит от интенсивности инфразвука и длительности действия факторов.

Особенностью влияния инфразвука на организм в производственных условиях является его сочетание с шумами звукового диапазона частот. Однако более выраженного неблагоприятного действия на организм, чем у широкополосного шума, не обнаружено. Установлен аддитивный характер действия инфразвука и низкочастотного шума.

Инфразвук в зависимости от частоты и уровня звукового давления оказывает влияние на функциональное состояние слухового и вестибулярного анализаторов, функцию дыхания, нервную и сердечно-сосудистую системы, приводя к головокружениям, головным болям, а также к снижению внимания, работоспособности и появлению чувства страха и общему недомоганию.

Инфразвуковые колебания ввиду их большой длины волны характеризуются незначительным поглощением, поэтому Инфразвуковые волны в воздухе, в воде и в земной коре могут распространяться на большие расстояния, что используется как предвестник стихийных бедствий. В конце 60-х гг. XX в. французский исследователь Гавро обнаружил, что инфразвук определенных частот может вызвать у человека чувство тревоги и беспокойства. Слабые инфразвуки действуют на вестибулярный аппарат и вызывают ощущение морской болезни.

Длительное воздействие инфразвуковых колебаний на организм человека приводит к появлению утомляемости, головокружению, нарушению сна, психическим расстройствам, нарушению периферического кровообращения, функции центральной нервной системы и пищеварения. Колебания с уровнем звукового давления более 120-130 дБ в диапазоне частот от 2 до 10 Гц могут приводить к резонансным явлениям в организме.

Для органов дыхания опасны колебания с частотой 1-3 Гц, для сердца — 3-5 Гц, для биотоков мозга — 8 Гц (особенно с частотой 7 Гц, так как совпадают с частотой α-ритмом биотоков мозга), для желудка — 5-9 Гц.

Инфразвуки очень высокой мощности вызывают кровоизлияния и разрывы тканей в грудной клетке и брюшной полости. Преходящие инфразвуки повышенной мощности вызывают повреждения внутренних органов.

9.3. Нормирование инфразвука

Общий уровень звукового давления — величина, измеряемая при включении на шумомере частотной характеристики «Линейная» (от 2 Гц) или рассчитанная путем энергетического суммирования уровней звукового давления в октавных полосах частот без корректирующих поправок; измеряется в децибелах (дБ) и обозначается дБ Лин.

Среднее квадратическое значение звукового давления — квадратный корень из среднего по времени значения квадрата мгновенного звукового давления в заданной точке пространства за определенный интервал времени; измеряется в паскалях (Па).

Уровень звукового давления — выраженное в логарифмических единицах отношение среднего квадратического значения звукового давления в определенной полосе частот к стандартизованному исходному значению звукового давления; измеряется в дБ и определяется по формуле

$$L = 20\lg P/P_0, \qquad (8.1)$$

где L — уровень звукового давления, дБ; P — среднее квадратическое значение звукового давления в определенной полосе частот, Па; P_0 — исходное значение звукового давления в воздухе, равное $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Эквивалентный (по энергии) общий (линейный) уровень звукового давления непостоянного инфразвука — общий уровень звукового давления постоянного инфразвука, который имеет такое же среднее квадратическое звуковое давление, что и данный непостоянный инфразвук в течение заданного интервала времени; измеряется в дБ и определяется по формуле

$$L_{экв} = 10\lg\{T^{-1}\sum_{i=1}^{n} t_i \cdot 10^{0,1L_1}\},$$

где $L_{экв}$ — эквивалентный общий уровень звукового давления, дБ; T — время наблюдения, мин; t_i — продолжительность действия ступени с уровнем L_i, мин; n—

общее число ступеней действия инфразвука; L_i — уровень инфразвука на i-й ступени, дБ.

Нормируемыми параметрами постоянного инфразвука являются уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц, определяемые по формуле (8.1).

При одночисловой оценке постоянного инфразвука нормируемым параметром является общий уровень звукового давления при условии, что разность между уровнями, измеренными на частотных характеристиках шумомера «Линейная» и «А» при включении временной характеристики «медленно», составляет не менее 10 дБ.

Нормируемыми параметрами непостоянного инфразвука являются эквивалентные по энергии уровни звукового давления в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц и эквивалентный общий уровень звукового давления, определяемые по формуле (8.2).

Предельно допустимые уровни инфразвука на рабочих местах, дифференцированные для различных видов работ, а также в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки устанавливаются согласно данным табл. 9.1.

Таблица 9.1. **Предельно допустимые уровни инфразвука**

Место измерения	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц				Общий уровень звукового давления, дБ Лин
	2	4	8	16	
Работа с различной степенью тяжести и напряженности трудового процесса в производственных помещениях и на территории предприятии:					
работы различной степени тяжести	100	95	90	85	100
работы различной степени интеллектуально-эмоциональной напряженности	95	90	85	80	95
Территория жилой застройки	90	85	80	75	90
Помещения жилых и общественных зданий	75	70	65	60	75

Для непостоянного инфразвука мгновенные (текущие) значения общего уровня звукового давления, измеренные по шкале шумомера «Линейная», не должны превышать 120 дБ.

9.4. Методы измерения и контроля инфразвука на рабочих местах

Измерения инфразвука должны проводиться в соответствии с СанПиН № 11-12 РБ 94 «Санитарные нормы инфразвука на рабочих местах».

Для ориентировочной оценки допускается использовать уровни звукового давления по шкалам «Линейная» и «А» шумомера 1-го класса с частотной характеристикой усилителя от 2 Гц и микрофоном от 5 Гц.

Для оценки значимости инфразвука в общей шумовой обстановке на рабочем месте должны быть определены следующие характеристики:

- спектр шума, измеренный по ГОСТ 12.1.050 «Методы измерения шума на рабочих местах» с оценкой в соответствии с действующими допустимыми уровнями шума на рабочих местах;
- общий уровень звукового давления по шкале «Линейная» шумомера;
- спектр инфразвука.

Для установления степени выраженности инфразвука относительно шума следует использовать разность уровней по шкалам «Линейная» и «А» шумомера:

а) $(L_{лин} - L_A) < 10$ дБ — инфразвук практически отсутствует;

б) 10 дБ $< (L_{лин} - L_A) \leq 20$ дБ — инфразвук не выражен;

в) $(L_{лян} - L_A) > 20$ дБ — выраженный инфразвук.

Измерения проводят на постоянных рабочих местах (у органов управления машин, у пультов, в кабинах и т. п.) или в рабочих зонах обслуживания при работе в характерном режиме. Точки измерения выбирают на расстоянии не более 20 м одна от другой для цехов и не более 3 м для кабин. Микрофон располагают на высоте 1,5 м от пола и на удалении не менее 0,5 м от человека, проводящего измерение. В кабинах транспортно-технологических машин измерения проводят при открытых и закрытых окнах, при этом микрофон располагают на расстоянии 15 см от уха работающего.

Для гигиенической оценки инфразвука необходимо рассматривать следующие его характеристики: спектральный состав (преобладающие частоты и их уровни); временные характеристики (постоянный или непостоянный, суммарное время действия, импульсный характер); степень выраженности инфразвука относительно слышимого шума.

9.5. Меры защиты от инфразвука

Меры по ограничению неблагоприятного влияния инфразвука на работников должны предусматривать: ослабление инфразвука в его источнике, устранение причин воз-

действия; изоляцию инфразвука; поглощение инфразвука, постановку глушителей; индивидуальные средства защиты; медицинскую профилактику.

В условиях производства инфразвук, как правило, сочетается с низкочастотным шумом, в ряде случаев — с низкочастотной вибрацией.

Повышение единичной мощности и габаритов машин приводит к повышению удельного веса низкочастотных составляющих в спектрах шумов на рабочих местах и появлению инфразвука.

При предупредительном и текущем санитарном надзоре необходимо иметь в виду возможность присутствия инфразвука в спектрах шумов машин, оборудования и процессов; для выявления инфразвука следует учитывать:

а) *технологические признаки:* высокая единичная мощность машин, низкое число оборотов, ходов или ударов (например, виброплощадки и т. д.); неоднородность или цикличность технологического процесса при обработке крупногабаритных деталей или больших масс сырья; флуктуация мощных потоков газов или жидкостей (на пример, газодинамические установки);

б) *конструктивные признаки:* большие габариты двигателей или рабочих органов; наличие замкнутых объемов, возбуждаемых динамически (например, кабины наблюдения технологического оборудования); подвеска транспортно-технологических машин;

в) *строительные признаки:* большие площади перекрытий или ограждений источников шума (например, смежное расположение административных помещений с производственными); наличие замкнутых звукоизолированных объемов (кабин наблюдений оператора); применение для шумопоглощения и звукоизоляции материалов, эффективных только на высоких частотах.

Существующие меры борьбы с шумом, как правило, неэффективны для инфразвуковых колебаний. Более того, они могут способствовать увеличению уровней и распространению низкочастотных колебаний.

Наиболее эффективным и практически единственным средством борьбы с инфразвуком является снижение его в источнике. К таким мерам можно отнести: увеличение частот вращения валов до 20 и более оборотов в секунду; повышение жесткости колеблющихся конструкций больших размеров; устранение низкочастотных вибраций; конструктивные изменения источников, позволяющие из области инфразвуковых колебаний перейти в область звуковых колебаний, для снижения которых возможно применение методов звукоизоляции и звукопоглощения.

Большая длина волны позволяет инфразвуку распространяться в атмосфере на значительные расстояния, достигающие десятков тысяч километров. По этой же причине невозможно остановить инфразвук с помощью строительных сооружений на пути его распространения, а также с помощью средств индивидуальной защиты. Меры борьбы с инфразвуком необходимо применять непосредственно к источнику его возникновения.

В борьбе с инфразвуком на путях распространения определенный эффект оказывают глушители интерференционного типа, обычно при наличии дискретных составляющих в спектре инфразвука.

В качестве индивидуальных средств защиты рекомендуется применение наушников, вкладышей, защищающих ухо от неблагоприятного действия сопутствующего шума.

Работающие в условиях воздействия инфразвука должны проходить предварительный и периодические медицинские осмотры. Рекомендуются лечебные и профилактические процедуры, применяемые для работников шумных и виброопасных профессий.

Глава 10. Защита от ультразвука

10.1. Источники, классификация и характеристика ультразвука

Источником ультразвука является производственное оборудование, в котором генерируется ультразвук для выполнения технологических процессов, контроля и измерений, и производственное оборудование, при эксплуатации которого ультразвук возникает как сопутствующий фактор.

Ультразвуковые установки и приборы в зависимости от частотной характеристики делят на две основные группы: аппаратура, генерирующая низкочастотный ультразвук, с частотой колебаний 11-100 кГц; установки, в которых используется высокочастотный ультразвук с частотой колебаний в пределах 100 кГц-1000 МГц.

Низкочастотный ультразвук широко применяется для активного воздействия на вещества и в различных технологических процессах.

Область применения высокочастотного ультразвука также чрезвычайно многогранна. Методом ультразвуковой дефектоскопии контролируется качество металла; с помощью ультразвука определяются дефекты сварных швов.

Локальное действие на организм низкочастотный ультразвук оказывает при соприкосновении с обрабатываемыми деталями или приборами, в которых возбуждены колебания. Это так называемый контактный ультразвук, передающийся при соприкосновении рук или других частей тела человека с источником ультразвука, обрабатываемыми деталями, приспособлениями для их удержания.

Ультразвук представляет собой упругие колебания с частотами выше диапазона слышимости человека, распространяющиеся в виде волны в газах, жидкостях и твердых телах или образующие в ограниченных областях этих сред стоячие волны.

Ультразвук имеет единую природу со звуком и одинаковые физико-гигиенические характеристики, т. е. оценивается по частоте колебаний и интенсивности. Единицей

измерения интенсивности ультразвука является ватт на квадратный сантиметр ($Вт/см^2$), в гигиенической практике оценивается в относительных единицах — дБ.

По *частотному составу* ультразвуковой диапазон подразделяется на низкочастотный — от $1{,}12 \cdot 10^4$до $1{,}0 \cdot 10^5$Гц; высокочастотный — от $1{,}0 \cdot 10^5$до $1{,}0 \cdot 10^9$ Гц.

По *способу распространения* ультразвук подразделяется на распространяющийся воздушным путем и распространяющийся контактным путем при соприкосновении с твердыми и жидкими средами.

10.2. Воздействие ультразвука на организм человека

Ультразвук оказывает на организм тепловое, механическое и кавитационное (лат. углубление) воздействие.

Поглощение ультразвука тканями возрастает с увеличением частоты колебаний. Энергия, поглощенная телом, переходит в тепло и может вызвать опасное повышение температуры тела. Под воздействием переменного звукового давления ткани организма попеременно сжимаются и растягиваются; при этом перемещение клеток небольшое, но частота их велика, вследствие чего возникают большие ускорения. При интенсивности более $4 \cdot 10^4 Вт/м^2$ происходят разрушение клеток и изменение свойств тканей.

При воздействии ультразвуковых волн малой интенсивности возникает в основном тепловой эффект. При умеренных интенсивностях воздействие может оказаться паралитическим, при больших — смертельным.

Пребывание в звуковом поле, которое создается возле ультразвуковых установок при отсутствии защиты, вызывает усталость, слабость, боли в ушах, головную боль, рвоту; возможны нарушения теплорегуляции, расстройства нервной и других систем организма, функций щитовидной железы и др.

Ультразвуковые колебания, генерируемые ультразвуком низкочастотного промышленного оборудования, оказывают неблагоприятное влияние на организм человека. Длительное систематическое воздействие ультразвука, распространяющегося воздушным путем, вызывает изменения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов, гуморальные нарушения.

Степень выраженности изменений зависит от интенсивности и длительности воздействия ультразвука и усиливается при наличии в спектре высокочастотного шума, при этом присоединяется выраженное снижение слуха.

10.3. Нормирование ультразвука

Согласно ГОСТ 12.1.001-89 «Ультразвук. Общие требования безопасности», СН 9-88 РБ 98 «Ультразвук, передающийся контактным путем. Предельно допустимые уровни на рабочих местах», СН 9-87 РБ 98 «Ультразвук, передающийся воздушным путем. Предельно допустимые уровни на рабочих местах» *нормируемыми па-*

раметрами воздушного ультразвука на рабочих местах являются уровни звукового давления в децибелах в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами 12,5, 16, 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80, 100 кГц, которые определяются по формуле

$$L = 20\lg p/p_0,$$

Где L — уровень звукового давления, дБ; p— среднее квадратическое значение звукового давления в определенной полосе частот, Па; p_0 =

$= 2 \cdot 10^{-5}$Па — исходное значение звукового давления в воздухе.

Допустимые уровни звукового давления на рабочих местах не должны превышать значений, приведенных в табл. 10.1.

Таблица 10.1. **Предельно допустимые уровни звукового давления воздушного ультразвука на рабочих местах**

Среднегеометрические частоты третьоктавных полос, кГц	Уровень звукового давления, дБ
12,5	80
16	90
20	100
25	105
31,5 – 100,0	110

Нормируемыми параметрами контактного ультразвука являются пиковые значения виброскорости L или ее логарифмические уровни в децибелах в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 8, 16, 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000,16 000, 31 500 кГц, определяемые по формуле

$$L_\upsilon = 20\lg\upsilon/\upsilon_{0,}$$

где υ — пиковое значение виброскорости, м/с; υ_0 — опорное значение виброскорости, равное $5 \cdot 10^{-8}$м/с.

Допустимые уровни виброскорости и ее пиковые значения на рабочих местах не должны превышать значений, приведенных в табл. 10.2.

Таблица 10.2. **Предельно допустимые уровни и пиковые значения контактного ультразвука**

Среднегеометрические	Пиковые значения	Уровни виброскоро-

частоты октавных полос, кГц	виброскорости, м/с	сти, дБ
8 – 63	$5 \cdot 10^{-3}$	100
125 – 500	$8{,}9 \cdot 10^{-3}$	105
1•103 – 31,5•103	$1{,}6 \cdot 10^{-2}$	110

Допустимые уровни контактного ультразвука следует принимать на 5 дБ ниже значений, указанных в табл. 7.2, в тех случаях, если работники подвергаются совместному воздействию воздушного и контактного ультразвука.

10.4. Методы измерения и контроля ультразвука на рабочих местах

Контроль уровней ультразвука на рабочем месте проводят для установления соответствия фактических уровней ультразвука на рабочих местах допустимым (не реже одного раза в год) и для разработки и определения эффективности мероприятий по защите от ультразвука.

Контроль уровней ультразвука на рабочих местах производственного оборудования, в котором генерируется ультразвук, следует проводить в нормируемом частотном диапазоне с верхней граничной частотой не ниже рабочей частоты этого оборудования. Точки измерения воздушного ультразвука на рабочем месте должны быть расположены на высоте 1,5 м от уровня основания (пола, площадки), на котором при выполнении работы стоит работник, или на уровне его головы, если работа выполняется сидя, на расстоянии 5 см от уха и на расстоянии не менее 50 см от человека, проводящего измерения.

Измерения необходимо выполнять не менее трех раз в каждой третьоктавной полосе для одной точки и затем вычислять среднее значение. Результаты измерений должны характеризовать воздействие ультразвука за время рабочей смены.

Измерение уровней контактного ультразвука в зоне контакта с твердой средой следует проводить в зоне максимальных амплитуд колебаний.

10.5. Методы защиты от ультразвука

Для *защиты, персонала,* обслуживающего источники ультразвука, необходимо применять:

- дистанционное управление ультразвуковым оборудованием;
- блокировки, обеспечивающие автоматическое отключение источников ультразвука при выполнении вспомогательных операций (загрузке и выгрузке продукции, нанесении контактных смазок и т. д.);
- приспособления для удержания источника ультразвука или обрабатываемой детали (для защиты рук от контактного действия ультразвука);

• использование по возможности маломощного оборудования, что способствует снижению интенсивности шума и ультразвука на рабочих местах на 20-40 дБ;

• размещение оборудования в звукоизолированных помещениях или кабинетах с дистанционным управлением;

• оборудование звукоизолирующих устройств, кожухов, экранов из листовой стали или дюралюминия, покрытых резиной, противошумной мастикой и другими материалами.

Источники, генерирующие ультразвук с уровнями звукового давления, превышающими предельно допустимые уровни, должны оборудоваться кожухами и экранами и размещаться в отдельных помещениях.

Кожухи могут быть изготовлены из следующих материалов: из миллиметровой листовой стали или дюралюминия, обклеенных рубероидом или резиной толщиной 3-5 мм или покрытых противошумной мастикой; из гетинакса толщиной 5 мм; из трех слоев резины толщиной 1 мм и др. Для повышения жесткости конструкции к кожуху приваривают ребра жесткости и покрывают снаружи вибропоглощающим материалом, что увеличивает звукоизоляцию в области верхних звуковых и ультразвуковых частот. Внутренние поверхности кожуха необходимо облицевать звукопоглощающим материалом, обладающим высоким поглоще--нием в области высоких частот. В кожухе не должно быть отверстий и щелей.

Звукоограждающие экраны рекомендуется использовать для защиты от направленных звуковых волн, излучаемых ультразвуковой установкой.

Если, по требованию технологического процесса, установки размещаются в общих помещениях, то они должны быть оборудованы звукоизолирующими кабинами, обеспечивающими снижение уровней звукового давления на рабочих местах до гигиенических нормативов.

Неблагоприятное действие шума на работников может быть значительно ослаблено путем использования в ультразвуковых ваннах и станках более высоких рабочих частот (не ниже 22 кГц).

Для защиты работников от неблагоприятного воздействия воздушного ультразвука следует применять *средства индивидуальной защиты.* Для защиты рук от возможного неблагоприятного воздействия контактного ультразвука в твердой или жидкой средах необходимо применять нарукавники, рукавицы или перчатки (наружные резиновые и внутренние хлопчатобумажные).

К работе с источниками ультразвука допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие соответствующую квалификацию, прошедшие обучение и инструктаж по технике безопасности.

К *мерам организационного плана* относятся соблюдение режима труда и отдыха, запрещение сверхурочных работ. При контакте с ультразвуком более 50 % рабочего времени рекомендуются перерывы продолжительностью 15 мин через каждые 1,5 ч

работы. Значительный эффект дает комплекс физиотерапевтических процедур — массаж, УФ-облучение, водные процедуры, витаминизация и др.

С целью предупреждения и ранней диагностики профессиональных заболеваний у работающих с ультразвуком необходимо проводить предварительные и периодические медицинские осмотры.

Глава 11. Производственная вибрация

Задачей обеспечения вибрационной безопасности является предотвращение условий, при которых воздействие вибрации могло бы привести к ухудшению состояния здоровья работников (к развитию преждевременного утомления, снижению производительности труда), росту заболеваемости и нередко к возникновению профессиональных заболеваний (вибрационной болезни, которая занимает одно из первых мест в структуре хронических профессиональных заболеваний), а также к значительному снижению комфортности условий труда (особенно для лиц, требующих при выполнении производственного задания исключительного внимания во избежание возникновения опасных ситуаций).

11.1. Источники, характеристика и классификация вибрации

Вибрации — колебания твердого тела около положения равновесия. Вибрация приводит тело или его части в колебательное движение с периодически противоположно направленными смещениями относительно положения равновесия, сопровождающееся затратой на эти перемещения механической энергии, получаемой от источника колебаний в зоне контакта тела с вибрирующей поверхностью. Количество получаемой телом энергии зависит от площади контакта и интенсивности вибрации.

Ощущение вибрации возникает при соприкосновении части тела с предметами, колеблющимися под воздействием какой-либо силы в вертикальном или горизонтальном направлении. При этом вибрация вызывает волнообразное движение с попеременным сдавливанием и растяжением тканей этой части тела.

Производственными источниками локальной вибрации являются ручные механизированные машины ударного, ударно-вращательного и вращательного действия с пневматическим или электрическим приводом.

Вибрационная безопасность — отсутствие условий, приводящих или способных привести к ухудшению состояния здоровья человека и ли к значительному снижению степени комфортности его труда в результате неблагоприятного воздействия вибрации (ГОСТ 12.1.012. ССБТ. «Вибрационная безопасность. Общие требования»).

По *способу передачи на человека* вибрация подразделяется на локальную и общую. *Локальная* вибрация передается через кисти рук человека в местах контакта с управля-

емой машиной или обрабатываемым изделием. *Общая* вибрация передается на тело сидящего или лежащего в точках его опоры (ступни ног, ягодицы, спина, голова).

Локальная вибрация в зависимости от источника возникновения подразделяется на передающуюся от ручных машин с двигателем или ручного механизированного инструмента; органов управления машин и оборудования; ручных инструментов без двигателей и обрабатываемых деталей.

Общая вибрация в зависимости от источника ее возникновения подразделяется на:

- общую вибрацию 1-й категории — *транспортную,* воздействующую на человека на рабочих местах транспортных средств при движении по местности (тракторы промышленные, автомобили грузовые и др.);
- общую вибрацию 2-й категории — *транспортно-технологическую,* воздействующую на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений (краны промышленные, напольный производственный транспорт, автомобили легковые и автобусы и др.);
- общую вибрацию 3-й категории — *технологическую,* воздействующую на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации (станки металлообрабатывающие, электрические машины и вентиляторы и др.) Общую вибрацию категории 3 по месту действия подразделяют на следующие типы:

а) на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;

б) на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию;

в) на рабочих местах в административных и служебных помещениях заводоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов, конторских помещениях, рабочих комнатах и других помещениях для работников умственного труда.

- общую вибрацию в жилых помещениях и общественных зданиях от внешних источников: городского рельсового транспорта (мелкого заложения и открытые линии метрополитена, трамвай, железнодорожный транспорт) и автотранспорта; промышленных предприятий и передвижных промышленных установок (при эксплуатации гидравлических и механических прессов, строгальных, вырубных и других металлообрабатывающих механизмов, поршневых компрессоров, бетономешалок, дробилок, строительных машин и др.);

- общую вибрацию в жилых помещениях и общественных зданиях от внутренних источников: инженерно-технического оборудования зданий и бытовых приборов (лифты, вентиляционные системы, насосные, пылесосы, холодильники, стиральные машины

и т. п.), а также встроенных предприятий торговли (холодильное и другое оборудование), предприятий коммунально-бытового обслуживания, котельных и т. д.

Локальная вибрация в зависимости от источника возникновения подразделяется на передающуюся от:

- ручных машин с двигателем или ручного механизированного инструмента;
- органов управления машин и оборудования;
- ручных инструментов без двигателей и обрабатываемых деталей.

По *направлению действия* вибрация подразделяется на:

- общую вибрацию, действующую вдоль осей ортогональной системы координат X_0, Y_0, Z_0, где X_0 (от спины к груди) и Y_0 (от правого плеча к левому) — горизонтальные оси, направленные параллельно опорным поверхностям; Z_0 — вертикальная ось, перпендикулярная опорным поверхностям тела в местах его контакта с сиденьем, полом и т. п.;
- локальную вибрацию, действующую вдоль осей ортогональной системы координат $X_л$, $Y_л$, $Z_л$, где ось $X_л$ совпадает или параллельна оси места охвата источника вибрации (рычага управления, удерживаемого в руках обрабатываемого изделия и т. п.), ось $Y_л$ перпендикулярна ладони, а ось $Z_Л$ лежит в плоскости, образованной осью $X_л$ и направлением приложения силы или подачи обрабатываемого изделия (или осью предплечья, если сила не прикладывается).

По *характеру спектра* вибрация подразделяется на *узкополосную* вибрацию, для которой уровень контролируемого параметра в одной 1/3-октавной полосе частот более чем на 15 дБ превышает уровень в соседних 1/3-октавных полосах; *широкополосную* вибрацию с непрерывным спектром шириной более одной октавы.

По *частотному составу* вибрация подразделяется на *низкочастотную* вибрацию (с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 1-4 Гц — для общей вибрации, 8-16 Гц — для локальной вибрации); *среднечастотную* вибрацию (8-16 Гц — для общей вибрации, 31,5-63 Гц — для локальной вибрации); *высокочастотную* вибрацию (31,5-63 Гц — для общей вибрации, 125-1000 Гц — для локальной вибрации).

По *временным характеристикам* вибрация подразделяется на *постоянную* вибрацию, для которой величина нормируемых параметров изменяется не более чем в 2 раза (6 дБ) за время наблюдения при измерении с постоянной времени 1 с; *непостоянную* вибрацию, для которой величина нормируемых параметров изменяется более чем в 2 раза (6 дБ) за время наблюдения при измерении с постоянной времени 1 с, в том числе: *колеблющуюся во времени* вибрацию, для которой величина нормируемых параметров непрерывно изменяется во времени; *прерывистую* вибрацию, когда контакт человека с вибрацией прерывается, причем длительность интервалов, в течение которых имеет место контакт, составляет более 1 с; *импульс-*

ную вибрацию, состоящую из одного или нескольких вибрационных воздействий (например, ударов), каждый длительностью менее 1 с.

Основными параметрами, характеризующими вибрацию, являются частота (f, Гц), амплитуда (А, м), виброскорость υ, м/с) и виброускорение (а, м/с^2), находящиеся в следующей зависимости:

$$V = 2\pi/A, \text{ м/с}; \qquad W = (2\pi f)^2 \cdot A, \text{ м/с}^2.$$

Вибрация может оцениваться также уровнями виброскорости L_υ и виброускорения L_a, дБ.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) вибрации — уровень параметра вибрации, при котором ежедневная (кроме выходных дней) работа, но не более 40 ч в неделю в течение всего рабочего стажа, не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Среднегеометрическая частота — квадратный корень из произведения граничных частот полосы. *Третьоктавная полоса частот* — полоса частот, у которой отношение верхней граничной частоты к нижней равно $2^{1/3}$. *Октавная полоса частот* — полоса частот, у которой отношение верхней граничной частоты к нижней равно 2.

Логарифмические уровни виброускорения L_{ai}, дБ, в i-й октавной или третьоктавной полосе — уровни, непосредственно измеряемые в октавных или третьоктавных полосах частот или определяемые по формуле

$$L_{ai} = 20\lg a/a_{0,}$$

где a_i. — средние квадратические значения виброускорения в октавных или третьоктавных полосах частот, м/с^2; a_0 — исходное значение виброускорения; $a_0 = 3 \cdot 10^{-4}$ м/с^2.

Логарифмические уровни виброскорости Lυ, дБ, в i-й октавной или третьоктавной полосе — уровни, непосредственно измеряемые в октавных или третьоктавных полосах частот или определяемые по формуле

$$L_{\upsilon i} = 20\lg \upsilon_i/\upsilon_{0,}$$

где υ — средние квадратические значения виброскорости в октавных или третьоктавных полосах частот, м/с; υ_0 — исходное значение виброскорости; $\upsilon_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с.

Корректированный по частоте уровень параметра вибрации L_υ, дБ, — одночисловая характеристика вибрации, непосредственно измеряемая с применением виброметров с корректирующими фильтрами или определяемая как результат энергетического суммирования уровней вибрации в октавных (третьоктавных) полосах с учетом октавных (третьоктавных) весовых коэффициентов (поправок) по формуле

n

$$L_U = 10\lg\sum_{i=1} 10^{0,1(L_{Ui}+\Delta L_{Ui}},$$

где L_U — корректированный по частоте уровень параметра вибрации, дБ; L_{Ui}_октавные (третьоктавные) уровни параметра вибрации, дБ; ΔL_{Ui} — октавные (третьоктавные) весовые поправки, дБ; *i* — порядковый номер октавной (третьоктавной) полосы; *n* — число октавных (третьоктавных) полос.

Эквивалентный (по энергии) корректированный по частоте уровень параметра непостоянной вибрации $L_{экв}$, дБ, — это корректированный уровень параметра постоянной вибрации, которая имеет такое же среднее квадратическое корректированное значение параметра, что и данная непостоянная вибрация, в течение определенного интервала времени (время наблюдения).

Эквивалентный корректированный уровень $L_{экв}$ измеряется с применением интегрирующих виброметров или рассчитывается по формуле (5.1) на основании эквивалентных уровней $L_{экв}$, измеренных в октавных (третьоктавных) полосах частот.

Эквивалентный (по энергии) корректированный по частоте уровень параметра непостоянной вибрации за время оценки $L_{UэквT}$, дБ, — это корректированный уровень параметра вибрации с учетом времени воздействия вибрации в течение рабочей смены, определяемый по формуле

$$L_{Uэувi} = 10\lg[(1/T\sum 10^{0,1LUэкв.}t_i],$$

где $L_{Uэквi}$ — эквивалентный корректированный по частоте уровень параметра вибрации за время t_i, дБ; t_i — время воздействия вибрации с уровнем $L_{Uэквi}$, ч; n — общее число интервалов действия вибрации за смену; $T = t_1 + t_2 + \ldots + t_n$ — суммарное время оценки вибрации за смену.

11.2. Воздействие вибрации на организм человека

Вибрация относится к факторам, обладающим значительной биологической активностью. Характер, глубина и направленность функциональных сдвигов со стороны различных систем организма определяются прежде всего уровнями, спектральным составом и продолжительностью вибрационного воздействия. В субъективном восприятии вибрации и объективных физиологических реакциях важная роль принадлежит биомеханическим свойствам человеческого тела как сложной колебательной системы.

Степень распространения колебаний по телу зависит от их частоты и амплитуды, площади участков тела, соприкасающихся с вибрирующим объектом, места приложения и направления оси вибрационного воздействия, демпфирующих свойств тканей, явления резонанса и других условий.

Длительное влияние вибрации, сочетающееся с комплексом неблагоприятных производственных факторов, может приводить к стойким патологическим нарушениям в организме работников, развитию *вибрационной болезни.*

Различают формы вибрационной болезни, вызванные *локальной* и *общей* вибрацией. Наибольшее распространение имеет вибрационная болезнь, обусловленная воздействием локальной вибрации. Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов, которые начинаются с концевых фаланг пальцев и распространяются на всю кисть, предплечье, захватывают сосуды сердца. Вследствие этого происходит ухудшение снабжения конечностей кровью. Одновременно наблюдается воздействие вибрации на нервные окончания, мышечные и костные ткани, выражающееся в нарушении чувствительности кожи, окостенении сухожилий мышц и отложениях солей в суставах кистей рук и пальцев, что приводит к болям, деформациям и уменьшению подвижности суставов. Все указанные изменения усиливаются в холодный и уменьшаются в теплый период года. При локальной вибрации наблюдаются нарушения деятельности центральной нервной системы, как и при общей вибрации.

Работа с ручными машинами, генерирующими преимущественно низкочастотную вибрацию, приводит к развитию вибрационной патологии с преимущественным поражением нервно-мышечного и опорно-двигательного аппарата и к менее выраженным сосудистым нарушениям. Работа с инструментами ударного действия, генерирующими вибрацию, преимущественно средневысокочастотную (30-125 Гц и более), вызывает различную степень сосудистых, нервно-мышечных, костно-суставных и других нарушений. При работе с ручными машинами, вибрация которых имеет максимальный уровень энергии в высокочастотной области спектра (125-250 Гц и выше), возникают главным образом ангиоспастические (гр. судорожное сокращения мелких артерий) сосудистые расстройства.

Клинически в развитии вибрационной болезни, вызванной воздействием локальной вибрации, различают 3 степени ее развития (I степень — начальные проявления; II степень — умеренно выраженные проявления; III степень — выраженные проявления).

Вибрационная болезнь, вызванная воздействием общей вибрации и толчками, наблюдается у водителей транспорта и операторов транспортно-технологических машин и агрегатов. Одним из основных ее синдромов является вестибулопатия (головокружение, головные боли и т. д.). Нередко возникают дисфункции пищеварительных желез, нарушения моторной и секреторной функции желудка. Типичны изменения в позвоночнике, являющиеся причиной нарушения трудоспособности.

Систематическое воздействие общих вибраций, характеризующихся высоким уровнем виброскорости, может быть причиной вибрационной болезни — стойких нарушений физиологических функций организма, обусловленных преимущественно воздействием вибраций на центральную нервную систему. Эти нарушения проявляются

в виде головных болей, головокружений, плохого сна, пониженной работоспособности, плохого самочувствия, нарушений сердечной деятельности.

К сопутствующим факторам производственной среды, усугубляющим вредное воздействие вибрации на организм, относятся чрезмерные мышечные нагрузки, шум высокой интенсивности, неблагоприятные микроклиматические условия.

Различные внутренние органы и отдельные части тела (например, голову и сердце) можно рассматривать как колебательные системы с определенной массой, соединенные между собой «пружинами» с определенными упругими свойствами и параллельно включенными сопротивлениями. Очевидно, что такая система обладает рядом резонансов, частоты которых, определяющие субъективное восприятие вибраций, зависят также от положения тела работающего (работа стоя или сидя). Собственные частоты плечевого пояса, бедер и головы относительно опорной поверхности (положение «стоя») составляют 4—6 Гц, головы относительно плеч (положение «сидя») — 25-30 Гц. Для большинства внутренних органов собственные частоты лежат в диапазоне 6-9 Гц. Колебания рабочих мест с указанными частотами весьма опасны, так как могут вызвать механическое повреждение или даже разрыв этих органов.

Виброболезнь относится к группе профзаболеваний, эффективное лечение которых возможно лишь на ранних стадиях. Восстановление нарушенных функций протекает очень медленно, а в особо тяжелых случаях в организме наступают необратимые изменения, приводящие к инвалидности.

11.3. Нормирование вибрации

В соответствии с ГОСТ 12.1.012 «Вибрационная безопасность. Общие требования» и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-33-2002 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» *гигиеническая оценка* постоянной и непостоянной вибрации, воздействующей на человека, должна производиться следующими методами:

- частотным (спектральным) анализом нормируемого параметра;
- интегральной оценкой по частоте нормируемого параметра;
- интегральной оценкой с учетом времени вибрационного воздействия по эквивалентному (по энергии) уровню нормируемого параметра.

Основным методом, характеризующим вибрационное воздействие на человека, является частотный анализ.

Нормируемыми параметрами постоянной производственной вибрации являются: средние квадратические значения виброускорения и виброскорости, измеряемые в октавных или третьоктавных полосах частот, или их логарифмические уровни; корректированные по частоте значения виброускорения и виброскорости или их логарифмические уровни.

Нормируемыми параметрами непостоянной производственной вибрации являются эквивалентные (по энергии) корректированные по частоте значения виброускорения и виброскорости, или их логарифмические уровни.

Предельно допустимые величины нормируемых параметров общей производственной вибрации рабочих мест при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч) приведены в табл. 11.1 и 11.2, а для локальной — в табл. 11.3 (ГОСТ 12.1.012 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-33-2002).

Таблица 11.1. **Предельно допустимые значения общей вибрации рабочих мест категории 3 — технологической типа «а»**

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X_0, $У_0$, Z_0			
	виброскорость		виброускорение	
	м/с•10^{-2}	дБ	м/с•10^{2}	дБ
	1/1 окт			
2,0	1,3	108	0,14	53
4,0	0,45	99	0,10	50
8,0	0,22	93	0,10	50
16,0	0,20	92	0,20	56
31,5	0,20	92	0,40	62
63	0,20	92	0,80	68
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	0,2	92	0,1	50

Таблица 11.2. **Предельно допустимые значения общей вибрации рабочих мест категории 2 — транспортно-технологической**

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X_0, $У_0$, Z_0			
	виброскорость		виброускорение	
	м/с•10^{-2}	дБ	м/с•10^{2}	дБ
	1/1 окт			
2,0	3,5	117	0,40	62
4,0	1,3	108	0,28	59
8,0	0,63	102	0,28	59
16,0	0,58	101	0,56	65
31,5	0,56	101	1,12	71
63	0,56	101	2,25	77
Корректированные и эк-				

вивалентные корректированные значения и их уровни	0,56	101	0,28	59

Таблица 11.3. **Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации**

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X_0, $У_0$, Z_0			
	виброскорость		виброускорение	
	м/с•10^{-2}	дБ	м/с•10^{-2}	дБ
8	1,4	73	2,8	115
16	1,4	73	1,4	109
31,5	2,7	79	1,4	109
63	5,4	85	1,4	109
125	10,7	91	1,4	109
250	21,3	97	1,4	109
500	42,5	103	1,4	109
1000	85,0	109	1,4	109
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	2,0	76	2,0	112

11.4. Методы измерения и контроля вибрации на рабочих местах

Контроль вибрации на рабочих местах должен производиться: при аттестации рабочих мест; периодически; по указанию (требованию) санитарных служб.

Контроль вибрации должен проводиться в типовых условиях эксплуатации, которые выбирают из наиболее распространенных условий практического применения контролируемого объекта.

Контроль вибрации проводят в точках, для которых определены санитарные и технические нормы в направлениях координатных осей, установленных стандартом. Периодичность контроля локальной вибрации должна быть не реже двух раз в год, общей — не реже раза в год.

Методы измерения вибрации. Для оценки вибрационной нагрузки на оператора точки измерения выбирают в местах контакта оператора с вибрирующей поверхностью. При измерении локальной вибрации с участием человека-оператора вибропреобразователь устанавливают на переходном элементе-адаптере. При измерении общей вибрации вибропреобразователь устанавливают на промежуточной платформе около

ног оператора, работающего стоя, или на промежуточном диске, размещаемом на сиденье под опорными поверхностями оператора, работающего сидя.

Время усреднения (интегрирования) прибора при измерении локальной вибрации должно быть не менее 1 с, а общей вибрации — не менее 10 с. Измерения проводят непрерывно или через равные промежутки времени (дискретно).

При дискретном измерении спектров и корректированных по частоте значений интервал между снятием отсчетов для локальной вибрации должен быть не менее 1 с, для общей — не менее 10 с. При непрерывном измерении спектров и корректированных по частоте значений длительность измерения должна быть для локальной вибрации не менее 3 с, для общей вибрации — не менее 30 с. При непрерывном измерении дозы вибрации или эквивалентного корректированного значения контролируемого параметра длительность наблюдения должна быть для локальной вибрации не менее 5 мин, для обшей вибрации — не менее 15 мин.

11.5. Методы обеспечения вибробезопасных условий труда

При проектировании технологических процессов и производственных зданий и сооружений должны быть выбраны машины с наименьшей вибрацией; разработаны схемы размещения машин с учетом создания минимальных уровней вибрации на рабочих местах; произведена оценка ожидаемой вибрационной нагрузки на оператора; выбраны строительные решения оснований и перекрытий, обеспечивающие выполнение требований вибрационной безопасности труда.

Различают пассивную и активную виброизоляцию. Пассивную виброизоляция применяют в основном для виброизоляции стационарных машин и оборудования, а активную – для передвижных.

При проведении организационно-технических мероприятий, направленных на соблюдение технического состояния машин в процессе эксплуатации, следует предусматривать своевременное проведение планового и предупредительного ремонта машин, совершенствование режимов работы машин, применение средств индивидуальной защиты, введение и соблюдение режимов труда и отдыха работников, соблюдение сроков контроля вибрационных характеристик машин и вибрационной нагрузки на оператора.

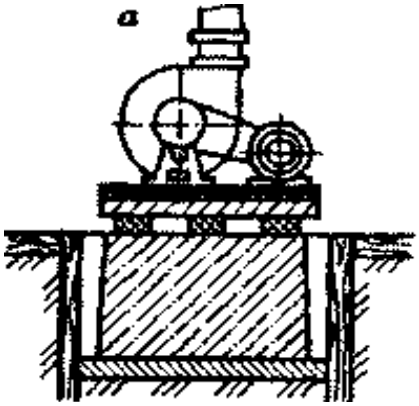
Разработка мероприятий по снижению производственных вибраций должна производиться одновременно с решением основной задачи современного производства — его комплексной механизации и автоматизации. Введение дистанционного управления цехами и участками позволит полностью решить проблему защиты от вибраций.

В неавтоматизированных производствах осуществляют следующие методы по уменьшению вибраций: в источнике возникновения, по снижению их на путях распространения, по снижению вредного воздействия вибраций на работников путем соответ-

ствующей организации труда, а также применения средств индивидуальной защиты и лечебно-профилактических мероприятий.

В соответствии с ГОСТ 12.4.046 методы вибрационной защиты могут быть также разделены на методы, снижающие параметры вибраций воздействием на источник возбуждения, и методы, снижающие параметры вибраций на путях ее распространения от источника. Последние методы включают отстройку от режима резонанса, вибродемпфирование и динамическое гашение колебаний, а

также виброизоляцию и применение средств индивидуальной защиты.



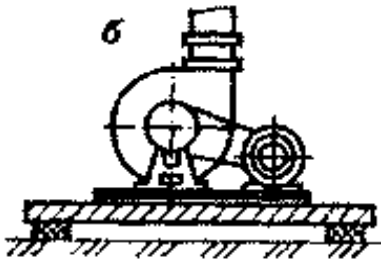


Рис. 11.1. **Установка агрегатов на виброгасящем основании:**
а-на фундаменте и грунте;
б— на перекрытии

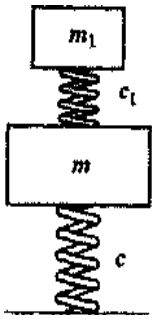


Рис.11.2. **Схема динамического виброгасителя**

Борьба с вибрацией воздействием на источник возбуждения. При конструировании машин и проектировании технологических процессов предпочтение должно отдаваться таким кинематическим и технологическим схемам, при которых динамические процессы, вызванные ударами, резкими ускорениями и т. п., были бы исключены или предельно снижены (замена кулачковых и кривошипных механизмов равномерно вращающимися, а также механизмами с гидроприводами в значительной мере способствует снижению вибраций).

Отстройка от режима резонанса. Для ослабления вибраций существенное значение имеет исключение резонансных режимов, которые при работе технологического оборудования устраняют двумя путями: либо изменением характеристик системы (массы или жесткости), либо установлением нового рабочего режима (отстройка от резонансного значения угловой частоты вынуждающей силы). Второй метод осуществляют

на стадии проектирования, так как в условиях эксплуатации режимы работы определяются условиями технологического процесса. Жесткость системы уменьшают введением в конструкцию ребер жесткости или изменением ее упругих характеристик.

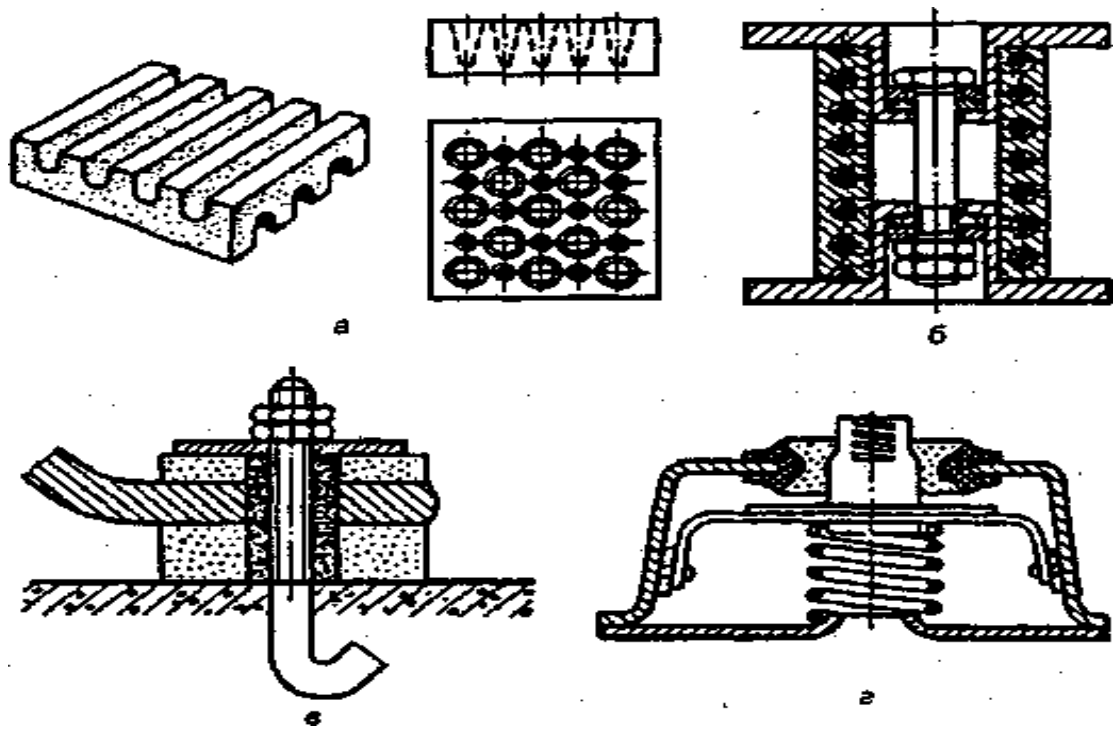


Рис. 11.3. **Принципиальная схема устройства виброизоляционных амортизаторов:**

а - ребристая и дырчатая листовая резина; *б* - пружинный амортизатор, запрессованный в резиновую массу; *в* - крепление виброизолированном машины; *г* — комбинированный пружинно-резиновый амортизатор

Вибродемпфирование. Это процесс уменьшения уровня вибраций защищаемого объекта путем превращения энергии механических колебаний данной колеблющейся системы в тепловую энергию. Увеличение потерь энергии в системе может производиться: использованием в качестве конструкционных материалов с большим внутренним трением, нанесением на вибрирующие поверхности слоя упруговязких материалов, обладающих большими потерями на внутреннее трение, применением поверхностного трения, переводом механической колебательной энергии в энергию токов Фуко или электромагнитного поля.

Динамическое гашение вибрации. Чаще всего виброгашение осуществляют путем установки агрегатов на фундаменты (рис. 11.1). Массу фундамента подбирают таким образом, чтобы амплитуда колебаний подошвы фундамента в любом случае не превышала 0,1-0,2 мм, а для особо ответственных сооружений — 0,005 мм. Для небольших объектов между основанием и агрегатом устанавливают массивную опорную плиту. Одним из способов увеличения реактивного сопротивления колебательных систем является установка динамических виброгасителей (рис. 11.2). Наибольшее распространение получили динамические виброгасители, уменьшающие уровень вибраций защищаемого объекта за счет воздействия на него реакций виброгасителя.

Виброизоляция. Этот способ защиты заключается в уменьшении передачи колебаний от источника возбуждения защищаемому объекту с помощью устройств, помещаемых между ними (рис. 11.3). Виброизоляция осуществляется введением в колебательную систему дополнительной упругой связи, препятствующей передаче вибраций от машины — источника колебаний к основанию или смежным элементам конструкции; эта упругая связь может также использоваться для ослабления передачи вибраций от основания на человека либо на защищаемый агрегат.

Эффективность виброизоляции определяют коэффициентом передачи, который имеет физический смысл отношения амплитуды виброперемещения, виброскорости, виброускорения защищаемого объекта или действующей на него силы к амплитуде той же величины источника возбуждения при гармонической вибрации.

Для виброизоляции стационарных машин с вертикальной вынуждающей силой чаще всего применяют виброизолирующие опоры типа упругих прокладок или пружин.

Пружинные виброизоляторы по сравнению с прокладками имеют ряд преимуществ. Они могут применяться для изоляции колебаний как низких, так и высоких частот, дольше сохраняют постоянство упругих свойств во времени, хорошо противостоят действию масел и температуры, относительно малогабаритны.

При использовании виброизоляторов типа резиновых прокладок следует предусматривать меры для обеспечения деформации в горизонтальной плоскости. Для этого резиновые виброизоляторы должны либо иметь форму ребристых или дырчатых плит, либо разбиваться на ряд параллельно установленных виброизоляторов.

Под **активной виброизоляцией** понимают такую изоляцию, для которой используется энергия дополнительного источника (рис.11.4). Исследования показали, что пассивная виброизоляция не позволяет полностью защитить сиденье от вибрации, а дает возможность снизить ее только до 50%. Более эффективно снизить вибрацию можно методом противовибрации (противофазного возмущающего воздействия), задаваемой сиденью следящей системой. В этом случае вибрационная защита с обратной связью и подводимой дополнительной энергией называется активной виброизоляцией. Этот метод для самоходных машин, имеет целью снизить уровень колебаний до заданных санитарных норм.

Активная виброизоляция, как правило, основана на замкнутой системе автоматического управления. Подобная система подрессоривания сиденья показана на рис.11.4 . Сиденье водителя *1* под воздействием колебания его основания перемещается на величину *x*.

Это перемещение с помощью акселерометра 2 преобразуется в ускорение *x*. Поступающий от акселерометра сигнал с помощью золотника *3* фиксирует смещение акселерометра относительно сиденья, а гидронасоса 4 и гидроцилиндр 5 воздействуют на сиденье, притягивая или отталкивая его от основания. При активной вибоизоляции сиденья энергии расходуется 5…6 кВт.

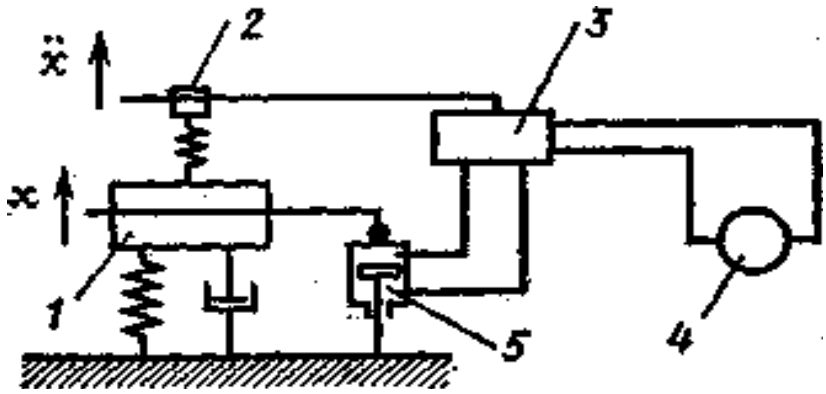


Рис. 11.4. **Схема активной виброизоляции**

Средства индивидуальной защиты от вибраций. Организация труда работников виброопасных профессий. При работе с ручным механизированным электрическим и пневматическим инструментом применяют средства индивидуальной защиты рук от воздействия вибраций. К ним относят рукавицы, перчатки, а также виброзащитные прокладки или пластины, которые снабжены креплениями в руке. Чтобы исключить неблагоприятное воздействие холода на развитие виброболезни, при работе в зимнее время рабочих необходимо обеспечивать теплыми рукавицами.

В целях профилактики вибрационной болезни для работающих с вибрирующим оборудованием рекомендуется специальный режим труда. Так, при работе с ручными машинами, удовлетворяющими требованиям санитарных норм, суммарное время работы в контакте с вибрацией не должно превышать 2/3 рабочей смены. При этом продолжительность одноразового непрерывного воздействия вибрации, включая микропаузы, входящие в данную операцию, не должна превышать для ручных машин 15-20 мин.

Режим труда должен устанавливаться при показателе превышения вибрационной нагрузки на оператора не менее 1 дБ (в 1,12 раза), но не более 12 дБ (в 4 раза). *При пока-*

зателе превышения более 12 дБ (в 4 раза) запрещается проводить работы и применять машины, генерирующие такую вибрацию.

При таком режиме труда рекомендуется устанавливать обеденный перерыв не менее 40 мин и два регламентированных перерыва (для активного отдыха, проведения производственной гимнастики по специальному комплексу и физиопрофилактических процедур): 20 мин через 1-2 ч после начала смены и 30 мин через 2 ч после обеденного перерыва.

Для работающих в условиях вибрации при наличии других неблагоприятных факторов (шума, температуры, вредных веществ и др.). превышающих санитарные нормы, режимы труда и отдыха должны устанавливаться на основе изучения изменения работоспособности, отражающей степень неблагоприятного воздействия всего комплекса факторов условий труда на организм человека.

При работе с вибрирующим оборудованием рекомендуется включать в рабочий цикл технологические операции, не связанные с воздействием вибрации.

Вес ручной машины, ее частей, приспособлений, обрабатываемой детали, воспринимаемый руками оператора в процессе работы, не должен превышать 100 Н. В случае превышения указанных норм требуется применение поддерживающих устройств. Усилие нажатия, необходимое для работы ручной машины в паспортном режиме, не должно превышать для одноручной машины 100 Н и для двуручной — 150 Н. Усилие нажатия пусковых устройств не должно превышать 10 Н.

Рукоятки ручных машин, приспособлений, а также органов управления должны иметь форму, удобную для работы, и не вызывать охлаждения рук. Температура поверхности рукояток ручных машин должна находиться в пределах от 21,5 до 43,5 °С. Оптимальным является диапазон от 25 до 32 °С.

Работы с вибрирующим оборудованием следует проводить в закрытых отапливаемых помещениях при температуре воздуха не менее +16 °С, влажности 40-60 %, скорости движения воздуха не более 0,3 м/с. При невозможности обеспечения требуемых значений параметров микроклимата, при работах на открытых площадках работники должны быть обеспечены теплыми помещениями для отдыха и обогрева с температурой воздуха в холодный период года +22...+24 °С и скоростью движения воздуха не более 0,2 м/с.

Лица, занятые на работах с вибрирующими машинами и оборудованием, должны ежегодно проходить периодические медицинские осмотры.

К работе в качестве оператора машин допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр, имеющие соответствующую квалификацию, сдавшие технический минимум по правилам техники безопасности и ознакомленные с характером воздействия вибрации на организм.

При изучении этой темы рекомендуется использовать [18].

Рекомендуемая литература:

1. Конституция Республики Беларусь 1994 г. (с изменениями и дополнениями, принятыми на республиканских референдумах 24 ноября 1996 г. и 17 октября 2004 г.). — Минск: Амалфея, 2005.

2. Об охране труда: Закон Республики Беларусь от 23.06.2008 г. № 356-З// Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. — 2008. — № 2.

3. Трудовой кодекс Республики Беларусь (с изменениями и дополнениями, принятыми 6 января 2009 г.) — Минск: Национальный центр правовой информации Республики Беларусь, 2009.

4. *Лазаренков, А. М.* Охрана труда в энергетической отрасли: учебник / А. М. Лазаренков, Л. П. Филянович. — Минск: БНТУ, 2006. — 582 с.

5. *Лазаренков, А. М.* Охрана труда в энергетической отрасли: учебник / А. М. Лазаренков, Л. П. Филянович, В.П. Бубнов. — Минск: ИВЦ Минфина, 2010. — 655 с.

6. ГОСТ 12.0.002 — 2003. ССБТ. Термины и определения. —Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 2003. — 8с.

7. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ». — Минск: Минздрав Республики Беларусь, 2009. — 148 с.

8. *Челноков, А.А.* Охрана труда : учеб. пособие / А.А. Челноков, Л.Ф. Ющенко, - 4- изд., и доп. – Минск : Выш. шк., 2009, - 403 с.

9. *Михнюк, Т.Ф.* Охрана труда : учебник для студентов высших учебных заведений / Т.Ф. Михнюк. – Минск : ИВЦ Минфина, 2009. – 345 с.

10. **Экзамен** по охране труда : практ. пособие для рук. / сост.А.В. Семич, В.П. Семич. – 2-е., доп. и перераб. – Минск : Центр охраны труда и пром. безопасности, 2008. – 403 с.

11. *Крыжановский, И.Ю.* Охрана труда : учеб. пособие для учащихся учреждений, обеспечивающих получение проф. – техн. образования / И.Ю. Крыжановский. - Минск : Беларусь, 2007. – 218 с.

12. Охрана труда : метод, указания для самостоятельной работы, выполнения лабораторных работ и выполнения раздела «Охрана труда» в дипломных проектах. Промышленное освещение : в 2 ч. / Сост. С. В. Матусевич. И. Н. Фойницкая. - Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2009. -Ч. 1. - 32 с.

13. Охрана труда : метод, указания для самостоятельной работы, выполнения лабораторных работ и выполнения раздела «Охрана труда» в дипломных проектах. Промышленное освещение : в 2 ч. / Сост. С. В. Матусевич, Е. В. Жаравович. - Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2009.- Ч. 2. - 47с.

14. Исследование метеорологических условий на рабочих местах. Методи-

ческие указания к лабораторной работе по курсу «Охрана труда» для студентов всех специальностей. Сост. В. М. Пускова, М. И. Руцкий.- Могилев : БРУ, 2005.

15. Изучение методов защиты от электромагнитных излучений. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Охрана труда» для студентов всех специальностей. Сост. В. М. Пускова, М. И. Руцкий.- Могилев : БРУ, 2004.

16. Изучение эффективности защитных средств от инфракрасных инфракрасных излучений. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Охрана труда» для студентов всех специальностей. Сост. А. Л. Забиран.- Могилев : БРУ, 2005.

17. Исследование характеристик источников шума и эффективности шумозащитных средств. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Охрана труда» для студентов всех специальностей. Сост. В. М. Пускова, М. И. Руцкий.- Могилев : БРУ, 2005.

18. Производственная вибрация, измерение и способы защиты. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Охрана труда» для студентов всех специальностей. Сост. Е. В. Жаравович.- Могилев : БРУ, 2003.

19. Долин, П. А. Справочник по технике безопасности / П. А. Долин. Пб-е изд., перераб. и доп. ПМ. : Энергоатомиздат, 1985. 0824с.

20. Долин, П. А. Основы техники безопасности в электроустановках : учеб, пособие для вузов / П. А. Долин. 134-е изд., перераб. и доп. ПМ.: Энергоатомиздат. 1984. П448с.

21. СНБ 2.04.05-98. Естественное и искусственное освещение. П Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 1998. П20 с.

22. Салов, А. И. Охрана труда на предприятиях автомобильного транс порта (Практические расчеты) / А, И. Салов. ПМ. : Машиностроение, 1977. П 158с.

23. ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. -М.: Изд-во стандартов, 1976. -15 с.

24. ГОСТ 12.1.004-90. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требова ния. -М.: Изд-во стандартов, 1991. -78 с.

25. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-технические требования к воздуху рабочей зоны. - М. : Государственный комитет по стандартизации, 1988. -31 с.

26. ГОСТ 12.1.010-76. ССБТ. Взрывобезопасностъ. Общие требования. - М.: Изд-во стандартов, 1976. 37 с.

27. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. -М.: Изд-во стандартов, 1981. -9с.

28. Промышленное освещение : метод указания / Сост. С. В. Матусевич, И. Н. Фойницкая. - Могилев : МГТУ, - 2002. - Ч. I. - 32 с.

29. Промышленное освещение : метод, указания / Сост. С, В. Матусевич, И. Н. Фойницкая. - Могилев : МГТУ, - 2002. - Ч.2. - 48 с.

30. Электробезопасность : метод, указания / Сост. С. В. Матусевич. - Могилев : Бе-

лорус.-Рос. ун-т, - 2004. — Ч.1, - 22 с.

31. Электробезопасность : метод, указания / Сост. С. В. Матусевич. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, - 2004. - Ч.2. - 28 с.

Раздел 3. Техника безопасности

Глава 12. Требования безопасности к производственным процессам и производственному оборудованию

Производственная безопасность — это система организационных и технических мероприятий, технических принципов, методов и средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных производственных факторов, с целью снижения риска травмирования.

В целях производственной безопасности используются организационные и технические мероприятия, технические принципы, метод и средства защиты от поражения электрическим током, защита от механического травмирования движущимися механизмами, подъемно-транспортными средствами, обеспечение безопасности систем высокого давления, пожарной безопасности и др.

Технические принципы, методы и средства, обеспечивающие производственную безопасность, относятся к технике безопасности.

12.1. Основные причины несчастных случаев на производстве

Условно основные причины несчастных случаев можно разделить на организационные, технологические, санитарно-гигиенические и психофизиологические.

Организационные причины включают в себя низкий уровень образования, профессиональной подготовки работника, отсутствие достаточного опыта и навыков в работе, пренебрежение требованиями безопасности, недисциплинированность, безответственность нарушения инструкций, технических указаний, правил эксплуатации и т. п.).

Технологические причины — это низкий технический уровень оборудования и технологий, несоответствие их характеристик мировым стандартам, неисправность оборудования и нарушение технологических процессов, низкий уровень эффективности защитных мер, неисправность средств защиты и приспособлений.

Санитарно-гигиенические причины включают в себя несоответствие требованиям санитарных норм (правил, стандартов), характеристик производственной среды (освещение, микроклимат, шумы, вибрация, различные излучения и т. п.). Эти причины способствуют более быстрому снижению работоспособности, ведут к утомлению

и как следствие — нарушению координации движений, снижению внимания и повышению вероятности травмирования.

Психофизиологические причины — это физические и нервно-психические перегрузки, состояние утомления и другие психические состояния, возникающие в результате внешних воздействий или присущих данной личности, способствующие возникновению усталости.

12. 2. Общие требования безопасности производственных процессов и производственного оборудования

Производственные процессы должны соответствовать требованиям по охране труда.

Охрана труда работающих при организации производственных процессов должна быть обеспечена применением:

- безопасных технологических процессов и производственного оборудования;
- производственных зданий (помещений) и производственных площадок, соответствующих требованиям по охране труда;
- рационального размещения производственного оборудования и организации рабочих мест;
- материалов, не оказывающих опасного и (или) вредного воздействия на работающих;
- устройств противоаварийной защиты, блокировки и сигнализации;
- безопасных способов хранения и транспортирования материалов, готовой продукции и отходов производства;
- средств индивидуальной и коллективной защиты, обеспечивающих безопасные условия труда работающих;
- методов и средств контроля уровней опасных и (или) вредных производственных факторов.

Продукция, процессы ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации должны соответствовать требованиям по охране труда.

Общие требования безопасности к производственным процессам изложены в ГОСТ 12.3.002 ССБТ. «Процессы производственные. Общие требования безопасности».

На рис. 12.1. показаны опасные места механизмов и станков.

Безопасность производственных процессов обеспечивается:

- выбором технологического процесса, приемов, режимов работы и порядка обслуживания производственного оборудования;

- выбором производственных помещений и площадок; исходных материалов, заготовок и полуфабрикатов, а также способов их хранения и транспортирования (в том числе готовой продукции и отходов производства);
- выбором производственного оборудования и его размещением;
- распределением функций между человеком и оборудованием в целях ограничения тяжести труда.

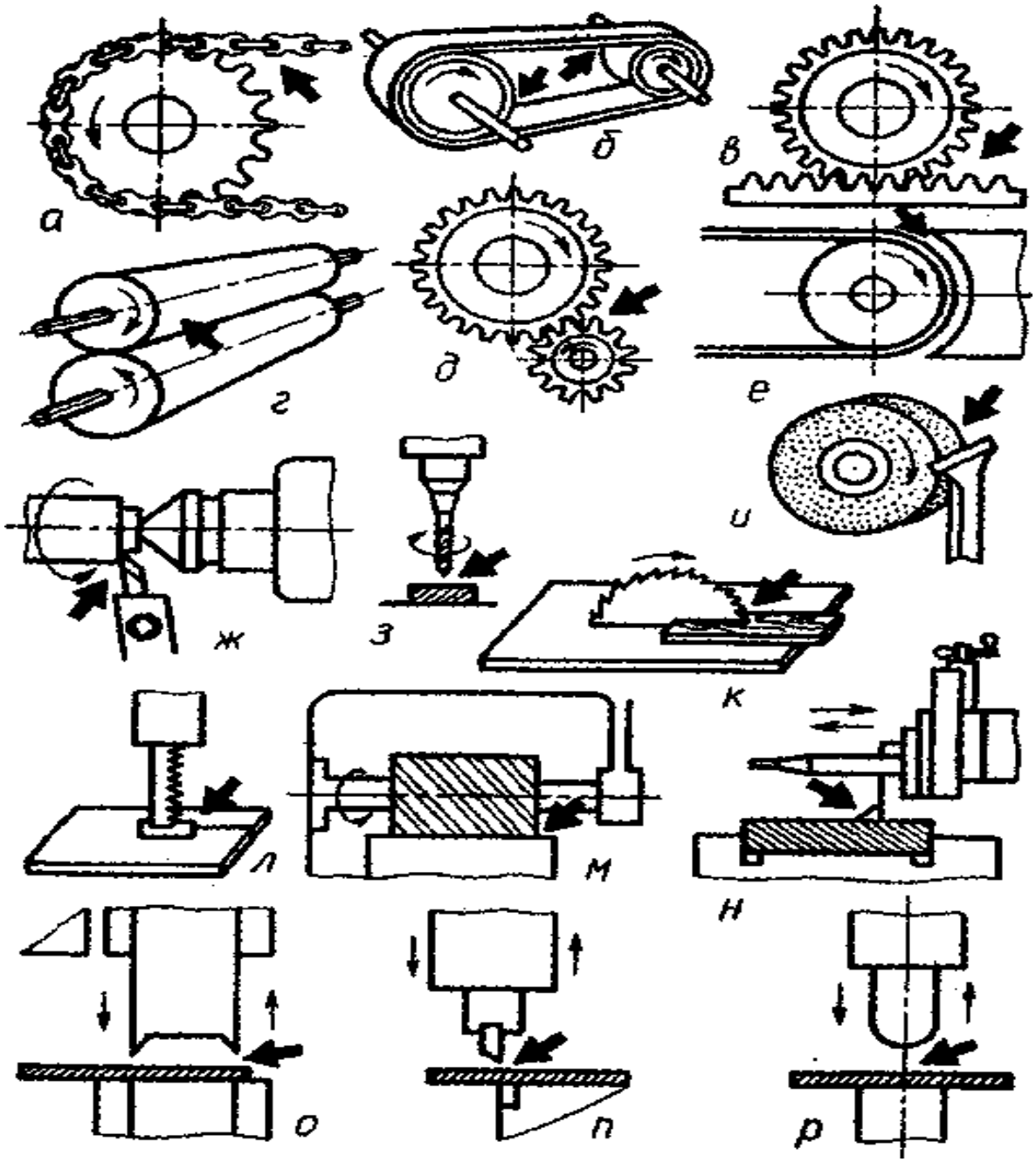


Рис. 12.1. **Опасные места различных механизмов:**
а — цепная передача; *б* — ременная передача; *в* — реечная передача; *г* — подающие ролики; *д* — зубчатые колеса; *е* — ленточный транспортер; ж — суппорт токарного станка; *з* — сверло; *и* — абразивный крут; *к* — циркулярная пила; *л* — ленточная пила; *м* — фреза; н — резец поперечно-строгального станка; *о,п,р* — операции листовой штамповки на прессе

Большое значение для обеспечения безопасности имеют профессиональный отбор и обучение работающих безопасным приемам труда, правильное применение ими средств защиты.

Производственные процессы должны быть пожаро- и взрывобезопасными.

Общие требования безопасности производственных процессов:

- устранение непосредственного контакта работающих с вредными материалами, заготовками, полуфабрикатами, готовой продукцией и отходами производства, оказывающими вредное воздействие на человека;
- применение комплексной механизации, автоматизации и дистанционного управления в тех случаях, когда действие вредных и опасных факторов нельзя устранить;
- обеспечение надлежащей герметизации производственного оборудования;
- применение средств коллективной и индивидуальной защиты работающих;
- оснащение технологических процессов устройствами, обеспечивающими получение своевременной информации о возникновении опасных и вредных производственных факторов на отдельных технологических операциях;
- своевременное удаление и обезвреживание отходов производства, являющихся источниками вредных и опасных производственных факторов;
- применение рациональных режимов труда и отдыха с целью предупреждения возникновения психофизиологических опасных и вредных производственных факторов (монотонности, гиподинамии и т. п.).

Все эти требования к производственным процессам закладываются при их проектировании и реализуются при организации и проведении технологических процессов.

Требования безопасности к технологическому процессу включают в нормативно-техническую и технологическую документацию.

Безопасность технологических процессов достигается применением, наряду с другими мерами, инженерно-технических средств безопасности.

12.3. Основные инженерно-технические средства обеспечения безопасности оборудования:

- оградительные и предохранительные устройства;

- сигнализация безопасности;
- разрывы и габариты безопасности;
- извещатели (датчики): пороговые, аналоговые и адресно-аналоговые, реагирующие на различные виды физического воздействия;
- приемно-контрольная аппаратура;
- средства оповещения;
- вспомогательное оборудование и др.

Сигнальные цвета, знаки и плакаты безопасности применяют для предупреждения работающих о возможной опасности, предписания или разрешения определенных действий.

Общие требования, соблюдение которых при конструировании оборудования позволяет обеспечить безопасность его эксплуатации сформулированы в ГОСТ 12.2.003 ССБТ. *«Оборудование производственное. Общие требования безопасности».*

12.4. Общие требования, обеспечиваемые при конструировании производственного оборудования:

• конструкция оборудования должна исключать угрозу жизни и здоровью работников и возможность возникновения несчастного случая, устранять или снижать до регламентированных уровней шум, вибрацию, ультразвук и другие вредные излучения.

• оборудование должно быть снабжено средствами сигнализации о нарушениях нормального режима работы, а в необходимых случаях - средствами автоматической остановки, торможения и отключения от источника энергии.

• представляющие опасность движущиеся части оборудования должны быть ограждены или снабжены средствами защиты.

• элементы оборудования, с которыми может контактировать человек, не должны иметь острых кромок, углов, нервных, горячих и переохлажденных поверхностей.

• конструкция оборудования должна обеспечивать защиту человека от поражения электрическим током.

12.5. Требования к размещению оборудования в производственных помещениях

Размещение производственного оборудования в производственном помещении производится в соответствии последовательностью технологических процессов и приемов работы.

Оборудование, работа которого сопровождается вредными производственными факторами, необходимо устанавливать в изолированных помещениях. В общем помещении такое оборудование можно устанавливать лишь в том случае, или по технологическим условиям иное размещение исключается. В этих случаях такое оборудование

снабжается местной вентиляцией, другими средствами, предотвращающими распространение вредных факторов.

Расположение станков должно исключать встречные и перекрещивающиеся грузопотоки.

Расстояния между станками и элементами производственного помещения (стены, колонны) должны быть достаточными для свободного и безопасного обслуживания банков и прохода между ними. При определении разрывов между станками необходимо учитывать максимальный вылет подвижных частей станка.

Основные меры обеспечения безопасности работы на станках разнообразны и зависят от назначения и конструкции станков, режимов обработки материала и др.

12.6. Требования безопасности при организации работы производственного оборудования

Организационные требования:

- установление и соблюдение порядка ввода в эксплуатацию вновь установленного и капитально отремонтированного оборудования;
- закрепление ответственных лиц за исправное состояние и безопасную эксплуатацию; обучение работающих;
- проверка знаний и инструктажи работающих по вопросам охраны труда;
- применение средств индивидуальной защиты;
- обеспечение контроля за безопасностью оборудования и соблюдением работающими требований охраны труда и др.;

Технические требования:

- проведение регламентно-профилактического обслуживания и ремонта оборудования;
- обеспечение исправного состояния вспомогательных устройств, приспособлений и инструмента;
- правильный выбор оборудования для выполнения соответствующей операции;
- соблюдение требований технологической документации и др.

Санитарно - гигиенические требования:

- обеспечение надлежащих метеорологических условий и освещения на рабочих местах;
- соблюдение предельно-допустимых уровней (концентраций) шума, вибраций, вредных излучений, пыли и вредных веществ и др.;

Требования психофизиологического характера:

- снижение физических нагрузок на работающего, напряженности зрения, монотонности труда;

- цветовая отделка помещений;
- соблюдение режимов труда и отдыха;
- соблюдение трудовой и производственной дисциплины и др.

12.7. Требование безопасности к некоторым производственным процессам и оборудованию.

12.7.1. Требование к компрессорным установкам

Последнее время все большее применения находит пневмоинструмент, а также при техническом обслуживании и ремонте автомобилей для получения сжатого воздуха используют стационарные и передвижные компрессорные установки.

Воздушные компрессоры опасны вследствие возможности образования взрывоопасных смесей из продуктов разложения смазочных масел и кислорода воздуха.

Процессы сжатия подчиняются закону, характеризуемому уравнением политропы,

$$pV^m = \text{const},$$

где р — давление газа, Па;

m — показатель политропы.

При сжатии газа его температура возрастает в зависимости от роста давления. Конечная температура

$$T_2 = T_1(p_2/p_1)^{(m-1)/m},$$

где T_1 и T_2 — абсолютная температура газа до сжатия и после, К; p_1 и p_2 — абсолютное давление газа до сжатия и после сжатия, Па.

Различным значениям давления газа (в МПа) соответствуют следующие значения его температуры (в ^{0}С):

0……20	0,5……221
0,1…….80	1,0……300
0,2……131	2,0……418
0,3……166	5,0……563
0,4……195	

Схема установки приборов безопасности на передвижной воздушно-компрессорной станции показана на рис. 12.2.

Атмосферный воздух, засасываемый в компрессор через воздухоочиститель 1 поступает в цилиндр 3 первой ступени сжатия, далее в промежуточный холо-

дильник 11 та затем в цилиндр 4 второй ступени сжатия. На воздухопроводах первой и второй ступеней сжатия воздуха устанавливают манометры 2 и 8, предохранительные клапаны 12 и 9 и термометр 10 на последней ступени сжатия воздуха. Предохранительный клапан 7 также установлен на воздухосборнике 5.

Во избежание нагревания воздуха, сжимаемого в компрессорной установке, применяют воздушное или водяное охлаждение. Воздушное охлаждение обычно применяют для компрессоров низкого давления до 0,7 МПа, водяное — для компрессоров высокого давления

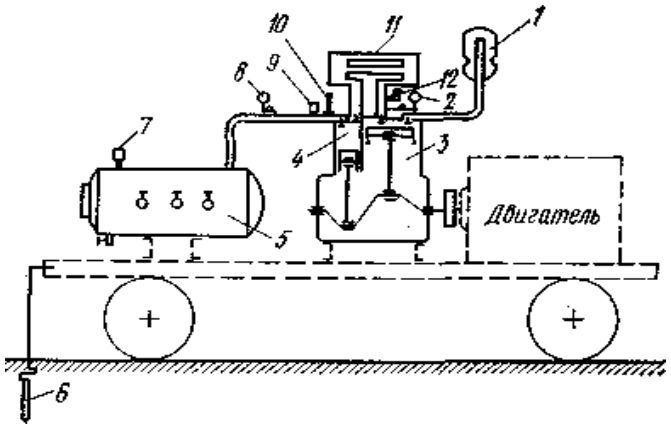


Рис.12.2.**Схема установки приборов безопасности на передвижной воздушно – компрессорной станции**

Максимальная температура сжимаемого воздуха должна быть не выше 160°С для одноцилиндровых компрессоров и 140°С на каждой ступени для многоступенчатых компрессоров. Водяное охлаждение может быть эффективным, если поступающая вода в компрессоре нагревается не выше 30°С и ее поступление непрерывно.

Водяное охлаждение стенок и крышек цилиндра компрессора при непрерывной циркуляции воды позволяет сжать воздух до 0,7 МПа при его конечной температуре 160°С. Если необходимо более высокое сжатие воздуха, применяют компрессорные установки с двумя и более ступенями сжатия. В многоступенчатых компрессорах предусматривают охлаждение в каждой ступени сжатия при помощи холодильников в виде трубчатых цилиндрических сосудов, в которых непрерывно циркулирует вода.

Для охлаждения компрессорной установки большое значение имеет качество воды. Для нормальной работы установки должна применяться «мягкая» вода. За-

грязненная и жесткая вода образует на стенках водопроводных труб и цилиндров осадки и не обеспечивает нормального охлаждения. Независимо от качества воды не реже 1 раза в 2 мес. требуется очистка охладительных устройств и воздухопроводных труб от осадков и грязи.

Компрессорные установки должны иметь следующие арматуру и контрольно-измерительные приборы:

- манометры и предохранительные клапаны. При давлении 30 МПа на последней ступени сжатия требуется устанавливать два манометра;
- термометры или термопары для указания температуры сжатого воздуха на каждой ступени компрессора после промежуточного и концевого холодильника;
- контактные приборы, тепловые реле для сигнализации и автоматического отключения компрессора при повышении давления и температуры сжатого воздуха сверх допустимых норм, а также при прекращении поступления охлаждающей воды;
- манометры, термометры для измерения давления и температуры масла.

Предохранительные клапаны компрессорной установки обеспечены специальными приспособлениями для принудительного открытия во время работы компрессорной установки. Они отрегулированы и опломбированы (см. рис. 12.3). Термометры, предназначенные для замера температуры сжатого воздуха должны быть установлены в металлические гильзы, ввернутые на резьбе. В каждой точке должен быть индивидуальный термометр.

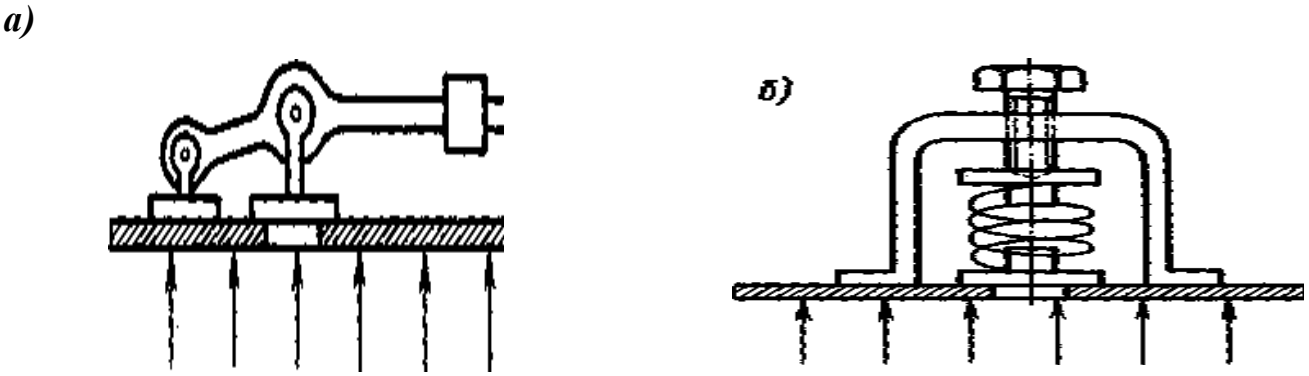


Рис. 12.3.**Предохранительные клапаны:**
а – рычажный; *б* - пружинный

В целях создания безопасных условий труда все движущиеся части компрессоров и приводов к ним имеют ограждения.

В компрессорах производительностью более 3 $м^3$/мин на нагревательных линиях до воздухосборников должны быть установлены выпускные отводы с задвижками.

Воздухозаборник, расположенный снаружи помещения на высоте не менее 2—3 м от уровня земли, служит для забора (всасывания) воздуха компрессором. С разрешения технического инспектора профсоюзов производить забор воздуха разрешается из помещения компрессорной станции для компрессоров производительностью до 6 $м^3$/мин. Не разрешается производить забор воздуха вблизи теплоизлучающих аппаратов и агрегатов.

Для нормальной и безопасной работы компрессорных установок требуется умеренная смазка цилиндров компрессора. Недостаточная или обильная смазка цилиндров вредно отражается на работе установки. При недостаточной смазке наблюдаются усиленный износ трущихся частей и снижение компрессии в цилиндре, влекущее за собой снижение давления выходящего сжатого воздуха.

Избыточная смазка ведет к отложению остатков масла на стенках цилиндров, трубопроводов и резервуара и может привести к взрыву. Осевшее масло окисляется, загрязняется пылью и постепенно превращается в нагар и легковоспламеняющиеся соединения. При наличии большого количества нагара могут произойти заклинивание поршня и авария компрессора. Легковоспламеняющиеся соединения могут вызвать взрыв компрессора, трубопроводов, воздушного резервуара. Поэтому для обеспечения нормальной и безопасной работы компрессорной установки важное значение имеет качество применяемого смазочного масла.

Для смазки цилиндров компрессоров применяют масло, соответствующее Государственному стандарту с температурой вспышки 220—240° С

Очистка масляных насосов должна проводиться не реже 1 раза в 1,5 мес., а очистка масляных фильтров в системе принудительной смазки и приемной сетки масляного насоса — не реже I раза в 2 мес.

Обслуживание воздушных компрессорных установок разрешается лицам не моложе 18 лет при наличии удостоверения на право эксплуатации воздушного компрессора и получившим инструктаж по технике безопасности.

Администрация предприятия обязана проводить проверку знаний у рабочих не реже 1 раза в год, а у инженерно-технического персонала — 1 раз в 3 года. В обязательном порядке должно быть назначено лицо, ответственное за правильную и безопасную эксплуатацию компрессорной установки. На видном месте в помещении компрессорной должна быть вывешена инструкция по безопасному обслуживанию компрессорной установки.

До пуска компрессорной установки ее следует осмотреть, проверить системы смазки и охлаждения. Предохранительные клапаны работающего компрессора, холо-

дильников и воздухозаборника ежесменно проверяют путем их открывания под давлением.

Работа компрессора должна быть приостановлена, если нагрев частей компрессора увеличивается и температура их превысила допустимую норму, давление на цилиндре низкого или высокого давления и на нагревательной линии выше допустимого, при прекращении или уменьшении подачи охлаждающей воды, температуре сжатого воздуха выше нормы, неисправности системы смазки, перегрузке электродвигателя, неисправности контрольно-измерительных приборов, отсутствии освещения и пожаре. Пуск компрессорной установки, остановленной для ее осмотра и ремонта, разрешается только ответственным лицом.

В случае длительной остановки компрессора вода из охлаждающей системы должна быть слита через сливные устройства.

Очистку от масляных отложений, воздухосборников, масловодоотделителей, промежуточных и концевых холодильников и нагнетательных воздухопроводов требуется производить не реже 1 раз в 6 мес. в зависимости от конструктивных особенностей и режима работы компрессорной установки. После очистки следует производить промывку указанных устройств 5%-ным раствором каустической соды с последующей промывкой их водой и продувкой сжатым воздухом в течение не менее получаса.

Не реже 1 раза в 10 дней должны производиться осмотры компрессорной установки. Плановые осмотры и ревизии компрессоров проводятся в соответствии с графиком, утвержденным главным инженером предприятия.

Требования к устройству, изготовлению, монтажу и испытанию воздухопроводов определяются Правилами устройства и безопасной эксплуатации воздушных компрессоров и воздухопроводов. Они распространяются на воздухопроводы давлением свыше 0,1 МПа.

Согласно Правилам, разрешается монтаж воздухопроводов по стенам здания и в каналах. Соединение трубопроводов допускается встык только сваркой. В случае невозможности выполнить соединение сваркой допускается применение фланцевого соединения.

Воздухопровод должен быть утеплен, если возможно его обмерзание. При устройстве воздухопровода вблизи теплоизлучающих аппаратов его необходимо защитить от повышения в нем температуры сжатого воздуха. Ограждение или покрытие теплоизоляцией должны иметь воздухопроводы при наружной температуре выше +50° С.

Правилами установлено расстояние воздухопроводов от кабелей, электропроводок и электрооборудования. Оно должно быть не менее 0,5 м. Крепление воздухопроводов допускается только на огнестойких или несгораемых конструкциях, не допускающих их вибрации. Требуется устанавливать приспособления для автоматической или ручной продувки в местах скопления воды и масла.

Отогревание воздухопроводов при их замерзании разрешается только горячей водой. Не реже 1 раза в 6 мес. воздухопроводы надо очищать от масляных отложений. Производить очистку выжиганием запрещается.

12.7.2. Меры безопасности при работе на металлообрабатывающих станках

Многочисленные исследования и статистика травматизма свидетельствуют о том, что основными причинами несчастных ел при работе на металлообрабатывающих станках являются:

- травмирование вращающимся инструментом;
- травмирование вращающейся деталью или крепежным приспособлением;
- повреждение отлетевшей (стружка скалывания) или сливной стружкой;
- травмирование деталью, вырвавшейся во время обработки из крепежного устройства станка;
- травмирование при разрыве абразивного круга;
- травмирование прутком, превышающим длину шпинделя;
- травмирование при наладке станка;
- захват кисти руки вращающейся деталью или инструментом.

Кроме того, часто имеют место порезы и ранения:

- при проверке остроты режущего инструмента, а также чистоты обрабатываемой детали методом прощупывания;
- при измерении обрабатываемой детали на ходу станка;
- при удалении стружки рукой, при ее выдувании ртом из глухих из глухих отверстий.

Меры безопасности при работе на металлообрабатывающих станках очень разнообразны и зависят от назначения и конструкции станков, режимов обработки материала и других.

Тем не менее, имеется целый ряд общих требований, соблюдение которых обеспечивает безопасность труда при работе на металлообрабатывающем и деревообрабатывающем оборудовании, реализация которых обеспечивается посредством:

- организационных мер (установление и соблюдение порядка ввода в эксплуатацию вновь установленного и капитально отремонтированного оборудования; закрепление ответственных лиц за исправное состояние и безопасную эксплуатацию; обучение, проверка знаний и инструктажи работающих по вопросам охраны труда; применение средств индивидуальной защиты; обеспечение контроля за исправностью оборудования и соблюдением работающими требований охраны труда и других);
- технических мер (проведение регламентно-профилактического обслуживания и ремонта оборудования; обеспечение исправного состояния вспомогательных

устройств, приспособлений и инструмента; правильный выбор оборудования для выполнения соответствующей операции; соблюдение требований технологической документации и других);

- санитарно-гигиенических мер (обеспечение надлежащих метеорологических условий и освещения на рабочих местах; соблюдение предельно-допустимых уровней (концентраций) шума, вибрации, вредных излучений, пыли и вредных веществ и других);
- мер психофизиологического характера (снижение физических нагрузок на работающего, напряженности зрения, монотонности труда; цветовая отделка помещений; соблюдение режимов труда и отдыха; соблюдение трудовой и производственной дисциплины и других).

12.7.3. Меры безопасности при работе на деревообрабатывающих станках

Основными причинами травмирования при работе на деревообрабатывающих станках являются:

- ранение рук режущим инструментом;
- повреждения рук и лица отлетающими кусками древесины;
- ранения кусками режущего инструмента при его поломке;
- затягивание рук или одежды вращающимися неогражденными частями станка;
- обратный вылет из станка обрабатываемого материала;
- падение работающего из-за загроможденности рабочего места;
- поражение электрическим током.

Несмотря на большое разнообразие деревообрабатывающего оборудования, применяемого на предприятиях (по принципу действия, конструкции, типам и размерам и т. п.) существует целый ряд требований, соблюдение которых позволяет обеспечить безопасность его эксплуатации. Эти требования сформулированы в ГОСТ 12.3.002 «ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности» и в ГОСТ 12.2.026.0. «ССБТ. Оборудование деревообрабатывающее. Общие требования безопасности к конструкции».

Требования безопасности труда при работе на деревообрабатывающем оборудовании обеспечиваются посредством организационных, технических, санитарно-гигиенических мер, а также мер психофизиологического характера (см. предыдущую тему).

Конструкция оборудования должна исключать угрозу жизни и здоровью работников и возможность возникновения несчастного случая, устранять или снижать до регламентированных уровней шум, вибрацию.

Оборудование должно быть снабжено средствами сигнализации о нарушениях нормального режима работы, а в необходимых случаях — средствами автоматического останова, торможения и отключения от источника энергии.

Представляющие опасность движущиеся части оборудования должны быть ограждены или снабжены средствами защиты.

Элементы оборудования, с которыми может контактировать человек, не должны иметь острых кромок, углов, неровных, горячих и переохлажденных поверхностей. Деревообрабатывающее оборудование должно быть оборудовано устройствами, исключающими выброс (вылет) заготовки при ее обработке.

Конструкция оборудования должна обеспечивать защиту человека от поражения электрическим током и другое.

12.7.4. Требования безопасности труда при погрузке, разгрузке и перемещении грузов

При организации погрузочно-разгрузочных работ необходимо уководствоваться:

Межотраслевыми правилами по охране труда при проведении погрузочно-разгрузочных работ (утверждены постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от декабря 2005 г. № 173);

ГОСТ 12.3.009. «ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности»;

ГОСТ 12.3.010. ССБТ. «Тара производственная. Требования безопасности при эксплуатации»;

ГОСТ 12.3.020. «ССБТ. Процессы перемещения грузов на предприятиях»;

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

а также требования безопасности, установленные для опасных и других специфических грузов.

Безопасность производства погрузочно-разгрузочных работ обеспечивается:

- выбором способа производства работ, подъемно-транспортного оборудования и технологической оснастки;
- подготовкой и организацией места производства работ;
- применением средств защиты работающих;
- проведением медицинского осмотра лиц, допущенных к работе, и их обучением.

Большое значение в повышении производительности труда и ясности работающих имеет рациональная организация работ (выбор механизмов, грузозахватных приспособлений и тары, площадки для выполнения работ, расстановка рабочей силы, ограждение (обозначение), освещение места работ, разработка технологических карт, проекта производства работ и т. п.).

При организации погрузочно-разгрузочных работ необходимо обеспечить максимальное применение средств механизации. При небольших объемах таких работ необходимо применять простейшие средства механизации, которые во многих случаях позволяют ускорить и облегчить отдельные операции, сделать их безопасными.

Погрузочно-разгрузочные работы при перемещении грузов массой более 60 кг, а также при подъеме на высоту более 3 м выполняться механизированным способом.

Перемещение грузов массой более 20 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъемно-транспортных устройств или средств механизации.

Переноска материалов на носилках по горизонтальной поверхности допускается лишь в исключительных случаях на расстояние не более 50 метров.

При перемещении грузов вручную необходимо соблюдать предельные нормы, установленные законодательством.

Постановлением Министерства труда Республики Беларусь от 8 декабря 1997 г. № 111 установлены предельно допустимые нагрузки для женщин при подъеме и перемещении ими тяжестей вручную. Так, при подъеме и перемещении тяжестей при чередовании с другой работой предельно допустимая масса груза (включая массу тары и упаковки) составляет 10 кг. Если же такая работа выполняется постоянно в течение рабочей смены, то предельная масса груза снижается до 7 кг.

Ограничена также суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа рабочей смены (до 350 кг — при подъеме с рабочей поверхности, до 175 кг — при подъеме с пола).

При перемещении женщинами грузов на тележках или в контейнерах прилагаемое ими усилие не должно превышать 10 кг.

Установлены также ограничения расстояния, на которое перемещается груз вручную (5 м), высоты подъема груза (с пола —1м, с рабочей поверхности — 0,5 м).

Постановлением Министерства труда Республики Беларусь от декабря 1997 г. № 116 установлены предельно допустимые величины подъема и перемещения тяжестей вручную подростками в возрасте от 14 до 18 лет.

Эти величины нормируются в зависимости от возраста и пола подростка, а также в зависимости от характера работы (постоянное перемещение груза в течение смены, при чередовании с другой работой (до *2* раз в час):

- для подростков женского пола — от З до 8 кг;
- для подростков мужского пола — от 6 до 18 кг.

Ограничена также суммарная масса грузов, перемещаемых в течение рабочей смены:

- для подростков женского пола (от 90 до 250 кг при подъеме груза с пола, от 180 до 500 кг — при подъеме с рабочей поверхности);
- для подростков мужского пола (от 200 до 700 кг при подъеме груза с пола, от 400 до 1400 кг — при подъеме с рабочей поверхности).

Переноска и перемещение тяжестей подростками допускают в тех случаях, когда они непосредственно связаны с выполняемой постоянной профессиональной работой и отнимают не более 1/3 рабочего времени.

Установлено также ограничение расстояния, на которое перемещается груз вручную (5 м), высоты подъема груза (с пола — 1 м, с рабочей поверхности — 0,5 м).

Подростки моложе 16 лет к работе по переноске тяжестей не должны допускаться.

При перемещении грузов на ручных тележках необходимо очищать и освещать проезды и проходы, соблюдать осторожности транспортировке грузов через железнодорожные переезды, путей, а также в местах движения транспорта.

При погрузочно-разгрузочных работах в закрытых помещениях необходимо обеспечить условия, исключающие содержание в воздухе пыли и вредных веществ в концентрациях, превышающая предельно допустимые.

При погрузке и разгрузке пылящих грузов работающие должны пользоваться средствами индивидуальной защиты.

Работники, временно привлекаемые к выполнению погрузочно- разгрузочных работ, должны быть проинструктированы по охране труда.

При перемещении опасных грузов необходимо руководствоваться дополнительными требованиями безопасности.

При производстве погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном, авиационном, речном и гужевом транспорте необходимо обеспечить выполнение дополнительных и особых требований безопасности, предусмотренных Межотраслевыми правилами по охране труда при проведении погрузочно-разгрузочных работ.

Особые требования безопасности необходимо соблюдать выполнении погрузочно-разгрузочных работ в случаях повреждения тары, отсутствия разработанных способов строповки груза, выявлении иных, не предусмотренных правилами, нормативно-технической документацией обстоятельств. Как правило, в таких случаях работы выполняются под непосредственным наблюдением и руководством лица, ответственного за безопасное производство погрузочно-разгрузочных работ.

12.7.5. Меры безопасности при проведении земляных работ

Порядок организации безопасного проведения земляных работ регламентирован ТКП 45-1.03-44-2006 «Безопасность труда в строительстве. Строительное производство».

Земляные работы разрешается проводить только по разработанному и утвержденному проекту производства работ.

До начала производства земляных работ в местах расположена действующих подземных коммуникаций необходимо разработать и согласовать с организациями, эксплу-

атирующими эти коммуникации, мероприятия по безопасным условиям труда, а расположение подземных коммуникаций на местности обозначить соответствующими знаками или надписями. Производство земляных работ в зоне действующих подземных коммуникаций необходимо осуществлять под непосредственным руководством прораба или мастера, а в охранной зоне кабелей, находящихся под напряжением, или действующего газопровода, кроме того, под наблюдением работников электро- или газового хозяйства.

При обнаружении взрывоопасных материалов земляные работа следует немедленно прекратить до получения разрешения соответствующих органов.

Перед началом производства земляных работ на участках с возможным патогенным заражением почвы (свалки, скотомогильники, кладбища и т. п.) необходимо получить разрешение центра гигиены и эпидемиологии. Такие работы необходимо выполнять только по наряду-допуску.

Котлованы и траншеи, разрабатываемые на улицах, проездах, во дворах населенных пунктов, а также в местах, где происходи движение людей и транспорта, должны быть ограждены защитными ограждениями, освещаемыми в ночное время. Места прохода людей через траншеи должны быть оборудованы переходными мостиками, освещаемыми в ночное время.

Грунт, извлеченный из котлована или траншей, следует размешать на расстоянии не менее 0,5 м от бровки выемки. Разрабатывать грунт «подкопом» не допускается. Валуны, камни, отслоения грунта, обнаруженные на откосах, должны быть удалены.

Рытье котлованов и траншей с вертикальными стенками без креплений в нескальных и незамерзающих грунтах выше уровня грунтовых вод и при отсутствии вблизи подземных сооружений допускается на глубину не более: в насыпных, неслежавшихся и песчаных грунтах — 1 м; в супесях — 1,25 м; в суглинках и глинах — 1,5 м.

Крутизна откосов выемок глубиной более 5 м должна устанавливаться проектом, в остальных случаях она принимается по таблице. приведенной в п. 5.16. ТКП 45-1.03-44-2006.

При невозможности применения инвентарных креплений стенок котлованов или траншей следует применять крепления, изготовленные по индивидуальным проектам. При установке крепления верхняя часть его должна выступать над бровкой выемки не менее чем на 0,15 м. Устанавливать крепления следует в направлении сверху вниз по мере разработки выемки на глубину не более 0,5 м. Разборку креплений следует производить в обратном направлении по мере обратной засыпки земли.

Разработка роторными и траншейными экскаваторами в суглинках и глинах траншей с вертикальными стенками без крепления допускается на глубину не более

3 м. В местах, где требуется пребывание рабочих, должны устраиваться крепления траншей или откосов.

Производство работ в котлованах и траншеях с откосами, подвергшимися увлажнению, разрешается только после тщательного осмотра производителем работ состояния грунта в местах, где обнаружены «козырьки», трещины или отслоения. Перед допуском рабочнх в котлованы или траншеи глубиной более 1,3 м должна быть проверена устойчивость откосов или крепления стен. Котлованы и траншеи, разработанные в зимнее время, при наступлении оттепелей должны быть осмотрены, а по результатам осмотра — приняты мерыы к обеспечению устойчивости откосов или креплений.

При извлечении грунта из выемок с помощью бадей необходимо устраивать защитные навесы-козырьки для укрытия работающих в выемке. Погрузка грунта на автосамосвалы должна производиться со стороны заднего или бокового борта.

При разработке выемок экскаватором с прямой лопатой высоту забоя следует определять с таким расчетом, чтобы в процессе работы не образовывались «козырьки» из грунта.

Глава 13. Электробезопасность.

13.1. Общие положения

Электробезопасность — система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электрическая энергия является одним из наиболее удобных и экономически выгодных видов энергоресурсов. Она одинаково широко используется как на производстве, так и в быту.

Для производства, передачи и распределения электроэнергии между потребителями в Республике Беларусь сооружены и эксплуатируются тепловые электрические станции мощностью до 2,4 млн кВт, электрические сети напряжением от 0,4 до 750 кВ и сотни тысяч электроустановок.

Электроустановкой называется совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенная для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии.

По требованиям обеспечения надежности электроснабжения ***электроприемники*** делятся на три категории:

I - электроприемники, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов, пожаров;

II - электроприемники, перерыв питания которых приводит к резкому снижению выпуска продукции, длительным простоям технологического оборудования;

III - все остальные потребители, не относящиеся к категориям I и П.

Электрические установки, с которыми приходится иметь дело практически всем работающим на производстве, представляют потенциальную опасность. Она заключается в том, что токоведущие проводники (или корпуса машин, оказавшиеся под напряжением в результате повреждения изоляции) не подают сигналов опасности, на которые реагирует человек. Реакция человека на электрический ток возникает лишь после его прохождения через ткани.

При эксплуатации электроустановок, технологического оборудования с электроприводом, электробытовых приборов человек подвергается не только опасному воздействию электрического тока, но и вредному влиянию электромагнитных полей.

Основные причины несчастных случаев от воздействия электрического тока следующие:

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 оборудования электроустановки;

4)возникновение шагового напряжения на поверхности земли в результате замыкания на землю.

Статистика несчастных случаев по причинам электропоражения показывает, что общее число травм, вызванных электрическим током с потерей трудоспособности, невелико и составляет приблизительно 03-1,0 % (в энергетике 3-3,5 %) от общей численности несчастных случаев на производстве. Однако со смертельным исходом такие случаи на производстве составляют 30-40 %, а в энергетике — до 60 %. Согласно статистике 75-80 % смертельных поражений электрическим током происходит в установках, электропитание которых осуществляется напряжением 380/220 и 220/127В.

13.2. Действие электрического тока на организм человека.

13.2.1. Виды действия электрического тока на организм человека

Действие электрического тока на живую ткань в отличие от действия других материальных факторов (пара, химических веществ, излучения и т.п.) носит своеобразный и разносторонний характер. В самом деле, проходя через организм человека, электрический ток оказывает термическое, электролитическое и механическое (динамическое) действия, являющиеся обычными физико-химическими процессами, присущими как живой, так и неживой материи; одновременно электрический ток оказывает биологическое действие, которое является специфическим процессом, свойственным лишь живой ткани.

Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высокой температуры кровеносных сосудов, нервов, сердца, мозга и других органов, находящихся на пути тока, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства.

Электролитическое действие тока выражается в разложении органической жидкости, в том числе и крови, что сопровождается значительными нарушениями их физико-химического состава.

Механическое (динамическое) действие тока выражается в расслоении, разрыве и других подобных повреждениях различных тканей организма, в том числе мышечной ткани, стенок кровеносных сосудов, сосудов легочной ткани и др., в результате электродинамического эффекта, а также мгновенного взрывоподобного образования пара от перегретой током тканевой жидкости и крови.

Биологическое действие тока проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, а также в нарушении внутренних биоэнергетических процессов, протекающих в нормально действующем организме и теснейшим образом связанных с его жизненными функциями.

Электрический ток, проходя через организм, раздражает живые ткани, вызывая в них ответную реакцию, - возбуждение, являющееся одним из основных физиологических процессов и характеризующееся тем, что живые образования переходят из состояния относительного физиологического покоя в состояние специфической для них деятельности.

Так, если электрический ток проходит непосредственно через мышечную ткань, то возбуждение, обусловленное раздражающим действием тока, проявляется в виде непроизвольного сокращения мышц.

Это так называемое ***прямое,*** или непосредственное, раздражающее действие тока на ткани, по которым он проходит.

Однако действие тока может быть не только прямым, но и ***рефлекторным,*** т.е. через центральную нервную систему. Иначе говоря, ток может вызывать возбуждение и тех тканей, которые не находятся на его пути.

Дело в том, что электрический ток, проходя через тело человека, вызывает раздражение рецепторов анализаторов - особых клеток, имеющихся в большом количе-

стве во всех тканях организма и обладающих высокой чувствительностью к воздействию факторов внешней и внутренней среды.

Раздражение рецепторов вызывает возбуждение находящихся возле них чувствительных нервных окончаний, от которых волна возбуждения в виде нервного импульса передается со скоростью примерно 27 м/с по нервным путям в центральную нервную систему.

Центральная нервная система перерабатывает нервный импульс и передает его подобно исполнительной команде к рабочим органам - мышцам, железам, сосудам, которые могут находиться вне зоны прохождения тока. При обычных, естественных раздражениях рецепторов центральная нервная система обеспечивает целесообразную ответную деятельность соответствующих органов тела. Например, при случайном прикосновении к горячему предмету человек непроизвольно отдернет от него руку, чем избавится от опасного воздействия.

В случае же чрезмерного или необычного для организма раздражающего действия, например электрического тока, центральная нервная система может подать нецелесообразную (не нужную для организма) исполнительную команду, что может привести к серьезным нарушениям деятельности жизненно важных органов, в том числе сердца и легких, даже если эти органы не лежат на пути тока.

Как известно, в живой ткани, и в первую очередь в мышцах, в том числе и сердечной мышце, а также в центральной и периферической нервной системе постоянно возникают электрические потенциалы - биопотенциалы, которые связаны с возникновением и распространением процесса возбуждения, т.е. с переходом живой ткани в состояние активной деятельности.

Внешний ток, взаимодействуя с биотоками, значения которых весьма малы, может нарушить нормальный характер их воздействия на ткани и органы человека, подавить биотоки и тем самым вызвать специфические расстройства в организме вплоть до его гибели.

13.2. 2. Виды поражения электрическим током

Указанное многообразие действий электрического тока на организм нередко приводит к различным электротравмам (Электротравма - травма, вызванная воздействием электрического тока или электрической дуги. Травма в переводе с греческого - повреждение, рана)., которые условно можно свести к двум видам: местным электротравмам, когда возникает местное (локальное) повреждение организма, и общим электротравмам, так называемым электрическим ударам, когда поражается (или создается угроза поражения) весь организм из-за нарушения нормальной деятельности жизненно важных органов и систем.

Примерное распределение несчастных случаев от электрического тока в промышленности по указанным видам травм: 20 % - местные электротравмы; 25 % - электриче-

ские удары; 55 % - смешанные травмы, т.е. одновременно местные электротравмы и удары.

Оба вида травм часто сопутствуют друг другу. Тем не менее, они различны и должны рассматриваться раздельно.

Местная электротравма — ярко выраженное локальное нарушение целостности тканей тела, в том числе костных тканей, вызванное воздействием электрического тока или электрической дуги.

Чаще всего это поверхностные повреждения, т.е. поражения кожи, иногда других мягких тканей, а также связок и костей.

Опасность местных травм и сложность их лечения зависят от места, характера и степени повреждения тканей, а также от реакции организма на это повреждение. Как правило, местные травмы излечиваются, и работоспособность пострадавшего восстанавливается полностью или частично.

В редких случаях (обычно при тяжелых ожогах) человек погибает. При этом непосредственной причиной смерти является не электрический ток, а местное повреждение организма, вызванное током.

Характерные местные электротравмы - электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения и электроофтальмия.

Как указывалось, примерно 75 % случаев поражения людей током сопровождается возникновением местных электротравм.

Электрический ожог - самая распространенная электротравма: ожоги возникают у большей части (63 %) пострадавших от электрического тока, причем треть их (23 %) сопровождается другими травмами - знаками, металлизацией кожи и офтальмией.

Около 85 % всех электрических ожогов приходится на электромонтеров, обслуживающих действующие электроустановки.

Токовый *ожог* возникает при прохождении электрического тока через тело человека в результате контакта с токоведущей частью оборудования и является следствием преобразования электрической энергии в тепловую. Количество теплоты, выделяемой в ткани человека (Дж), определяется законом Джоуля-Ленца

$$Q=I^2_ч R_ч \tau,$$

где $I_ч$ - сила тока, проходящего через тело человека, А; $R_ч$ -сопротивление тела человека, Ом; τ - время протекания тока, с.

В зависимости от условий возникновения различают два основных вида ожога: токовый (или контактный), возникающий при прохождении тока непосредственно через тело человека в результате его контакта с токоведущей частью, и дуговой, обусловленный воздействием на тело человека электрической дуги.

Токовый (контактный) ожог возникает в электроустановках относительно небольшого напряжения - не выше 2 кВ. При более высоких напряжениях, как правило, образуется электрическая дуга или искра, которые и обусловливают возникновение ожога другого вида - дугового.

Контактный ожог участка тела является следствием преобразования энергии электрического тока, проходящего через него, в тепловую. Поэтому такой ожог тем опаснее, чем больше величина тока, время его прохождения и электрическое сопротивление участка тела, подвергшегося воздействию тока.

Поскольку при таких ожогах напряжение, приложенное к телу человека, сравнительно невелико, то ток, проходящий через человека, также невелик: доли ампера или в худшем случае несколько ампер. Однако в месте контакта тела с токоведущей частью плотность тока может достигать больших значений, так как площадь соприкосновения тела с токоведущей частью обычно невелика. Здесь же ток встречает и наибольшее сопротивление, а именно, сопротивление кожи, которое во много раз больше сопротивления внутренних тканей. Поэтому максимальное количество теплоты выделяется в месте контакта проводника с кожей, а точнее, в том участке кожи, который находится в контакте с токоведущей частью.

Этим и объясняется то, что токовый ожог является, как правило, ожогом кожи. Лишь в редких случаях, когда через тело человека проходит большой ток, при контактном ожоге могут быть поражены и подкожные ткани.

Кроме того, тяжелые повреждения внутренних тканей могут возникнуть при контактных ожогах, вызванных токами высокой частоты. При этом кожа может иметь незначительные повреждения.

Токовые ожоги образуются примерно у 38 % пострадавших от электрического тока, в большинстве случаев они являются ожогами I и II степеней; при напряжениях выше 380 В возникают и более тяжелые ожоги - III и IV степеней. Различают следующие четыре степени ожогов: I - покраснение кожи: II - образование пузырей: III - омертвение всей толщи кожи и IV -обугливание тканей. Обычно тяжесть повреждения организма при ожогах обусловливается не степенью ожога, а площадью поверхности тела, пораженной ожогом.

Дуговой ожог наблюдается в электроустановках различных напряжений. При этом в установках до 6 кВ ожог является следствием случайных коротких замыканий, например при работах под напряжением на щитах и сборках до 1000 В, измерениях переносными приборами (электроизмерительными клещами) в установках выше 1000 В (до 6 кВ) и т.п.

Электрическая дуга может вызвать обширные ожоги тела, выгорание тканей на большую глубину, обугливание и даже бесследное сгорание больших участков тела или конечностей.

Большой ток, проходящий через человека, вызывает тяжелые ожоги в месте входа и выхода. Ткани тела, находящиеся на пути тока, претерпевают серьезные изменения, а в случае большого количества тепла, выделяющегося в них, высушиваются и обугливаются.

Вместе с тем, большой ток, проходящий через человека, обычно вызывает фибрилляцию сердца.

Объяснение этого парадоксального явления еще не найдено. Смерть в таких случаях наступает, как правило, от паралича дыхания или в результате обширных ожогов поверхности тела человека.

Электрические знаки, именуемые также знаками тока или электрическими метками, представляют собой резко очерченные пятна серого или бледно-желтого цвета на поверхности тела человека, подвергшегося действию тока. Обычно знаки имеют круглую или овальную форму и размеры 1-5 мм с углублением в центре.

Обычно электрические знаки безболезненны и лечение заканчивается благополучно: с течением времени верхний слой кожи сходит и пораженное место приобретает первоначальный цвет, эластичность и чувствительность. Эти знаки появляются примерно у 11 % пострадавших от тока.

Электрометаллизация кожи - проникновение в верхние слои кожи мельчайших частичек металла, расплавившегося под действием электрической дуги. Такое явление встречается при коротких замыканиях, отключениях разъединителей, замене предохранителей под нагрузкой и т.п. При этом мельчайшие брызги расплавленного металла под влиянием возникших динамических сил и теплового потока разлетаются во все стороны с большой скоростью. Каждая из этих частичек имеет высокую температуру, малый запас теплоты и, как правило, не способна прожечь одежду.

Поэтому поражаются обычно открытые части тела - руки и лицо. Пораженный участок кожи имеет шероховатую поверхность.

Обычно с течением времени больная кожа сходит, пораженный участок приобретает нормальный вид и эластичность, исчезают и все болезненные ощущения, связанные с этой травмой. Лишь при поражении глаз лечение может оказаться длительным и сложным, а в некоторых случаях и безрезультатным, т. е. пострадавший может лишиться зрения.

Поэтому работы, при которых возможно возникновение электрической дуги (например, при наложении переносных заземлений, при снятии и установке предохранителей и т.п.), должны выполняться в средствах защиты лица и глаз. Вместе с тем, одежда работающего должна быть застегнута на все пуговицы, ворот закрыт, а рукава опущены и застегнуты у запястьев рук.

Металлизация кожи наблюдается у 10 % пострадавших от электрического тока. В большинстве случаев одновременно с металлизацией возникает дуговой ожог, который почти всегда вызывает более тяжелые поражения, чем металлизация.

При постоянном токе металлизация кожи возможна и в результате электролиза, который возникает при плотном и относительно длительном контакте тела с токоведущей частью, находящейся под напряжением. В этом случае частички металла заносятся в кожу электрическим током, который одновременно разлагает органическую жидкость в тканях, образуя в ней основные и кислотные ионы. Металл, соединяясь с кислотными ионами, образует соответствующие соли, которые придают пораженному участку кожи специфическую окраску. Так, зеленый цвет свидетельствует о том, что в кожу занесена красная медь, сине-зеленый - латунь, а серо-желтый - свинец. Этот вид металлизации излечивается успешно.

Механические повреждения являются в большинстве случаев следствием резких непроизвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека. В результате могут произойти разрывы сухожилий, кожи, кровеносных сосудов и нервной ткани; могут иметь место вывихи суставов и даже переломы костей. Разумеется, электротравмами не считаются аналогичные травмы, вызванные падением человека с высоты, ушибами о предметы и т.п. в результате воздействия тока.

Механические повреждения происходят при работе в основном в установках до 1000 В при относительно длительном нахождении человека под напряжением. Это, как правило, серьезные травмы, требующие длительного лечения. К счастью, механические повреждения возникают довольно редко - примерно у 1,0 % лиц, пострадавших от тока. Такие повреждения всегда сопутствуют электрическим ударам поскольку их вызывает ток, проходящий через тело человека. Некоторые из них сопровождаются, кроме того, контактными ожогами тела.

Электроофтальмия (от греческого ophtha1mos – глаз) - воспаление наружных оболочек глаз - роговицы и конъюнктивы (слизистой оболочки, покрывающей глазное яблоко), возникающее в результате воздействия мощного поток ультрафиолетовых лучей, которые энергично поглощаются клеткам организма и вызывают в них химические изменения.

Такое облучение возможно при наличии электрической дуги, которая является источником интенсивного излучения не только видимого света, но и ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Электроофтальмия наблюдается примерно у 3 % пострадавших от тока.

Инфракрасные (тепловые) лучи также вредны для глаз, но лишь близком расстоянии или при интенсивном и длительном облучении случае же кратковременной дуги основным фактором, воздействующим на глаза, являются ультрафиолетовые лучи, хотя и в этом случае не исключена опасность поражения глаз инфракрасными лучами также мощным потоком света и брызгами расплавленного металла.

Электроофтальмия развивается через 4-8 часов после ультрафиолетового облучения. При этом имеют место покраснение и воспаление кожи и слизистых оболочек век,

слезотечение, гнойные выделения из глаз, спазмы век и частичная потеря зрения. Пострадавший испытывает головную боль и резкую боль в глазах, усиливающуюся на свету, т.е. у него возникает так называемая светобоязнь. В тяжелых случаях нарушается прозрачность роговой оболочки, сужается зрачок. Обычно болезнь продолжается несколько дней. В случае поражения роговой оболочки лечение оказывается более сложным и длительным. Предупреждение электроофтальмии при обслуживании электроустановок обеспечивается применением защитных очков с обычными стеклами, которые почти не пропускают ультрафиолетовых лучей и одновременно защищают глаза от инфракрасного облучения и брызг расплавленного металла при возникновении электрической дуги.

13.2.3. Общие электротравмы

Электрический удар. Под электрическим ударом следует понимать возбуждение живых тканей организма протекающим через него электрическим током, проявляющееся в непроизвольных судорожных сокращениях различных мышц тела. Появляется рассеянность, ослабевают память и внимание. Если подобных ярко выраженных заболеваний не наступает, то и в этом случае считается, что электрический удар резко ослабляет сопротивляемость организма к болезням, в первую очередь к сердечнососудистым и нервным, которые могут возникнуть у человека впоследствии по другим причинам.

Электрический удар является следствием протекания тока через тело человека; при этом под угрозой поражения оказывается весь организм из-за нарушения нормальной работы различных его органов и систем, в том числе сердца, легких, центральной нервной системы и пр.

Степень отрицательного воздействия на организм электрических ударов различна. Самый слабый электрический удар вызывает едва ощутимое сокращение мышц вблизи места входа или выхода тока; в худшем случае он приводит к нарушению и даже полному прекращению деятельности легких и сердца, т.е. к гибели организма. При этом внешних местных повреждений человек может и не иметь.

В зависимости от исхода поражения электрические удары можно условно разделить на следующие четыре степени:

I - судорожным сокращением мышц, без потери сознания;

II - судорожным сокращением мышц, с потерей сознания, но сохранением дыхания и работы сердца;

III - потерей сознания и нарушением сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе);

IV - клинической смертью, т. е. отсутствием дыхания и кровообращения.

Исход воздействия электрического тока на организм человека зависит от ряда факторов, в том числе от значения и длительности прохождения тока через его тело, рода и частоты тока, а также от индивидуальных свойств человека. Сопротивление тела человека и приложенное к нему напряжение также влияют на исход поражения, но лишь постольку, поскольку они определяют значение тока, проходящего через человека.

Электрический удар, даже если он не приводит к смерти, может вызвать серьезные расстройства в организме, которые проявляются сразу после воздействия тока или через несколько часов, дней и даже месяцев. Так, в результате электрического удара, т.е. прохождения тока через тело человека, сопровождающегося непроизвольными судорожными сокращениями мышц, могут возникнуть или обостриться сердечно-сосудистые заболевания - аритмия сердца, стенокардия, повышение или понижение артериального давления и др., а также нервные болезни - невроз, эндокринные нарушения и пр. Нередко у пострадавших, подвергшихся воздействию тока, были отмечены различные расстройства в организме, в том числе сердечнососудистой системы. Этим больным потребовалось длительное и сложное лечение.

Электрическим ударам подвергается обычно более 80 % пострадавших из числа учитываемых случаев поражения током. При этом большая часть их (55 %) сопровождается местными электротравмами, в первую очередь - ожогами. Около 25 % случаев поражения током - это электрические удары без местных травм, хотя на теле пострадавших можно обнаружить места входа и выхода тока - весьма незначительные участки поврежденной кожи, которые за их малостью травмами не считаются.

Электрические удары являются грозной опасностью для жизни пострадавших; они вызывают 85 - 87 % смертельных поражений (считая за 100 % все случаи со смертельным исходом от действия тока). Правда, большая часть смертельных случаев (60 - 62 %) является результатом смешанных поражений, т.е. одновременного действия электрических ударов и местных электротравм (ожогов), однако и в этих случаях смертельный исход является, как правило, следствием электрического удара.

Электрический шок - своеобразная тяжелая нервно-рефлекторная реакция организма в ответ на чрезмерное раздражение электрическим током, сопровождающаяся глубокими расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ и т.п.

При шоке непосредственно после воздействия тока наступает {кратковременная фаза возбуждения, когда пострадавший не реагирует возникшие боли, у него повышается кровяное давление и т.п. Вслед за этим приходит фаза торможения и истощения нервной системы, когда резко снижается кровяное давление, падает и учащается пульс, ослабевает дыхание, возникает депрессия - угнетенное состояние и полная безучастность к окружающему миру при сохранившемся сознании.

Шоковое состояние длится от нескольких десятков минут до суток. После этого может наступить или гибель человека в результате полного угасания жизненно важ-

ных функций, или выздоровление как результат своевременного активного лечебного вмешательства.

13.3. Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током

Тело человека является проводником электрического тока. Однако проводимость живой ткани в отличие от обычных проводников обусловлена не только ее физическими свойствами, но и сложнейшими биохимическими и биофизическими процессами, протекающими лишь в живой материи.

В живой ткани нет свободных электронов, и поэтому она не может быть уподоблена металлическому проводнику, электрический ток в котором представляет собой упорядоченное движение свободных электронов. Сопротивление тела человека является переменной величиной, имеющей нелинейную зависимость от множества факторов, в том числе от состояния кожи, параметров электрической цепи, физиологических факторов и состояния окружающей среды.

Большинство тканей тела человека содержит значительное количество воды (до 65 % массы). Поэтому живую ткань можно рассматривать как электролит, т.е. раствор, разлагающийся химически при прохождении по нему тока, и, таким образом, считать, что она обладает ионной проводимостью. Иначе говоря, можно полагать, что перенос электрических зарядов в живой ткани осуществляется не свободными электронами, как в металлических проводниках, а заряженными атомами или группами атомов - ионами подобно тому, как это происходит в электролитах. В живой ткани наблюдается явление межклеточной миграции (перемещения) энергии, т.е. резонансного переноса энергии электронного возбуждения между возбужденной и невозбужденными клетками.

Поэтому можно предположить, что живая ткань обладает также электронно-дырочной проводимостью, свойственной полупроводникам, в которых перенос зарядов осуществляется электронами проводимости и дырками.

Таким образом, тело человека можно рассматривать как проводник особого рода, имеющий переменное сопротивление и обладающий в какой-то мере свойствами проводников первого рода (полупроводники) и второго рода (электролиты).

При поражении человека электрическим током основным поражающим фактором является ток, проходящий через его тело. Однако имеется и ряд других не менее опасных факторов. Классификация факторов, влияющих на исход поражения электрическим током, представлена на рис. 13.1.

13.3.1. Индивидуальные свойства человека

Состояние здоровья. Практикой установлено, что здоровые и физически крепкие люди переносят воздействие электрическим током легче, чем больные и слабые.

Повышенной восприимчивостью к электрическому току обладают лица, страдающие рядом заболеваний, в первую очередь болезнями кожи, сердечно-сосудистой системы, органов внутренней секреции, легких, нервными болезнями и др.

Психическое состояние. В западноевропейской и американской литературе нередко встречаются утверждения, что психическое состояние человека в момент поражения имеет если не большее, то, по крайней мере, такое же значение для исхода поражения, как сопротивление тела человека и другие его физические данные.

Многие зарубежные авторы считают, что алкоголики, неврастеники, истерические больные, эпилептики, а также меланхолики могут погибнуть от токов, которые совершенно безопасны для здоровых людей. Строгого подтверждения выше изложенному нет. Однако было бы неправильно полностью отрицать влияние психических факторов на исход поражения. Например, немалое значение имеет психическая подготовленность человека к возможной опасности поражения током.

Дело в том, что неожиданный электрический удар, даже при относительно небольшом напряжении, нередко приводит к тяжелым последствиям; если же человек подготовлен к возможному поражению током, т.е. ожидает его, то степень опасности резко уменьшается. Имеют значение также моральное состояние в процессе выполняемой им работы, степень утомления и т.п.

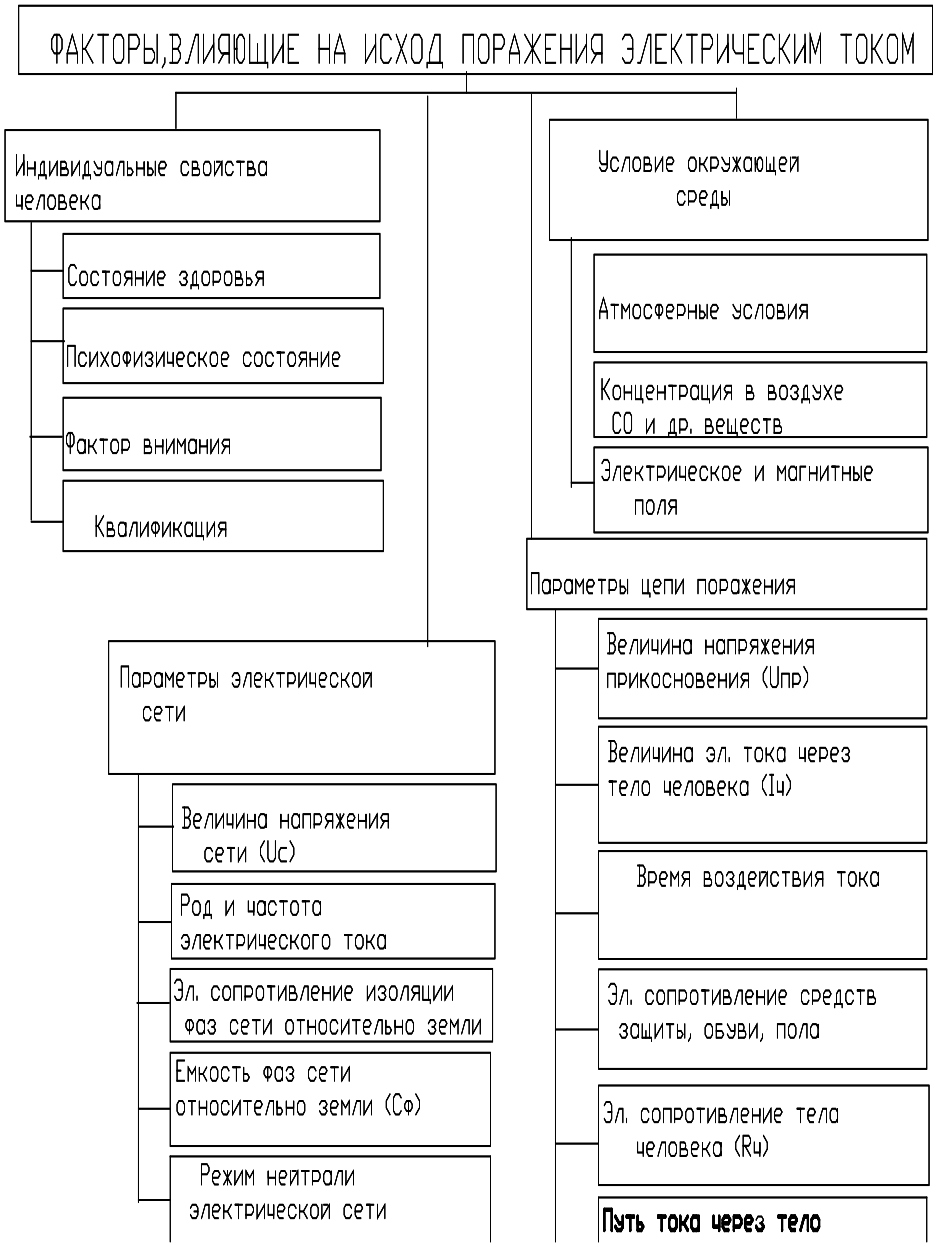


Рис. 13.1. **Классификация факторов, влияющих на исход поражения человека электрическим током**

Внимание. **О**пыты над животными показали, что те из животных, которые находились в спокойном состоянии и не ждали беды, погибали от малого напряжения, а те, которых дразнили палкой и при этом подавали напряжение 220 В, воспринимали удар электрического тока как удар палкой, приходили в ярость и бросались на экспериментатора.

Говоря о спасительном факторе внимания, можно сделать вывод, что для защиты от опасного раздражителя мобилизуются внутренние ресурсы животного, что свойственно, естественно, и человеку.

Главная особенность электротравмы в том, что напряжение нашего внимания, наша твердая воля в состоянии не только ослабить действие электрического тока, но иногда совершенно его уничтожить.

«Фактор внимания, - писал С. Еллинек, - играет чрезвычайно большую, может быть решающую роль...» и далее: «С тем, кто находится в состоянии сосредоточенного внимания, обыкновенно ничего не случается... Он противопоставляет свое внимание, как щит, страшному моменту, который может произойти».

Квалификация человека. Несомненно, квалификация человека также отражается на результатах воздействия тока: человек, далекий от электротехники, в случае попадания под напряжение оказывается, как правило, в более тяжелых условиях, чем опытный электротехник. Дело здесь не в «привычке» к электрическому току, ибо никакая тренировка не вырабатывает в организме иммунитета к нему, а в опыте, умении правильно оценить степень возникшей опасности и применить рациональные приемы освобождения себя от действия тока. Этим, в частности, объясняется то, что в отечественных и зарубежных правилах и нормах требования к устройству и содержанию электроустановок в общепроизводственных цехах значительно более строги, чем в электротехнических цехах, куда имеет доступ лишь квалифицированный электротехнический персонал.

С учетом указанных обстоятельств Министерством здравоохранения установлено обязательное медицинское освидетельствование персонала, обслуживающего действующие электроустановки, как при назначении на должность, так и периодически 1 раз в 2 года.

Электрическое сопротивление различных тканей тела человека неодинаково: кожа, кости, жировая ткань, сухожилия и хрящи имеют относительно большое сопротивление, а мышечная ткань, кровь, лимфа и особенно спинной и головной мозг - малое. Удельное объемное сопротивление тканей человека при воздействии тока частотой 50 Гц представлено в табл. 13.2.

Из этих данных следует, что по сравнению с другими тканями кожа обладает очень большим удельным сопротивлением, которое является главным фактором, определяющим сопротивление тела человека в целом.

Строение кожи весьма сложно. Кожа состоит из двух основных слоев: наружного, называемого ***эпидермисом,*** и внутреннего, являющегося собственно кожей и носящего название ***дермы.***

Наружные слои кожи - эпидермис - в свою очередь состоит из пяти слоев, из которых самый верхний является, как правило, более толстым, чем все остальные слои вместе взятые, и называется ***роговым.***

Роговой слой включает в себя несколько десятков рядов мертвых ороговевших клеток, имеющих вид чешуек, плотно прилегающих одна к другой. Каждая такая че-

шуйка представляет собой плотную роговую оболочку, как бы сплюснутую маленькую подушечку, содержащую небольшое количество воздуха.

Таблица 13.1. **Удельное объемное сопротивление тканей тела человека**

Наименование тканей тела человека	Удельное объемное сопротивление [Ом•м]
Кожа сухая	$3•10^3$ - $2•10^4$
Кости (без надкостницы)	10^3 - $2•10^6$
Жировая ткань	30 - 60
Мышечная ткань	1,5 - 3
Кровь	1 - 2
Спинномозговая жидкость	0,5 – 0,6

Роговой слой лишен кровеносных сосудов и нервов и поэтому является слоем неживой ткани. Толщина его на разных участках тела различна и колеблется в пределах 0,05 - 0,2 мм. Наибольшей толщины он достигает в местах, подвергающихся постоянным механическим воздействиям, в первую очередь, на подошвах ног и ладонях рук, где, утолщаясь, он может образовывать мозоли.

Роговой слой обладает относительно высокой механической прочностью, плохо проводит теплоту и электричество и является как бы защитной оболочкой, покрывающей все тело человека. В сухом и незагрязненном состоянии этот слой можно рассматривать как диэлектрик: его удельное сопротивление достигает $10^5 – 10^6$ Ом-м, т.е. в сотни и тысячи раз превышает сопротивление других слоев кожи и внутренних тканей организма.

Другие слои эпидермиса, лежащие под роговым слоем и образованные в основном из живых клеток, можно условно объединить в один так называемый ***ростковый слой.*** В основании этого слоя непрерывно происходят деление и развитие новых живых клеток, а вверху - ороговение и отмирание клеток, которые при этом изменяют свою форму, уплотняются, пропитываются особым белковым веществом и становятся клетками рогового слоя, восполняя постоянно слущивающиеся с поверхности кожи мертвые клетки.

Электрическое сопротивление росткового слоя благодаря наличию в нем отмирающих и находящихся в стадии ороговения клеток может в несколько раз превышать сопротивление внутреннего слоя кожи (дермы) и подкожных (внутренних) тканей организма, хотя по сравнению с сопротивлением рогового слоя оно невелико.

Внутренний слой кожи — дерма - состоит из прочных волокон соединительной и эластической ткани, переплетающихся между собой и образующих густую прочную сетку, которая и служит основой всей кожи.

Между этими волокнами находятся кровеносные и лимфатические сосуды, нервные окончания и корни волос. Здесь же расположены потовые и сальные железы, выводные протоки которых выходят на поверхность кожи, пронизывая эпидермис.

Дерма является живой тканью, электрическое сопротивление ее незначительно: оно во много раз меньше сопротивления эпидермиса. Проблема определения сопротивления человеческого тела весьма сложна вследствие своеобразного поведения отдельных тканей организма и его биологической реактивности.

Говоря об электрическом сопротивлении человеческого организма, обычно различают ***внешнее сопротивление*** (сопротивление кожи) и ***внутреннее сопротивление*** (сопротивление внутренних тканей: мышц, нервов и т.д.). Исследованиями установлено, что сопротивление внутренних органов не зависит от величины приложенного напряжения и зависит только от изменения температуры тела и в среднем может быть принято 500 - 1000 Ом.

Наибольшее сопротивление току оказывает верхний лишенный кровеносных сосудов и нервов роговой слой (эпидермис) кожи. Этот слой при некоторых условиях представляет собой как бы наслоенный изолятор. Сопротивление кожи с увеличением толщины этого слоя возрастает.

Сопротивление кожи даже для одного и того же участка тела человека изменяется в очень широких пределах и зависит от состояния кожи, величины поверхности и плотности прилегания контакта, величины и продолжительности проходящего тока, величины приложенного напряжения. Сопротивление кожи отдельных участков тела связано с количеством имеющихся в них потовых желез, характером кровеносных сосудов и некоторыми другими факторами, пока еще не выявленными.

Влага, пот, проводящие химические вещества, токопроводящая пыль (металлическая, угольная и др.) значительно снижают сопротивление кожи.

Повышенная чувствительность некоторых лиц к электрическому току во многих случаях может быть объяснена усиленной деятельностью потовых желез. Вследствие увлажнения кожи человека сопротивление ее уменьшается, а эффект физиологического воздействия тока увеличивается.

Сопротивление кожи тем меньше, чем большая поверхность соприкасается с токоведущими частями (ТВЧ). Сопротивление кожи изменяется обратно пропорционально площади контакта. Это особенно важно иметь в виду при электросварочных работах, когда работающий значительной поверхностью своего тела соприкасается с металлическими частями и в случае попадания под напряжение опасность поражения током увеличивается.

При увеличении тока, проходящего через кожу, сопротивление ее уменьшается, что объясняется ее нагревом, увеличивающим все большее и большее потовыделение.

По данным наблюдений, сопротивление тела человека, составляющее при токе 0,1 мА около 500 кОм, снижается при токе 10 мА до 8 кОм. Снижение сопротивления кожи от длительности протекания тока объясняется нагревом и электролитическим изменением кожи.

Весьма существенное влияние на сопротивление кожи оказывает величина приложенного напряжения. Это объясняется тем, что в верхнем роговом слое, кроме указанных выше электролитических изменений, может наступить явление пробоя. Начало этого явления, в особенности при тонкой коже, наступает при 10 - 30 В. Однако, влияние его на сопротивление резко увеличивается лишь при напряжении 250 В и выше, когда, в конечном счете, сопротивление тела приближается к его сопротивлению при снятой коже.

Сопротивление кожи может быть приблизительно выражено следующим образом:

$$R_к = \rho_к S/\Delta,$$

где $\rho_к$ - сопротивление кожи на единицу поверхности контакта,

Ом•мм/см^2;

Δ -толщина кожи, мм;

S - поверхность контакта, см.

Величины $\rho_к$ и Δ могут отличаться не только у различных лиц, но даже у одного лица они могут изменяться в широких пределах в зависимости от приложенного напряжения и времени воздействия электрического тока.

Обычно при переменном токе промышленной частоты учитывают лишь активное сопротивление тела человека, равное 1000 Ом, и принимают его за расчетную величину.

Род и чистота тока. Непосредственным физическим фактором поражения при электротравмах является электрический ток через тело человека. Сопротивление тела человека и приложенное к нему напряжение сказываются лишь в той мере, в какой они изменяют величину тока.

Токи различного рода неодинаково опасны (при прочих равных условиях) для организма. Наиболее опасным следует считать ***переменный ток*** промышленной частоты 50 - 60 Гц. Он сильно воздействует на центральную нервную систему и производит сильные сокращения мышц, которые во многих случаях удерживают человека в кон-

такте с частями, находящимися под напряжением, лишая возможности самостоятельно освободится от ТВЧ.

По этому вопросу существует несколько теорий, но ни одна из них не отвечает высоким требованиям современной физиологической науки. Однако, грубо, в приближенной форме, это явление можно объяснить следующим образом.

При прикосновении к ТВЧ, находящимся под напряжением, в живой клетке происходит расщепление внутриклеточного вещества на ионы, которые устремляются к внешним оболочкам клеток.

При частоте 50 Гц скорость ионов оказывается достаточной, чтобы за период изменения тока, пройти длину клетки. Это соответствует наибольшему возмущению в клетке и нарушению биохимических процессов в ней.

Дальнейшее повышение частоты, несмотря на рост тока, проходящего через человека, сопровождается снижением опасности поражения, которая полностью исчезает при частоте 450 - 500 кГц.

Токи частотой 450 - 500 кГц и более не могут вызвать смертельного поражения вследствие прекращения работы сердца или легких, а также других жизненно важных органов.

Правда, эти токи сохраняют опасность ожогов, как при возникновении электрической дуги, так и при прохождении их непосредственно через тело человека.

Постоянный ток примерно в 4 - 5 раз безопаснее переменного частотой 50 Гц. Проходя через тело человека, он вызывает более слабые сокращения мышц и менее неприятные ощущения по сравнению с переменным током того же значения. Лишь в момент замыкания и размыкания цепи тока человек испытывает кратковременное болезненное ощущение вследствие внезапного судорожного сокращения мышц, подобное тому, которое возникает при переменном токе примерно того же значения.

Сказанное о сравнительной опасности постоянного и переменного токов справедливо лишь для напряжений до 500 В. Считается, что при более высоких напряжениях постоянный ток становится опаснее переменного частотой 50 Гц.

Степень отрицательного воздействия тока на организм человека увеличивается также и с ростом тока. В табл. 13.3 представлена характеристика физиологического действия тока в зависимости от его величины.

Условно различают три степени воздействия электрического тока на организм человека и три его пороговых значения: ощутимый, неотпускающий и фибрилляционный.

Таблица 13.2. **Характеристика физиологического воздействия тока В зависимости от его величины**

Ток, мА	Характер воздействия	
	Переменный ток частотой 50 – 60 Гц	Постоянный ток
0,6 – 1,5	Начало ощущения, легкое дрожание рук	Не ощущается
2 - 3	Сильное дрожание пальцев рук	Не ощущается
5 - 7	Судороги в руках	Зуд, ощущение нагрева
	Руки с трудом, но можно ото	

8- 10	рвать от электродов. Сильные боли в пальцах, кистях рук	Усиление ощущения нагрева
20- 25	Руки парализуются мгновенно, оторваться от электродов невозможно. Сильные боли, затрудняется дыхание	Еще большее усиление ощущения нагрева. Незначительное сокращение мышц рук
50- 80	Паралич дыхания. Начало трепетания желудочков сердца	Сильное ощущения нагрева. Сокращения мышц рук, судорога. Затруднение дыхание
90- 100	Паралич дыхания. При длительности 3 с и более - паралич сердца трепетание желудочков	Паралич дыхания
3000 и более	Паралич дыхания и сердца при воздействии дольше 0,1 с. Разрушение тканей тела теплом тока	Паралич дыхания и сердца, трепетание желудочков

Ощутимый ток - это такой ток, который вызывает при прохождении через человека ощутимые раздражения. Человек начинает ощущать воздействие проходящего через него переменного тока частотой 50 Гц значением 0,5 -1,5 мА и постоянного тока значением 5 - 7мА.

Это воздействие ограничивается при переменном токе слабым зудом и легким покалыванием, а при постоянном токе - ощущением нагрева кожи на участке, касающемся токоведущей части. Указанные значения тока являются граничными (пороговыми), с которых начинается область ощутимого воздействия.

Неотпускающий ток — это такой ток, который вызывает при прохождении через человека непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник.

Пороговым неотпускающим током называют наименьшее значение неотпускающего тока. Для переменного тока частотой 50 Гц оно составляет 10-15 мА. При этих значениях тока человек чувствует непереносимую боль, а судороги мышц руки оказываются настолько значительными, что он не в состоянии их преодолеть, т.е. не может разжать руку, в которой зажата ТВЧ.

Для постоянного тока пороговое значение неотпускающего тока составляет 50 - 80 мА.

Фибрилляционный ток - это такой ток, который при прохождении через тело человека вызывает фибрилляцию сердца.

Фибрилляция(fibrillatio) - быстрое хаотическое сокращение многих отдельных мышечных волокон сердца, в результате которого сердце теряет способность к эффективным и синхронным сокращениям.

Пораженный участок сердца после этого перестает нагнетать кровь. Фибрилляция может возникнуть независимо в предсердиях или желудочках сердца. Фибрилляция предсердий ***(atrial fibrillation)*** является типичной разновидностью аритмии; проявляется учащенным и неритмичным пульсом и сердцебиением. При фибрилляции желудочков ***(yentricular fibrillation)*** сердце перестает сокращаться. Чаще всего причиной такой фибрилляции является инфаркт миокарда.

Пороговым фибрилляционньш током называют наименьшее значение фибрилляционного тока. Для переменного тока частотой 50 Гц фибрилляционным является ток от 100 мА до 5 А, пороговым -100 мА. Для постоянного тока пороговым фибрилляционным током считается ток 300 мА, верхним пределом - 5 А. Следует подчеркнуть, что эти данные справедливы при условии длительного прохождения тока через человека (не менее 2 - 3 с) по пути рука - рука или рука -ноги.

Ток больше 5 А как при постоянном напряжении, так и частотой 50 Гц фибрилляцию сердца, как правило, не вызывает. При протекании такого тока происходит немедленная остановка сердца, минуя состояние фибрилляции. Если воздействие тока было кратковременным (до 1 - 2 с) и не вызвало паралич сердца, то сердце, как правило, самостоятельно возобновляет нормальную деятельность.

При большом токе, даже в случае кратковременного воздействия, наряду с остановкой сердца происходит и паралич дыхания.

Влияние продолжительности прохождения тока на исход поражения. Анализ несчастных случаев с людьми от воздействия электрического тока и данные опытов над животными показывают, что длительность прохождения тока через организм существенно влияет на исход поражения: чем продолжительнее действие тока, тем больше вероятность тяжелого или смертельного исхода. Такая зависимость объясняется тем, что с увеличением времени воздействия тока на живую ткань повышается его значение, растут (накапливаются) последствия воздействия тока на организм и, наконец, повышается вероятность совпадения момента прохождения тока через сердце с уязвимой фазой Т сердечного цикла (кардиоцикла).

Рост тока с увеличением времени его действия объясняется уменьшением сопротивления тела человека.

Последствия воздействия тока на организм выражаются в нарушении функций центральной нервной системы, изменении состава крови, местном разрушении тканей организма под влиянием выделяющейся теплоты, нарушении работы сердца и легких и т.п.

Очевидно, что с увеличением времени воздействия тока эти отрицательные факторы накапливаются, а губительное влияние их на состояние организма усиливается.

Опасность совпадения момента прохождения тока через сердце с фазой Т кардиоцикла заключается в следующем.

Каждый цикл сердечной деятельности состоит из двух периодов: одного, называемого ***диастолой,*** когда желудочки сердца, находясь в расслабленном состоянии, заполняются кровью, и другого, именуемого ***систолой,*** когда сердце, сокращаясь, выталкивает кровь в артериальные сосуды (рис. 13.2а).

На кардиограмме выделяются отдельные участки, соответствующие различным фазам работы сердца. Так, зубец Р возникает при сокращении предсердий (что обеспечивает заполнение расслабленных желудочков кровью), пик QRS - при сокращении желудочков сердца, благодаря чему кровь выталкивается в аорты, зубец Т - период, когда заканчивается сокращение желудочков, и они переходят в расслабленное состояние.

Установлено, что чувствительность сердца к электрическому току неодинакова в разные фазы его деятельности. Наиболее уязвимым сердце оказывается в фазе Т, продолжительность которой около 0,2 с. Поэтому, если во время фазы Т через сердце проходит ток, то при некотором его значении возникает фибрилляция сердца; если же время прохождения этого тока не совпадает с фазой Т, то вероятность возникновения фибрилляции резко уменьшается. Например, опыты над животными показали, что ток промышленной частоты разного значения (вплоть до 10 А) и длительностью 0,2 с, как правило, не вызывает фибрилляции сердца, если время прохождения его совпадает с периодом сокращения предсердий (пик Р) или желудочков (пик QRS**).** При совпадении же тока с фазой Т смертельное поражение наступает при значительно меньшем токе (0,6 - 0,7 А) той же длительности.

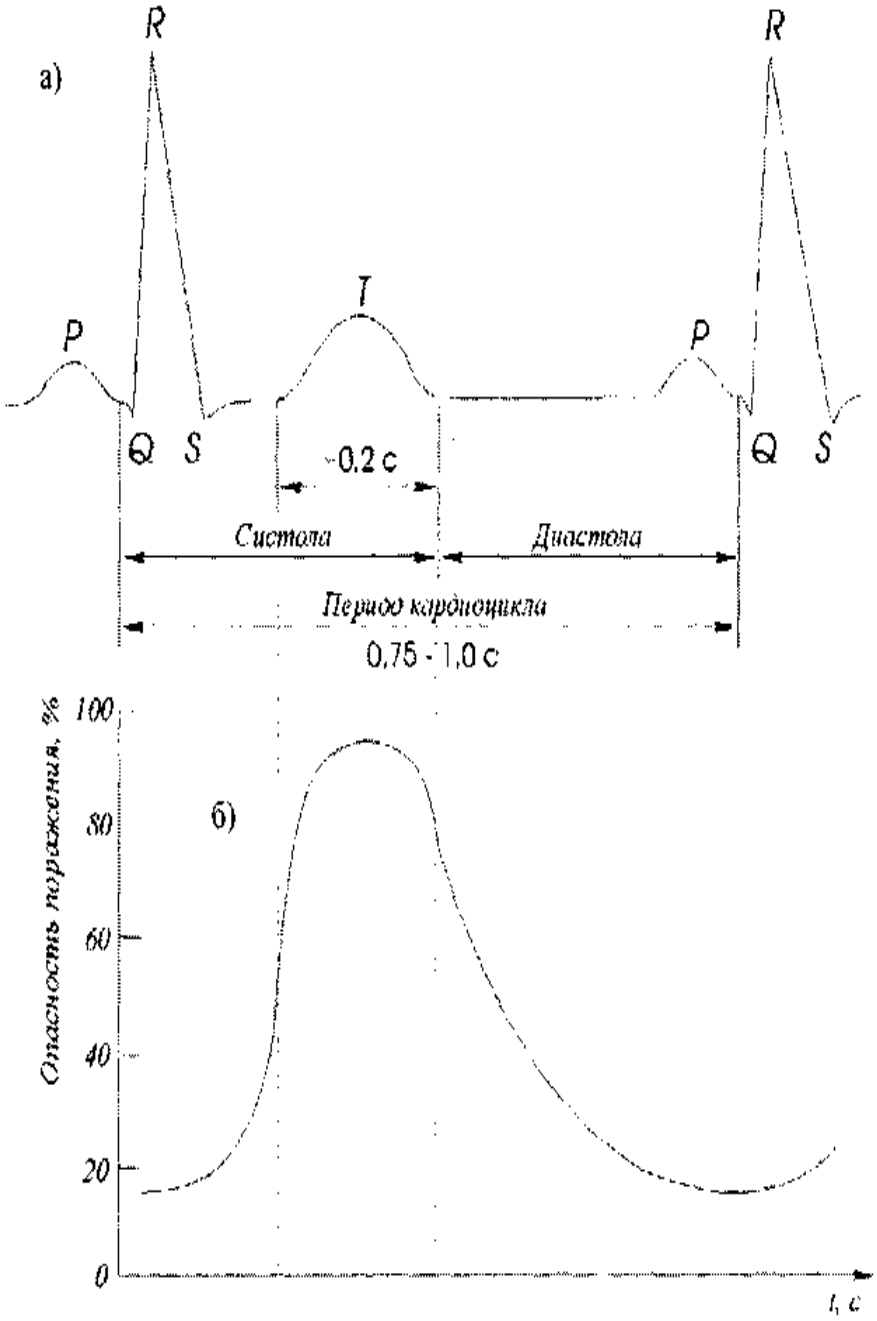


Рис. 13.2. **Опасность совпадения времени протекания тока через сердце с фазой Т кардиоцикла:**

а) электрокардиограмма здорового человека (в схематическом виде);

б) кривая, выражающая общий характер зависимости опасности поражения током (т.е. вероятности возникновения фибрилляции сердца) от момента протекания тока через сердце человека.

Следовательно, вероятность возникновения фибрилляции сердца, т.е. опасность смертельного поражения, зависит не только от значения тока, но и от того, с какой фазой сердечного цикла совпадает период прохождения тока через область сердца. Общий характер этой зависимости выражается кривой, приведенной на рис. 13.2.

При длительности прохождения тока, равной времени кардиоцикла (0,75 - 1 с) или превышающей его, ток «встречается» со всеми фазами работы сердца, в том числе с наиболее уязвимой фазой Т; это весьма опасно для организма.

Если же время воздействия тока меньше продолжительности кар-диоцикла на 0,2 с или более, то вероятность совпадения момента прохождения тока с фазой Т, а, следовательно, и опасность поражения резко уменьшаются.

Необходимо отметить еще одно немаловажное обстоятельство, влияющее на исход поражения. Дело в том, что если время прохождения тока совпадает с фазой Т, то и в этом случае вероятность возникновения фибрилляции сердца зависит от длительности воздействия тока.

Влияние пути тока на исход поражения. Практикой и опытами установлено, что путь прохождения тока в теле человека играет существенную роль в исходе поражения. Так, если на пути тока оказываются жизненно важные органы - сердце, легкие, головной мозг, то опасность поражения весьма велика, поскольку ток воздействует непосредственно на эти органы.

Если же ток проходит иными путями, то воздействие его на жизненно важные органы может быть лишь рефлекторным, а не непосредственным. При этом опасность тяжелого поражения хотя и сохраняется, но вероятность ее резко снижается.

Кроме того, поскольку путь тока определяется местом приложения токоведущих частей (электродов) к телу пострадавшего, его влияние на исход поражения обусловливается еще и различным сопротивлением кожи на разных участках тела.

Возможных путей тока в теле человека, которые именуются также ***петлями тока,*** очень много. Однако характерными, обычно встречающимися в практике являются не более 15 петель.

Наиболее часто цепь тока через человека возникает по пути правая рука - ноги.

Однако, если рассматривать лишь те случаи прохождения тока через человека, которые вызывают утрату трудоспособности, наиболее распространенным окажется путь рука -рука, который возникает примерно в 40 % случаев.

Путь правая рука - ноги занимает второе место — 20 %. Другие петли возникают еще реже.

Предполагается, что при наиболее распространенных путях в теле человека через сердце протекает 0,4-7 % общего тока.

Наиболее опасными являются петли голова - руки и голова - ноги, когда ток может проходить через головной и спинной мозг. К счастью, эти петли возникают относительно редко.

Следующий по опасности путь правая рука — ноги, который по частоте образования занимает второе место.

Кроме влияния рассмотренных физиологических факторов и условий окружающей природной среды на исход поражения влияют и другие факторы, хотя и в значительно меньшей степени.

Пол и возраст. У женщин, как правило, сопротивление тела меньше, чем у мужчин, а у детей - меньше, чем у взрослых, у молодых людей меньше, чем у пожилых. Объясняется это, очевидно, тем, что у одних людей кожа тоньше и нежнее, у других - толще и грубее.

Физические раздражения, возникающие неожиданно для человека; как-то болевые (уколы и удары), звуковые, световые и прочие воздействия - могут вызвать на несколько минут снижение сопротивления тела на 20 - 50 %.

13.3.2. Условия окружающей среды

Атмосферные условия. Уменьшение или увеличение парциального давления кислорода в воздухе по сравнению с нормой соответственно снижает или повышает сопротивление тела человека. Следовательно, в закрытых помещениях, где парциальное давление кислорода, как правило, меньше, опасность поражения током при прочих равных условиях выше, чем на открытом воздухе.

Повышенная температура окружающего воздуха (30 - 45 °С) или тепловое облучение человека вызывают некоторое понижение сопротивления тела, даже если человек в этих условиях находится кратковременно (несколько минут) и у него не наблюдается усиления потовыделения. Одной из причин этого может быть усиление снабжения сосудов кожи кровью в результате их расширения, что является ответной реакцией организма на тепловое воздействие.

Углекислый газ. Чувствительность к току изменяется также с изменением содержания в воздухе углекислого газа. С увеличением содержания этого газа в воздухе чувствительность к току возрастает, среднее значение ощутимого тока при этом уменьшается на 30 - 40 %.

Если парциальное содержание углекислого газа превышает значение, допустимое по санитарно-гигиеническим нормам (1 %), то чувствительность к току возрастает в два раза.

Электрическое поле. На человека постоянно действует электрическое поле напряженностью 12 - 150 В/м, а в предгрозовой и грозовой периоды - еще более сильное. Физиологическое воздействие электрических полей на живой организм объясняется контактом электроаэросистем с тканями организма. Активные вещества, образующиеся при этом в процессе биоэлектрохимических реакций в тканях, воздействуют на нервные рецепторные зоны и рефлекторным путем вызывают те или иные сдвиги систем организма, а это сказывается и на изменении его чувствительности к элек-

трическому току. Чем дольше человек находится в электрическом поле, тем ниже его чувствительность к действию электрического тока.

Магнитное поле. Само по себе магнитное поле не вызывает патологии. Нарушения здоровья обуславливаются токами, возникающими в теле организма в процессе изменения численных значений напряженности магнитного поля, и чем она выше, тем выше опасность поражения электрическим током.

Анализ факторов, влияющих на исход поражения электрическим током, и последствий этих влияний, позволил разработать методику оказания первой помощи пострадавшему при поражении электрическим током.

13.3.3. Факторы, влияющие на степень поражения человека электрическим током

На основании выше изложенного можно сделать следующие выводы, что характер и последствия воздействия на человека электрического тока зависят от следующих факторов:

- величины напряжения и тока;
- электрического сопротивления тела человека;
- продолжительности воздействия электрического тока;
- пути тока через тело человека;
- рода и частоты электрического тока;
- индивидуальных особенностей человека;
- условий внешней среды.

13.4. Первая помощь пострадавшим от электрического тока

13.4.1. Порядок оказания первой помощи при электротравмах

Современная медицина располагает многими совершенными средствами для эффективной помощи пострадавшим от электрического тока, в том числе для оживления людей, смертельно пораженных током. Однако, быстрое прибытие медицинских работников к месту происшествия не всегда возможно. Поэтому первую доврачебную помощь пораженному током должен уметь оказывать каждый работающий с ЭУ.

Первая помощь - это комплекс мероприятий, направленных на восстановление или сохранение жизни и здоровья пострадавшего, осуществляемых не медицинскими работниками (взаимопомощь) или самим пострадавшим (самопомощь). Одним из важнейших положений оказания первой помощи является ее срочность: чем быстрее она оказана, тем больше надежды на благоприятный исход. Такую помощь своевременно может и должен оказать тот, кто находится рядом с пострадавшим.

Правила охраны труда и Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей требуют, чтобы электротехнический и электротехнологический персонал, обслуживающий ЭУ, был обучен практическим приемам освобождения пострадавшего от воздействия электрического тока, способам проведения искусственного дыхания и наружного массажа сердца. Первая помощь при несчастных случаях от воздействия электрического тока состоит из двух этапов: освобождение пострадавшего от действия тока и оказание ему первой доврачебной помощи.

Оказывающий помощь должен знать:

- основные признаки нарушения жизненно важных функций организма человека;
- общие принципы оказания первой помощи и ее приемы применительно к характеру полученного пострадавшим повреждения;
- основные способы переноски и эвакуации пострадавших.

Оказывающий помощь должен уметь:

- оценивать состояние пострадавшего и определять, в какой помощи в первую очередь он нуждается;
- обеспечивать свободную проходимость верхних дыхательных путей;
- выполнять прекардиальный удар кулаком по средней трети тела грудины, непрямой массаж сердца и искусственное дыхание «изо рта в рот» («изо рта в нос») и оценивать их эффективность;
- временно останавливать кровотечение путем наложения жгута, давящей повязки, пальцевого прижатия сосуда;
- накладывать повязку при повреждении (ранении, ожоге, отморожении, ушибе);
- оказывать помощь при бессознательном состоянии (в состоянии комы);
- использовать подручные средства при переноске, погрузке и транспортировке пострадавших;
- определять целесообразность вывоза пострадавшего машиной скорой помощи или попутным транспортом;
- пользоваться аптечкой и сумкой для оказания первой помощи.

Поскольку исход поражения током зависит от длительности прохождения его через тело человека, очень важно быстрее освободить пострадавшего от действия электрического тока и сразу же приступить к оказанию первой доврачебной помощи.

Первая помощь пострадавшему от электрического тока оказывается немедленно после освобождения его от действия тока здесь же на месте поражения. Переносить пострадавшего в другое место можно в тех случаях, когда опасность продолжает угрожать пострадавшему или оказывающему помощь, или при крайне неблагоприятных условиях - темнота, дождь, теснота и т.п.

Проводить первую помощь необходимо в следующем порядке:

1 . Освободить пострадавшего от действия электрического тока, обеспечив собственную безопасность.

2. Определить состояние пострадавшего.

3. Освободить пострадавшего от стесняющей дыхание одежды, расстегнуть поясной ремень.

4. Осмотреть полость рта пострадавшего и очистить её от слизи, сгустков крови и рвотных масс.

5. Без промедления тут же на месте приступить к оказанию первой доврачебной помощи.

Лица, не занятые оказанием первой доврачебной помощи, обязаны:

1 . Вызвать врача.

2. Доложить руководителю.

3. Обеспечить доставку аптечки (сумки) первой медицинской помощи и средств по оказанию первой помощи.

4. Удалить из помещения (за пределы зоны оказания помощи) лишних людей.

5. Обеспечить освещение и приток свежего воздуха.

Меры первой доврачебной помощи пострадавшему от электрического тока зависят от его состояния после освобождения от электрического тока.

13.4.2. Освобождение пострадавшего от действия электрического тока

Выключение человека из цепи тока или, как принято говорить, освобождение пострадавшего от действия тока можно осуществить несколькими способами. Однако, наиболее простой способ, который надо использовать в первую очередь, - это быстрое отключение той части электроустановки, которой касается человек.

Отключение электроустановки производится с помощью ближайшего рубильника, выключателя или иного отключающего аппарата, а также путем снятия или вывертывания предохранителей (пробок), разъема штепсельного соединения. Если почему-либо быстро отключить электроустановку вручную не представляется возможным из-за удаленности или недоступности выключателя, можно прервать цепь тока через пострадавшего, перерубив провода.

Перерубить провода можно лишь в установке до 1 кВ, воспользовавшись топором с сухой деревянной рукояткой или кусачками, пассатижами и другим инструментом с изолирующими рукоятками.

Перерубать (перерезать) следует каждый провод в отдельности, чтобы не вызвать короткое замыкание между проводами, в результате которого может возникнуть электрическая дуга, способная причинить оказывающему помощь серьезные ожоги тела и повреждение глаз.

При освобождении пострадавшего от действия тока путем отключения электроустановки или перерубывания проводов может оказаться, что и после отключения выключателя или перерубывания проводов токоведущая часть, которой касается по-

страдавший, продолжает оставаться под напряжением. Это может быть в двух случаях: если установка, при эксплуатации которой произошел несчастный случай питается с двух или более сторон, что нередко имеет место с установками как до 1 кВ, так и выше 1 кВ, и если выключатель отключает не все провода, идущие к установке, что обычно имеет мест в двухпроводных осветительных сетях, когда выключатель установлю в одном из проводов, причем иногда в нулевом.

Согласно требованиям Правил устройства электроустановок (ПУЭ), в двухпроводных однофазных сетях однополюсный выключатель должен быть установлен в фазном проводе.

Однако из-за ошибок при монтаже и ремонте, а также при изменении схемы питания проводки выключатель может оказаться включенным в нулевой рабочий провод.

Кроме того, наличие напряжения на отключенной токоведущей части может явиться следствием электростатических или электромагнитных наводок от влияния близко расположенных и находящихся в работе других электроустановок, в первую очередь, воздушных линий электропередачи напряжением выше 1 кВ, а также в результате случайного соединения токоведущих частей, находящихся под напряжением, с отключенными токоведущими частями (например, прикосновение оборванного или провисшего провода к проводам исправной линии).

Из сказанного следует, что оказывающий помощь не должен без применения надлежащих электрозащитных средств касаться токоведущих частей, даже если ему заведомо известно, что эти части отключены.

Безусловно, ему нельзя прикасаться и к пострадавшему, если тот продолжает находиться в контакте с токоведущей частью. В таком случае отделение пострадавшего от токоведущих частей должно производиться с использованием соответствующих приемов и защитных средств, даже если известно, что токоведущие части отключены.

При освобождении пострадавшего от действия тока следует иметь в виду, что если пострадавший находится на высоте, то отключение напряжения может вызвать падение пострадавшего. В таком случае принимают меры, предупреждающие или обеспечивающие безопасность его падения. При отключении установки может одновременно погаснуть электрический свет, поэтому при отсутствии дневного освещения необходимо иметь наготове другой источник света, а при наличии аварийного освещения - включить его.

В тех случаях, когда по какой-либо причине невозможно прервать цепь тока через пострадавшего указанными способами, т.е. путем отключения установки вручную или автоматически, необходимо это сделать путем перерубывания (перерезания) проводов. Перерубывание проводов можно осуществлять топором с сухой деревянной рукояткой или перекусить их инструментом с изолированными рукоятками (кусачками, пассатижами и т.п.

Перерубывать или перекусывать провода необходимо пофазно, т.е. каждый провод в отдельности.

При этом необходимо отделить пострадавшего от токоведущих частей, а оказывающий помощь должен принять соответствующие меры предосторожности, чтобы самому не оказаться в контакте с токоведущей частью или телом пострадавшего, а также под шаговым напряжением. Эти меры принимают и в том случае, когда установка выключена, но пострадавший продолжает находиться в контакте с отключенными (но незаземленными) токоведущими частями.

В установках до 1 кВ пострадавшего можно оттянуть от токоведущих частей, взявшись за его одежду, если она сухая и отстает от его тела.

При этом нельзя касаться тела пострадавшего, его обуви, которая может оказаться токопроводящей вследствие загрязнения и наличия в ней гвоздей, сырой одежды, а также окружающих заземленных металлических предметов. При необходимости прикоснуться к телу пострадавшего надо надеть на руки диэлектрические перчатки или обмотать их сухой тканью, опустить на руки рукава пиджака или пальто.

Для изоляции рук оказывающий помощь, особенно если ему необходимо коснуться тела пострадавшего, не прикрытого одеждой, должен надеть диэлектрические перчатки или обмотать руку шарфом, надеть на нее суконную фуражку, натянуть на руку рукав пиджака или пальто, накинуть на пострадавшего резиновый коврик, прорезиненную материю (плащ) или просто сухую материю.

Можно также изолировать себя, встав на резиновый коврик, сухую доску или какую-либо не проводящую электрический ток подстилку, сверток одежды и т.п.

При отделении пострадавшего от токоведущих частей рекомендуется действовать одной рукой, держа вторую в кармане или за спиной. Можно также изолировать себя от земли или токопроводящего пола, надев резиновые галоши либо встав на сухую доску или другую, не проводящую электрический ток, подстилку.

Пользуясь сухой деревянной палкой, доской и другими, не проводящими электрический ток, предметами, можно отбросить провод, которого касается пострадавший.

Если пострадавший судорожно сжимает провод рукой, можно разжать его руку, отгибая каждый палец в отдельности.

Для этой цели оказывающий помощь перчатки и стоять на должен иметь на руках диэлектрические изолирующем основании - на диэлектрическом ковре, сухой доске или быть в галошах.

Для отделения пострадавшего от токоведущих частей электроустановок необходимо надеть диэлектрические перчатки и боты и действовать штангой или изолирующими клещами, рассчитанными на напряжение данной электроустановки.

Применение диэлектрических бот в данном случае необходимо для защиты от возможного шагового напряжения.

Меры первой доврачебной помощи пострадавшему от электрического тока весьма существенно зависят от его состояния.

13.4.3. Определение состояния пострадавшего

Для определения состояния пострадавшего необходимо уложить его на спину и проверить наличие сердечных сокращений и дыхания.

Наличие сердечных сокращений свидетельствует о работе сердца, т.е. о наличии в организме кровообращения. Его определяют путем выслушивания сердечных тонов, приложив ухо к левой половине груди пострадавшего, или проверкой пульса.

Пульс - толчкообразные ритмичные колебания стенок кровеносных сосудов, обусловленные движением по ним крови при работе сердца. ***Наличие пульса*** проверяют, как правило, на крупных артериях, где он более выражен, - на лучевой, бедренной или сонной.

При определении состояния человека, пораженного электрическим током, проверку пульса следует произвести на лучевой артерии на руке примерно у основания большого пальца. Если на лучевой артерии пульс не обнаруживается, его надо проверить на сонной артерии на шее с правой и левой сторон выступа щитовидного хряща - адамова яблока.

При слабых сердечных сокращениях пульсовая волна не достает периферии тела, в том числе и далеко расположенных от сердца лучевых и бедренных артерий, поэтому пульс там может не прощупываться. Сонная же артерия находится в непосредственной близости от сердца и обычно пульсирует даже при весьма слабых его сокращениях. Отсутствие пульса на сонной артерии свидетельствует, как правило, о прекращении движения крови в организме, т.е. о прекращении работы сердца. Об отсутствии кровообращения в организме можно судить по состоянию глазного зрачка, который в этом случае расширен.

Наличие дыхания *у* пострадавшего определяется по подъему и опусканию грудной клетки во время самостоятельного вдоха и выдоха. Никакой тщательной проверки для обнаружения слабого или поверхностного дыхания проводить не требуется, поскольку эти уточнения мало полезны при оказании помощи пострадавшему и в то же время приводят к затратам времени, что совершенно недопустимо в таких условиях.

Нормальное дыхание характеризуется четкими и ритмичными подъемами и опусканиями грудной клетки. В таком состоянии пострадавший не нуждается в искусственном дыхании.

Нарушенное дыхание характеризуется нечеткими или неритмичными подъемами грудной клетки при вдохах, редкими, как бы хватающими воздух вдохами или отсутствием видимых дыхательных движений грудной клетки. Все эти случаи расстройства дыхания приводят к тому, что кровь в легких недостаточно насыщается кислородом, в

результате чего наступает кислородное голодание тканей и органов пострадавшего. Поэтому в этих случаях пострадавший нуждается в искусственном дыхании.

Проверка состояния пострадавшего, включая придание его телу соответствующего положения, проверку пульса, состояния зрачка и дыхания, должна производиться быстро - в течение 15 - 20 с.

Если пострадавший в сознании, но до этого был в обмороке или продолжительное время находился под током, необходимо его удобно уложить на сухую подстилку, накрыть сверху чем-либо из одежды, удалить из помещения лишних людей и до прибытия врача, который должен быть вызван немедленно, обеспечить ему полный покой, непрерывно наблюдая за его дыханием и пульсом. Ни в коем случае нельзя позволять пострадавшему двигаться, а тем более продолжать работу, даже если он чувствует себя хорошо и не имеет видимых повреждений. Отрицательное воз-

действие электрического тока на человека может сказаться не сразу, а спустя некоторое время - через несколько минут, часов и даже дней.

Так, у человека, подвергшегося воздействию тока, может через несколько минут наступить резкое ухудшение и даже прекращение работы сердца или могут проявиться иные опасные симптомы поражения. Зарегистрированы случаи, когда резкое ухудшение состояния здоровья, приводившее иногда к смерти пострадавшего, наступало через несколько дней после освобождения его от тока, в течение которых он субъективно чувствовал себя хорошо и не имел внешних повреждений. Поэтому только врач может правильно оценить состояние здоровья пострадавшего и решить вопрос о помощи, которую нужно оказать ему на месте, а также о дальнейшем его лечении. В случае невозможности быстро вызвать врача пострадавшего срочно доставляют в лечебное учреждение на носилках или транспортом.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, но с сохранившимися устойчивыми дыханием и пульсом, его следует удобно уложить на подстилку, расстегнуть одежду и пояс, чтобы они не затрудняли его дыхания, обеспечить приток свежего воздуха и принять меры к приведению его в сознание - поднести к носу вату, смоченную нашатырным спиртом, обрызгать лицо холодной водой, растереть и согреть тело. Пострадавшему следует обеспечить полный покой, приложить холод к голове, удалив посторонних людей из помещения и непрерывно наблюдая за его состоянием. Он должен ожидать прибытия врача только в положении «лежа на животе» с периодическим удалением слизи и содержимого желудка.

Если пострадавший плохо дышит - редко, судорожно, как бы с всхлипыванием или если дыхание пострадавшего постепенно ухудшается, но у него прощупывается пульс, необходимо ему делать искусственное дыхание.

При отсутствии признаков жизни, т.е. когда у пострадавшего отсутствуют дыхание и пульс, а болевые раздражения не вызывают никаких реакций, зрачки глаз расширены и не реагируют на свет, надо считать пострадавшего находящимся в состоянии

клинической смерти и немедленно приступать к его оживлению, т.е. к проведению непрямого массажа сердца и искусственного дыхания.

Перед проведением непрямого массажа сердца, в случае отсутствия пульса, и искусственного дыхания необходимо прикрыть двумя пальцами мечевидный отросток и нанести прекардиальный удар кулаком резко и сильно, с высоты 20 - 30 см в область средней трети тела грудины для гидродинамического воздействия на сердце и снятия мышечного спазма с грудной клетки с обязательным контролем эффективности по пульсу на сонной артерии.

При этом категорически запрещается:

- наносить удар по мечевидному отростку или в область ключиц;
- наносить удар при наличии пульса на сонной артерии;
- наносить удар на грудине и проводить непрямой массаж сердца, не освободив грудную клетку и не расстегнув поясной ремень.

Никогда не следует отказываться от оказания помощи пострадавшему и считать его мертвым из-за отсутствия дыхания, пульса и других признаков жизни. Пораженного электрическим током можно признать мертвым только при явно видимых смертельных повреждениях, например, в случае раздробления черепа при падении или при обгорании всего тела. В других случаях констатировать смерть имеет право только врач.

Опыт показывает, что своевременное и правильное оказание первой помощи человеку, находящемуся в состоянии клинической смерти, как правило, приводит к положительному результату - оживлению мнимоумершего. Здесь еще раз уместно подчеркнуть, что попытки оживления эффективны лишь в том случае, если с момента остановки сердца прошло не более 4-5 мин. Известны случаи, когда лица, пораженные электрическим током и находившиеся в состоянии клинической смерти, после принятия соответствующих мер выздоравливали и возвращались к обычной работе.

Часто оживление людей, пораженных электрическим током, достигается в результате своевременной и квалифицированной первой доврачебной помощи товарищем по работе или другим свидетелем поражения током. В более тяжелых случаях эта помощь обеспечивает сохранение жизнеспособности организма мнимоумершего до прибытия врача, который может применить более эффективные меры оживления. В этих случаях первая доврачебная помощь должна оказываться непрерывно, даже тогда, когда время исчисляется часами. Зарегистрировано много случаев оживления людей, пораженных током, после 3-4 часов, а в отдельных случаях после 10 - 12 часов, в течение которых непрерывно выполнялись искусственное дыхание и массаж сердца.

Решение о бесполезности дальнейших действий по оживлению человека, находящегося в состоянии клинической смерти, и заключение о его истинной (биологической) смерти имеет право вынести только врач.

Достоверными признаками необратимой смерти являются мутная, высохшая роговица глаз; широкие, не реагирующие на свет зрачки; охлаждение тела до температуры окружающей среды; возникновение трупных пятен и трупного окоченения и др. ***Трупные пятна*** посинение отдельных участков поверхности тела - возникают после смерти от застоя крови, стекающей под действием силы тяжести в нижележащие участки тела. У мертвого, лежащего на спине, трупные пятна образуются на лопатках, пояснице и др., а у лежащего на животе на лице, груди, конечностях. ***Трупное окоченение*** – напряженность мышц трупа, в результате чего невозможно повернуть его голову, согнуть или разогнуть конечности в суставах, наступает через 2-4 часов после смерти.

13.4.4. Порядок выполнения искусственного дыхания

Искусственное дыхание, как и нормальное естественное дыхание, имеет целью обеспечить газообмен в организме, т.е. насыщение крови пострадавшего кислородом и удаление из крови углекислого газа. Кроме того, искусственное дыхание, воздействуя рефлекторно на дыхательный центр головного мозга, способствует тем самым восстановлению самостоятельного дыхания пострадавшего. Кровь, насыщенная кислородом, посылается сердцем ко всем органам, тканям и клеткам, в которых благодаря этому продолжаются нормальные окислительные процессы. Среди большого числа существующих ручных (без применения специальных аппаратов) способов выполнения искусственного дыхания наиболее эффективным является способ «изо рта в рот» или «изо рта в нос».

Он заключается в том, что оказывающий помощь вдувает воздух из своих легких в легкие пострадавшего через его рот или нос.

Перед началом искусственного дыхания необходимо быстро выполнить следующие операции:

- освободить пострадавшего от стесняющей дыхание одежды;
- уложить пострадавшего на спину на горизонтальную поверхность;
- максимально запрокинуть голову пострадавшего назад, положив под затылок ладонь одной руки, а второй рукой надавливать на лоб пострадавшего до тех пор, пока подбородок его не окажется на одной линии с шеей.

При таком положении головы язык отходит от входа в гортань, обеспечивая тем самым свободный проход для воздуха в легкие. Вместе с тем при таком положении головы обычно рот раскрывается;

пальцами обследовать полость рта и, если в нем обнаружится инородное содержимое, удалить его, вынув одновременно зубные протезы, если они имеются. Для удаления слизи и крови голову и плечи пострадавшего поворачивают в сторону (можно

подвести свое колено под плечи пострадавшего), а затем с помощью носового платка или края рубашки, намотанного на указательный палец, очищают полость рта и глотки. После этого голове придают первоначальное положение и максимально запрокидывают ее назад. По окончании подготовительных операций оказывающий помощь делает глубокий вдох и затем с силой выдыхает воздух в рот пострадавшего.

При этом он должен охватить своим ртом весь рот пострадавшего, а своей щекой или пальцами зажать ему нос.

Затем оказывающий помощь откидывается назад, освобождая рот и нос пострадавшего, и делает новый вдох. В этот период грудная клетка пострадавшего опускается и происходит пассивный выдох. Маленьким детям вдувание воздуха может производиться одновременно в рот и нос, при этом оказывающий помощь охватывает своим ртом рот и нос пострадавшего.

Контроль за поступлением воздуха в легкие пострадавшего осуществляется на глаз по расширению грудной клетки при каждом вдувании. Если при вдувании воздуха грудная клетка пострадавшего не расправляется, это свидетельствует о непроходимости дыхательных путей. В этом случае необходимо выдвинуть нижнюю челюсть пострадавшего вперед. Для этого оказывающий помощь располагает четыре пальца каждой руки за углами нижней челюсти и, упираясь большими пальцами в ее край, выдвигает верхнюю челюсть вперед так, чтобы нижние зубы оказались впереди верхних.

Наилучшая проходимость дыхательных путей пострадавшего обеспечивается при наличии трех условий: максимальном отгибаний головы назад, открытии рта и выдвижении вперед нижней челюсти.

Иногда оказывается невозможным открыть рот пострадавшего вследствие судорожного сжатия челюстей. В этом случае искусственное дыхание следует производить способом «изо рта в нос».

В 1 мин. следует делать 10 - 12 вдуваний взрослому человеку, т.е. через 5-6 с, и 15-18 вдуваний ребенку, т.е. через 3 - 4 с, причем ребенку вдувание необходимо делать менее резко. При появлении у пострадавшего первых слабых вдохов начало искусственного вдоха должно совпадать с началом самостоятельного вдоха. Искусственное дыхание необходимо проводить до восстановления собственного глубокого ритмичного дыхания.

В стационарных условиях для проведения искусственного дыхания применяют удобные в обращении специальные аппараты, действие которых несравненно эффективнее, чем использование ручных

способов искусственного дыхания. Однако эти аппараты, как правило, громоздки, имеют сравнительно сложное устройство и требуют квалифицированного обслуживания, поэтому не применяются в полевых условиях. Примером таких аппаратов является ручной портативный аппарат РП А-1, предназначенный для проведения искус-

ственного дыхания и аспирации (отсасывания) жидкости и слизи из дыхательных путей.

Основными частями его являются: небольшие меха, приводимые в действие рукой, и маска, плотно накладываемая на рот и нос пострадавшего. Во время сжатия мехов происходит активный вдох, т.е. введение под некоторым давлением в легкие пострадавшего атмосферного воздуха в объеме от 0,25 до 1,5 л или воздуха, обогащенного кислородом. В последнем случае к всасывающему клапану аппарата присоединяют кислородную подушку. Во время растяжения мехов происходит пассивный выдох, при этом воздух выходит через специальный клапан.

13.4.5. Порядок выполнения наружного массажа сердца

Массаж сердца (искусственные ритмичные сжатия сердца пострадавшего, имитирующие его самостоятельные сокращения) проводят для искусственного поддержания кровообращения в организме пострадавшего и восстановления нормальных естественных сокращений сердца. Так как при кровообращении ко всем органам и тканям доставляется кислород, то при массаже необходимо обогащать кровь кислородом, что достигается искусственным дыханием. Таким образом, одновременно с массажем сердца должно проводиться искусственное дыхание. Восстановление нормальных естественных сокращений сердца, т.е. восстановление самостоятельной работы сердца, происходит при его массаже в результате механического раздражения сердечной мышцы (миокарда).

При оказании помощи пораженному током проводят так называемый ***непрямой*** или ***наружный массаж сердца*** ритмичным надавливанием на грудь, т.е. на переднюю стенку грудной клетки пострадавшего. В результате этого сердце сжимается между грудиной и позвоночником и выталкивает из своих полостей кровь. После прекращения надавливания грудная клетка и сердце распрямляются, и сердце заполняется кровью, поступающей из вен. У человека, находящегося в состоянии клинической смерти, грудная клетка из-за потери мышечного напряжения легко смещается (сдавливается) при надавливании на нее, обеспечивая необходимое сжатие сердца.

Давление крови в артериях, возникающее в результате непрямого массажа сердца, достигает сравнительно большого значения - 10 -12 кПа (80 - 100 мм рт. ст.) и оказывается достаточным, чтобы кровь поступала ко всем органам и тканям тела пострадавшего. Этим самым сохраняется жизнедеятельность организма в течение всего времени, пока проводится массаж сердца и искусственное дыхание.

Подготовка к массажу сердца является одновременно подготовкой к проведению искусственного дыхания, поскольку массаж сердца должен проводиться совместно с искусственным дыханием. Для выполнения массажа пострадавшего укладывают

на спину на жесткую поверхность, обнажают его грудь, расстегивают стесняющие дыхание предметы одежды. При проведении массажа сердца оказывающий помощь встает с какой-либо стороны пострадавшего и занимает такое положение, при котором возможен более или менее значительный наклон над ним.

Определив прощупыванием место надавливания (оно находится примерно на два пальца выше мягкого конца грудины, оказывающий помощь кладет на него нижнюю часть ладони одной руки, а затем сверху этой руки под прямым углом кладет другую руку и надавливает на грудную клетку пострадавшего, слегка помогая при этом наклоном всего корпуса. При этом предплечья и плечевые кисти рук оказывающего помощь должны быть разогнуты до отказа, а пальцы обеих рук, сведенные вместе, не должны касаться грудной клетки пострадавшего.

При проведении массажа следует надавливать быстрым толчком так, чтобы сместить нижнюю часть грудины вниз на 3 - 4 см, а у полных людей - на 5 - 6 см. Усилие при надавливании концентрируется на нижней части грудины, которая является более подвижной. Следует избегать надавливания на верхнюю часть грудины, а также на окончания нижних ребер, так как это может привести к их перелому.

Нельзя надавливать ниже края грудной клетки, так как можно повредить расположенные здесь органы, в первую очередь печень.

Надавливание (толчок) на грудину следует повторять примерно раз в 1 с, чтобы создать достаточный кровоток. После быстрого толчка руки должны оставаться в достигнутом положении в течение примерно 0,5 с. После этого оказывающий помощь слегка выпрямляется и расслабляет руки, не отнимая их от грудины. У детей массаж проводят только одной рукой, надавливая 2 раза в 1 с. Для обогащения крови пострадавшего кислородом одновременно с массажем сердца необходимо проводить искусственное дыхание способом «изо рта в рот» или «изо рта в нос». Если оказывающих помощь двое, то один из них проводит искусственное дыхание, другой - массаж сердца.

Целесообразно поочередно проводить искусственное дыхание и массаж сердца, сменяя друг друга через каждые 5-10 мин. При этом порядок оказания помощи должен быть следующим: после двух глубоких вдуваний выполняют пять надавливаний на грудную клетку.

Если оказывающий помощь не имеет помощника и проводит искусственное дыхание и наружный массаж сердца один, следует чередовать проведение указанных операций в следующем порядке: после двух глубоких вдуваний в рот или нос пострадавшего оказывающий помощь 15 раз надавливает на грудную клетку с интервалом в 0,8 -1 с, затем снова проводит два глубоких вдувания и повторяет 15 надавливаний для массажа сердца и т.д.

Следует остерегаться производить надавливание на грудину во время вдоха.

Эффективность наружного массажа сердца проявляется в первую очередь в том, что при каждом надавливании на грудину на сонной артерии четко прощупывается

пульс. Для определения пульса указательный и средний пальцы накладывают на шею пострадавшего и, продвигая пальцы, осторожно ощупывают поверхность шеи до нахождения сонной артерии. Другими признаками эффективности массажа является сужение зрачков, появление у пострадавшего самостоятельного дыхания, уменьшение синюшности кожи и видимых слизистых оболочек.

Контроль за эффективностью массажа осуществляет лицо, проводящее искусственное дыхание. Для повышения эффективности массажа рекомендуется на время наружного массажа сердца приподнять (на 0,5 м) ноги пострадавшего. Такое положение ног пострадавшего способствует лучшему притоку крови в сердце из вен нижней части тела.

Искусственное дыхание и наружный массаж сердца следует проводить до появления самостоятельного дыхания и восстановления деятельности сердца или до передачи пострадавшего медицинскому персоналу. О восстановлении деятельности сердца пострадавшего судят по появлению у него собственного, не поддерживаемого массажем регулярного пульса. Для проверки пульса через каждые 2 мин. прерывают массаж на 2 - 3 с. Сохранение пульса во время перерыва свидетельствует о восстановлении самостоятельной работы сердца.

При отсутствии пульса во время перерыва массажа необходимо немедленно возобновить массаж. Длительное отсутствие пульса при появлении других признаков оживления организма (самостоятельного дыхания, сужения зрачков, попытки пострадавшего двигать руками и ногами) служит признаком ***фибрилляции сердца.*** В этом случае необходимо продолжать оказание помощи пострадавшему до прибытия врача или, в крайнем случае, до доставки пострадавшего в лечебное учреждение, где будет проведена дефибрилляция сердца.

В пути следует беспрерывно оказывать помощь пострадавшему, проводя искусственное дыхание и массаж сердца вплоть до момента передачи его медицинскому персоналу.

13.4.6. Электрическая дефибрилляция сердца

Сердце человека, находящееся в состоянии фибрилляции, не может само по себе вернуться к нормальной, естественной работе. Более того, из-за нарастания ***гипоксии,*** т.е. недостатка кислорода в крови, работоспособность сердца быстро утрачивается и через некоторое время (в лучшем случае через несколько минут) фибрилляция сменяется полной остановкой сердца. В этом случае восстановить нормальную работу сердца оказывается значительно труднее, чем до момента его полной остановки.

Чтобы исключить полную остановку сердца из-за гипоксии, необходимо непрерывно проводить его массаж и искусственное дыхание.

Дефибрилляция сердца, т.е. устранение его фибрилляции с восстановлением нормальной, естественной работы, может быть достигнута путем кратковременного воздействия большого тока на сердце пострадавшего. В этом случае под влиянием мощного электрического раздражения наступает одновременное возбуждение, а, следовательно, и сокращение всех волокон сердечной мышцы, которые до того сокращались в разное время.

В результате происходит однократное сокращение сердца, аналогичное тому, которое имеет место при нормальной его работе. После этого могут восстановиться его естественные ритмичные сокращения. Дефибрилляция проводится с помощью специального электрического аппарата - дефибриллятора, в создании которого ведущую роль сыграли м

едики и инженеры во главе с доктором медицинских наук Н. Л. Гуревичем.

Основной частью прибора является конденсатор постоянного тока емкостью 20 - 25 мкФ с рабочим напряжением 6 кВ. Зарядка конденсатора производится до напряжения 4,5 - 6 кВ от осветительной сети переменного тока 127 или 220 В. При этом повышение напряжения осуществляется с помощью однофазного трансформатора, а выпрямление тока - с помощью диода, которые также являются составными частями дефибриллятора. Разрядный ток этого конденсатора является как раз тем импульсом, который устраняет фибрилляцию сердца. Разряд конденсатора производится через грудную клетку пострадавшего так, чтобы сердце находилось на пути разрядного тока.

13.5. Анализ и оценка опасности поражения электрическим током в трехфазных электрических сетях напряжением до и выше 1000 В

Случаи поражения человека током возможны лишь при замыкании электрической цепи через тело человека или, иначе говоря, при прикосновении человека не менее чем к двум точкам цепи, между которыми существует некоторое напряжение.

Опасность такого прикосновения, оцениваемая значением тока, проходящего через тело человека, или же напряжением прикосновения, зависит от ряда факторов: схемы включения человека в цепь, напряжения сети, схемы самой сети, режима ее нейтрали, качества изоляции токоведущих частей от земли, а также от значения емкости токоведущих частей относительно земли и т. п.

Оценка опасности электропоражения заключается в расчете (или измерении) протекающего через человека тока I_h или напряжения прикосновения $U_{пр}$ и сравнении этих величин с предельно допустимыми их значениями в зависимости от продолжительности воздействия тока.

Оценка электропоражения проводится в нормальном режиме работы электроустановки и в аварийном, т. е. в режиме, при котором могут возникнуть опасные ситуации, приводящие к электротравмированию людей, взаимодействующих с установкой (например, при замыкании электропитания установки на ее корпус или другие электропроводящие части в результате нарушения изоляции).

Оценка опасности в таких случаях позволяет определить необходимость применения способов и средств защиты, а максимально возможные (или фактические) и предельно допустимые значения тока через тело человека или допустимые напряжения прикосновения служат исходными данными для их проектирования и расчета.

Максимально возможные значения тока, протекающего через тело человека при однофазном, однопроводном или однополюсном прикосновении могут быть рассчитаны по формулам, приведенным соответственно в табл. 13.3 и 13.4.

При расчетах I_h необходимо принимать сопротивление изоляции при нормальном режиме работы электрических сетей напряжением до 1000 В равными 500 кОм. Сопротивление заземления нейтрали источника тока в трехфазных сетях r_0 принимается равным 2,4 или 8 Ом в зависимости от напряжения сети (соответственно 660/380, 380/220 и 220/127 В). При расчете полного сопротивления в цепи тела человека $_{Rch}$, которое включает в себя сумму сопротивлений тела человека, обуви и основания (пола или грунта), на котором стоит человек, сопротивление собственного тела человека следует принимать равным 1 кОм при напряжении прикосновения $U_{пр} > 50$В и 6 кОм при $U_{пр} < 50$ В.

При проектировании, расчете и эксплуатационном контроле защитных систем электроустановок необходимо руководствоваться предельно допустимыми безопасными значениями напряжений прикосновения и токов, протекающих через тело человека, в соответствии с ГОСТ 12.1.038.

Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов установлены для путей тока от одной руки к другой и от руки к ногам (табл.13.4).

В табл. 13.4 напряжения прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействия не более 10 мин в сутки и установлены, исходя из реакции ощущения.

Таблица 13.3. **Нормирование допустимых значений напряжений прикосновения и токов**

Род тока	U, В	I, mA, не более
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Установлены предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме:

• производственных электроустановок напряжением до 1000 В с глухозаземленной или изолированной нейтралью и выше 1000 В с изолированной нейтралью (табл. 13.5);

• производственных электроустановок с частотой тока 50 Гц, напряжением выше 1000 В, с глухим заземлением нейтрали (табл. 13.6);

• бытовых электроустановок напряжением до 1000 В и частотой 50 Гц (табл. 13.7).

Значения напряжений прикосновения и токов установлены для людей с массой тела от 16 кг.

Кроме того, ГОСТ 12.1.002 определяет значения предельно допустимых уровней напряженности электрического поля частотой 50 Гц для персонала, обслуживающего электроустановки и находящегося в зоне влияния создаваемых ими полей.

Таблица 13.4. **Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме производственных электроустановок**

Род тока	Нормируемая величина	Предельно допустимое значение, не более, при продолжительности воздействия тока, с										
		0,01 0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Переменный	U,В I, mA	550 650	340 400	160 190	135 160	120 140	105 125	95 105	85 90	75 75	70 65	60 50

Таблица 13.5. **Предельно допустимые значения напряжений прикосновения в зависимости от продолжительности воздействия тока**

Продолжительность воздействия, с	Предельно допустимые значения Напряжения прикосновения, В
До 0,1	500
0,2	400
0,5	200
0,7	130
1,0	100
Свыше 1,0 до 5,0	65

Таблица 13.6. **Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме бытовых электроустановок**

Нормируемые величины	Продолжительность воздействия, с											
	От 0,01	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	Свыше

	до 0,08											1,0
Напряжение, В Сила тока, мА	220 220	200 200	100 100	70 70	55 55	50 50	40 40	35 35	30 30	27 27	25 25	12 2

Во многих странах действуют аналогичные или близкие нормы.

Зона влияния электрического поля - это пространство, где напряженность электрического поля частотой 50 Гц составляет более 5 кВ/м. Предельно допустимый уровень напряженности электрического поля устанавливается равным 25 кВ/м. Пребывание человека в электрическом поле напряженностью более 25 кВ/м без использования средств защиты не допускается. При напряженности электрического поля до 5 кВ/м включительно разрешается работа обслуживающего персонала в течение рабочего дня, а при напряженности от 20 до 25 кВ/м время пребывания его ограничивается 10 минутами.

Допустимое время пребывания персонала в электрическом поле напряженностью от 5 до 20 кВ/м включительно, так же как и допустимую напряженность, можно определить по формуле

$$T = 50/E-2,$$

где Т — допустимое время пребывания персонала в электрическом поле при соответствующем уровне напряженности, ч; Е - напряженность воздействующего электрического поля в контролируемой зоне, кВ/м.

Для измерения напряженности электрического поля с частотой 50 Гц можно пользоваться прибором типа ОТМ-1. На стадии проектирования допускается определение напряженности электрических полей вблизи воздушных линий электропередачи и в электрических распределительных устройствах расчетным методом.

Анализ опасности поражением электрическим током от выше перечисленных факторов см. [25,26] стр. 4…9.

13.6. Явление при стекании тока в землю

Стекание тока в землю происходит только через проводник, находящийся с нею в непосредственном контакте. Такой контакт может быть случайным или преднамеренным.

В последнем случае проводник или группа соединенных между собой проводников, находящихся в контакте с землей, называется заземлителем. Одиночный проводник, находящийся в контакте с землей, называется также одиночным заземлителем, или заземляющим электродом, или просто электродом, а заземлитель, состоящий из нескольких параллельно соединенных электродов, называется также групповым или сложным заземлителем.

Причинами отекания тока в землю является замыкание токоведущей части на заземленный корпус электрического оборудования, падение провода на землю, использование земли в качестве провода и т. п. Во всех этих случаях происходит резкое снижение потенциала (т. е. напряжения относительно земли) $\varphi_з$, В, заземлившейся токоведущей части до значения, равного произведению тока, стекающего в землю, $I_З$, А, на сопротивление, которое этот ток встречает на своем пути, т. е. сопротивление заземлителя растеканию тока $R_З$, Ом:

$$\Phi_з = I_з R_з.$$

Это явление, весьма благоприятное по условиям безопасности. используют как меру защиты от поражения током при случайном появлении напряжения на металлических нетоковедущих частях, которые с этой целью заземляют. Однако наряду с понижением потенциала заземлившейся токоведущей части при стекании тока в землю возникают и отрицательные явления, а именно появление потенциалов на заземлителе и находящихся в контакте с ним металлических частях, а также на поверхности грунта вокруг места стекания тока в землю. Возникающие при этом разности потенциалов отдельных точек цепи тока, в том числе точек на поверхности земли, могут достигать больших значений и представлять опасность для человека

Значения потенциалов, их разностей и характер изменений, а следовательно, и обусловленная ими опасность поражения человека током зависят от многих факторов: значения тока, стекающего в землю; конфигурации, размеров, числа и взаимного расположения электродов, составляющих групповой заземлитель; удельного сопротивления грунта (термины «земля», «грунт», «почва» применены в этом пособии как равнозначные) и др. Воздействуя на некоторые из этих факторов, можно снизить разности потенциалов, действующие на человека, до безопасных значений.

Характер распределения потенциала на поверхности земли, т. е. изменение значения потенциала при изменениях расстояния до заземлителя, можно оценить, рассмотрев случай стекания тока $I_з$ (А) в землю через наиболее простой заземлитель — полушар радиусом г(м)(рис. 13.6).

Для упрощения считаем, что земля во всем своем объеме однородна, т. е. в любой точке обладает одинаковым удельным сопротивлением ρ (Ом-м). В этом случае ток в земле будет растекаться во все стороны по радиусам полушара и плотность его в земле на расстоянии *x* от центра полушара (заземлителя) будет (А/м^2) $\delta = I_з / 2\pi x^2$.

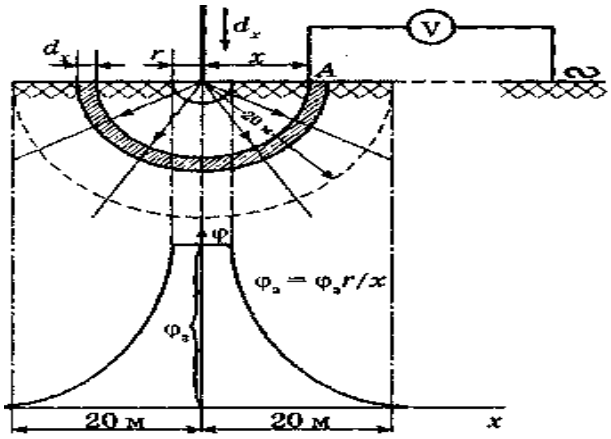


Рис. 13.3. **Распределение потенциала на поверхности земли вокруг полупроводникового заземлителя**

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 настолько большим, что плотность тока здесь практически равна нулю. Следовательно, и поле растекания можно считать распространяющимся лишь на расстояние 20 м от заземлителя.

При постоянном токе, а также при переменном с частотой 50 Гц поле растекания тока в проводящей однородной среде можно рассматривать как стационарное электрическое поле, напряженность которого E (В/м) связана с плотностью тока δ (А/мм^2) соотношением $\delta = E/\rho$, являющимся законом Ома в дифференциальной форме. На основании этого легко определить потенциал любой точки на поверхности земли, например точки А, отстоящей от центра заземлителя на расстоянии x (см. рис. 13.6). Он равен падению напряжения в грунте на участке x до бесконечности, т. е. $\varphi = \sum_{0}^{\infty} du$, где dU — падение напряжения в элементарном слое земли толщиной dx; это падение напряжения составляет dU = Edx =δρdx=

$= \dfrac{I_з \rho}{2\pi x^2}$ dx. Тогда потенциал точки А будет $\varphi = \dfrac{I_з \rho}{2\pi x}$.

Минимальный потенциал, т. е. φ = 0, будет иметь точка, лежащая в бесконечности, т. е. при $x = \infty$. Практически область нулевого потенциала на поверхности земли начинается обычно на расстоянии 20 м от заземлителя.

Максимальный потенциал будет при наименьшем значении *x,* т. е. непосредственно на заземлителе *(x* = г):

$$\varphi_з = I з\rho/(2\pi r).$$

Решив совместно последние два уравнения получим

$$\varphi = \varphi_з r/x.$$

Заменив произведение постоянных $\varphi_з r$ на *к,* получим уравнение равносторонней гиперболы $\varphi = к/x$.

Следовательно, потенциал на поверхности земли вокруг полушарового заземлителя изменяется по закону гиперболы, уменьшаясь от своего максимального значения φ до нуля по мере удаления от заземлителя.

Максимальный потенциал, т. е. потенциал стержневого заземлителя, будет при наименьшем значении *x,* т. е. при *x* = 0,5 d*:*

$$\varphi_з = \frac{I з \rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d},$$

где d — диаметр заземлителя, м.

Сопротивление заземлителя растеканию тока. Ток, проходящий через заземлитель в землю, преодолевает сопротивление, называемое *сопротивлением заземлителя растеканию тока* или просто *сопротивлением растекания.* Оно имеет три слагаемых: сопротивление самого заземлителя, переходное сопротивление между заземлителем и грунтом, а также сопротивление грунта.

Две первые части по сравнению с третьей весьма малы, поэтому ими пренебрегают и под сопротивлением заземлителя растеканию тока понимают сопротивление грунта растеканию тока.

Сопротивление растеканию любого заземлителя $R_з$ (Ом) определяют по выражению как частное от деления потенциала заземлителя φ (В) на ток $I_з$ (А), протекающий в землю через заземлитель. Так, сопротивление растекания одиночного полушарового заземлителя, потенциал которого будет $R_з = \varphi_з/I_з = \rho/(2\pi г)$.

По условиям безопасности заземление должно обладать относительно малым сопротивлением, поэтому на практике применяют, как правило, *групповой заземлитель,* т. е. заземлитель, состоящий из нескольких соединенных параллельно одиночных заземлителей (электродов).

При больших расстояниях между электродами (более 40 м) ток каждого электрода проходит по «своему» отдельному участку земли, в котором токи других заземлителей не проходят. В этом случае потенциальные кривые, возникающие вокруг каждого одиночного заземлителя, взаимно не пересекаются. При одинаковых размерах, а следовательно, при одинаковых сопротивлениях одиночных заземлителей

R_0 сопротивление группового заземлителя $R_{гр}$ будет $R_{гр} = R_0/n$, где n — число одиночных заземлителей.

При малых расстояниях между электродами (менее 40 м) поля растекания токов как бы накладываются одно на другое, а потенциальные кривые взаимно пересекаются и, складываясь, образуют непрерывную суммарную потенциальную кривую.

Создается эффект выравнивания потенциальна, в результате поверхность земли на участке между электродами приобретает некоторый потенциал. При этом форма суммарной потенциальной кривой зависит от расстояния между электродами, их взаимного расположения, числа, формы и размеров.

13.7. Напряжение прикосновения

Напряжение прикосновения $U_{пр}$ *(В)* есть напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек, или, иначе говоря, падение напряжения в сопротивлении тела человека R_h (Ом): $U_{пр} = I_h R_h$, где I_h — ток, проходящий через тело человека по пути рука — ноги, А.

В устройствах защитных заземлений, зануления и т. п. одна из этих точек имеет потенциал заземлителя $\varphi_з$, а другая — потенциал основания в том месте, где стоит человек $\varphi_{ос}$. В этом случае напряжение прикосновения будет

$$U_{пр} = \varphi_з - \varphi_{ос} = \varphi_з(1 - \varphi_{ос}/\varphi_з)$$

или $$U_{пр} = \varphi_з \alpha_1,$$

где α_1 — коэффициент напряжения прикосновения или просто коэффициент прикосновения, учитывающий форму потенциальной кривой

$$\alpha_1 = (1 - \varphi_{ос}/\varphi_з) <= 1.$$

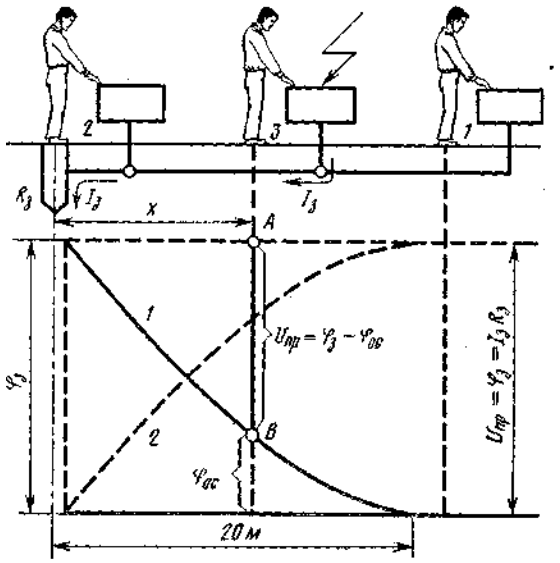


Рис. 13.4. **Напряжение прикосновения при одиночном заземлителе:** 1 — потенциальная кривая; 2 — кривая, характеризующая изменение напряжения прикосновения и при изменении расстояния от заземлителя x

Рассмотрим напряжение прикосновения при одиночном заземлителе. Например, мы имеем оборудование — электродвигатели, корпуса которых заземлены с помощью одиночного заземлителя (рис. 13.8). При замыкании фазы на корпус одного из этих двигателей на заземлителе и всех присоединенных к нему металлических частях, в том числе на корпусах двигателей, появится потенциал $\varphi_з$. Поверхность земли вокруг заземлителя также будет иметь потенциал, изменяющийся по кривой, зависящей от формы заземлителя.

Напряжение прикосновения характеризуется отрезком *AB* 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 $U_{пр}$, и наоборот. Так, при расстоянии $x = \infty$, а практически при $x = 20$ м (точка 1 на рис. 13.8) напряжение прикосновения имеет наибольшее значение: $U_{пр} = \varphi_з$; при этом $\alpha_1 = 1$. Это наиболее опасный случай прикосновения. При наименьшем значении *x,* когда человек стоит непосредственно на заземлителе (точка 2 на рис 13.8), $U_{пр} = 0$ и $\alpha_1 = 0$. Это безопасный случай — человек не подвергается воздействию напряжения, хотя и находится под потенциалом $\varphi_з$. При других значениях *x* в пределах 0-20 м (точка 3 на рис 13.8) $U_{пр}$ плавно возрастает от 0 до $\varphi_з$, а α_1 — от 0 до 1.

Посмотрим, как изменяются $U_{пр}$ и α при *полушаровом заземлителе* радиусом г. В этом случае нам известно выражение потенциала любой точки на поверхности земли

вокруг заземлителя из уравнения (13.12), поэтому можем написать согласно уравнениям (13.13) и (13.14):

$$U_{пр} = \varphi_з - \varphi_з r/x = \varphi_з(1 - r/x),$$

$$\alpha = 1 - r/x.$$

При $x > 20$ м (точка *1* на рис. 13.8) $r/x \approx 0$, поэтому $U_{пр} = \varphi_з$ и $\alpha_1 = 1$.

При x —*r* (точка 2) $r/x = 1$, поэтому $U_{пр} = 0$ и $\alpha_1 = 0$.

При промежуточных значениях x: от г до 20 м $U_{пр}$ и α_1 определяют из выражений (13.15) и (13.16). Так, если $x = 10$г (точка 3), то

$$\alpha_1 = 1 - г/10г = 0,9, \text{ а } U_{пр} = \alpha_1\varphi_з = 0,9\varphi_з.$$

При *групповом заземлителе,* когда все точки поверхности земли на участке между электродами имеют потенциалы, отличные от нуля, в любом месте этого участка $U_{пр} < \varphi_з$ и $\alpha_1 < 1$. Значения коэффициента а приведены в табл. 13.2.

Ток, стекающий в землю через человека, стоящего на земле, полу и другом основании, преодолевает сопротивление не толъко тела человека, но и этого основания, вернее, тех его участков, с которыми имеют контакт подошвы ног человека (сопротивление обуви, носков и т. п. в данном случае во внимание не принимается).

Все положения, рассмотренные выше справедливы для случаев, когда сопротивление растеканию основания, на котором стоит человек, равно нулю. В действи-тьных условиях это сопротивление не равно нулю и в ряде случаев бывает довольно велико и учитывается коэффициентом падения напряжения в сопротивлении растеканию основания α_2

Окончательно: $U_{пр} = \varphi_з\alpha_1\alpha_2$.

Коэффициент α_2 принимают: $\alpha_2 = R_h/(R_h + 1,5\rho)$.

13.8. Напряжение шага

Напряжение шага $U_ш$ (В) есть напряжение между двумя точками в поле растекания тока, находящихся одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек. При этом длина шага *а* принимается равной 0,8м. Таким образом,

$$U_{ш} = \varphi_x - \varphi_{x+a},$$

где φ_x и φ_{x+a} — потенциалы точек, на которых стоит человек.

$$U_ш = I_h R_h,$$

Где I_h — ток, проходящий через человека по пути нога — нога, А.

Поскольку φ_x и φ_{x+a} являются частями потенциала заземлителя $\varphi_з$, разность их также есть часть этого потенциала, поэтому выражение (13.17) можно записать так:

$$U_ш = \varphi_з \beta_1,$$

где β — коэффициент напряжения шага или просто коэффициент шага, учитывающий форму потенциальной кривой:

$$\beta_1 = (\varphi_x - \varphi_{x+a})/\varphi_з < 1.$$

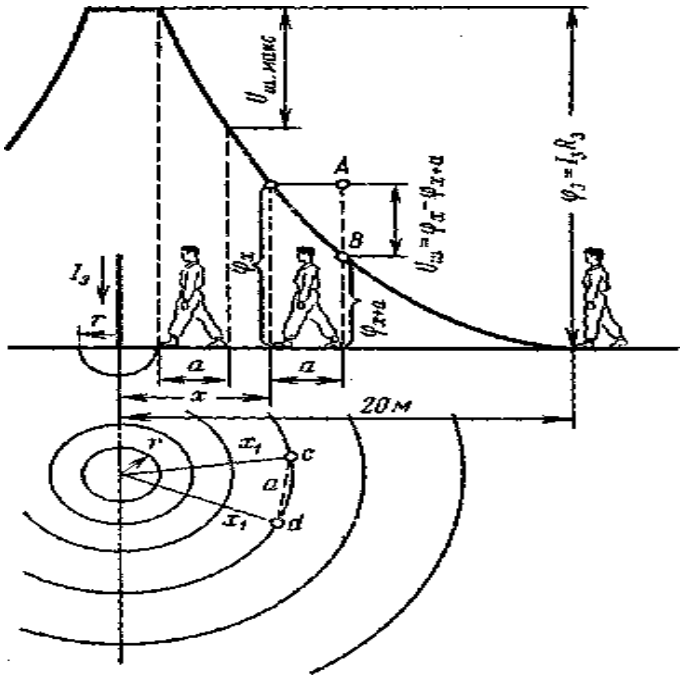


Рис. 13.5. **Шаговое напряжение при одиночном заземлителе**

Напряжение шага *при одиночном, заземлителе* определяется отрезком *AB* (рис. 13.9), длина которого зависит от формы потенциальной кривой, т. е. от типа заземлителя, и изменяется от некоторого максимального значения до нуля с изменением расстояния от заземлителя.

Максимальные значения $U_ш$ и β_1 будут при наименьшем расстоянии от заземлителя, т. е. когда человек одной ногой стоит непосредственно на заземлителе, а другой — на расстоянии шага от него.

Наименьшие значения $U_ш$ и β_1 будут при бесконечно большом удалении от заземлителя, а практически за пределами поля растекания тока, т. е. дальше 20 м. В этом месте $U_ш \approx 0$ и $\beta_1 \approx 0$.

При полушаровом заземлителе радиусом r (см. рис. 13.9) напряжение шага

$$U_ш = \varphi_з r/x - \varphi_з r/(x+a) = \varphi_з ra/x(x + a),$$

а коэффициент шага $\beta_1 = ra/x\ (x + a)$, здесь x — расстояние от центра заземлителя.

При $x = \infty$ (практически при $x > 20$ м) $U_ш = 0$ и $\beta_1 = 0$. Этот же результат получим и вблизи заземлителя, если $a = 0$, т. е. ступни ног человека находятся рядом одна с другой или на одной эквипотенциальной линии, а следовательно, на одинаковом расстоянии от заземлителя (точки c и d на рис. 13.9). При наименьшем значении x (при $x = r$) получим максимальные значения $U_ш$ и β_1:

$$U_ш = \varphi_з a/(x + a) \text{ и } \beta_1 = a/(r + a).$$

Ток, стекающий в землю через человека, стоящего на земле, полу и другом основании, преодолевает сопротивление не толъко тела человека, но и этого основания, вернее, тех его участков, с которыми имеют контакт подошвы ног человека (сопротивление обуви, носков и т. п. в данном случае во внимание не принимается).

Все положения, рассмотренные выше справедливы для случаев, когда сопротивление растеканию основания, на котором стоит человек, равно нулю. В действи-тьных условиях это сопротивление не равно нулю и в ряде случаев бывает довольно велико и учитывается коэффициентом падения напряжения в сопротивлении растеканию основания β_2

Окончательно: $U_ш = \varphi_з \beta_1 \beta_2$.

Коэффициент β_2 принимают: $\beta_2 = R_h/(R_h + 2\rho)$.

Таблица 13.7. **Наибольшие значения коэффициентов напряжений прикосновения и шага**

Заземлитель			**α_1**	**ß$_1$**
Тип	**Число параллельных полос**	**Расстояние между параллельными полосами, м**		
Единичный протяженный	**-** **-**	**-** **-**	**1** **1**	**0,3** **0,6**
Единичный стержневой	**2** **2** **2**	**2,5** **5** **10**	**0,3** **0,35** **0,4**	**0,15** **0,15** **0,15**

Контурный из полосовой стали с параллельными полосами	**5** **5** **5**	**2,5** **5** **10**	**0,15** **0,2** **0,3**	**0,15** **0,15** **0,15**
Контурный из стержней и полос с внутренними параллельными полосами	**5** **5** **5**	**2,5** **5** **10**	**0,1** **0,15** **0,25**	**0,15** **0,15** **0,15**

При *групповом заземлителе* в пределах площади, на которой размещены электроды, напряжение шага имеет меньшее значение, чем при одиночном заземлителе, но также изменяется от некоторого максимального значения до нуля при удалении от электродов.

Максимальное напряжение шага будет, как и при одиночном заземлителе, в начале потенциальной кривой, т. е. $_{\text{когда}}$ одна точка лежит на электроде, а другая — на расстоянии шага от него. Минимальное напряжение шага соответствует случаю, если человек стоит на «точках» с одинаковыми потенциалами, в этом случае $U_{ш} = 0$.

В практике устройства заземлений представляют интерес максимальные значения напряжений шага, которым соответствуют максимальные значения β_1, указанные в табл. 13.7.

13.9. Классификация электроустановок и помещений по степени опасности поражения в них людей током

Требования безопасности зависят от вероятности и возможной тяжести электропоражения в тех или иных условиях эксплуатации электрооборудования. Поскольку сопротивление тела человека непостоянно, трудно оценивать условия безопасности по току, который может проходить через тело человека при электропоражении. Поэтому электроустановки классифицируют по значению напряжения. До недавнего времени различали установки высокого и низкого напряжения, то есть установки, где напряжение между любым из проводов и землей может длительно превышать 250 В, и установки, где этого нет. Однако при напряжении 220 В и более низком случаи со смертельным исходом бывают чаще, так как эти установки шире распространены и подчас с ними связаны лица, не имеющие электротехнических знаний. Кроме того, термин «низкое напряжение» многие понимают как «безопасное напряжение» и пренебрегают требованиями безопасности. Теперь правила безопасности различают установки с номинальным напряжением до и выше 1000 В. Применяют также термин «малое напряжение». Это номинальные напряжения до 42 В.

Безопасность обслуживания электрооборудования зависит от характера среды, в которой оно работает. Например, жара и влажность способствуют как быстрому ухудшению изоляции, так и снижению сопротивления кожи человека.

Помещения, в которых расположены электроустановки, характеризуются, как правило, условиями, отличающимися от нормальных: повышенной температурой, влажностью, большим количеством металлического оборудования, соединенного с землей, и т. п. Все это создает повышенную опасность поражения электрическим током. В ПУЭ приведена следующая классификация помещений: **сухими** считают помещения с относительной влажностью воздуха, не превышающей 60%; ***нормальными*** — помещения, в которых отсутствуют сырость, высокая температура воздуха, отложения пыли; ***влажными*** — помещения, в которых относительная влажность воздуха колеблется в пределах 60 — 75%; ***сырыми*** — более 75%; ***особо сырыми*** (стены, пол, потолок покрыты влагой) — к 100%; ***жаркими,*** в которых температура воздуха длительно превышает 35 или кратковременно 40°С; ***пыльными,*** если воздух помещений содержит проводящую пыль, что приводит к снижению сопротивления изоляции и создается опасноть пробоя через слои пыли; с ***химически активной средой*** — помещения, в которых имеются пары или отложения агрессивных веществ, разрушающе действующие на изоляцию токопроводящие части электрооборудования. Утечки природного и других топливных газов также образуют химически активную и взрывоопасную среду — загазованность помещений.

Учитывая эти признаки, помещения подразделяют на три категории по степени опасности поражения током.

К помещениям без повышенной опасности относятся с у х и е -беспыльные помещения с нормальной температурой воздуха, с изолирующими (например, деревянными) полами, в которых отсутствуют заземленные предметы или их очень мало. Иначе говоря, это помещения, в которых отсутствуют признаки, свойственные помещениям с повышенной опасностью и особо опасным.

Примером помещений без повышенной опасности могут служить обычные жилые комнаты, конторы, некоторые лаборатории и т. п.

К помещениям с повышенной опасностью относятся помещения:

сырые, в которых относительная влажность воздуха длительно превышает 75%;

ж а р к и е, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура воздуха превышает постоянно или периодически (более 1 сут) 35 °С;

пыльные, с токопроводящей пылью, в которых по условиям производства выделяется токопроводящая технологическая пыль (например, угольная, металлическая и т. п., в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т. п.;

с токопроводящими полами — металлическими, земляными, железобетонными, кирпичными и т. п.;

в которых возможно одновременное прикосновение человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т. п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования, с другой.

Примером помещений с повышенной опасностью могут служить лестничные клетки различных зданий с проводящими полами; склады деталей и материалов; цехи или мастерские по механической обработке металла или дерева, даже если они

размещены в сухих отапливаемых зданиях с изолирующими полами, поскольку там всегда имеется возможность одновременного прикосновения к корпусу электродвигателя и к станку, и т. п.

К особо опасным относятся помещения:

особо сырые, т. е. помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100% (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой);

с химически активной или органической средой, в которых постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, действующие разрушающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования;

имеющие два или более признаков, свойственных помещениям с повышенной опасностью (например, сырое помещение с токопроводящими полами, жаркое и пыльное помещение с токопроводящей пылью и т. п.).

Особо опасными помещениями являются большая часть производственных помещений, в том числе все цехи электростанций, помещения аккумуляторной и электролизной, кабельный этаж и т. п. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения током приравнены к особо опасным помещениям,

С учетом состояния воздушной среды и класса помещения по опасности поражения током производится выбор электрооборудования и конструкции электроустановок, которые должны успешно противостоять воздействию окружающей среды и обеспечивать высокую степень безопасности при обслуживании.

Условия эксплуатации электроустановки также зависят в некоторой мере от класса помещения по опасности поражения током, в котором находится электроустановка.

13.10. Классификация электрических изделий по способам электрозащиты.

В соответствии с ГОСТ 12.2.007 конструкции электрооборудования по способу защиты человека от поражения током подразделяются на пять классов защиты: 0; 01; I; II и III:

Класс 0 - электрооборудование, которое имеет рабочую изоляцию, но не имеет элементов для заземления, если это оборудование не отнесено к классам II и III;

Класс 01 - электрооборудование, имеющее рабочую изоляцию, элемент для заземления и провод без заземляющей жилы для присоединения этого оборудования к источнику питания;

Класс I - электрооборудование, которое в отличие от электрооборудования класса 01 в проводе для присоединения к источнику питания имеет заземляющую жилу и вилку с заземляющим контактом;

Класс П - электротехническое оборудование, имеющее двойную или усиленную изоляцию, но не имеющее элементов для заземления;

Класс III — электрооборудование, которое не имеет ни внешних, ни внутренних электрических цепей Напряжением выше 42 В.

13.11. Степень защиты электрических аппаратов

В соответствии с ГОСТ 14255 устанавливаются степени защиты персонала от прикосновения к токоведущим частям, попадания посторонних тел и проникновения воды (табл. 3.8).

Таблица 13.8. **Условные обозначения степеней защиты аппаратов**

Степень защиты от прикосновения и попадания посторонних тел	**Степень защиты от проникновения воды**								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Условное обозначение степени защиты аппаратов								
0	*IP*00								
1	*IP*10	*IP*11	*IP*12						
2	*IP*20	*IP*21	*IP*22	*IP*23					
3	*IP*30	*IP*31	*IP*32	*IP*33	*IP*34				
4	*IP*40	*IP*41	*IP*42	*IP*43	*IP*44				

5 6	*IP*50 *IP*60	*IP*51			*IP*54	*IP*55 *IP*65	*IP*56 *IP*66	*IP*67	*IP*68

Обозначения степеней защиты оболочек аппаратов показаны в табл. 13.8.

Условное обозначение степени защиты содержит следующие данные в указанной последовательности: а) IP — первые буквы английских слов International Protection, означающие защиту по международным нормам; б) первая цифра указывает степень защиты от соприкосновения и попадания посторонних тел; в) вторая цифра указывает степень защиты от проникновения воды.

Например, при степени защиты от воды равной 8: защита при неограниченно длительном погружении в воду. Вода не должна проникать в оболочку при давлении, указанном в стандарте или технических условиях

13.12. Способы и средства обеспечения электробезопасности

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества (ГОСТ 12.1.009). В связи с этим определением и по ГОСТ 12.1.019 электробезопасность должна обеспечиваться:

- конструкцией электроустановок;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

Электроустановки и их части должны быть выполнены таким образом, чтобы работающие не подвергались опасным и вредным воздействиям электрического тока и электромагнитных полей, и соответствовать требованиям электробезопасности. Конструкция электроустановок должна соответствовать условиям их эксплуатации и обеспечивать защиту персонала от соприкосновения с токоведущими и движущимися частями. Ограждение токоведущих частей является обязательной частью конструкции электрооборудования.

При эксплуатации электрооборудования наибольшее значение имеют технические способы и средства защиты, которые в соответствии с ГОСТ 12.1.019 должны устанавливаться с учетом номинального напряжения, рода и частоты тока; способа электроснабжения (стационарная сеть, автономный источник питания); режима нейтрали (средней точки) источника питания; вида исполнения (стационарные, передвижные, переносные); условий внешней среды (особо опасные помещения, помещения повышенной опасности, помещения без повышенной опасности, на открытом воздухе); возможности снятия напряжения с токоведущих частей, на которых или вблизи которых

должна производиться работа; характера возможного прикосновения человека к элементам цепи тока (однофазное, двухфазное прикосновения, прикосновение к металлическим нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением); видов работ и т.д.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, используют следующие способы:

- изоляция токоведущих частей и контроль изоляции;
- оградительные устройства;
- предупредительная сигнализация и блокировка;
- знаки безопасности, плакаты;
- использование малых напряжений;
- электрическое разделение сетей;
- электрозащитные средства ;
- защитное заземление;
- выравнивание потенциала;
- зануление;
- защитное отключение;
- система защитных проводов;
- компенсация токов замыкания на землю;

Все вышеперечисленные способы и средства защиты могут использоваться как отдельно, так и в сочетаний друг с другом.

13.12.1. Изоляция токоведущих частей и контроль изоляции

Изоляция токоведущих частей с использованием диэлектрических материалов является основным методом защиты от поражения электрическим током и может быть рабочей, дополнительной, двойной и усиленной.

Рабочая изоляция - это электрическая изоляция токоведущих частей электроустановки, обеспечивающая ее нормальную работу и защиту от поражения электрическим током. Рабочей изоляцией являются эмаль и оплетка обмоточных проводов, пропиточные лаки, компаунды и т.д.

Дополнительная изоляция представляет собой электрическую изоляцию, предусмотренную дополнительно к рабочей изоляции для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения последней. Дополнительной изоляцией могут быть пластмассовый корпус машины, изолирующая втулка и т.п.

Двойная изоляция - это электрическая изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции. Она считается вполне достаточной для обеспече-

ния электробезопасности. Поэтому электроинструментом и другими устройствами с двойной изоляцией разрешается пользоваться без применения других защитных средств.

Наиболее просто двойная изоляция осуществляется путем покрытия металлических корпусов и рукояток электрооборудования слоем электроизоляционного материала и применением изолирующих ручек. Поверхностный слой изоляции подвержен механическим воздействиям и повреждениям. При разрушении этого слоя открывается доступ к металлическим частям, которые могут оказаться под напряжением. Повреждение и даже полное разрушение второго слоя изоляции не препятствует продолжению работы и не подает, таким образом, сигнала о потере защиты, поэтому такой способ выполнения двойной изоляции не обеспечивает надежной защиты и может быть рекомендован лишь в редких случаях — для оборудования, не подвергающегося ударной нагрузке. Более совершенный способ — изготовление корпуса из изолирующего материала. Такой корпус несет на себе все токоведущие части, металлические нетоковедущие части и механическую часть. При разрушении корпуса освобождается доступ к металлическим токоведущим и нетоковедущим частям, но электрооборудование работать не может, так как нарушено взаимное расположение его частей.

Примером может служить электрическая дрель с корпусом из пластмассы. В изолирующем корпусе укреплены магнитопровод статора, щеткодержатели и подшипники. При незначительных повреждениях корпуса доступ к металлическим частям остается закрытым. Прикосновение к этим частям возможно только в случае разрушения корпуса. Очевидно, таким инструментом работать невозможно, так как смещение и перекос подшипников приводит к заклиниванию ротора.

Наличие защитной двойной изоляции, разумеется, не исключает возможности поражения током при прикосновении к токоведущим частям в случае разрушения основной фазной изоляции.

Защитная двойная изоляция может обеспечить безопасность при эксплуатации любого электрооборудования. Однако из-за наличия некоторых недостатков у пластмасс, таких, как недостаточная механическая прочность, возможность значительных остаточных деформаций, ненадежность соединений с металлом, изменение в сторону ухудшения механических свойств по мере старения, область применения двойной изоляции ограничивается электрооборудованием небольшой мощности — электрифицированным ручным инструментом, некоторыми переносными устройствами, бытовыми приборами и ручными электрическими лампами.

Усиленная изоляция - это улучшенная рабочая изоляция, обеспечивающая такую же степень защиты от поражения электрическим током, как и двойная изоляция.

Чаще всего в токоведущих проводах используют медные и алюминиевые жилы. Если в обозначении марки провода первая буква А, то провод имеет алю-

миниевую жилу. Медная жила не маркируется. Провода с резиновой изоляцией условно обозначаются буквой Р, стоящей, как правило, после буквы П; В — провод с полихлорвиниловой, а Н -с найритовой изоляцией соответственно; Г - провод гибкий; Л - токопроводящая жила покрыта лаком; Ф - металлическая оболочка с фальцованным швом; Ш - шнуры. Бумажная изоляция буквенного индекса не имеет.

Расстояние от проводов до поверхности земли должно быть не менее 2,75 м.

С течением времени особенно в условиях воздействия химически активной среды или других неблагоприятных факторов электроизоляционные свойства изоляции снижаются. Даже в нормальных условиях изоляция постепенно теряет свои первоначальные свойства. С течением времени развиваются местные дефекты. Сопротивление изоляции начинает резко уменьшаться, а ток утечки непропорционально расти. На месте дефектов появляются частичные разряды тока. Изоляция выгорает. Происходит так называемый *пробой изоляции,* в результате чего возникает короткое замыкание, которое может привести к пожару или поражению людей электрическим током.

В связи с этим в соответствии с ПУЭ сопротивление изоляции необходимо контролировать. Согласно действующим Правилам, сопротивление изоляции между любым проводом и землей, а также между любыми проводами на участке, между двумя соседними предохранителями в распределительной сети напряжением до 1000 В должно составлять не менее 0,5 МОм (500 000 Ом). Его измеряют периодически в процессе эксплуатации (не реже одного раза в помещениях с повышенной опасностью и не реже двух раз в год в особо опасных помещениях), вне очереди (если обнаружены дефекты), после монтажа сети или ее ремонта.

Для измерения сопротивления изоляции проводов чаще всего используются мегомметры типа М1101М на напряжение 100-1000 В и МС-05, МО-06 - на напряжение 2500В,

При работе в производственном помещении особенно тщательно следует проверять и контролировать пригодность выбранных проводов и способ их прокладки, контролировать техническое состояние осветительной арматуры, рубильников, электродвигателей и другого электрооборудования.

Для повышения безопасности и удобства работы в зависимости от функционального назначения проводников следует использовать следующие расцветки изоляции: черную — в силовых цепях; красную — в цепях управления, измерения и сигнализации переменного тока; синюю -в аналогичных цепях постоянного тока; зелено-желтую — в цепях заземления; голубую - для проводников, соединенных с нулевым проводом и не предназначенных для заземления.

13.12.2. Оградительные устройства

Оградительные устройства применяют для того, чтобы исключить даже случайные прикосновения к токоведущим частям электроустановок. Как правило, ограждение токоведущих частей должно предусматриваться конструкцией электрооборудования.

Оголенные провода и шины, а также приборы, аппараты, распределительные щиты и т.п., имеющие незащищенные и доступные для прикосновения токоведущие части, помещают в специальные ящики, шкафы, камеры и другие устройства, закрывающиеся сплошными или сетчатыми ограждениями. Особенно это важно для электроустановок напряжением выше 1000 В, так как в этом случае опасно даже приближение к токоведущим частям независимо от того, изолированы они или нет.

Сплошные ограждения в виде кожухов и крышек (оболочки) применяют в электроустановках напряжением до 1000 В, расположенных в производственных (неэлектротехнических) помещениях. Сетчатые ограждения с размером ячеек 25х25 мм используют в электроустановках с напряжением выше 1000 В и доступных лишь квалифицированному электротехническому персоналу. Сетчатые ограждения должны иметь двери, запираемые на замок и снабженные электрическими и механическими блокировками.

В тех случаях, когда изоляция и ограждение токоведущих частей оказываются невозможными или нецелесообразными (например, воздушные линии электропередачи высокого напряжения), их размещают на недоступной для прикосновения высоте.

Внутри производственных помещений неогражденные голые токоведущие части прокладывают на высоте не менее 3,5 м от пола.

13.12.3. Предупредительная сигнализация, блокировка и знаки безопасности, плакаты

Блокировки, предупредительная сигнализация, знаки безопасности широко используются в электроустановках.

Блокировка электротехнического изделия по ГОСТ 18311 — часть электротехнического изделия, предназначенная для предотвращения или ограничения выполнения операций одними частями изделия при определенных состояниях или положениях других частей изделия в целях предупреждения возникновения в нем недопустимых состояний или исключения доступа к его частям, находящимся под напряжением. Иными словами, блокировки (блокировочные устройства) надежно исключают возможность случайного прикосновения к находящимся под напряжением частям, расположенным в специальных закрытых помещениях.

Блокировки бывают механическими, электрическими, электромагнитными и др. Они обеспечивают снятие напряжения с токоведущих частей при попытке проникнуть к ним при открывании ограждения без снятия напряжения. Блокировка защищает от поражения электрическим током путем автоматического разрыва электрической цепи перед тем, как человек может оказаться под напряжением. Например, при снятии защитного ограждения или открывании дверок электроустановки, находящейся под напряжением, контакты разъединяются, отключая ее от источника питания. Как правило, блокировки используют в электрических аппаратах, при обслуживании которых должны соблюдаться повышенные меры безопасности, в электрооборудовании, расположенном в доступных для неэлектротехнического персонала помещениях.

Предупредительная сигнализация обычно используется в сочетании с другими мерами защиты. Сигнализация может быть световой и звуковой. Для световых сигналов применяют цвета в соответствии с ГОСТ 12.2.007;

- красный - для запрещающих и аварийных сигналов, а также для предупреждения о перегрузках, неправильных действиях, опасности и т.д.;
- желтый — для привлечения внимания (о достижении предельных значений, о переходе на автоматическую работу и т.п.);
- зеленый - для сигнализации безопасности (нормальный режим работы, разрешение на начало действия и т.п.);
- белый — для обозначения включенного состояния выключателя (когда нерационально применение красного, желтого и зеленого цветов);
- синий - в специальных случаях, когда не могут быть применены остальные цвета.

Сигнальные лампы и светосигнальные аппараты должны обеспечиваться знаками или надписями, указывающими значения сигналов (например, «Включено», «Отключено», «Нагрев» и т.п.).

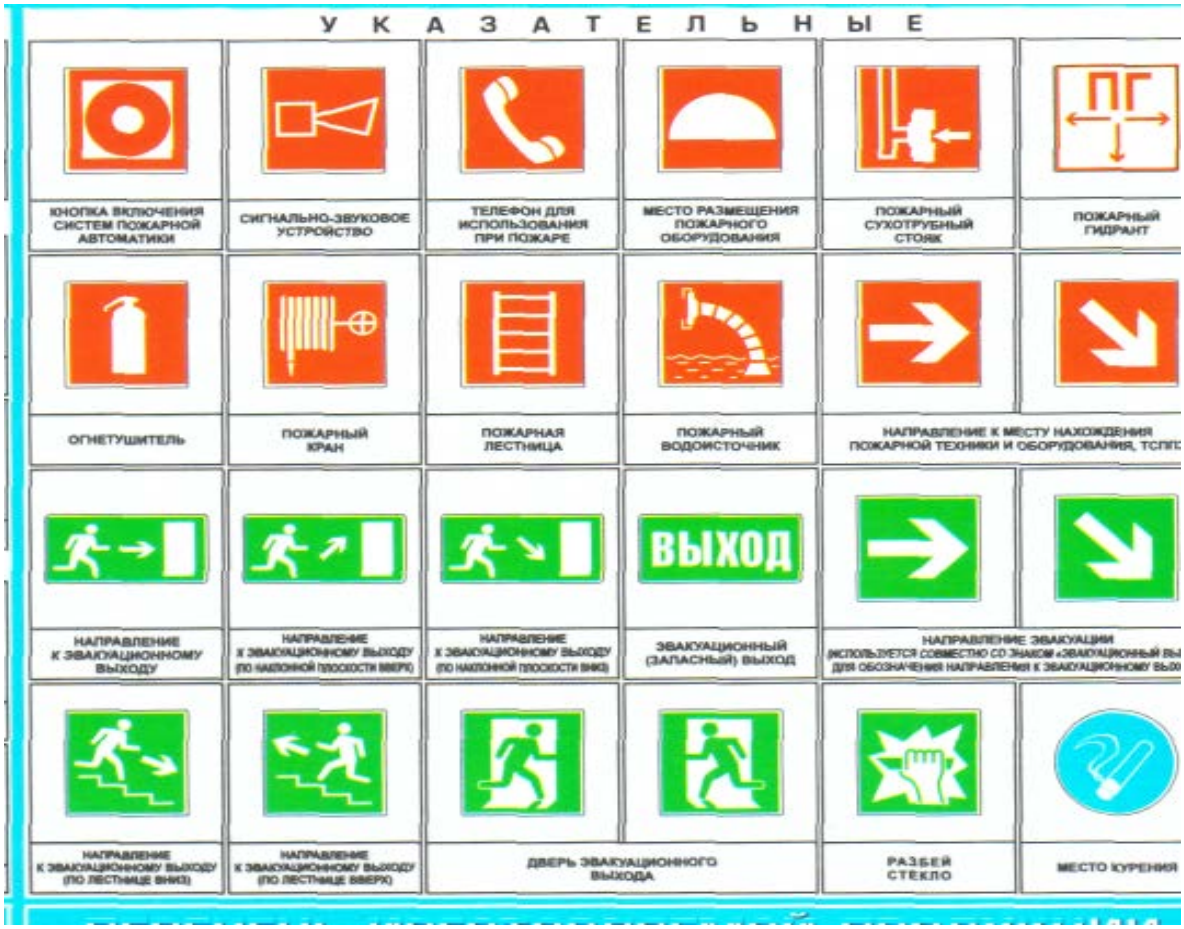
Для исключения ошибочных соединений и лучшей ориентации в электрических цепях электроустановок провода, шины и кабели должны иметь маркировку в виде цифровых и буквенных обозначений и отличительную окраску.

Кроме того, для профилактики электротравматизма дополнительно используются знаки безопасности по ГОСТ 12.4-026 и предупредительные плакаты, которые делятся на четыре группы: предупреждающие (предостерегающие) знаки и плакаты, а также плакаты запрещающие, предписывающие и указательные (напоминающие) (рис. 3.11).

Основным назначением знаков и плакатов являются:

- предупреждение об опасности при приближении к частям, находящимся под напряжением;
- запрещение оперировать аппаратами, которые могут подать напряжение на место, отведенное для работы;
- указание места, подготовленного к работе;

- напоминание о принятых мерах безопасности.


У К А З А Т Е Л Ь Н Ы Е
КНОПКА ВКЛЮЧЕНИЯ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ
СИГНАЛЬНО-ЗВУКОВОЕ УСТРОЙСТВО
ТЕЛЕФОН ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ПОЖАРЕ
МЕСТО РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЖАРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ПОЖАРНЫЙ СУХОТРУБНЫЙ СТОЯК
ПОЖАРНЫЙ ГИДРАНТ
ОГНЕТУШИТЕЛЬ
ПОЖАРНЫЙ КРАН
ПОЖАРНАЯ ЛЕСТНИЦА
ПОЖАРНЫЙ ВОДОИСТОЧНИК
НАПРАВЛЕНИЕ К МЕСТУ НАХОЖДЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ, ТСПП
НАПРАВЛЕНИЕ К ЭВАКУАЦИОННОМУ ВЫХОДУ
НАПРАВЛЕНИЕ К ЭВАКУАЦИОННОМУ ВЫХОДУ (ПО НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ ВВЕРХ)
НАПРАВЛЕНИЕ К ЭВАКУАЦИОННОМУ ВЫХОДУ (ПО НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ ВНИЗ)
ВЫХОД
ЭВАКУАЦИОННЫЙ (ЗАПАСНЫЙ) ВЫХОД
НАПРАВЛЕНИЕ ЭВАКУАЦИИ
НАПРАВЛЕНИЕ К ЭВАКУАЦИОННОМУ ВЫХОДУ (ПО ЛЕСТНИЦЕ ВНИЗ)
НАПРАВЛЕНИЕ К ЭВАКУАЦИОННОМУ ВЫХОДУ (ПО ЛЕСТНИЦЕ ВВЕРХ)
ДВЕРЬ ЭВАКУАЦИОННОГО ВЫХОДА
РАЗБЕЙ СТЕКЛО
МЕСТО КУРЕНИЯ

13.12.4. Применение малых напряжений

Если номинальное напряжение электроустановки не превышает длительно допустимого значения напряжения прикосновения, то даже одновременный контакт человека с токоведущими частями разных фаз или полюсов будет безопасен.

Наибольшая степень безопасности достигается при напряжениях 6-10 В, так как при таком напряжении ток, проходящий через тело человека не превысит 1—1,5 мА. В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, где сопротивление цепи человека может быть значительно снижено, ток, проходящий через тело человека, может в несколько раз превысить эту величину. Однако даже если принять сопротивление тела

человека R_h = 1000 Ом, ток не превысит значения, длительно допускаемого при случайном прикосновении — 10 мА.

При использовании переносных электрических установок и ручного электрифицированного инструмента с целью повышения безопасности применяются напряжения 12, 36 и 42 В. В помещениях с повышенной опасностью, где применяется напряжение 42 В, сопротивление тела человека, при этом напряжении можно принять равным 2 кОм и ток, проходящий через тело человека, может быть I_h = 42 / 2 = 21 мА. Такой ток для большинства людей является неотпускающим. В особо опасных помещениях, где ручной электроинструмент питается напряжением 42В, в переносных светильниках — 12В, ток, проходящий через тело человека, может быть выше. В таких помещениях сопротивление тела человека не превышает 1 кОм и ток, проходящий через тело человека, при напряжении 42 В равен 42 мА, при 12 В-12 мА. Ввиду того что одним применением малых напряжений не достигается достаточная степень безопасности, дополнительно принимаются другие меры защиты — двойная изоляция, защита от случайных прикосновений и др.

Источником малого напряжения может быть выпрямительная установка, преобразователь частоты и трансформатор.

Выпрямительная установка, применяемая как источник малого напряжения, должна соединяться с питающей сетью через понизительный трансформатор. Включение выпрямителей через автотрансформатор не допускается, так как токоведущие части сети малого постоянного напряжения в этом случае электрически связаны с сетью высшего напряжения.

Наиболее часто как источники малого напряжения применяются понизительные трансформаторы. Они отличаются от других источников малого напряжения простотой конструкции и большей надежностью. Единственное слабое место понизительных трансформаторов — возможность перехода высшего напряжения первичной обмотки на вторичную. В этом случае прикосновение к токоведущим частям или к незаземленному корпусу, оказавшемуся под напряжением, в сети малого напряжения равноценно такому же прикосновению в сети высшего напряжения. С целью уменьшения опасности при переходе высшего первичного напряжения на сторону вторичного малого напряжения вторичная обмотка трансформатора заземляется или зануляется.

Применение малых напряжений — весьма эффективная защитная мера, но ее широкому распространению мешает невозможность осуществления протяженной сети малого напряжения. Следовательно, источник малого напряжения должен быть максимально приближен к потребителю. По этой причине область применения напряжений 12 и 42 В на производстве ограничивается ручным электрифицированным инструментом, ручными и станочными лампами, которые эксплуатируются в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных.

13.12.5. Электрическое разделение сетей (разделяющий трансформатор)

Разветвленная сеть большой протяженности имеет значительную емкость и небольшое сопротивление исправной изоляции. Ток замыкания на землю в такой сети может достигать значительной величины. В сетях напряжением до 1000 В большой протяженности прикосновение к фазе становится опасным, так как человек оказывается под напряжением, близким к фазному.

Если единую, сильно разветвленную сеть с большой емкостью и малым сопротивлением изоляции разделить на ряд небольших сетей такого же напряжения, которые будут обладать незначительной емкостью и высоким сопротивлением изоляции, опасность поражения резко снизится. Ток через человека, прикоснувшегося к одной фазе, будет определяться высоким сопротивлением фаз относительно земли и не пре-высит 10 мА.

Если разветвленную сеть разделить на короткие участки разделяющими трансформаторами, у которых коэффициент трансформации 1:1, то эти малые сети будут обладать малой емкостью и высоким сопротивлением изоляции. Напряжение их не изменится. В коротких сетях ток при однофазных прикосновениях, проходящий через тело человека, можно понизить до еле ощутимого значения.

а)

б)

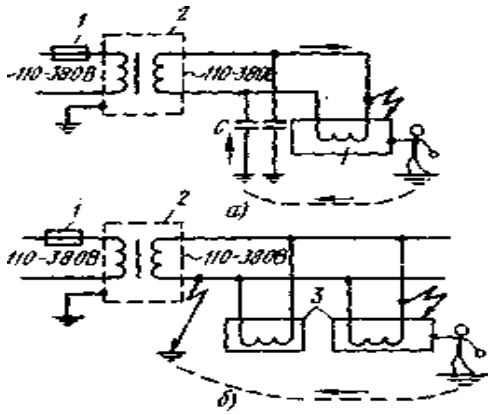


Рис.13.6. **Схема защиты включением электроприборов через разделяющий трансформатор при замыкании на корпус *(а)*, на корпус и землю *(б)*:**
1 – плавкий предохранитель, 2 – разделяющий трансформатор,
3 – электроприбор.

Так как цель разделения сетей — обеспечить высокое сопротивление изоляции, не допускается заземление выводов вторичной обмотки разделяющего трансформатора; его корпус заземляют как обычно (рис. 13.6).

Электрическое разделение сетей не исключает попадания под линейное напряжение в случае однофазного прикосновения к исправной фазе при наличии глухого замыкания на другой фазе. Но вероятность таких случаев в короткой сети значительно меньше, чем в протяженной. Для каждого электроприемника рекомендуется отдельный трансформатор и короткая электропроводка. Заземление корпуса электроприемника, присоединенного к разделяющему транс форматору, не требуется, а соединение его с сетью зануления не допускается. Разделяющие трансформаторы изготовляют с экраном между обмотками высшего и низшего напряжения и надежной их изоляцией, чтобы исключить возможность перехода напряжения.

Раздельное питание используют в установках напряжением до 1000 В при испытаниях, работах с переносными электрическими приборами, на стендах, в передвижных электроустановках. Раздельное питание рекомендуется в особо опасных помещениях, на строительных площадках, при ремонтах на электростанциях и др.

13.12.6. Электрозащитные средства.

Электрозащитные ***средства*** представляют собой переносимые и перевозимые изделия, служащие для защиты людей, работающих с электроустановками, от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля (ГОСТ 12.1.009).

По назначению электрозащитные средства условно делятся на изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

Изолирующие защитные средства служат для изоляции человека от токоведущих частей и от земли подразделяются, в свою очередь, на основные и дополнительные.

Основные средства способны надежно выдерживать рабочее напряжение электроустановки и допускают касание токоведущих частей, находящихся под напряжением. В электроустановках напряжением выше 1000 В к основным изолирующим защитным средствам относятся изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, указатели напряжения для фазировки, изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ (изолирующие лестницы, площадки, тяги, канаты, корзины телескопических вышек и др.)-

В электроустановках напряжением до 1000 В основными электрозащитными средствами являются изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные кле-

щи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками.

Дополнительные электрозащитные средства — это такие средства защиты, которые при данном напряжении не могут обеспечить защиту от поражения током, поэтому их применяют совместно с основными электрозащитными средствами.

К дополнительным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением выше 1000 В относятся: диэлектрические перчатки, боты и ковры, индивидуальные экранирующие комплекты, изолирующие подставки и накладки, диэлектрические колпаки, переносные заземления, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности.

К дополнительным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относятся: диэлектрические галоши и ковры, переносные заземления, изолирующие подставки.

Инструмент с изолированными рукоятками как основное средство защиты применяют только в установках напряжением до 1000 В. Рукоятки инструмента должны иметь ограничивающий упор, гладкое без трещин и заусенцев изоляционное покрытие из влагостойкого нехрупкого материала по длине не менее 10 см, которое должно плотно прилегать к металлическим частям, полностью изолируя от металла руку работающего. После изготовления или ремонта инструмент испытывают напряжением 2,0 кВ в течение 1 мин.

При испытании изолирующие рукоятки погружают в воду так, чтобы изоляционное покрытие выступало над водой на 1 см; от трансформатора подают напряжение на металлическую часть инструмента и в воду (рис. 13.7). Инструмент считается годным, если изоляционное покрытие выдержало приложенное напряжение.

Изолирующие подставки служат для изоляции работающего от земли. Поэтому их используют как дополнительное средство безопасности при операциях с предохранителями, пусковыми устройствами электродвигателей, приводами

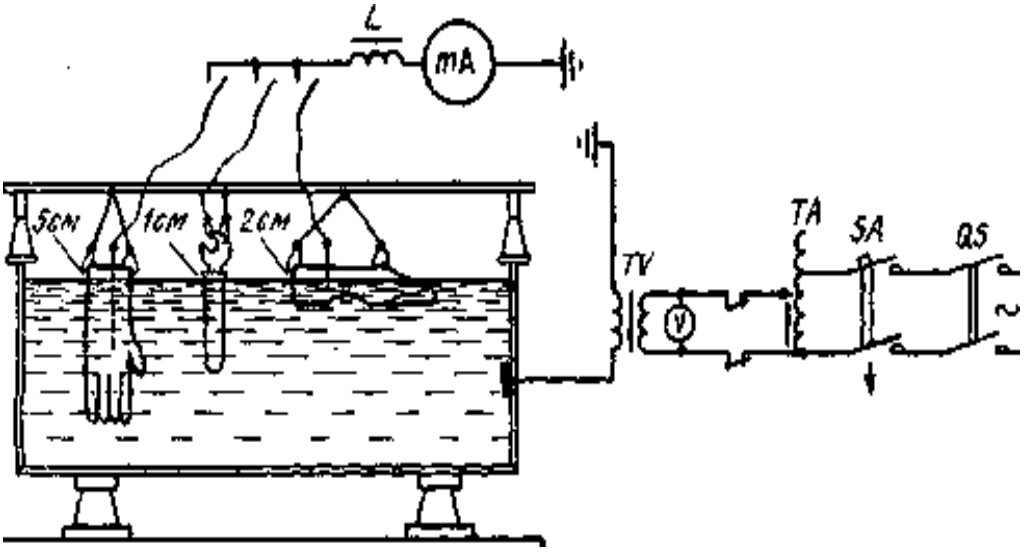


Рис. 13.7. **Схема испытания повышенным напряжением защитных средств — перчаток, инструмента с изолированными рукоятками и галош:**

QS — двухполюсный рубильник для включения и отключения установки, SA - автомат максимального тока для отключения установки, TA — регулировочный автотрансформатор, V — вольтметр, TV — повышающий трансформатор, mA — миллиамперметр, L — дроссель.

разъединителей и выключателей в закрытых электроустановках всех напряжений.

Для изоляции человека от земли и токопроводящих частей применяют изделия из диэлектрической резины: перчатки, боты, галоши и коврики.

В отличие от обычной резиновая диэлектрическая обувь не имеет лакировки. Следует иметь в виду, что резина отличается ненадежностью диэлектрических качеств, легко подвергается механическим повреждениям, особенно под влиянием влаги, света, высокой температуры, масел, бензина, кислот. Поэтому защитные средства из резины должны храниться в закрытых шкафах или ящиках.

Перед использованием защитные средства тщательно осматривают, а диэлектрические перчатки проверяют на плотность, скручивая их так, чтобы воздух не мог выходить через отверстия для руки. Из исправной, не имеющей проколов перчатки воздух не выходит. Перчатки на рабочее напряжение до 1000 В **в** установках более высокого напряжения применять не разрешается.

При испытании диэлектрические перчатки, боты и галоши заливают водой, а затем погружают в сосуд с водой. Уровень воды изнутри и снаружи должен быть на 5 см ниже верхнего края изделия, а для галош — на 2 см (выступающие края галош должны быть сухими). Напряжение подают от трансформатора через один электрод в воду, вне испытываемого изделия, и на землю, другой электрод опускают внутрь изделия, наполненного водой, и через миллиамперметр соединяют с землей (см.

рис. 13.7). Значения испытательного напряжения, допустимого тока утечки и продолжительность испытания определяются «Правилами пользования и испытания защитных средств».

Временные ограждения применяют при ремонтных работах для предохранения персонала от случайного приближения к токопроводящим частям, находящимся под напряжением и расположенным вблизи места работы. К ним относятся переносные щиты (ширмы), изолирующие накладки и колпаки, ограждения, клетки.

К индивидуальным защитным средствам относятся экранирующие защитные комплекты, защитные очки, рукавицы, противогазы, предохранительные пояса и страхующие канаты.

Ниже приведены сроки периодических электрических испытаний некоторых средств защиты, находящихся в эксплуатации:

- перчатки резиновые диэлектрические – через 6 мес.;
- галоши резиновые диэлектрические – через 12 мес.;
- инструмент слесарно-монтажный с изолирующими рукоятками через 12 мес.;
- указатели напряжения – через 12 мес.

13.12.7. Защитное заземление

Согласно ГОСТ 12.1.009 *защитное* ***заземление*** - это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением (при пробое на корпус либо по другим причинам). Оно применяется в трехфазных трехпроводных сетях с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В.

Принцип действия защитного заземления основан на снижении до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием одной из фаз на корпус электрооборудования и соответственно проходящего через тело человека тока.

Согласно ПУЭ, для электроустановок напряжением до 1000 В при изолированной нейтрали трансформатора (генератора) сопротивление защитного заземления должно быть не более 4 Ом.

В случае пробоя одной из фаз электросети на корпус электродвигателя благодаря защитному заземлению напряжение прикосновения, под которое может попасть человек, прикоснувшись к корпусу, значительно снижается.

На корпусе электрического двигателя появляется напряжение, равное произведению тока замыкания на землю $I_З$ и сопротивления заземлителя $R_З$:

$$U_з = IзR_{з.}$$

Ток однофазного замыкания на землю в сети напряжением до 1000 В обычно не превышает 10 А. Следовательно, напряжение прикосновения на корпусе заземленного оборудования при замыкании составит

$$U_к = 10 \cdot 4 = 40 \text{ В}.$$

Поэтому ток $I_ч$, проходящий через тело человека, тем меньше, чем меньше сопротивление заземлителя:

$$I_ч = \frac{I_з R_з}{R_ч} = \frac{40}{1000} = 0{,}04 \text{ А}.$$

Такой ток является безопасным для человека.

Защитное заземление см. [25 , стр. 10…16].

Требования к системам заземления электроустановок. Системы электроснабжения классифицируются ГОСТ 30331.2-95 (МЭК 364-3-93) в зависимости от способа заземления распределительной сети и примененных мер защиты от поражения электрическим током. Распределительные сети подразделяются на сети с заземленной нейтралью и сети с изолированной нейтралью. ГОСТ 30331.2-95 подразделяет распределительные сети в зависимости от конфигурации токоведущих проводников, включая нулевой рабочий (нейтральный) проводник, и типов систем заземления. При этом используются следующие обозначения. Первая буква (I или T) характеризует связь с землей токоведущих проводников (заземление сети). Вторая буква (T или N) характеризует связь с землей открытых проводящих частей (ОПЧ) и сторонних проводящих частей (СПЧ) (заземление оборудования).

Первая буква (I или T). Первая буква I означает, что все токоведущие части изолированы от земли или что одна точка сети связана с землей через сопротивление, или через разрядник, или воздушный промежуток. Сети с изолированной нейтралью (I) могут быть: (1) весьма малыми сетями, такими, как сети безопасного сверхнизкого напряжения (БСНН) с электрическим отделением с помощью разделяющих трансформаторов, или (2) средними по размеру, такими, которые используются для питания отдельных цехов, или (3) распределительными сетями для питания целых районов города, такими, как трехфазные сети напряжением 230 В (система 1T).

Первая буква Т указывает на прямую связь, по меньшей мере одной точки сети, с землей. Например, питаемая от вторичной обмотки трансформатора, соединенной в звезду, трехфазная распределительная сеть с нейтральным проводником напряжением 127/220 или 220/380 В с нейтралью, соединенной с землей через заземляющее устройство.

Вторая буква (T или N). Вторая буква означает тип соединения между ОПЧ, защитным заземляющим проводником (заземление оборудования) электроустановки и землей. Вторая буква Т означает прямое соединение между ОПЧ и СПЧ и землей, независимое от системного заземления, которое может содержать или не содержать токоведущие части системы. Вторая буква N означает прямое соединение ОПЧ и СПЧ с заземленной точкой (точками) сети посредством PEN- или PE-проводника. Сетевое заземление и меры защиты от поражения электрическим током подлежат (каждое) независимому рассмотрению.

Последующие буквы (если таковые имеются) — устройство нулевого рабочего и нулевого защитного проводника.

S — функция нулевого защитного и нулевого рабочего проводника обеспечивается раздельными проводниками.

C — функция нулевого защитного и нулевого рабочего проводников, объединенных в одном проводнике (PEN-проводник).

В зависимости от устройства нулевого рабочего и нулевого защитного проводников различают следующие три типа системы TN:

система TN-S — нулевой рабочий и нулевой защитный проводники работают раздельно по всей системе;

система TN-C-S — функции нулевого рабочего и нулевого защитного проводников объединены в одном проводнике в части сети;

система TN-C — функции нулевого рабочего и нулевого защитного проводников объединены в одном проводнике по всей сети;

система TT. Питающая сеть системы ТТ имеет точку, непосредственно связанную с землей, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к заземлителю, электрически независимому от заземлителя нейтрали источника питания;

система 1T. Питающая сеть системы IT не имеет непосредственной связи токоведущих частей с землей, а открытые проводящие части электроустановки заземлены.

13.12.8. Выравнивание потенциалов.

Выравнивание потенциала - это метод снижения напряжения прикосновения и шага между точками электрической цепи, к которым возможно одновременное прикосновение или на которых может одновременно стоять человек (ГОСТ 12.1.009).

Для выравнивания потенциала используют контурное заземление или укладывают стальные полосы в виде сетки по всей площадке, занятой оборудованием. Кроме того, для выравнивания потенциала во всех помещениях и наружных установках, где применяются защитные заземление и зануление, строительные металлические конструкции, трубопроводы всех назначений, корпуса технологического оборудования должны быть присоединены к сетям зануления или заземления.

Выравнивание потенциала как самостоятельный метод защиты не используют.

Поскольку разветвленные электрические сети, широко используемые в производстве, характеризуются значительной емкостью и небольшим сопротивлением исправной изоляции проводов, то для повышения безопасности работы с ними производится так называемое защитное электрическое разделение сети.

13.12.9. Зануление

Зануление представляет собой преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением (ГОСТ 12.1.009), а *нулевой защитный проводник* - это проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока или ее эквивалентом.

Этот метод защиты используют в четырехпроводных трехфазных сетях с глухозаземленной нейтралью напряжением до 1000 В, чаще в сетях 380 / 220 В и 220 / 127 В. Это связано с тем, что сила тока замыкания на землю в таких сетях велика и даже при нормативном значении сопротивления заземления при пробое фазы на корпус оборудования через тело человека может проходить ток значительной величины.

Зануление см. [25,26 , стр. 16…22].

Для зануления корпуса однофазного электроприемника нельзя использовать нулевой провод ответвления к данному приемнику, например светильнику, если проводка к нему выполнена открытыми незащищенными проводами, а нужно проложить отдельный (третий) защитный проводник до магистрального нулевого провода в ближайшем месте, где он укреплен неподвижно, или в распаечной коробке (при переносных электроприемниках — до вилки специального штепсельного соединения с неподвижно укрепленной розеткой). Иначе при случайном обрыве рабочего нулевого провода на корпус попадает фазное напряжение даже при исправной изоляции внутри корпуса. Обрыв защитного проводника тоже возможен, но напряжение на корпусе при этом может оказаться только при повреждении изоляции

внутри корпуса. Если в однофазный электроприемник вводится кабель, защищенный провод или незащищенные проводники, проложенные в трубе, в металлорукаве или скрытой электропроводкой, то зануление можно делать путем присоединения заземляющего винта на корпусе приемника к рабочему нулевому проводнику, внутри приемника.

13.12.10. Защитное отключение

13.12.10. 1. Общие положения

На основании ГОСТ 30331.3-95 (МЭК 364-4-41-92) «Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током» следует применять в электроустановках зданий и сооружений, включая жилые и общественные здания, устройства защитного отключения (УЗО) в качестве дополнительной меры защиты от поражения электрическим током в случае прямого прикосновения к токоведущим частям либо металлическим корпусам электроустановок, оказавшихся под потенциалом относительно «земли». Защитное отключение — это быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения электрическим током.

При использовании этого вида защиты безопасность обеспечивается быстродействующим (0,1-0,2 с) отключением аварийного участка или всей сети при однофазном замыкании на землю или на элементы электрооборудования, нормально изолированные от земли, а также при прикосновении человека к частям, находящимся под напряжением.

Принцип работы защитно-отключающего устройства состоит в том, что оно постоянно контролирует величину входного сигнала (напряжение корпуса относительно земли, силу тока замыкания на корпус, напряжение фаз относительно земли, напряжение нулевой последовательности и т.п.) и сравнивает его с установленным значением (уставкой). Если входной сигнал отличается от уставки в худшую сторону, то устройство срабатывает и отключает электроустановку от сети.

Применение УЗО является обязательным в следующих случаях:

- для групповых линий, питающих розеточные сети, находящиеся вне помещений;
- для групповых линий, питающих розеточные сети, находящиеся в помещениях, особо опасных и с повышенной опасностью в отношении поражения электрическим током;
- для групповых линий питания светильников местного стационарного осве-

щения при напряжении сети выше *25 В,* устанавливаемых в помещениях, особо опасных и с повышенной опасностью поражения электрическим током;

- для групповых линий питания светильников общего освещения, устанавливаемых в помещениях, особо *опасных* и с повышенной опасностью поражения электрическим током, при высоте установки менее 2,5 м над полом или площадкой обслуживания;
- для групповых линий, питающих розетки на столах учеников в кабинетах и лабораториях школ;
- для систем стационарного *обогрева;*
- для групповых линий мобильных (инвентарных) зданий из металла или с металлическим каркасом, предназначенных для уличной торговли, а также в передвижных и стационарных вагончиках с местами для проживания;
- для групповых линий, питающих электроприемники, монтируемые в ванных, душевых и парильных помещениях (если они присоединены без разделительного трансформатора);
- для групповых сетей установок световой рекламы и архитектурного освещения зданий;
- в случае, когда устройство защиты от сверхтока не обеспечивает нормируемое время автоматического отключения из-за низких значений токов короткого замыкания и электроустановка не охвачена системой уравнивания электрических потенциалов.

Защитно-отключающие устройства включают следующие элементы: датчик, представляющий собой чувствительный элемент и воспринимающий входной сигнал (иногда называется фильтром); автоматический выключатель — исполнительный орган, отключающий электроустановку или участок сети при поступлении аварийного сигнала.

Основные требования, которым должны удовлетворять УЗО:

- высокая чувствительность;
- малое время отключения;
- селективность действия;
- способность осуществлять самоконтроль исправности;
- достаточная надежность.

Указанные возможности используются в практике создания УЗО, в зависимости от условий, опасных для человека: потенциал корпуса (напряжение между корпусом и землей); ток, стекающий в землю; напряжение фаз относительно земли; напряжение нулевой последовательности и др., УЗО делятся на следующие типы, реагирующие на:

- потенциал корпуса;

- ток замыкания на землю;
- напряжение нулевой последовательности;
- ток нулевой последовательности;
- напряжение фазы относительно земли;
- оперативный ток.

Есть и комбинированные устройства, которые реагируют не на одну, а на несколько входных величин.

Ниже рассматриваются некоторые из перечисленных типов устройств защитного отключения.

13.12.10.2. Устройства, реагирующие на потенциал корпуса

Назначение УЗО рассматриваемого типа — устранение опасности поражения людей током при возникновении на заземленном или зануленном корпусе повышенного потенциала. Обычно эти устройства являются дополнительной мерой защиты к заземлению или занулению.

Принцип действия - быстрое отключение от сети поврежденного оборудования, если возникший на его корпусе потенциал $\varphi_{к,\ доп.}$, В, окажется выше потенциала $\varphi_{к,\ доп}$, В, при котором напряжение прикосновения к корпусу имеет наибольшее длительно допустимое значение $U_{пр..доп}$, В.

Принципиальная схема одного из таких устройств показана на рис. 13.8. Датчиком в этой схеме служит реле максимального напряжения, включенное между защищаемым корпусом и вспомогательным заземлителем 2 непосредственно или через трансформатор напряжения.

Электроды вспомогательного заземлителя должны быть размещены вне зоны растекания токов, стекающих с заземлителя $I_{зм}$ корпуса или заземлителей нулевого проводника сети, т. е. на расстоянии более 20 м.

При замыкании фазы на заземленный (или зануленный) корпус вначале проявляется защитное свойство заземления (или зануления), снижающее потенциал корпуса до некоторого предела

$$\varphi_к = I_з r_к,$$

где $r_к$ — сопротивление заземления (а при занулении — сопротивление повторных заземлений нулевого проводника), Ом.

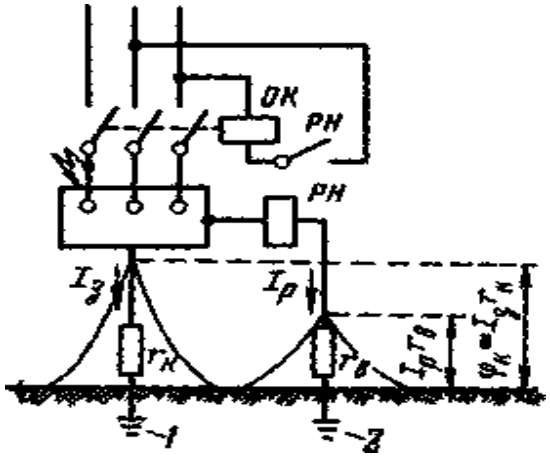


Рис.13.8. **Принципиальная схема устройства защитного отключения, реагирующего на потенциал корпуса:**

$r_к$ — сопротивление защитного заземления (корпуса); $r_в$ — сопротивление вспомогательного заземления; $/_З$ - ток, стекающий в землю; РН -реле максимального напряжения; ОК ~ отключающая катушка автоматического выключателя (контактора, автомата, магнитного пускателя и т. и.)

Если $\varphi_к$ превысит $\varphi_{к.доп}$ сработает устройство защитного отключения, т. е. произойдет отключение поврежденной установки от сети.

Область применения. Рассматриваемый тип защитного отключения может применяться в сетях всех напряжений независимо от режима нейтрали, когда система защитного заземления или зануления малонадежна или недостаточно эффективна. Однако с учетом неселективности работы УЗО этого типа его использование ограничивается установками с индивидуальными заземлениями (например, передвижные электроустановки).

Достоинство УЗО, реагирующих на потенциал корпуса,— исключительная простота их схем.

Недостатками их являются необходимость иметь вспомогательное заземление, неселективность отключения в случае присоединения нескольких корпусов к одному заземлителю, отсутствие самоконтроля исправности и, наконец, непостоянство уставки при изменениях сопротивления $r_в$.

13.12.10.3. Устройство, реагирующее на ток замыкания на землю

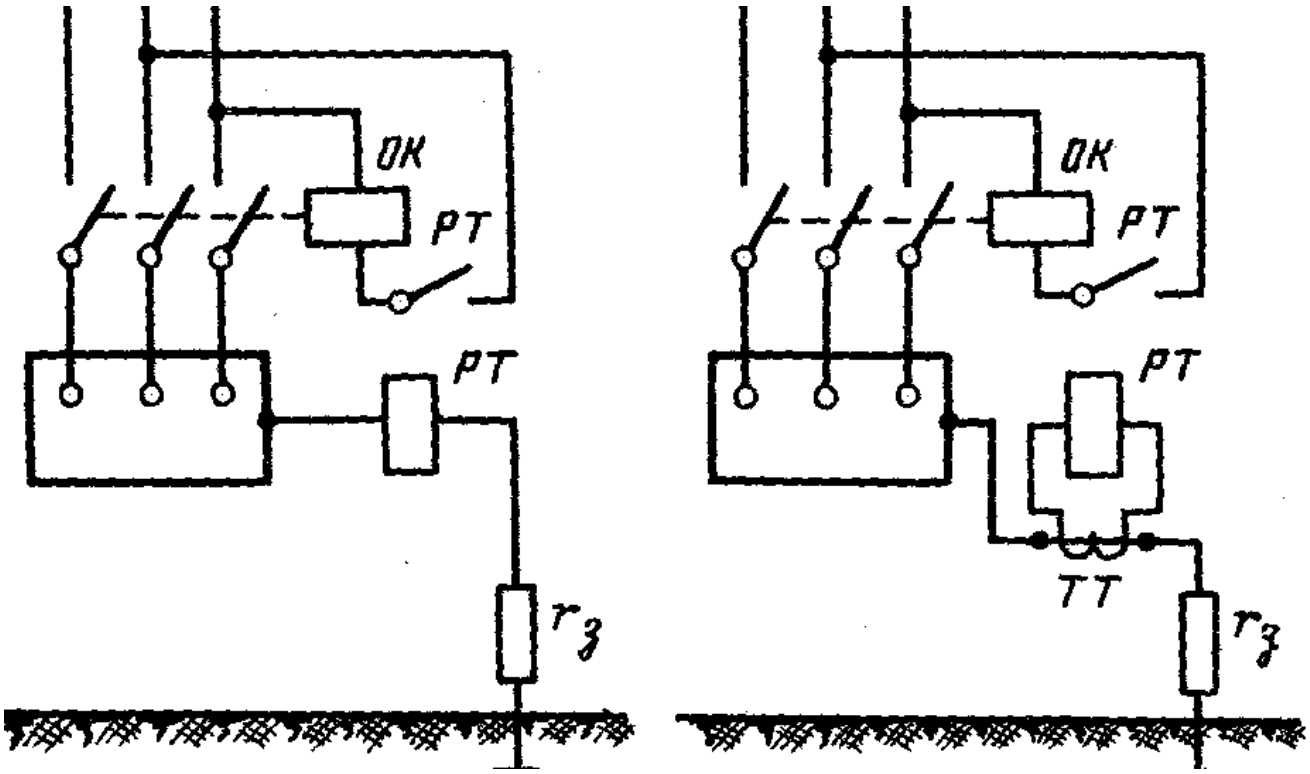
Назначение — устранение опасности поражения током людей при прикосновении к заземленному корпусу в период замыкания на него фазы.

Принцип действия — быстрое отключение поврежденного оборудования от сети в случае, если ток, проходящий через проводник, заземляющий корпус этого оборудования, превысит некоторый предел $I_{з.доп,}$ А, при котором напряжение прикосновения имеет наибольшее длительно допустимое значение

$U_{пр.доп}$, В.

Принципиальные схемы приведены на рис. 7.4. Датчиком служит токовое реле *РТ,* обладающее малым сопротивлением и включенное непосредственно в рассечку заземляющего провода (рис. 7.4, а) или во вторичную обмотку трансформатора тока (рис. 7.4,6), который применяется при большом токе замыкания на землю, когда трудно подобрать реле. Удобен насыщающийся трансформатор тока, при котором обмотка реле не перегружается, когда ток в первичной обмотке трансформатора больше номинального значения.

При замыкании фазы на корпус ток, стекающий в землю, если он превышает уставку, вызывает срабатывание реле, т. е. отключение установки от сети.



а) б)

Рис. 13.9. **Принципиальная схема УЗО, реагирующего на ток замыкания на землю:**

ТТ - трансформатор тока; *ОК* — отключающая катушка автоматического выключателя

Область применения рассматриваемых УЗО ограничивается установками, корпуса которых изолированы от земли, а следовательно, и один от другого, т. е. установками,

между которыми нет электрических связей помимо связи через реле. В этом случае защита работает селективно. Такими установками являются ручной электрифицированный инструмент, передвижные установки и т. п. Напряжение питающей сети и режим ее нейтрали могут быть любыми.

Достоинствами рассматриваемых УЗО являются простота конструкции, относительно высокие надежность и четкость срабатывания, особенно при больших токах, проходящих через реле, и возможность обеспечить селективность отключения (при отсутствии металлической связи между защищаемыми корпусами).

Недостаток указанных устройств заключается в том, что в случае обрыва заземляющего проводника УЗО перестает работать. Вместе с тем, поскольку корпуса электроприемников кроме связи через проводники системы заземления или зануления имеют, как правило, связь через металлические конструкции зданий и сооружений, селективность работы этих устройств не может быть обеспечена. Иначе говоря, при наличии металлической связи между защищающими корпусами УЗО работает неселективно. И, наконец, недостатком является отсутствие самоконтроля исправности.

13.12.10.4. Устройство, реагирующее на напряжение нулевой последовательности

Назначение этих УЗО — устранение опасности поражения током, возникающей при глухом замыкании одной или двух фаз на землю, в том числе при замыкании фазы на заземленный корпус. Эти схемы, как правило, не отключают сеть при замыкании фазы на землю через большое сопротивление, а следовательно, и при прикосновении человека к токоведущей части.

Принцип действия — быстрое отключение сети от источника питания при возникновении напряжения нулевой последовательности, обусловленной несимметрией полных проводимостей проводов сети относительно земли выше некоторого предела.

Принципиальная схема устройства показана на рис. 7.6. Датчиком служит фильтр напряжения нулевой последовательности, состоящей из трех конденсаторов, соединенных в звезду. Для этой цели могут применяться и другие фильтры (вольтметры, лампы накаливания, конденсаторы, трансформаторы напряжения, резисторы и др.).

Реле напряжения, включенное между нулевой точкой фильтра и землей, срабатывает, когда напряжение нулевой последовательности, т. е. напряжение между нейтральной точкой источника тока и землей 17_0, достигает значения, при котором напряжение на зажимах реле становится равным

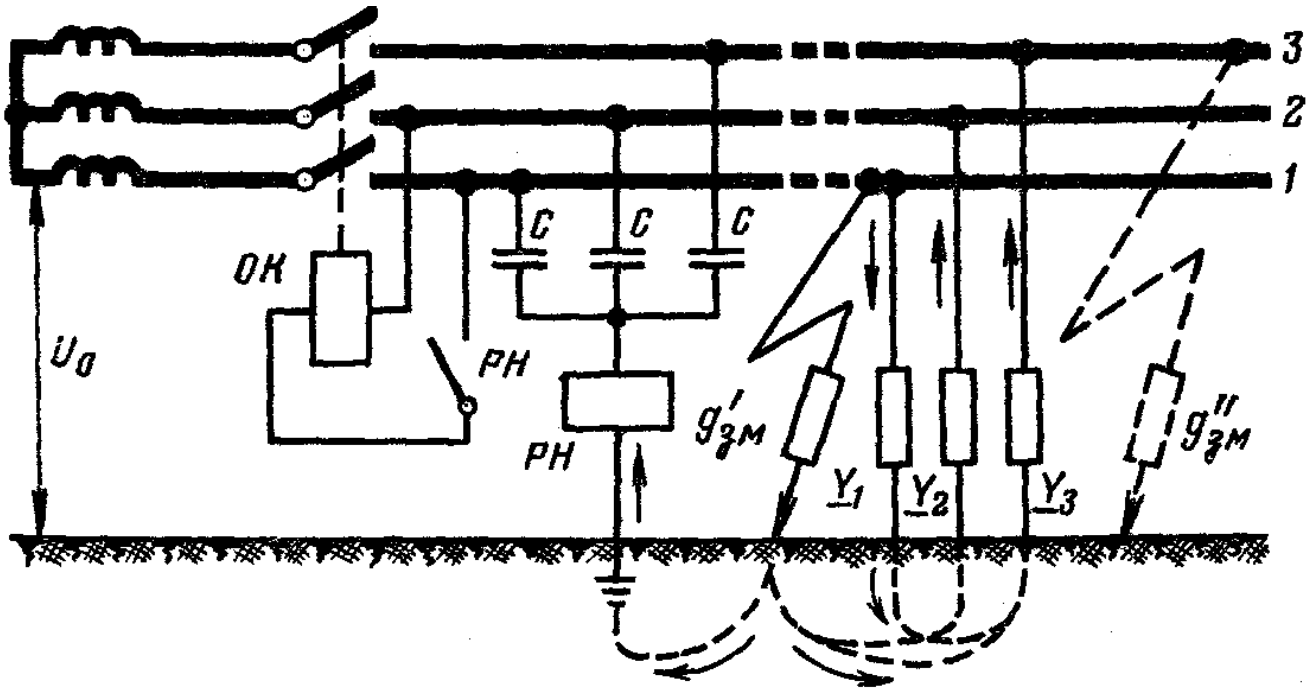


Рис. 13.10. **Принципиальная схема УЗО, реагирующего на напряжение нулевой последовательности, с фильтром из трех конденсаторов:**

С - конденсаторы; *РН* — реле напряжения; *ОК* — отключающая катушка автоматического выключателя; Y_1, Y_2, Y_3 — комплексы проводимостей фаз относительно земли; $q'_{зм}$, $q''_{зм}$ -проводимости замыкания на землю фаз *1* и *3* соответственно

напряжению его срабатывания $U_{ср}$ или превышает его. При этом происходит отключение сети от источника.

Область применения УЗО, реагирующих на напряжение нулевой последовательности, — трехфазные трехпроводные сети преимущественно до 1000 В малой протяженности с изолированной нейтралью, обладающие высоким сопротивлением изоляции и небольшой емкостью относительно земли.

13.12.10.5. Устройство, реагирующее на ток нулевой последовательности

Назначение УЗО этого типа — обеспечить безопасность человека в случае прикосновения к заземленному (зануленному) корпусу при замыкании на него фазы, или к токоведущей части, находящейся под напряжением. Следовательно, это устройство может служить дополнительной мерой защиты к защитному заземлению и занулению, а также как самостоятельная защита *взамен заземления* или *зануления.*

Принцип действия — быстрое отключение участка сети или потребителя энергии, если ток нулевой последовательности превышает некоторое значение, при котором напряжение прикосновения к «пробитому» корпусу или токоведущей части, находящейся под напряжением, имеет наибольшее длительно допустимое значение $U_{пр.доп.}$

Принципиальная схема показана на рис. 7.9. Датчиком может служить трансформатор тока нулевой последовательности *ТТНП,* магнитопровод которого охватывает все провода сети, играющие в этом случае роль первичных одновитковых обмоток трансформатора. В результате магнитные потоки, создаваемые в магнитопроводе *ТТНП* токами первичных обмоток, складываются, а суммарный поток обусловливает возникновение тока во вторичной обмотке *ТТНП,* замыкающегося через обмотку реле. В сети с заземленной нейтралью *ТТНП* может надеваться на провод, соединяющий нейтральную точку обмоток силового трансформатора с заземлителем (рис. 7.11).

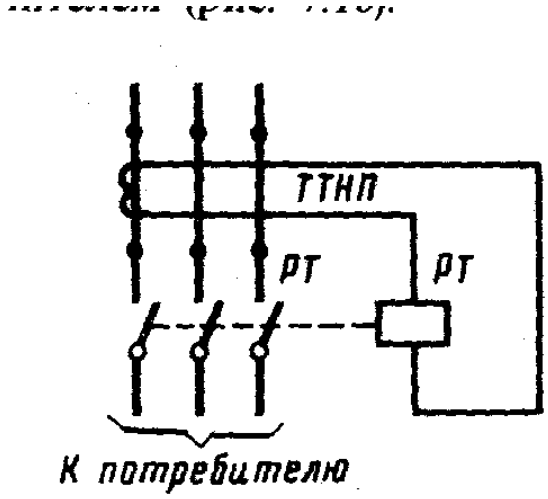


Рис. 13.11. Принципиальная схема УЗО, реагирующего на ток нулевой последовательности:
ТТНП - датчик трансформатора тока нулевой последовательности; *РТ* — реле токовое

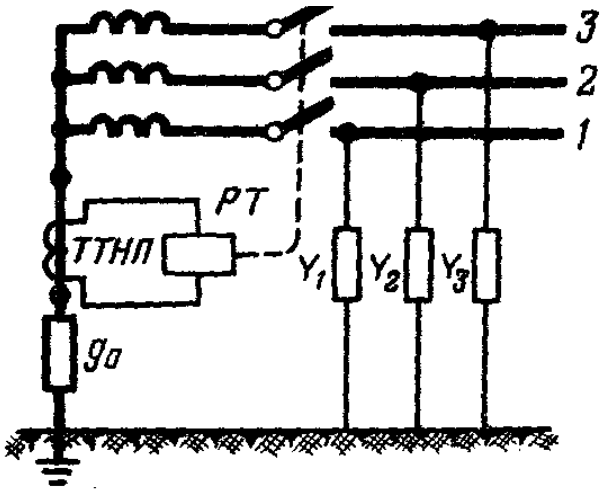


Рис. 13.12. Схема включения *ТТНП* в проводник, заземляющий нейтраль трансформатора: Y_1, Y_2, Y_3 - проводимости (относительно земли) проводов сети; q_0 - проводимость заземления нейтрали источника тока

Область применения УЗО, реагирующих на ток нулевой последовательности, — сети любых напряжений как с заземленной, так и с изолированной нейтралью. При этом поскольку ток нулевой последовательности зависит от соотношения проводимостей относительно земли участков сети в зоне защиты и вне ее, в сети с изолированной нейтралью на четкость и надежность срабатывания УЗО влияет место установки *ТТНП* (или фильтра) на линии. Наиболее эффективна в этом смысле установка *ТТНП* (или фильтра) в непосредственной близости от защищаемого оборудования, когда участок сети, находящийся в зоне защиты, оказывается малым по длине и обладает

поэтому незначительной проводимостью относительно земли, не влияющей на ток нулевой последовательности. И, наоборот, размещение *ТТНП* в начале протяженной линии (в сети с изолированной нейтралью) приводит, как правило, к неселективности или отказу работы защитного отключения, поскольку ток нулевой последовательности может оказаться незначительным, несмотря на большой ток замыкания на землю.

В сети с заземленной нейтралью проводимость участка сети, находящегося вне зоны защиты, всегда достаточно велика (за счет проводимости заземления нейтрали источника тока), поэтому *ТТНП* можно размещать в любом месте линии, что не нарушит селективности работы устройства.

Положительные свойства этих УЗО обеспечили им широкое распространение как в нашей стране, так и за рубежом.

Достоинствами УЗО, реагирующих на ток нулевой последовательности, являются: возможность применения в сетях любых напряжений с различными режимами нейтрали; способность обеспечивать безопасность человека при прикосновении не только к корпусу, оказавшемуся под напряжением, но и к фазному проводу сети, находящемуся под рабочим напряжением; высокая степень надежности работы, т. е. малое количество ложных отключений; независимость работы устройства от значений сопротивления заземления и сопротивления нулевого проводника. Последнее достоинство имеет немаловажное значение в тех случаях, когда невозможно заземлить нейтраль трансформатора, корпуса электрооборудования или нулевой проводник через малое сопротивление или когда из-за отдаленности потребителя сопротивление нулевого защитного проводника оказывается выше нормированных значений.

Недостатки — нечувствительность к симметричным снижениям сопротивления изоляции, сложность конструкции устройства, предназначенного защищать человека от поражения током при прикосновении к токоведущей части, находящейся под напряжением. Однако симметричные снижения сопротивлений возможны сравнительно редко, а сложность конструкции при современном развитии техники не является большим препятствием к устройству этого типа УЗО.

13.12.10.6. Устройства, реагирующие на оперативный ток

Об изменениях сопротивлений изоляции проводов сети относительно земли и заземления оборудования, которые чаще всего обусловливают безопасность эксплуатации электроустановки, можно судить по значению тока, проходящего через эти сопротивления и получаемого от постороннего источника. В этом случае сопротивления являются измеряемыми величинами, а ток, характеризующий их значение,— измерительным током. Его принято называть также *оперативным током.*

Очевидно, что оперативный ток может служить входной величиной устройства защитного отключения. В практике для этой цели применяют как постоянный, так и переменные токи различной частоты.

Назначение. УЗО, реагирующие на оперативный постоянный ток, предназначены для непрерывного автоматического контроля сопротивления изоляции сети, а также для защиты человека, прикоснувшегося к токоведущей части, от поражения током.

Следовательно, УЗО этого типа может служить самостоятельной мерой защиты от поражения током при прикосновении к незаземленному корпусу в период замыкания на него фазы или к токоведущей части, находящейся под напряжением. Оно может служить дополнительной защитой к заземлению.

Принцип действия — быстрое отключение сети от источника тока при снижении сопротивления ее изоляции относительно земли ниже некоторого предела, при котором ток I_h через человека, прикоснувшегося к токоведущей части (или напряжение прикосновения), достигает наибольшего длительно допустимого значения $I_{h.доп}$ (или $U_{пр.доп}$).

Область применения устройств, реагирующих на оперативный постоянный ток,— сети до 1000 В с изолированной нейтралью. При этом корпуса защищаемых объектов могут быть заземлены или изолированы от земли. В сети с заземленной нейтралью эти схемы неприменимы из-за шунтирования сопротивления изоляции проводов малым сопротивлением заземления нейтрали, вследствие чего оперативный постоянный ток замыкается через это заземление. Кроме того, сети, в которых применяются рассматриваемые схемы, должны быть небольшой протяженности. Это обстоятельство диктуется тем, что в протяженных сетях вследствие сравнительно большой емкости проводов относительно земли и малого сопротивления изоляции, как правило, не удается обеспечить защиту от поражения при прикосновении к фазе.

Достоинствами УЗО, реагирующих на оперативный постоянный ток, являются возможность обеспечения высокой степени безопасности для людей благодаря ограничению тока, проходящего через человека, до необходимых пределов и возможность самоконтроля исправности, поскольку при обрыве цепей прохождение тока через реле прекращается, что и служит импульсом на отключение установки.

К недостаткам этих устройств относятся сравнительная сложность их, поскольку требуется источник постоянного тока, а также неселективность работы, что приводит к неоправданным отключениям исправной сети. Кроме того, эти УЗО не контролируют значение емкостной проводимости проводов сети относительно земли, поэтому при большой емкости, что может быть в разветвленных кабельных сетях, эффективность действия УЗО резко снижается.

13.12.10.7. Защита, реагирующая на напряжение фаз относительно

земли (схема трех вольтметров)

Самая простая схема — схема трех вольтметров (рис. 13.13), которые включаются в звезду с заземленной нейтральной точкой, иногда эти вольтметры называют «земляными». Каждый вольтметр показывает напряжение относительно земли той фазы, к которой он подключен.

Проводимость исправной изоляции приблизительно симметрична и поэтому напряжение смещения нейтрали невелико и напряжения фаз относительно земли, которые показывают вольтметры, приблизительно равны фазным напряжениям источника.

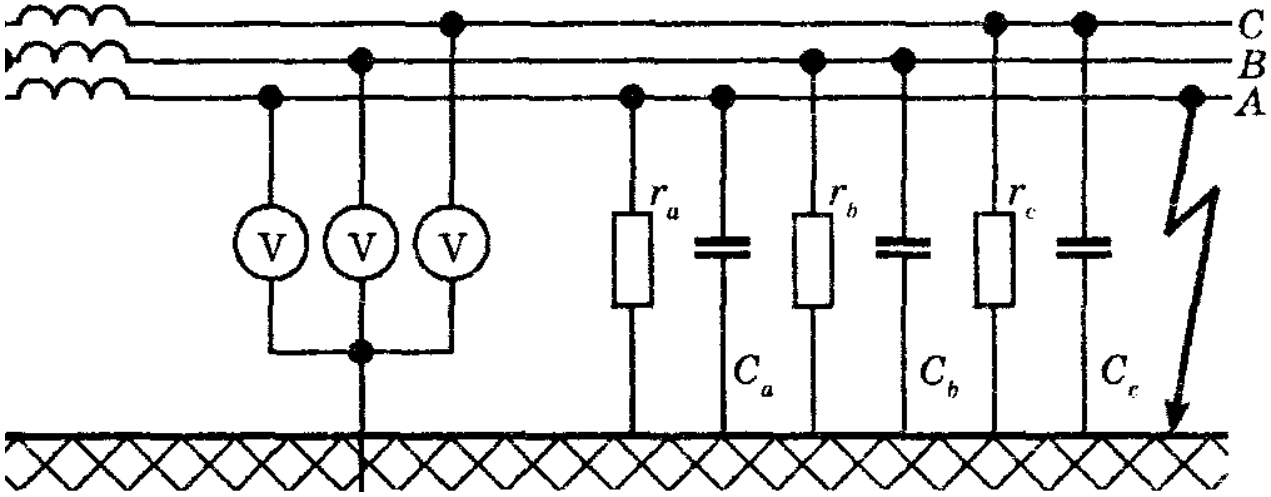


Рис. 13.13. **Схема трех вольтметров (заземленные вольтметры)**

При глухом замыкании одной из фаз на землю (допустим, фазы А) напряжение поврежденной фазы А относительно земли стремится к нулю.

Напряжение исправленных фаз больше фазного и приближается к линейному.

При исправной изоляции вольтметры показывают напряжение, приблизительно равное фазному. В случае глухого замыкания на землю один из них показывает нуль, а два других — линейное напряжение.

Такая схема осуществляет самоконтроль, так как неисправный вольтметр показывает нуль, как и при замыкании на землю. По показаниям вольтметров можно судить лишь о наличии или отсутствии замыканий на землю, а не о величине сопротивления изоляции. При симметричном снижении сопротивлений изоляции вплоть до короткого замыкания вольтметры исправно будут показывать напряжения, равные фазному.

Очевидно, что схема трех вольтметров не измеряет сопротивления изоляции и не осуществляет контроля изоляции, а только обнаруживает замыкания на землю.

13.13. Компенсация емкостных токов

В кабельных и разветвленных воздушных сетях емкость проводов относительно земли значительна. Например, емкость одной фазы кабеля напряжением 1000 В по отношению [свинцовой оболочке (земле) составляет 1 мкФ на 1 км длины кабеля:

Сечение провода, мм^2…….10 25 50 150 240
Емкость, мкФ/км.....…0,15 0,19 0,33 0,37 0,45

Чем больше емкость изоляции, тем меньше ее емкостное сопротивление. Поэтому ток, проходящий через тело человека, случайно коснувшегося фазы, может быть смертельно опасным, несмотря на то, что активное сопротивление изоляции велико ($R_{из}$=>∞). В этом случае активной электрической проводимостью изоляции фаз можно пренебречь.

С увеличением емкости фаз относительно земли ток поражения возрастает.

Емкостный ток однофазного замыкания на землю компенсируют индуктивной катушкой, включаемой между нулевой точкой источника питания и землей. Результирующий ток в месте замыкания равен сумме активной, ёмкостной и индуктивной составляющих. Когда индуктивность катушки настроена в резонанс с емкостью, индуктивная составляющая тока отстает от емкостной на 180°. Практически они находятся в противофазе и взаимно исключаются.

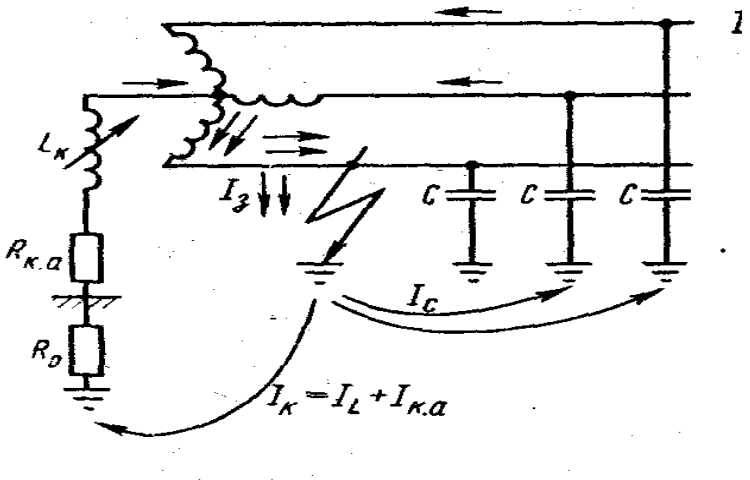


Рис. 13.14. **Схема компенсации емкостного тока индуктивным: $L_к$ — индуктивность компенсирующей катушки, С — емкость проводов.**

Значение тока, проходящего через тело человека, случайно коснувшегося фазы сети с полной компенсацией, значительно меньше, чем в сети без компенсации емкостной составляющей тока замыкания.

Индуктивный ток регулируют изменением числа витков компенсирующей катушки или изменением индуктивности катушки подмагничивающим током, который, в

свою очередь, изменяется (автоматически) в зависимости от емкости проводов относительно земли.

13.14. Защита от опасности при переходе напряжения с высшей стороны на низшую.

Повреждение изоляции в трансформаторе может привести не только к замыканию на корпус, но и к замыканию между обмотками разных напряжений. В этом случае на сеть низшего напряжения накладывается более высокое напряжение, на которое эта сеть не рассчитана. Наиболее опасен переход напряжения со стороны 6 или 10 кВ на сторону до 1000 В. Напряжение 35 кВ трансформируется в напряжение до 1000 В значительно реже (только собственные нужды подстанций).

В результате замыкания между обмотками сеть низшего напряжения оказывается под напряжением выше 1000 В, на которое изоляция самой сети и подключенного электрооборудования не рассчитана. Последствием этого случая могут быть повреждение изоляции, замыкание на корпус и появление опасных напряжений прикосновения и шага.

Если нейтраль с низшей стороны заземлена (рис. 13.15), при контакте между обмотками происходит замыкание на землю. Ток замыкания на землю определяется фазным напряжением и емкостной проводимостью фаз относительно земли.

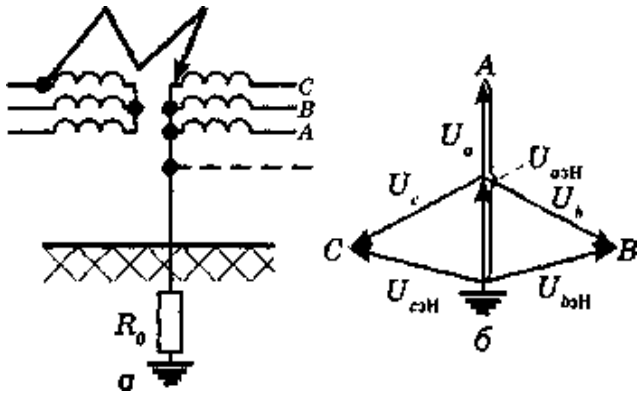


Рис. 13.15. **Переход высокого напряжения на сеть низкого напряжения с заземленной нейтралью:** а — принципиальная схема; *б* — векторная диаграмма напряжений

Повторные заземления нулевого провода, включенные параллельно

заземлению нейтрали, еще больше снижают напряжение относительно земли сети низшего напряжения.

Если в сети низшего напряжения заземление нейтрали недопустимо, то нейтраль соединяют с землей на низкого напряжения через пробивной предохранитель.

Он состоит из двух электродов, разделенных слюдяной прокладкой, с отверстиями. Один электрод соединяется с нейтралью, другой — с заземлением (рис. 13.16а). При недоступности нейтрали или отсутствии ее (соединение треугольником) пробивной предохранитель соединяется с фазой (рис. 13.16, *б).*

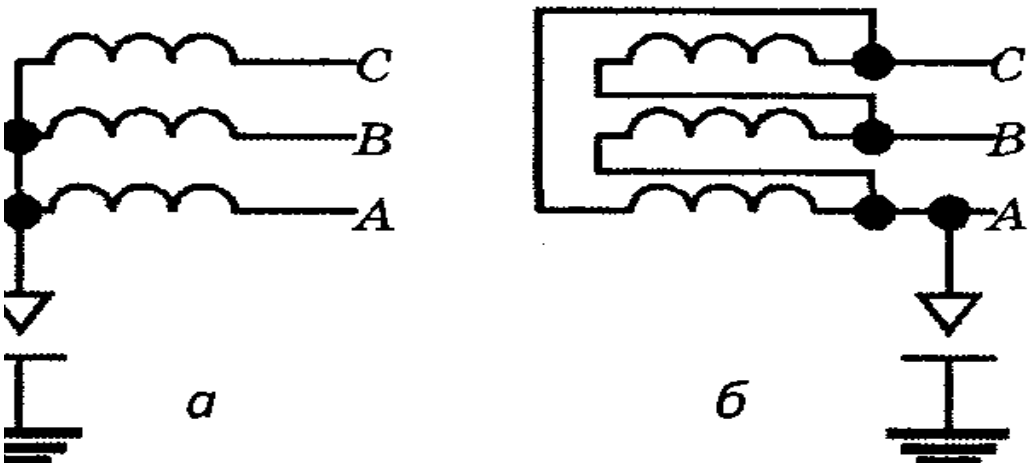


Рис.13.16. **Схема включения пробивного предохранителя:** а – в нейтраль обмотки низкого напряжения; б – на фазу со стороны низкого напряжения

При переходе напряжения с высшей стороны на низшую пробивной предохранитель оказывается под высоким напряжением. Воздушные промежутки в отверстиях слюдяной прокладки пробиваются, электроды замыкаются, и нейтраль или фаза оказывается заземленной. Пробивные предохранители применяются при высшем напряжении более 3000 В.

Если высшее напряжение ниже 1000 В, пробивной предохранитель не срабатывает, поэтому вторичные обмотки понизительных трансформаторов для питания, ручного электроинструмента и ручных ламп малым напряжением заземляются, как показано на рис. 13.17, или зануляются. В случае замыкания между обмотками человек может попасть под напряжение, равное сумме падения

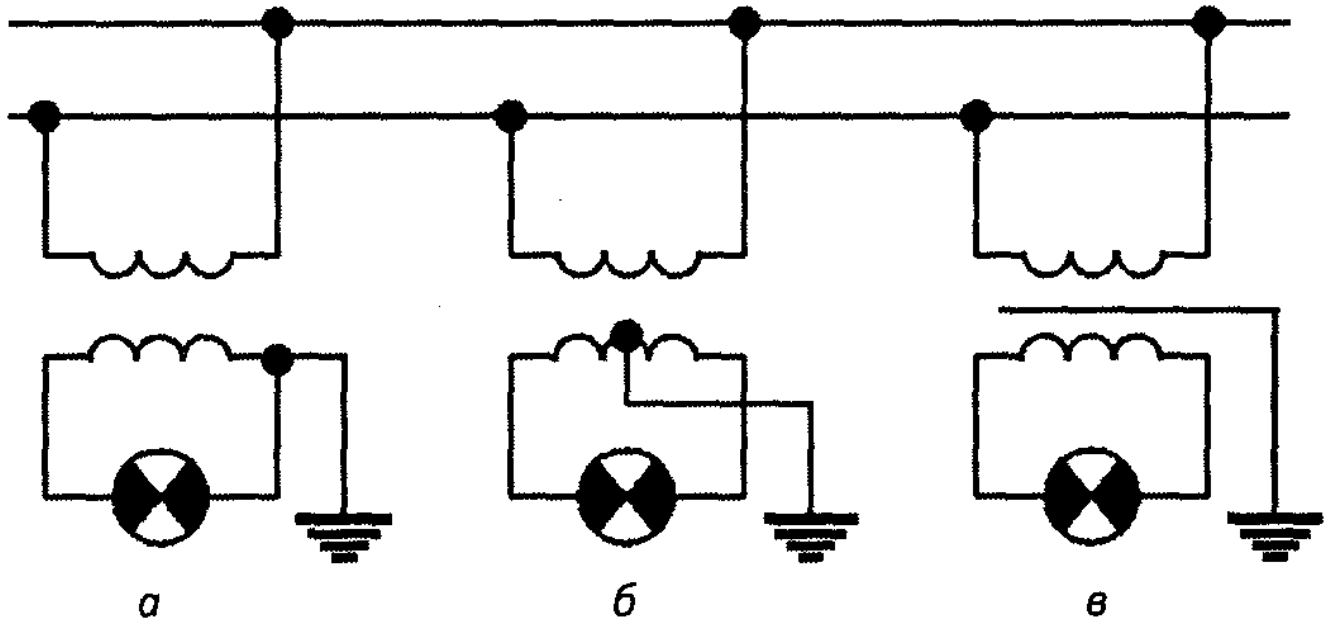


Рис. 13.17. **Защита от опасности перехода высокого напряжения на сторону низкого в сети напряжением до 1000 В:** о - заземление одного из концов вторичной обмотки; *б* - заземление средней точки; *в* - трансформатор с заземленным экраном

напряжения на заземлителе (напряжение относительно земли) и вторичного (малого) напряжения трансформатора: $U_{пр} = U_з + U_м$, где $U_м$ — малое вторичное напряжение. В самом неблагоприятном случае эти напряжения могут совпасть по фазе, и тогда они складываются арифметически: $U_{пр\ макс} = U_з + U_м$.

Большая степень безопасности обеспечивается при заземлении средней точки обмотки малого напряжения (рис. 13.17, б). В случае замыкания между обмотками наибольшее напряжение, под которое может попасть человек, не превышает $U_{пр\ макс} = U_З + 1/2U_м$.

Кроме заземления или зануления вторичной обмотки применяется заземленный экран или экранная обмотка (13.17, в). Экран располагается между обмотками трансформатора так, чтобы при повреждении изоляции обмотка высшего напряжения могла иметь контакт только с экраном. Обмотка низшего напряжения остается изолированной. Переход напряжения с высшей стороны на низшую в трансформаторе с экраном невозможен, если обмотка низшего напряжения не имеет случайного контакта с экраном.

13.15. Понятие о действующих электроустановках. Требования к персоналу

Действующими электроустановками считаются такие установки или их участки, которые находятся под напряжением полностью или частично или на которые в любой момент может быть подано напряжение включением коммутационной аппаратуры. По условиям электробезопасности электроустановки разделяются на электроустановки напряжением до 1000 В включительно и электроустановки напряжением выше 1000 В.

Обслуживание действующих электроустановок, проведение в них оперативных переключений, организация и выполнение ремонтных, монтажных или наладочных работ и испытаний осуществляются специально подготовленным электротехническим персоналом, находящимся в составе энергетической службы предприятия, организации, учреждения.

Электротехнический персонал должен ясно представлять себе технологические особенности своего предприятия и соблюдать трудовую и производственную дисциплину, знать и выполнять Правила ТЭ эксплуатации электроустановок потребителей, инструкции и требования других нормативных документов.

Ответственность за выполнение Правил ТЭ эксплуатации электроустановок потребителей электротехническим персоналом на каждом предприятии определяется должностными инструкциями и положениями, утвержденными в установленном порядке руководством данного предприятия (или вышестоящей организацией). На предприятии приказом (или распоряжением) администрации из числа инженерно-технических работников (ИТР) энергослужбы назначается лицо, отвечающее за общее состояние электрохозяйства предприятия (далее — лицо, ответственное за электрохозяйство) и обеспечивающее выполнение Правил ТЭ эксплуатации электроустановок потребителей. Приказ или распоряжение о назначении лица, ответственного за электрохозяйство, издается после проверки знаний правил и инструкций и присвоения ему соответствующей группы по электробезопасности: V — в электроустановках напряжением выше 1000 В, IV — в электроустановках напряжением до 1000 В.

Лицо, ответственное за электрохозяйство предприятия, обязано обеспечить: надежную, экономичную и безопасную работу электроустановок; разработку и внедрение мероприятий по экономии электрической энергии; организацию и своевременное проведение планово-предупредительного ремонта и профилактических испытаний электрооборудования, аппаратуры и сетей; обучение, инструктирование и периодическую проверку знаний персонала энергослужбы; своевременную проверку средств защиты и противопожарного инвентаря и т. д.

Эксплуатацию электроустановок должен осуществлять специально подготовленный электротехникой персонал, который подразделяется на:

административно-технический, организующий и принимающий непосредственное участие в оперативных переключениях, ремонтных, монтажных и наладочных работах в электроустановках; этот персонал имеет права оперативного, ремонтного или оперативно-ремонтного персонала;

оперативный, осуществляющий оперативное управление электрохозяйством предприятия, цеха, а также оперативное обслуживание электроустановок (осмотр, проведение работ в порядке текущей эксплуатации, проведение оперативных переключений, подготовку рабочего места, допуск и надзор за работающими);

ремонтный, выполняющий все виды работ по ремонту, реконструкции и монтажу электрооборудования. К этой категории относится также персонал специализированных служб (испытательных лабораторий, служб автоматики и контрольно-измерительных приборов и т. д.), в обязанности которого входит проведение испытаний, измерений, наладки и регулировки электроаппаратуры и т. п.;

оперативно-ремонтный — ремонтный персонал небольших предприятий (или цехов), специально обученный и подготовленный для выполнения оперативных работ на закрепленных за ним электроустановках ;

электротехнологический персонал производственных цехов и участков, не входящих в состав энергослужбы предприятия, осуществляющий эксплуатацию электротехнологических установок и имеющий группу по электробезопасности II и выше. В своих правах и обязанностях приравнивается к электротехническому и подчиняется в техническом отношении энергослужбе предприятия.

Электротехнический персонал, имеющий по электробезопасности П-У группу включительно, должен быть: старше 18 лет; годен по состоянию здоровья; прошедший подготовку и проверку знаний; имеющий удостоверение на допуск к работам в электроустановках.

Учащимся и студентам, не достигшим 18-летнего возраста, разрешается находиться в действующих электроустановках только под постоянным надзором лица из электротехнического персонала с группой по электробезопасности не ниже III — в установках напряжением до 1000 В и не ниже IV — в установках напряжением выше 1000 В.

Медицинское освидетельствование электротехнического персонала осуществляется при приеме на работу и периодически в установленные сроки. От медицинского освидетельствования распоряжением по предприятию освобождается административно-технический персонал, не принимающий непосредственного участия в оперативных переключениях, ремонтных, монтажных и наладочных работах в электроустановках и не организующий их.

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 одного года персонал обязан пройти производственное обучение на новом месте работы.

Персоналу предоставляется срок, достаточный для приобретения практических навыков, ознакомления с оборудованием, аппаратурой и одновременного изучения в необходимом для данной должности объеме: Правил ТЭ эксплуатации электроустановок потребителей; Правил устройства электроустановок; производственных (должностных и эксплуатационных) инструкций; инструкций по охране труда; дополнительных правил, нормативных и эксплуатационных документов, действующих на данном предприятии.

Обучение проводится по утвержденной программе под руководством опытного работника из электротехнического персонала данного предприятия или вышестоящей организации.

Прикрепление обучаемого к обучающему его работнику с указанием срока обучения оформляется приказом или распоряжением в установленном порядке. Обучаемый может производить оперативные переключения, осмотры или иные работы в электроустановке только с разрешения и под надзором обучающего. Ответственность за правильность действий обучаемого и соблюдение им Правил ТЭ, а также правил техники безопасности несут обучающий и сам обучаемый.

По окончании производственного обучения обучаемый должен пройти проверку знаний в квалификационной комиссии.

При переходе на другое предприятие, переводе на другую работу в пределах одного предприятия или при перерыве в работе менее одного года лицу из электротехнического персонала, успешно прошедшему проверку знаний, решением комиссии может быть присвоена та группа по электробезопасности, которая у него была.

После проверки знаний работник из оперативного и оперативно-ремонтного персонала проходит стажировку на рабочем месте продолжительностью не менее 12 рабочих дней под руководством опытного работника, после чего допускается к самостоятельной оперативной работе. Допуск к стажировке и самостоятельной работе осуществляется для инженерно-технических работников распоряжением по предприятию, для рабочих — распоряжением по цеху.

Периодическая проверка знаний персонала производится в следующие сроки: *один раз в год* — для электротехнического персонала, непосредственно обслуживающего действующие электроустановки или проводящего в них наладочные, электромонтажные, ремонтные работы или профилактические испытания, а также для персонала, оформляющего распоряжения и организующего эти работы; *один раз в три года* — для ИТР, не относящихся к предыдущей группе.

Лица, допустившие нарушение ПТЭ, должны подвергаться внеочередной проверке знаний.

Проверка знаний Правил ТЭ должна производиться в комиссии (не менее трех человек) того предприятия, на котором работает проверяемый (за исключением командированного персонала и лиц, упомянутых в Правилах).

Проверка знаний Правил ТЭ каждого работника производится и оформляется индивидуально (в журнале установленной формы). Работнику, успешно прошедшему проверку знаний, выдается удостоверение установленной формы с присвоением группы (П-У) по электробезопасности. Удостоверение дает право на обслуживание электроустановок в качестве административно-технического с правами оперативного, ремонтного или оперативно-ремонтного персонала; в качестве оперативного, ремонтного, оперативно-ремонтного, а также электротехнического персонала с группой по электробезопасности II и выше. Если проверяемый одновременно прошел проверку знаний на право выполнения специальных работ, то об этом делается отметка в журнале проверки знаний и в графе удостоверения «Свидетельство на право ведения специальных работ».

Инженеры по технике безопасности, контролирующие электроустановки, должны проходить проверку знаний в объеме IV группы по электробезопасности в той же комиссии, что и лицо, ответственное за электрохозяйство. При этом им выдается удостоверение на право инспектирования электроустановок данного предприятия.

Группа I по электробезопасности присваивается также неэлектротехническому персоналу, связанному с работой, при выполнении которой может возникнуть опасность поражения электрическим током. Перечень профессий данного персонала определяется руководством предприятия совместно с инженером по технике безопасности. Круг обязанностей этого персонала регламентируется местной инструкцией. В процессе работы персонал с I группой помимо ежегодной проверки знаний периодически проходит инструктаж.

Ответственность за своевременную проверку знаний у неэлектротехнического персонала с I группой по электробезопасности и электротехнического персонала с II группой и выше несет руководство подразделений предприятия.

Систематическую работу с электротехническим персоналом обязаны организовать и лично контролировать лица, ответственные за электрохозяйство.

13.16. **Группы по электробезопасности электротехнического (электротехнологического) персонала**

Таблица 13.9. **Группы по электробезопасности электротехнического (электротехнологического) персонала**

Группа	Минимальный стаж работы в электроустановках, месяцев		
	персонал организаций	практиканты	

По электро-безопасности	не имеющего общего базового или общего среднего образования	с общим базовым или общим средним образованием	с профессионально-техническим, средним образование и прошедшие профессиональную подготовку (переподготовку)	со средним специальным, высшим техническим образованием	учебных заведений профессионально-технического образования	высших и средних специальных учебных заведений	Требования к персоналу
1	2	3	4	5	6	7	8
II	После обучения по программе, утвержденной техническим руководителем (главным инженером) организации или вышестоящей организацией			Не нормируется			1. Элементарные технические знания об электроустановке и ее оборудовании. *2.* Отчетливое представление об опасности электрического тока, опасности приближения к токоведущим частям 3. Знание основных требований по охране труда при работе в электроустановках. 4. Практические навыки оказания первой медицинской помощи потер певшим.

III	3 в предыдущей группе	2 в предыдущей группе	2 в предыдущей группе	1 в предыдущей группе	3 в предыдущей группе	3 в предыдущей группе	1. Элементарные знание общей электротехники. 2. Знание электроустановки и порядка ее технического обслуживания. 3. Группы по электробезопасности Ш и выше могут присваиваться работникам только по достижении 18-летнего возраста. 4. Умение обеспечить выполнение работы и вести надзор за работающими в электроустановках. 5. Знание правил применения и испытания средств защиты в электроустановках. 6. Знание правил освобождения потерпевшего от действия электрического тока, оказания первой медицинской помощи и умение практически оказывать ее потерпевшему.

IV	6 в предыдущей группе	3 в предыдущей группе	3 в предыдущей группе	2 в предыдущей группе			1. Знание электротехники в объеме специализированного профессионально-технического училища, учреждения образования. 2. Полное представление об опасности при работах в электроустановках. 3. Знание настоящих Межотраслевых правил технической эксплуатации электрооборудования, правил устройства электроустановок и пожарной безопасности 4. Знание схем электроу-становок и оборудования обслуживаемого участка, знание технических мероприятий обеспечивающих безопасность работ 5. Умение проводить инструктаж, организовывать безопасное проведение работ; осуществлять надзор за члнами бригады. _ 6. Знание правил прнменения и испытания средств защиты в элек роустановках и умение пользоваться ими. 7. Знание правил освс бождения потерпевшего от действия лекгрическсго тока, оказание первомедицинской помощи умение практически оказывать ее потерпевшему. 8. Умение обучать персонал правилам по охране труда, практическим пр;авилам оказания первой помощи

V			6 в предыдущей группе	3 в предыдущей группе			1 . Знание схем электроустановок, компоновки оборудования, технологических процессов производства. 2. Знание настоящих Межотраслевых правил, прав пользования и испытаний средств защиты, четкое представление о том, чем вызвано то или иное требование. 3. Знание правил технической эксплуатации правил устройства электроустановок и пожарной безопасности в объеме занимаемой должности 4. Умение организовывать безопасное проведение работ и осуществлять непосредственное руководство работами в электроустановках любого класса напряжения. 5. Умение обучать персонал правилам техники безопасности, практическим приемам оказания первой медицинской помощи потерпевшим.

13.17. Переносные электроинструмент и светильники, ручные электрические машины, разделительные трансформаторы

Переносные электроинструмент и светильники, ручные электрические машины, разделительные трансформаторы и другое вспомогательное оборудование должны соответствовать требованиям технических нормативных правовых актов в части электробезопасности, использоваться в работе с соблюдением требований Межотраслевой типовой инструкции по охране труда при работе с ручным электрифицированным инструментом, утвержденной постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 27 декабря 2007 г. № 188 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. — 2008, — № 44, 8/18065), и Межотраслевых правил.

К работе с переносным электроинструментом и ручными электрическими машинами класса I в помещениях с повышенной опасностью должны допускаться работающие, имеющие II группу по электробезопасности.

Установлены следующие виды защиты при работе с электрифицированным инструментом в помещениях.

В помещениях с повышенной опасностью: при малом напряжении (до 42 В) используют перчатки из диэлектрической резины, коврики; при 127…220 В и рабочей изоляции - заземление или зануление корпуса инструмента вместе с электрозащитными средствами; при 127…220 В и двойной изоляции — электрозащитные средства (заземление не обязательно).

В особо опасных помещениях применяют малое напряжение (до 42 В) вместе с электрозащитными средствами.

В помещениях без повышенной опасности используют малое напряжение (до 42 В) без дополнительных видов защиты или напряжение 127…220 В и двойную изоляцию.

К работам в особо опасных помещениях приравниваются работы с электрифицированным инструментом в металлических резервуарах, барабанах, газоходах и топках котлов, на трубопроводах и металлических конструкциях, где изоляция че-ловека от заземленных предметов обычными средствами практически неосуществима.

Сопротивление изоляции электрических цепей инструмента проверяют мегаомметром с рабочим напряжением 500 В 1 раз в месяц: оно не должно быть ниже 1 МОм. Прочность изоляции испытывают повышенным напряжением один раз в год.

Подключение вспомогательного оборудования (трансформаторов, преобразователей частоты, устройств защитного отключения и тому подобного) к электрической сети должен выполнять электротехнический персонал, имеющий III группу по электробезопасности, эксплуатирующий эту электрическую сеть.

Класс переносного электроинструмента и ручных электрических машин должен соответствовать категории помещения и условиям использования в работе ручного электрифицированного инструмента различных классов с применением в отдельных случаях электрозащитных средств.

В помещениях с повышенной опасностью переносные электрические светильники должны иметь напряжение не выше 42 В.

При работах в особо опасных условиях (колодцах, баках выключателей, отсеках КРУ, барабанах котлов, металлических резервуарах и т. п.) переносные светильники должны иметь напряжение не выше 12В.

Перед началом работ с ручными электрическими машинами, переносными электроинструментом и светильниками следует:

определить по эксплуатационной документации класс машины или инструмента;

проверить комплектность и надежность крепления деталей;

убедиться внешним осмотром в исправности кабеля (шнура), его защитной трубки и штепсельной вилки, целости изоляционных деталей корпуса, рукоятки и крышек щеткодержателей, защитных кожухов;

проверить четкость работы выключателя;

проверить наличие инвентарного номера и бирки со сроком испытания;

выполнить (при необходимости) тестирование устройства защитного отключения;

проверить работу электроинструмента или машины на холостом ходу;

проверить у машины I класса исправность цепи заземления (корпус машины — заземляющий контакт штепсельной вилки).

Не допускается использовать в работе ручные электрические машины, переносные электроинструмент и светильники с относящимся к ним вспомогательным оборудованием, имеющие дефекты и не прошедшие периодической проверки (испытания).

При использовании электроинструмента, ручных электрических машин, переносных светильников их провода и кабели должны по возможности подвешиваться.

Непосредственное соприкосновение проводов и кабелей с горячими, влажными и масляными поверхностями или предметами не допускается.

Кабель электроинструмента должен быть защищен от случайного механического повреждения.

Не допускается натягивать, перекручивать и перегибать кабель, ставить на него груз, а также допускать пересечение его с тросами, кабелями, шлангами газосварки.

При обнаружении каких-либо неисправностей работа с ручными электрическими машинами, переносными электроинструментом и светильниками должна быть немедленно прекращена.

Выдаваемые и используемые в работе ручные электрические машины, переносные электроинструмент и светильники, вспомогательное оборудование должны проходить проверку и испытания в сроки и объемах, соответствующих требованиям технических нормативных правовых актов, эксплуатационной документации организаций-изготовителей.

Для поддержания исправного состояния, проведения периодических испытаний и проверок ручных электрических машин, переносных электроинструмента и светильников, вспомогательного оборудования приказом или распоряжением руководителя организации должно быть назначено ответственное лицо из числа электротехнического персонала с III группой по электробезопасности.

При исчезновении напряжения или перерыве в работе электроинструмент и ручные электрические машины должны отсоединяться (отключаться) от электрической сети.

Работникам, пользующимся электроинструментом и ручными электрическими машинами, запрещается:

передавать ручные электрические машины и электроинструмент, в том числе и на непродолжительное время, другим работникам;

разбирать ручные электрические машины и электроинструмент, проводить какой-либо ремонт;

держаться за провод ручной электрической машины или электроинструмента, касаться вращающихся частей или удалять стружку, опилки до полной остановки инструмента или машины;

устанавливать рабочую часть в патрон инструмента, машины и изымать ее из патрона, а также регулировать инструмент без отключения его от сети штепсельной вилкой;

работать с приставных лестниц. Для выполнения работ на высоте должны устраиваться прочные леса или подмости;

вносить внутрь барабанов, котлов, металлических резервуаров и т. п. переносные трансформаторы и преобразователи частоты.

При использовании разделительного трансформатора:

от него разрешается питание только одного электроприемника;

корпус трансформатора в зависимости от режима нейтрали питающей электрической сети должен быть заземлен или занулен. В этом случае заземление корпуса электроприемника, присоединенного к разделительному трансформатору, не требуется.

13.18. Статическое электричество и защита от его воздействия

Широкое использование во всех областях хозяйственной деятельности диэлектрических материалов и органических соединений (полимеров, бумаги, твердых и жидких углеводородов, нефтепродуктов и т.п.) неизбежно сопровождается образованием зарядов статического электричества, которые не только осложняют проведение технологических процессов, но и зачастую становятся причиной пожаров и взрывов, приносящих большой материальный ущерб. Нередко это приводит к гибели людей.

Статическое электричество - это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности, или в объеме диэлектриков, или на изолированных проводниках (ГОСТ 12.1.018). Образование и накопление зарядов на перерабатываемом материале связано с двумя следующими условиями:

- наличие контакта поверхностей, в результате чего создается двойной электрический слой, возникновение которого связано с переходом электронов в элементарных донорско-акцепторных (дающий-принимающий) актах на поверхности контакта. Знак заряда определяет неодинаковое сродство материала поверхностей к электрону;
- хотя бы одна из контактирующих поверхностей должна быть из диэлектрического материала.

Заряды будут оставаться на поверхностях после прекращения контакта только в том случае, если время разрушения контакта меньше времени релаксации (уменьшение

напряжения, ослабление, возвращение в состояния равновесия) зарядов. Последнее в значительной степени определяет величину зарядов на разделенных поверхностях.

Основная величина, характеризующая способность к электризации, - это *удельное электрическое сопротивление* (ρ) поверхностей контактирующих материалов. Если они имеют низкое сопротивление, то при разделении заряды с них стекают, и эти поверхности несут незначительный заряд. Если же сопротивление материалов высокое или скорость отрыва поверхностей велика, то заряды будут сохраняться. Способность веществ электризоваться также характеризуется удельной электропроводимостью γ, или удельным объемным сопротивлением ρ_υ,

$$\gamma = 1/\rho_\upsilon,$$

Условно принято, что при удельном электрическом сопротивлении материалов менее 10^5 Ом•м заряды не сохраняются и материалы не электризуются.

В отдельных случаях склонность к электризации плоских полимерных материалов целесообразно оценивать по величине удельного поверхностного электрического сопротивления ρ_s, Ом. Большинство полимерных пленок и материалов не электризуется, если $\rho_s < 10^{11}$ Ом.

В соответствии с Правилами устройства и эксплуатации средств защиты от статического электричества, утвержденными Постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 04.06.2007 г. № 50, все вещества и материалы в зависимости от удельного объемного сопротивления подразделяются на диэлектрические ($\rho_s > 10^8$ Ом•м), антистатические ($\rho_s > 10^5$-10^8 Ом•м) и электропроводящие ($\rho_s < 10^5$ Ом•м).

Основными факторами, влияющими на электризацию веществ, являются их электрофизические свойства и скорость разделения поверхностей. Экспериментально установлено, что чем интенсивнее осуществляется процесс, т.е. чем выше скорость отрыва, тем больший заряд остается на поверхности.

Известны следующие пути заряжения объектов: непосредственное контактирование с наэлектризованными материалами, индуктивное и смешанное заряжение.

К чисто контактному заряжению поверхностей относится, например, электризация при перекачивании углеводородного топлива, растворителей по трубопроводам. Известно, что трубопроводы из прозрачного диэлектрического материала при перекачивании жидкостей даже светятся.

Наряду с контактным часто происходит индуктивное заряжение проводящих объектов и обслуживающего персонала в электрическом поле движущегося плоского наэлектризованного материала.

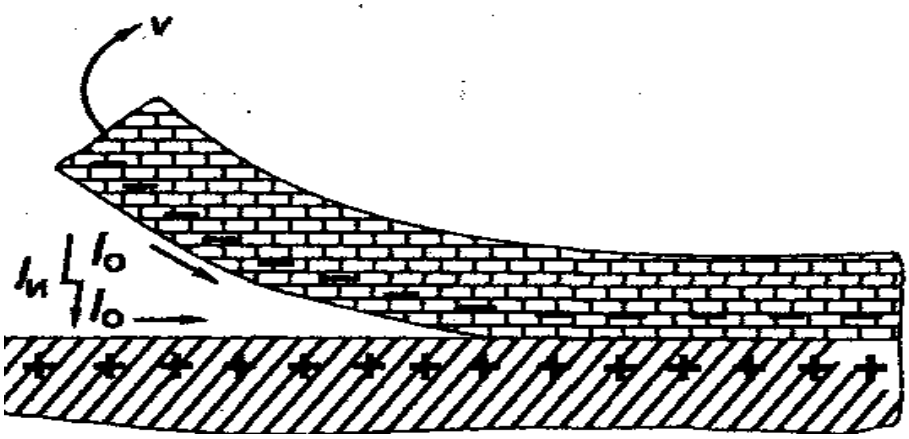


Рис.13.18. **Принципиальная схема электризации твердых материалов при их разделении:** v — скорость разделения поверхностей; $/_о$ - ток, обусловленный омической проводимостью разделяющих поверхностей; $/_и$ - ток ионизации в зазоре между разделяющимися поверхностями

Смешанное заряжение наблюдается тогда, когда наэлектризованный материал поступает в какие-либо емкости, изолированные от земли. Этот вид заряжения наиболее часто встречается при заливке горючих жидкостей в емкости, при подаче резиновых клеев, тканей, пленок в передвижные емкости, тележки и т.д. Образование зарядов статического электричества при контакте жидкого тела с твердым или одного твердого тела с другим во многом зависит от плотности соприкосновения трущихся поверхностей, их физического состояния, скорости и коэффициента трения, давления в зоне контакта, микроклимата окружающей среды, наличия внешних электрических полей и т.д.

На рис. 13.18 показана принципиальная схема электризации твердых материалов при их разделении.

Заряды статического электричества могут накапливаться и на теле человека (при работе или контакте с наэлектризованными материалами и изделиями). Высокое поверхностное сопротивление тканей человека затрудняет отекание зарядов, и человек может длительное время находиться под большим потенциалом.

Основной опасностью при электризации различных материалов является возможность возникновения искрового разряда как с диэлектрической наэлектризованной поверхности, так и с изолированного проводящего объекта.

Разряд статического электричества возникает, если напряженность электростатического поля над поверхностью диэлектрика или проводника, обусловленная накоплением на них зарядов, достигает критической (пробойной) величины. Для воздуха эта величина составляет примерно 30 кВ/м.

Воспламенение горючих смесей искровыми разрядами статического электричества может произойти в том случае, если выделяющаяся в разряде энергия будет выше минимальной энергии зажигания горючей смеси.

Наряду с пожарной опасностью статическое электричество представляет опасность и для работающих.

Легкие «уколы» при работе с сильно наэлектризованными материалами вредно влияют на психику работающих и в определенных ситуациях могут способствовать травмам на технологическом оборудовании. Сильные искровые разряды, возникающие, например, при затаривании гранулированных материалов, могут приводить к болевым ощущениям. Неприятные ощущения, вызываемые статическим электричеством, могут явиться причинами развития неврастении, головной боли, плохого сна, раздражительности, покалываний в области сердца и т.д. Кроме того, при постоянном прохождении через тело человека малых токов электризации возможны неблагоприятные физиологические изменения в организме, приводящие к профессиональным заболеваниям. Систематическое воздействие электростатического поля повышенной напряженности может вызывать функциональные изменения центральной нервной, сердечно-сосудистой и других систем организма.

Использование для одежды искусственных или синтетических тканей приводит также к накоплению зарядов статического электричества на человеке. В ГОСТ 29191 (МЭК 801-2-91) приводятся сведения о том, что синтетические ткани могут заряжаться до потенциала, равного 15 кВ. Поэтому ток, протекающий через тело человека, одетого в костюм или халат из синтетической ткани, может достигать 3 мкА. Прикосновение к заземленным участкам рабочего места или к незаряженному телу вызывает искровой разряд с силой тока до 30 А.

Статическое электричество сильно влияет также на ход технологических процессов получения и переработки материалов и качество продукции. При больших плотностях заряда может возникать электрический пробой тонких полимерных пленок электро- и радиотехнического назначения, что приводит к браку выпускаемой продукции. Особенно большой ущерб наносит вызванное электростатическим притяжением налипание пыли на полимерные пленки.

Электризация затрудняет такие процессы, как просеивание, сушку, пневмотранспорт, печатание, транспортировку полимеров, диэлектрических жидкостей, формование синтетических волокон, пленок и т.п., автоматическое дозирование мелкодисперсных материалов, поскольку они прилипают к стенкам технологического оборудования и слипаются между собой.

Допустимые уровни напряженности электростатических полей устанавливаются ГОСТ 12.1.045 и СанПиН 11-16-94.

Предельно допустимые уровни напряженности электростатического поля устанавливаются в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах и не должны превышать:

- при воздействии до 1 ч - 60 кВ/м;
- при воздействии от 1 до 9 ч - ПДУ определяется по формуле $E_{пд} = =60\sqrt{T}$,

где Т - время, ч.

При напряженности электростатического поля менее 20 кВ/м время пребывания в электростатическом поле не регламентируется.

Средства защиты от статического электричества должны применяться во всех взрыво- и пожароопасных помещениях и зонах открытых установок, отнесенных по классификации ПУЭ к классам В-1, В-1а, В-16, В-1г, В-П, В-Па, П-1, П-П.

При организации производства следует избегать процессов, сопровождающихся интенсивной генерацией зарядов статического электричества. Для этого необходимо правильно подбирать поверхности трения и скорости движения веществ, материалов, устройств, избегать процессов разбрызгивания, дробления, распыления, очищать горючие газы и жидкости от примесей и т.д.

Эффективным методом снижения интенсивности генерации статического электричества является метод контактных пар. Большинство конструкционных материалов по диэлектрической проницаемости расположены в *трибоэлектрические ряды* (растирание, заряды возникающие при трении) в такой последовательности, что любой из них приобретает отрицательный заряд при соприкосновении с последующим в ряду материалом и положительный - с предыдущим. При этом с увеличением расстояния в ряду между двумя материалами абсолютная величина заряда, возникающего между ними, возрастает.

Безопасные скорости транспортировки жидких и пылевидных веществ в зависимости от удельного объемного электрического сопротивления нормируются Правилами устройства и эксплуатации средств защиты от статического электричества. Так, жидкости с $\rho_{\upsilon}<10^5$ Ом•м можно перекачивать со скоростью до 10 м/с, с $\rho_{\upsilon}<10^9$ Ом•м — до 5 м/с, а при ρ_{υ} ,$>10^9$ Ом•м допустимая скорость транспортировки не должна превышать 1,2 м/с.

Наиболее опасны по диэлектрическим и другим свойствам этиловый эфир, сероуглерод, бензол, бензин, этиловый и метиловый спирты.

Во взрывоопасных помещениях, где могут накапливаться заряды статического электричества, технологическое оборудование и коммуникации изготавливают из материалов, имеющих ρ_{υ} не выше 10^5 Ом•м.

Для предупреждения возможности накопления статического электричества на поверхностях оборудования, перерабатываемых материалов, а также на теле работающих выше минимальной энергии зажигания горючих смесей необходимо, с учетом особенностей производства, обеспечить стекание возникающих зарядов с заряженных объектов.

В соответствии с ГОСТ 12.4.124 это достигается использованием средств коллективной и индивидуальной защиты.

Средства коллективной защиты от статического электричества по принципу действия делятся на следующие виды: заземляющие устройства, нейтрализаторы, увлажняющие устройства, антиэлектростатические вещества, экранирующие устройства.

Заземление относится к основным методам защиты от статического электричества и представляет собой преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Оно является наиболее простым, но необходимым средством защиты в связи с тем, что энергия искрового разряда с проводящих незаземленных элементов технологического оборудования во много раз выше энергии разряда с диэлектриков.

ГОСТ 12»4.124 предписывает, что заземление должно применяться на всех электропроводных элементах технологического оборудования и других объектов, на которых возможно возникновение или накопление электростатических зарядов независимо от использования других средств защиты от статического электричества. Необходимо также заземлять металлические вентиляционные короба и кожухи теплоизоляции аппаратов и трубопроводов, расположенных в цехах, наружных установках, эстакадах, каналах. Причем указанные технологические линии должны представлять собой на всем протяжении непрерывную электрическую цепь, которая присоединяется к контуру заземления не менее чем в двух точках.

Величина сопротивления заземляющего устройства, предназначенного исключительно для защиты от статического электричества, должна быть не выше 100 Ом.

Особое внимание необходимо уделять заземлению передвижных объектов или вращающихся элементов оборудования, не имеющих постоянного контакта с землей. Например, передвижные емкости, в которые насыпают или наливают электризующиеся материалы, должны быть перед заполнением установлены на заземленные основания или присоединены к заземлителю специальным проводником до того, как будет открыт люк.

Нейтрализация зарядов статического электричества производится в тех случаях, когда не представляется возможным снизить интенсивность его образования технологическими и иными способами. Для этой цели используют нейтрализаторы различных типов:

- коронного (имеющий видсветящейся короны) разряда (индукционные и высоковольтные);
- радиоизотопные с α- и β- излучающими источниками;
- комбинированные, объединяющие в одной конструкции коронные и радиоизотопные нейтрализаторы;
- создающие поток ионизированного воздуха.

Наиболее простыми по исполнению являются *индукционные нейтрализаторы.* В большинстве случаев они представляют собой корпус или стержень с закрепленными на них заземленными разрядниками, представляющими собой иглы, струны, щеточки. В этих нейтрализаторах используется электрическое поле, создаваемое самим наэлектризованным материалом. Под действием этого поля вблизи разрядника возникает большой градиент электрического потенциала, достаточного для образования и под-

держания ионизационных процессов в воздухе, что в конечном счете приводит к повышению его проводимости. Образующиеся ионы, одноименные по знаку с зарядом материала, отводятся на заземленные части оборудования или корпус нейтрализатора, а ионы противоположного заряда под действием электрического поля обрабатываемого материала создают ток разряда на его поверхности, тем самым нейтрализуя образующиеся заряды.

Для снижения интенсивности электризации жидкостей используют *струнные* или игольчатые *нейтрализаторы,* которые за счет увеличения проводимости среды способствуют отеканию образующихся зарядов на заземленные стенки трубопроводов (оборудования) или корпус нейтрализатора.

Индукционные нейтрализаторы неэффективны при небольших потенциалах на материале (до 2,5 кВ), что характерно, как правило, для обработки твердых материалов. Кроме того, эти нейтрализаторы необходимо устанавливать на расстоянии от обрабатываемого материала не более 10-15 мм.

В *высоковольтных нейтрализаторах* коронного и скользящего разрядов в отличие от индукционных используется высокое напряжение до 5 кВ, подаваемое на разрядник от внешнего источника питания. Они характеризуются высокой эффективностью практически при любых скоростях обработки материалов и могут быть установлены на значительном расстоянии от наэлектризованного материала, так как сила ионизационного тока в них может достигать $2{,}5 \cdot 1^{-4}$А на 1 м длины разрядника и выше. Однако необходимость использования высокого напряжения не позволяет применять их во взрывоопасных помещениях и производствах.

Во взрывоопасных помещениях всех классов рекомендуется использовать *радиоизотопные нейтрализаторы* на основе α-излучающих (плутоний-238, -239) типа НР и β-излучающих (тритий) типа НТСЭ источников. Эти нейтрализаторы малогабаритны, просты по устройству и в обслуживании, имеют большой срок эксплуатации и радиационно безопасны. Использование их в промышленности не требует согласования с органами санитарного надзора.

Конструктивно радиоизотопные нейтрализаторы представляют собой металлический плоский иди цилиндрический контейнер, в котором помещены поворачивающиеся или выдвигающиеся держатели источников излучения. В контейнере имеется окно, обращенное к электризующемуся материалу, а сам он жестко закреплен на технологическом оборудовании. Контейнер снабжается блокирующим механизмом, исключающим снятие его с оборудования, если не закрыта заслонка, экранирующая излучатель.

Основным недостатком радиоизотопных нейтрализаторов является их ограниченный ионизационный ток ($3\text{-}7{,}5 \cdot 10^{-6}$ А/м).

В случаях, когда материал (пленка, ткань, лента, лист и т.п.) электризуется с высокой интенсивностью либо движется с большой скоростью и применение радиоизотоп-

ных нейтрализаторов не обеспечивает нейтрализацию статического электричества, устанавливают комбинированные *индукционно-радиоизотопные нейтрализаторы* типа НРИ. Они представляют собой сочетание радиоизотопного и индукционного (игольчатого) нейтрализаторов либо взрывозащищенных индукционных, высоковольтных (постоянного и переменного тока), высокочастотных нейтрализаторов. Сила ионизационного тока таких нейтрализаторов не превышает $5 \cdot 10^{-5}$ А/м.

Весьма перспективными являются *пневмоэлектрические нейтрализаторы* марок ВЭН-0,5 и ВЭН-1,0 и *пневморадиоизотопные* марок ПРИН, в которых ионизированный воздух или какой-либо газ направляется в сторону наэлектризованного материала. Такие нейтрализаторы не только имеют повышенный радиус действия (до 1 м), но и обеспечивают нейтрализацию объемных зарядов в пневмотранспортных системах, аппаратах кипящего слоя, в бункерах, а также нейтрализацию статического электричества на поверхностях изделий сложной формы. Устройства для подачи ионизированного воздуха в данном случае во взрывоопасные помещения должны иметь на всем своем протяжении заземленный металлический экран.

В некоторых случаях эффективно использование *лучевых нейтрализаторов* статического электричества, которые обеспечивают ионизацию материала или среды под воздействием ультрафиолетового, лазерного, теплового, электромагнитного и других видов излучения.

Отвод зарядов статического электричества путем снижения удельного и поверхностного электрического сопротивления используют в тех случаях, когда заземление оборудования не предотвращает накопления зарядов до безопасной величины.

Для уменьшения удельного поверхностного электрического сопротивления диэлектриков можно повысить относительную влажность воздуха до 65-70%, если это допустимо по условиям производства. Для этой цели применяют общее или местное увлажнение воздуха в помещении при постоянном контроле его относительной влажности. При этом на поверхности твердых материалов образуется электропроводящая пленка воды, по которой отводятся заряды статического электричества на заземленное технологическое оборудование.

Однако этот метод не эффективен, если электризующийся материал гидрофобен (водобоязнь) или его температура выше температуры окружающей среды. В таких случаях можно дополнительно применять обработку полимерных материалов и химических волокон поверхностно-активными веществами.

Для снижения удельного объемного электрического сопротивления в диэлектрические жидкости и растворы полимеров (клеев) вводят различные растворимые в них *антиэлектростатические присадки (антистатики),* в частности, соли металлов переменной валентности высших карбоновых, нафтеновые и синтетические жирные кислоты. К таким присадкам относятся «Сигбол»,

АСП-1, АСП-2, а также присадки на основе олеатов хрома, кобальта, меди, нафтенатов этих металлов, солей хрома и СЖК и т.д. За рубежом наибольшее применение нашли присадки, разработанные фирмами «Экко» и «Шелл» (присадка ASA-3).

Антиэлектростатические вещества должны обеспечивать снижение удельного объемного электрического сопротивления материала до величины 10^7 Ом•м, а удельного поверхностного — до величины 10^9 Ом•м.

Электрическое сопротивление твердых полимерных материалов (пластмасс, резин, пластиков и пр.) можно снизить, вводя в их состав различные электропроводящие материалы (технический углерод, порошки и т.д.).

Во взрывоопасных производствах для предотвращения опасных искровых разрядов статического электричества, возникающих на теле человека при контактном или индуктивном заряжении наэлектризованными материалами или элементами одежды, необходимо обеспечить отекание этих зарядов в землю. Для этого используют электропроводящие полы из материалов, у которых удельное объемное электрическое сопротивление не должно быть выше 10^6 Ом•м.

К непроводящим покрытиям относятся асфальт, резина, линолеум и др. Проводящими покрытиями являются бетон, пенобетон, ксилолит и т.д. Заземленные помосты и рабочие площадки, ручки дверей, поручни лестниц, рукоятки приборов, машин, механизмов, аппаратов являются дополнительными средствами отвода зарядов с тела человека.

К индивидуальным средствам защиты от статического электричества относятся специальные электростатические обувь и одежда. Для изготовления такой одежды должны применяться материалы с удельным поверхностным электрическим сопротивлением не более 10^7 Ом•м, а электрическое сопротивление между токопроводящим элементом антиэлектростатической одежды и землей должно быть от 10^6 до 10^8 Ом. Электрическое сопротивление между подпятником и ходовой стороной подошвы обуви должно быть от 10^6 до 10^8 Ом.

В некоторых случаях непрерывный отвод зарядов статического электричества с рук человека может осуществляться с помощью специальных заземленных браслетов и колец. При этом они должны обеспечивать электрическое сопротивление в цепи человек - земля от 10^6 до 10^7 Ом и свободу перемещения рук.

13.19. Опасность атмосферного электричества и защита от него

13.19.1. Общие сведения

Атмосферное электричество проявляется в виде молний, электростатической индукции и электромагнитной индукции от грозового' разряда. Все эти проявления опасны для жизни людей и животных и служат одной из причин пожаров.

Бывают две основные разновидности молний: линейные и шаровые. Линейные молнии представляют собой разряды между облаками или между ними и землей, происходящие за десятитысячные доли секунды и сопровождающиеся громом и протеканием тока в десятки килоампер. а иногда и более двухсот. Линейная молния наиболее опасна при прямом ударе, который чаще всего происходит в предметы. имеющие наибольшую высоту. Однако молния может чаще ударять и в предметы, которые находятся над зонами с хорошей электрической проводимостью грунта. Это могут быть берега рек, просто места с близким к поверхности расположением грунтовых вод. Поэтому человеку, застигнутому грозой на холмистой местности, не следует находиться не только на вершинах холмов, но и в лощинах, лучше переждать грозу на склоне холма, особенно среди больших камней или у песчаных откосов, так как там электрическое сопротивление грунта больше и вероятность удара молнии в это место меньше. Если же гроза застигла на равнине. не следует идти или стоять, безопаснее сесть на какой-нибудь камень. Пастух должен рассредоточить животных.

Возможны поражения людей и животных из-за вторичных проявлений грозового разряда. При ударе молнии в дерево с его корней во все стороны растекается весьма большой ток. Так как даже сырой ствол дерева обладает высоким электрическим сопротивлением для импульсных токов, падение напряжения на единицу длины ствола очень велико. Поэтому возможны перекрытия электрическим разрядом воздушного промежутка между стволом дерева и предметами, расположенными поблизости (до 3...4 м). Кроме того, возникают очень большие шаговые напряжения на поверхности земли вокруг этого дерева. Опасно находиться ближе, чем на расстоянии 10...15 м от такого дерева. Поэтому нельзя укрываться от грозы под одиночными деревьями или растущими на опушке. Опасно находиться и вблизи электрических воздушных линий.

Люди, находящиеся в автомобиле или на тракторе с металлической кабиной, при ударе молнии в машину обычно не страдают, так как кабина отводит токи молнии мимо них в землю. Но оглушенный водитель может временно потерять способность управлять машиной, и произойдет авария. Поэтому во время грозы надо останавливаться. Брезентовая крыша кабины не защищает от поражений молнией. В этом случае, оказавшись во время грозы в поле, безопаснее выйти из машины и отойти от нее на 10...15 м. Нельзя прятаться под машиной. Не защищает от поражения молнией здание с неметаллической крышей, не имеющее молниеотвода, ибо при ударе в здание возможны разряды со стен и крыши внутрь здания.

Температура шаровой молнии составляет 3000... 5000 °С, в результате чего при соприкосновении с ней у людей бывают сильные ожоги, деревянные предметы

обугливаются, а металлические иногда плавятся. Шаровая молния может прекратить свое существование постепенно и тихо, но чаще она «взрывается» без видимой причины или столкнувшись с чем-либо, а высвобождающаяся при этом энергия создает эффект, который при обычных размерах шара (с кулак) эквивалентен по мощности взрыву 0,1...1 кг тринитротолуола (тола). Это приводит к воспламенению горючих предметов, механическим разрушениям, к гибели людей. Такие молнии очень редки (в 300...500 раз реже линейных). Механизм возникновения и существования шаровой молнии наукой еще не вполне выяснен, и надежных методов защиты от нее не предложено. Известны случаи, когда шаровая молния проникала в здание через узкую щель, в замочную скважину, по электропроводке или просто образовывалась внутри помещения. Но чаще всего шаровая молния проникает внутрь здания через открытые двери, окна, печную трубу, которые поэтому на время грозы лучше закрывать, а вентиляционные отверстия следует перегораживать заземленной металлической решеткой из проволоки диаметром 2...2,5 мм с ячейками 3...4 см^2.

Заряд, переносимый в течение всей вспышки молнии, колеблется от единиц до сотен кулон, из которых на долю отдельных импульсов приходится 5-15 Кл, а на непрерывную составляющую 10-20 Кл.

Об интенсивности грозовой деятельности в различных географических пунктах можно судить по данным разветвленной сети метеорологических станций о повторяемости и продолжительности гроз, регистрируемых в днях и часах за год по слышимому грому в начале и конце грозы. Однако более важной и информативной характеристикой для оценки возможного числа поражений объектов молнией является плотность ударов нисходящих молний на единицу земной поверхности.

Плотность ударов молнии в землю сильно колеблется по регионам земного шара и зависит от геологических, климатических и других факторов. В целом по территории земного шара плотность ударов молнии варьируется практически от нуля в приполярных областях до 30 разрядов на 1 км^2 земли за год во влажных тропических зонах.

13.19.2. Опасные воздействия молнии

Воздействия молнии принято подразделять на две основные группы: *первичные*, вызванные прямым ударом молнии, и *вторичные*, индуцированные близкими ее разрядами или занесенные в объект протяженными металлическими коммуникациями. Опасность прямого удара и вторичных воздействий молнии для зданий и сооружений и находящихся в них людей определяется, с одной стороны, параметрами разряда молнии, а с другой — технологическими и конструктивными характеристиками объекта

(наличием взрыво - или пожароопасных зон, огнестойкостью строительных конструкций, видом вводимых коммуникаций, их расположением внутри объекта и т д.).

Прямой удар молнии вызывает следующие воздействия на объект:

электрические, связанные с поражением людей или животных электрическим током и появлением перенапряжений на пораженных элементах. Перенапряжение пропорционально амплитуде и крутизне тока молнии, индуктивности конструкций и сопротивлению заземлителей, по которым ток молнии отводится в землю. Даже при выполнении молниезащиты прямые удары молнии с большими токами и крутизной могут привести к перенапряжениям в несколько мегавольт. При отсутствии молниезащиты пути растекания тока молнии неконтролируемы и ее удар может создать опасность поражения током, опасные напряжения шага и прикосновения, перекрытия на другие объекты;

термические, связанные с резким выделением теплоты при прямом контакте канала молнии с содержимым объекта и при протекании через объект тока молнии. Выделяемая в канале молнии энергия определяется переносимым зарядом, длительностью вспышки и амплитудой тока молнии; в 95 % случаев разрядов молнии эта энергия (в расчете на сопротивление 1 Ом) превышает 5,5 Дж. Она на два-три порядка превышает минимальную энергию воспламенения большинства газо-, паро- и пылевоздушных смесей, используемых в промышленности. Следовательно, в таких средах контакт с каналом молнии всегда создает опасность воспламенения (а в некоторых случаях взрыва), то же относится к случаям проплавления каналом молнии корпусов взрывоопасных наружных установок. При протекании тока молнии по тонким проводникам создается опасность их расплавления и разрыва;

механические, обусловленные ударной волной, распространяющейся от канала молнии, и электродинамическими силами, действующими на проводники с токами молнии. Это воздействие может быть причиной, например, сплющивания тонких металлических трубок. Контакт с каналом молнии может вызвать резкое паро- или газообразование в некоторых материалах с последующим механическим разрушением, например, расщеплением древесины или образованием трещин в бетоне.

Вторичные проявления молнии связаны с действием на объект электромагнитного поля близких разрядов. Обычно это поле рассматривают в виде двух составляющих: первая обусловлена перемещением зарядов в канале молнии, вторая — изменением тока молнии во времени. Эти составляющие иногда называют электростатической и электромагнитной индукцией.

Электростатическая индукция проявляется в виде перенапряжения, возникающего на металлических конструкциях объекта и зависящего от тока молнии, расстояния до места удара и сопротивления заземлителя. При отсутствии надлежащего заземлителя перенапряжение может достигать сотен киловольт и создавать опасность поражения людей и перекрытий между разными частями объекта.

Электромагнитная индукция связана с образованием в металлических контурах ЭДС, пропорциональной крутизне тока молнии и площади, охватываемой контуром. Протяженные коммуникации в современных производственных зданиях могут образовывать охватывающие большую площадь контуры, в которых возможно наведение ЭДС в несколько десятков киловольт. В местах сближения протяженных металлических конструкций, в разрывах незамкнутых контуров создается опасность перекрытий и искрений с возможным рассеянием энергии около десятых долей джоуля.

Еще одним видом опасного воздействия молнии является *занос высокого потенциала по вводимым в объект коммуникациям* (проводам воздушных линий электропередачи, кабелям, трубопроводам). Он представляет собой перенапряжение, возникающее на коммуникации при прямых и близких ударах молнии и распространяющееся в виде набегающей на объект волны. Опасность создается за счет возможных перекрытий с коммуникации на заземленные части объекта. Подземные коммуникации также представляют опасность, так как могут принять на себя часть растекающихся в земле токов молнии и занести их в объект.

13.19.3. Категории объектов по молниезащите

Тяжесть последствий удара молнии зависит прежде всего от взрыво- или пожароопасности здания или сооружения при термических воздействиях молнии, а также искрениях и перекрытиях, вызванных другими видами воздействий.

В РД 34.21.122-87 принят дифференцированный подход к выполнению молниезащиты различных объектов, в связи с чем здания и сооружения разделены на три категории, отличающиеся по тяжести возможных последствий поражения молнией.

К *I категории* отнесены производственные помещения, в которых в нормальных технологических режимах могут находиться и образовываться взрывоопасные концентрации газов, паров, пылей, волокон.

Во *II категорию* попадают производственные здания и сооружения, в которых появление взрывоопасной концентрации происходит в результате нарушения нормального технологического режима, а также наружные установки, содержащие взрывоопасные жидкости и газы.

К *III категории* относятся здания и сооружения с пожароопасными помещениями или строительными конструкциями низкой огнестойкости, причем для них требования к молниезащите ужесточаются с увеличением вероятности поражения объекта (ожидаемого количества поражений молнией). Кроме того, к III категории отнесены объекты, поражение которых представляет опасность электрического воздействия на людей.

13.19.4. Требования к устройству молниезащиты

Молниезащита представляет собой комплекс мероприятий, направленных на предотвращение прямого удара молнии в объект или на устранение опасных послед-

ствий, связанных с прямым ударом; к этому комплексу относятся также средства защиты, предохраняющие объект от вторичных воздействий молнии и заноса высокого потенциала.

Средством защиты от прямых ударов молнии служит *молниеотвод* — устройство, рассчитанное на непосредственный контакт с каналом молнии и отводящее ее ток в землю. Они разделяются на *отдельно стоящие,* обеспечивающие растекание тока молнии минуя объект, и *установленные на самом объекте.* При этом растекание тока происходит по контролируемым путям так, что обеспечивается низкая вероятность поражения людей, взрыва или пожара.

Установка отдельно стоящих молниеотводов исключает возможность термического воздействия на объект при поражении молниеотвода; для объектов с постоянной взрывоопасностью, отнесенных к I категории, принят этот способ защиты, обеспечивающий минимальное количество опасных воздействий при грозе. Для объектов II и III категорий, характеризующихся меньшим риском взрыва или пожара, в равной мере допустимо использование отдельно стоящих молниеотводов и установленных на защищаемом объекте.

Молниеотвод состоит из следующих элементов: молниеприемника, опоры, токоотвода и заземлителя. Однако на практике они могут образовывать единую конструкцию, например металлическая мачта или ферма здания представляет собой молниеприемник, опору и токоотвод одновременно.

По *типу молниеприемника* молниеотводы разделяются на *стержневые* (вертикальные), *тросовые* (горизонтальные протяженные) и *сетки*, состоящие из продольных и поперечных горизонтальных электродов, соединенных в местах пересечений. Стержневые и тросовые молниеотводы могут быть отдельно стоящими и установленными на объекте; молниеприемные сетки укладываются на неметаллическую кровлю защищаемых зданий и сооружений.

При выборе средств защиты от прямых ударов молнии, типов молниеотводов необходимо учитывать экономические соображения, технологические и конструктивные особенности объектов. Во всех возможных случаях близкорасположенные высокие сооружения необходимо использовать как отдельно стоящие молниеотводы, а конструктивные элементы зданий и сооружений, например металлическую кровлю, фермы, металлические и железобетонные колонны и фундаменты, — как молниеприемники, токоотводы и заземлители. *Защита от термических воздействий* прямого удара молнии осуществляется путем надлежащего выбора сечений молниеприем-ников и токоотводов, толщины корпусов наружных установок, расплавление и пропдавление которых не может произойти.

Защита от механических разрушений различных строительных конструкций при прямых ударах молнии осуществляется: бетона — армированием и обеспечением надежных контактов в местах соединения с арматурой; неметаллических выступающих ча-

стей и покрытий зданий — применением материалов, не содержащих влаги или газогенерирующих веществ.

Защита от перекрытий на защищаемый объект при поражении отдельно стоящих молниеотводов достигается надлежащим выбором конструкций заземлителей и изоляционных расстояний между молниеотводом и объектом. Защита от перекрытий внутри здания при протекании по нему тока молнии обеспечивается надлежащим выбором количества токоотводов, проложенных к заземлителям кратчайшими путями.

Защита от напряжений прикосновения и шага обеспечивается путем прокладки токоотводов в малодоступных для людей местах и равномерного размещения заземлителей по территории объекта.

Защита от вторичных воздействий молнии обеспечивается следующими мероприятиями. От электростатической индукции и заноса высокого потенциала — ограничением перенапряжений, наведенных на оборудовании, металлических конструкциях и вводимых коммуникациях, путем их присоединения к заземлителям определенных конструкций; от электромагнитной индукции — ограничением площади незамкнутых контуров внутри зданий путем наложения перемычек в местах сближения металлических коммуникаций. Для исключения искрения в местах соединений протяженных металлических коммуникаций обеспечиваются низкие переходные сопротивления — не более 0,03 Ом.

Одним из эффективных способов ограничения грозовых перенапряжений в цепи молниеотвода, а также на металлических конструкциях и оборудовании объекта является обеспечение низких сопротивлений заземлителей, поэтому при выборе молниезащиты нормированию подлежит сопротивление заземлителя или другие его характеристики, связанные с сопротивлением.

До недавнего времени для заземлителей молниезащиты нормировалось импульсное сопротивление растеканию токов молнии: его максимально допустимое значение было принято равным 10 Ом для зданий и сооружений I и II категорий и 20 Ом для зданий и сооружений III категории. При этом допускалось увеличение импульсного сопротивления до 40 Ом в грунтах с удельным сопротивлением более 500 Ом • м при одновременном удалении молниеотводов от объектов I категории на расстояние, гарантирующее от пробоя по воздуху и в земле. Для наружных установок максимально допустимое импульсное сопротивление заземлителей было принято равным 50 Ом.

Защита от прямых ударов молнии зданий и сооружений, относимых по устройству молниезащиты к I категории, должна выполняться отдельно стоящими стержневыми или тросовыми молниеотводами.

Указанные молниеотводы должны обеспечивать зону защиты типа А. При этом обеспечивается удаление элементов молниеотводов от защищаемого объекта и подземных металлических коммуникаций.

Для отдельно стоящих молниеотводов используют в качестве заземлителей железобетонные конструкции фундаментов или искусственные заземлители, состоящие из трех и более вертикальных электродов длиной не менее 3 м, объединенных горизонтальным электродом, при расстоянии между вертикальными электродами не менее 5 м.

Для исключения заноса высокого потенциала в защищаемое здание или сооружение по подземным металлическим коммуникациям (в том числе по электрическим кабелям любого назначения) заземлители защиты от прямых ударов молнии должны быть по возможности удалены от этих коммуникаций на максимальные расстояния, допустимые по технологическим требованиям.

При наличии на зданиях и сооружениях прямых газоотводных и дыхательных труб для свободного отвода в атмосферу газов, паров и взвесей взрывоопасной концентрации в зону защиты молниеотводов должно входить пространство над обрезом труб, ограниченное полушарием радиусом 5 м.

Для газоотводных и дыхательных труб, оборудованных колпаками или «гусаками», в зону защиты молниеотводов должно входить пространство над обрезом труб, ограниченное цилиндром высотой H и радиусом R*:*

для газов тяжелее воздуха при избыточном давлении внутри установки менее 5,05 кПа (0,05 ат) H = 1 м, R = 2 м; 5,05-25,25 кПа (0,05-0,25 ат) H = 2,5 м, R = 5 м;

для газов легче воздуха при избыточном давлении внутри установки:

до 25,25 кПа H = 2,5 м, R = 5 м;

свыше 25,25 кПа H = 5 м, R = 5 м.

Для защиты от вторичных проявлений молнии должны быть предусмотрены следующие мероприятия:

а) металлические конструкции и корпуса всего оборудования и аппаратов, находящиеся в защищаемом здании, должны быть присоединены к заземляющему устройству электроустановок или к железобетонному фундаменту здания;

б) внутри зданий и сооружений между трубопроводами и другими протяженными металлическими конструкциями в местах их взаимного сближения на расстояние менее 10 см через каждые 20 м следует приваривать или припаивать перемычки из стальной проволоки диаметром не менее 5 мм или стальной ленты сечением не менее 24 мм^2; для кабелей с металлическими оболочками или броней перемычки должны выполняться из гибкого медного проводника в соответствии с СНиП 3.05.06-85;

в) в соединениях элементов трубопроводов или других протяженных металлических предметов должны быть обеспечены переходные сопротивления не более 0,03 Ом на каждый контакт. При невозможности обеспечения контакта с указанным переходным сопротивлением с помощью болтовых соединений необходимо устройство стальных перемычек.

Защита от прямых ударов молнии зданий и сооружений II категории с неметаллической кровлей должна быть выполнена отдельно стоящими или установленными на защищаемом объекте стержневыми или тросовыми молниеотводами, обеспечивающими зону защиты. При установке молниеотводов на объекте от каждого стержневого молниеприемника или каждой стойки тросового молниеприемника должно быть обеспечено не менее двух токоотводов. При уклоне кровли не более 1:8 может быть использована также молниеприемная сетка.

Молниеприемная сетка должна быть выполнена из стальной проволоки диаметром не менее 6 мм и уложена на кровлю сверху или под несгораемые или трудносгораемые утеплитель или гидроизоляцию. Шаг ячеек сетки должен быть не более 6х6 м. Узлы сетки должны быть соединены сваркой. Выступающие над крышей металлические элементы (трубы, шахты, вентиляционные устройства) должны быть присоединены к молниеприемной сетке, а выступающие неметаллические элементы — оборудованы дополнительными молниеприем-никами, также присоединенными к молниеприемной сетке.

Установка молниеприемников или наложение молниеприемной сетки не требуется для зданий и сооружений с металлическими фермами при условии, что в их кровлях используются несгораемые или трудносгораемые утеплители и гидроизоляция.

На зданиях и сооружениях с металлической кровлей в качестве молниеприемника должна использоваться сама кровля. При этом все выступающие неметаллические элементы должны быть оборудованы молниеприемниками, присоединенными к металлу кровли.

Токоотводы от металлической кровли или молниеприемной сетки должны быть проложены к заземлителям не реже чем через 25 м по периметру здания.

При прокладке молниеприемной сетки и установке молниеотводов на защищаемом объекте всюду, где это возможно, в качестве токоотводов следует использовать металлические конструкции зданий и сооружений (колонны, фермы, рамы, пожарные лестницы и т. п., а также арматуру железобетонных конструкций) при условии обеспечения непрерывной электрической связи в соединениях конструкций и арматуры с молниеприемниками и заземлителями, выполняемых, как правило, сваркой.

Токоотводы, прокладываемые по наружным стенам зданий, следует располагать не ближе чем в 3 м от входов или в местах, не доступных для прикосновения людей.

В качестве *заземлителей защиты* от прямых ударов молнии во всех возможных случаях следует использовать железобетонные фундаменты зданий и сооружений.

При невозможности использования фундаментов предусматриваются искусственные заземлители:

при наличии стержневых и тросовых молниеотводов каждый токоотвод присоединяется к заземлителю;

при наличии молниеприемной сетки или металлической кровли по периметру здания или сооружения прокладывается наружный контур следующей конструкции:

в грунтах с эквивалентным удельным сопротивлением $\rho \leq 500$ Ом•м при площади здания более 250 м^2 выполняется контур из горизонтальных электродов, уложенных в земле на глубине не менее 0,5 м, а при площади здания менее 250 м^2 к этому контуру в местах присоединения токоотводов приваривается по одному вертикальному или горизонтальному лучевому электроду длиной 2—3 м;

в грунтах с удельным сопротивлением $500 < \rho \leq 1000$ Ом • м при площади здания более 900 м^2 достаточно выполнить контур только из горизонтальных электродов, а при площади здания менее 900 м^2 к этому контуру в местах присоединения токоотводов приваривается не менее двух вертикальных или горизонтальных лучевых электродов длиной 2-3 м на расстоянии 3-5 м один от другого.

В зданиях большой площади наружный контур заземления может также использоваться для выравнивания потенциала внутри здания. Во всех возможных случаях заземлитель защиты от прямых ударов молнии должен быть объединен с заземлителем электроустановок.

При установке отдельно стоящих молниеотводов расстояние от них по воздуху и в земле до защищаемого объекта и вводимых в него подземных коммуникаций не нормируется.

Наружные установки, содержащие горючие и сжиженные газы и легковоспламеняющиеся жидкости, следует защищать от прямых ударов молнии следующим образом:

а) корпуса установок из железобетона, металлические корпуса установок и отдельных резервуаров при толщине металла крыши менее 4 мм должны быть оборудованы молниеотводами, установленными на защищаемом объекте или отдельно стоящими;

б) металлические корпуса установок и отдельных резервуаров при толщине металла крыши 4 мм и более, а также отдельные резервуары вместимостью менее 200 м^3 независимо от толщины металла крыши, а также металлические кожухи теплоизолированных установок достаточно присоединить к заземлителю.

Для *резервуарных парков, содержащих сжиженные газы,* общей вместимостью более 8000 м^3, а также для резервуарных парков с корпусами из металла и железобетона, содержащих горючие газы и легковоспламеняющиеся жидкости, при общей вместимости группы резервуаров более 100 тыс. м^3 защиту от прямых ударов молнии следует, как правило, выполнять отдельно стоящими молниеотводами.

Очистные сооружения подлежат защите от прямых ударов молнии, если температура вспышки содержащегося в сточных водах продукта превышает его рабочую температуру менее чем на 10°С. В зону защиты молниеотводов должно входить пространство, основание которого выходит за пределы очистного сооружения на 5 м в каждую сторону от его стенок, а высота равна высоте сооружения плюс 3 м.

Если на наружных установках или в резервуарах (наземных или подземных), содержащих горючие газы или легковоспламеняющиеся жидкости, имеются газоотводные или дыхательные трубы, то они и пространство над ними должны быть защищены от прямых ударов молнии. Такое же пространство защищается над срезом горловины цистерн, в которые происходит открытый налив продукта на сливно-наливной эстакаде. Защите от прямых ударов молнии подлежат также дыхательные клапаны и пространство над ними, ограниченное цилиндром высотой 2,5 м с радиусом 5 м.

Для наружных установок в качестве заземлителей защиты от прямых ударов молнии следует по возможности использовать железобетонные фундаменты этих установок или опор отдельно стоящих молниеотводов либо выполнять искусственные заземлители, состоящие из одного вертикального или горизонтального электрода длиной не менее 5 м.

К этим заземлителям, размещенным не реже чем через 50 м по периметру основания установки, должны быть присоединены корпуса наружных установок или токоотводы установленных на них молниеотводов, число присоединений — не менее двух.

Для защиты, зданий и сооружений от вторичных проявлений молнии должны быть предусмотрены следующие мероприятия:

а) металлические корпуса всего оборудования и аппаратов, установленных в защищаемом здании (сооружении), должны быть присоединены к заземляющему устройству электроустановок или к железобетонному фундаменту здания;

б) внутри здания между трубопроводами и другими протяженными металлическими конструкциями в местах их сближения на расстояние менее 10 см через каждые 30 м должны быть выполнены перемычки;

в) во фланцевых соединениях трубопроводов внутри здания следует обеспечить нормальную затяжку не менее четырех болтов на каждый фланец.

Для защиты наружных установок от вторичных проявлений молнии металлические корпуса установленных на них аппаратов должны быть присоединены к заземляющему устройству электрооборудования или к заземлителю защиты от прямых ударов молнии.

На резервуарах с плавающими крышами или понтонами необходимо устанавливать не менее двух гибких стальных перемычек между плавающими крышами или понтонами и металлическим корпусом резервуара или токоотводами установленных на резервуаре молниеотводов.

Защита от прямых ударов молнии зданий и сооружений, относимых по устройству молниезащиты к III категории, должна выполняться одним из способов, указанных в молниезащите II категории. При этом в случае использования молниеприемной сетки шаг ее ячеек должен быть не более 12х12 м.

Во всех возможных случаях в качестве заземлителей защиты от прямых ударов молнии следует использовать железобетонные фундаменты зданий и сооружений.

При невозможности их использования выполняют искусственные заземлители:

каждый токоотвод от стержневых и тросовых молниеприемников должен быть присоединен к заземлителю, состоящему минимум из двух вертикальных электродов длиной не менее 3 м, объединенных горизонтальным электродом длиной не менее 5 м;

при использовании в качестве молниеприемников сетки или металлической кровли по периметру здания в земле на глубине не менее 0,5 м должен быть проложен наружный контур, состоящий из горизонтальных электродов. В грунтах с эквивалентным удельным сопротивлением $500 < \rho \leq 1000$ Ом • м и при площади здания менее 900 $м^2$ к этому контуру в местах присоединения токоотводов следует

приваривать по одному вертикальному или горизонтальному лучевому электроду длиной 2-3 м.

В зданиях большой площади (шириной более 100 м) наружный контур заземления может также использоваться для выравнивания потенциалов внутри здания. Во всех возможных случаях заземлитель зашиты от прямых ударов молнии должен быть объединен с заземлителем электроустановки.

Молниезащита наружных установок, содержащих горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 61 ^{0}С, должна быть выполнена следующим образом:

а) корпуса установок из железобетона, а также металлические корпуса установок и резервуаров при толщине крыши менее 4 мм должны быть оборудованы молниеотводами, установленными на защищаемом сооружении или отдельно стоящими;

б) металлические корпуса установок и резервуаров при толщине крыши 4 мм и более следует присоединять к заземлителю.

13.19.5. Зоны защиты молниеотводов

1. Одиночный стержневой молниеотвод. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h представляет собой круговой конус (рис. 13.18.), вершина которого находится на высоте h_0<h. На уровне земли зона защиты образует круг радиусом r_0. Горизонтальное сечение зоны защиты на высоте защищаемого сооружения h_x представляет собой круг радиусом r_x.

В зависимости от надежности молниезащиты объектов зоны защиты делятся на зоны защиты типа А и типа Б. Зона защиты типа А обладает надежностью 99,5% и выше, а типа Б — 95% и выше.

1 . 1 *Зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов высотой H*< 150 м имеют следующие габаритные размеры.

ЗонаА: h_0 = 0,85 *h;* r_0 = (1,1 -0,002 h)*h;* r_x = (1,1- 0,002 h)*(h-*h_x*/* /0,85).

Зона Б: $h_0 = 0{,}92\ h$; $r_0 = 1{,}5\ h$; $r_x = 1{,}5(h - h_x/0{,}92)$.

Для зоны Б высота одиночного стержневого молниеотвода при известных значениях h_x и r_x может быть определена по формуле $h = (r_x + 1{,}63h_x)/1{,}5$.

1.2. *Зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов высотой* $150 < h < 600$ м имеют следующие габаритные размеры.

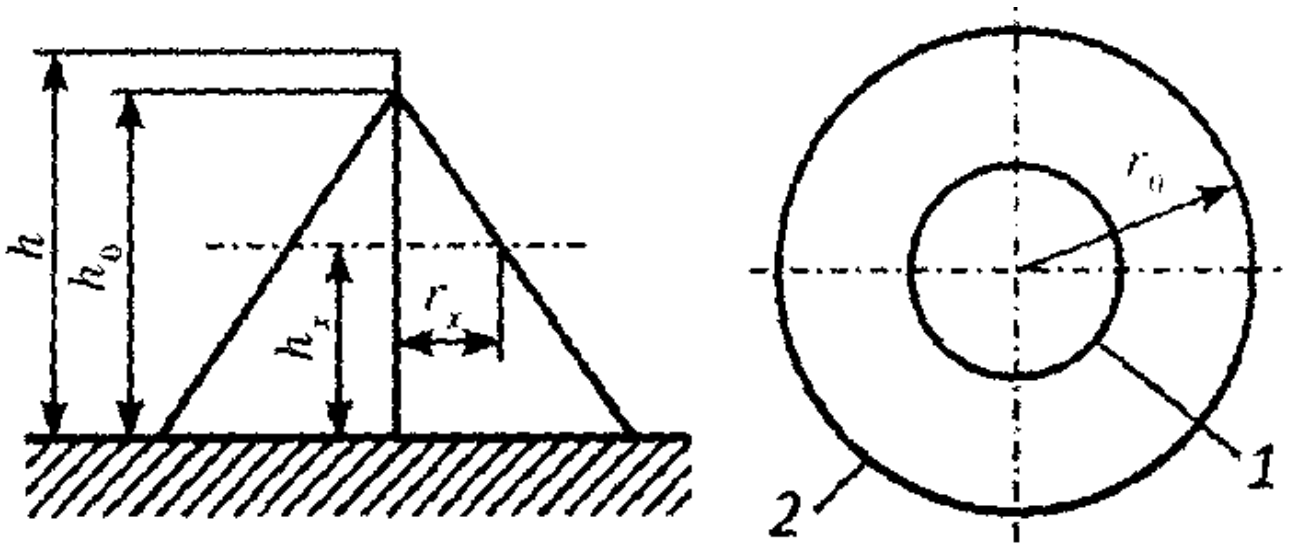


Рис. 13.18. **Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода:** *1* — граница зоны защиты на уровне h_x; 2 – то же на уровне земли

Зона А:

$$h_0 = \left[0{,}85 - 1{,}7 \cdot 10^{-3}(h - 150)\right]h; \qquad r_0 = \left[0{,}8 - 1{,}8 \cdot 10^{-3}(h - b150)\right]h;$$

$$r_x = \left[0{,}8 - 1{,}8 \cdot 10^{-3}(h - 150)\right]h \left\{1 - \frac{h_x}{\left[0{,}85 - 1{,}7 \cdot 10^{-3}(h - 150)\right]h}\right\}.$$

Зона Б:

$$h_0 = \left[0{,}92 - 0{,}8 \cdot 10^{-3}(h - 150)\right]h; \qquad r_0 = 225 \text{ м};$$

$$r_x = 225 - \frac{225h_x}{\left[0{,}92 - 0{,}8 \cdot 10^{-3}(h - 150)\right]h}.$$

4. Одиночный тросовый молниеотвод.

Зоны защиты одиночного тросового молниеотвода имеют следующие габаритные размеры.

Зона А:

$h_0 = 0{,}85h$; $r_0 = (1{,}35 - 0{,}0025h)h$;

$r_x = (1{,}35 - 0{,}0025h)(h - h_x/0{,}85)$.

Зона Б:

$h_0 = 0{,}92h$; $r_0 = 1{,}7h$; $r_x = 1{,}7(h - h_x/0{,}92)$.

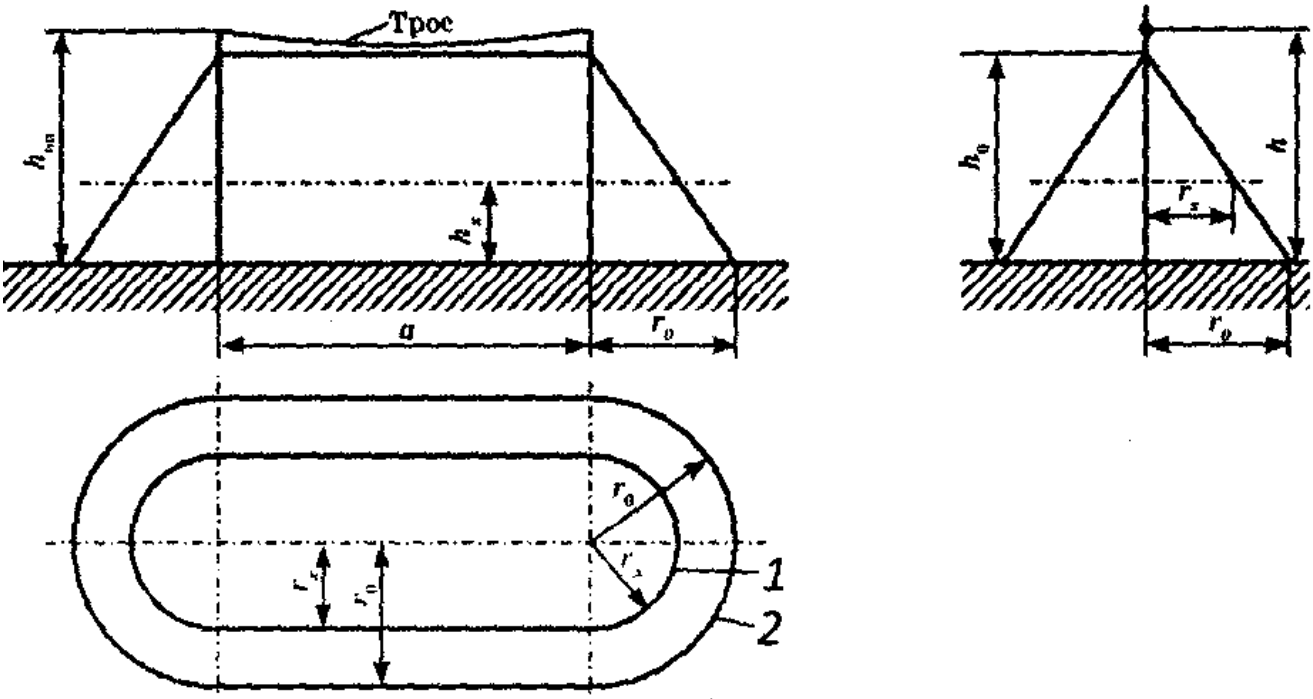


Рис. 13.19. **Зона защиты одиночного тросового молниеотвода:** 1 — граница зоны защиты на уровне h_x; 2 — то же на уровне земли

Для зоны типа Б высота одиночного тросового молниеотвода при известных значениях h_x и r_x определяется по формуле

$$h = (r_x + 1{,}85h_x)/1 < 7.$$

Многостержневые молниеотводы имеют сложную по форме зону защиты, которая складывается из зон защиты всех молниеотводов. Для высоких сооружений первой категории и объектов второй категории молниеотводы располагаются на самих защищаемых сооружениях и зданиях и изолируются от них.

Каждый молниеотвод состоит из молниеприемника, токоотвода и заземлителя. Все части соединяются сваркой. Молниеприемник стержневого молниеотвода имеет высоту 0,5-1 м и поперечное сечение не менее 100 мм^2.

Токоотводы делаются из стальной проволоки диаметром не менее 6 мм или полосы сечением 25-50 мм^2. Заземлители молниеотводов для защиты объектов разной кате-

гории должны иметь импульсное сопротивление не менее 5—40 Ом. Их расчетное сопротивление переменному току промышленной частоты определяется путем деления импульсного сопротивления на импульсный коэффициент, который при высоком удельном сопротивлении грунта (более 10^4Ом-см) меньше единицы.

Элементами молниезащиты могут быть металлические крышки, стенки закрытых емкостей и аппаратов, металлические трубы, которые просто заземляются. Защита от вторичных проявлений атмосферного электричества обеспечивается надежным соединением в единую электрическую цепь всех металлоконструкций и заземлением.

13.20 Организационные и технические мероприятия по обеспечению электробезопасности

13.20.1. Общие положения

Эти мероприятия включают:

- назначение лиц, ответственных за организацию и безопасность производства работ;
- оформление наряда или распоряжения на производство работ;
- осуществление допуска к проведению работ;
- организацию надзора за проведением работ;
- оформление окончания работы, перерывов в работе, переводов на другие рабочие места;
- установление рациональных режимов труда и отдыха.

Конкретные перечни работ, которые должны выполняться по наряду или распоряжению, устанавливаются в отраслевой нормативно-технической документации.

Для обеспечения безопасности работ в электроустановках следует выполнять:

- отключение установки (части установки) от источника питания;
- проверку отсутствия напряжения;

механическое запирание приводов коммутационных аппаратов, снятие предохранителей, отсоединение концов питающих линий и другие меры, исключающие возможность ошибочной подачи напряжения к месту работы;

- заземление отключенных токоведущих частей (наложение переносных заземлителей, включение заземляющих ножей);
- ограждение рабочего места или остающихся под напряжением токоведущих частей, к которым в процессе работы можно прикоснуться или приблизиться на недопустимое расстояние.

При проведении работ со снятием напряжения в действующих электроустановках или вблизи них необходимо осуществить:

• отключение электроустановки (части установки) от источника питания электроэнергией;

• механическое запирание приводов коммутационных аппаратов, снятие предохранителей, отсоединение концов питающих линий и другие меры, исключающие возможность ошибочной подачи напряжения к месту работы;

• установку знаков безопасности и ограждение остающихся под напряжением токоведущих частей, к которым в процессе работы можно прикоснуться или приблизиться на недопустимое расстояние;

• наложение заземлений (включение заземляющих ножей или наложение переносных заземлений);

• ограждение рабочего места и установка предписывающих знаков безопасности.

При проведении работ на токоведущих частях, находящихся под напряжением, работы должны выполняться по наряду не менее, чем двумя лицами, с применением электрозащитных средств, с обеспечением безопасного расположения работающих и используемых механизмов и приспособлений.

Оперативное обслуживание заключается: в постоянном наблюдении за состоянием и режимом работы всего электрооборудования; периодических осмотрах оборудования; проведении в электроустановках на оборудовании не предусмотренных планом небольших по объему работ (согласно перечню работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации); производстве оперативных переключений; подготовке схемы и рабочего места для ремонтных бригад, допуске их к работе, надзоре за ними во время работы и восстановлении схемы после окончания всех работ.

13.20.2. Производство работ.

Работы в электроустановках в отношении требований безопасности подразделяются на выполняемые: со снятием напряжения; под напряжением; без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением.

При одновременной работе в электроустановках напряжением до и выше 1000 В категории работ определяются применительно к электроустановкам напряжением выше 1000 В. К работам, выполняемым со снятием напряжения, относятся работы, которые производятся в электроустановке (или части ее), в которой со всех токоведущих частей снято рабочее напряжение и вход в помещение соседней электроустановки, находящейся под напряжением, заперт.

В электроустановках напряжением выше 1000 В, а также на воздушных линиях электропередачи (ВЛ) напряжением до 1000 В к этим же работам относятся работы, выполняемые на расстояниях от токоведущих частей меньше указанных в табл. 13.10.

Таблица 13.10. **Расстояние до токоведущих частей электроустановок**

Напряжение электроустановки	Расстояние до токоведущих частей, м	
	от людей и применяемых ими инструментов и приспособлений, от временных ограждений	от механизмов и грузоподъемных машин в рабочем и транспортном положениях, от стропов грузозахватных приспособлений и грузов
До 1000 В	На ВЛ 0,6	1,0
6 – 35 кВ	0,6	1,0
110 кВ	1,0	1,5
220 кВ	2,0	2,5
330 кВ	2,5	3,5
750 кВ	5,0	6,0

Работы без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них должны выполнять не менее чем два лица, из которых производитель работ должен иметь группу по электробезопасности не ниже IV, остальные — не ниже III.

Работой без снятия напряжения вдали от токоведущих частей считается работа, при которой исключено случайное приближение работающих и используемых ими ремонтной оснастки и инструмента к токоведущим частям на расстояние меньше указанного в табл. 13.10 и не требуется принятия технических или организационных мер для предотвращения такого приближения.

В электроустановках напряжением выше 1000 В работы без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них должны производиться с применением средств защиты для изоляции человека от токоведущих частей либо от земли. При изоляции человека от земли работы должны осуществляться в соответствии со специальными инструкциями или технологическими картами, в которых предусмотрены необходимые меры безопасности.

При работе в электроустановках напряжением до 1000 В без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них необходимо: оградить расположенные вблизи рабочего места другие токоведущие части, находящиеся под напряжением, к которым возможно случайное прикосновение; работать в диэлектрических галошах или стоя на изолирующей подставке либо на диэлектрическом коврике; применять инструмент с изолирующими рукоятками, а при отсутствии его пользоваться диэлектрическими перчатками.

При производстве работ без снятия напряжения на токоведущих частях с помощью изолирующих средств защиты необходимо: держать изолирующие части средств защи-

ты за ручки-захваты до ограничительного кольца; располагать изолирующие части средств защиты так, чтобы не возникла опасность перекрытия по поверхности изоляции между токоведущими частями двух фаз или замыкания на землю; пользоваться только сухими и чистыми изолирующими частями средств защиты с неповрежденным лаковым покрытием.

Применяемые для ремонтных работ подмостки и лестницы должны быть изготовлены по ГОСТам или ТУ на них. Основания лестниц, устанавливаемых на гладких поверхностях, обивают резиной, а основания лестниц, устанавливаемых на земле, должны иметь острые металлические наконечники. Лестницы должны верхним концом надежно опираться на прочную основу. При необходимости опереть лестницу на провод ее следует снабдить крючком в верхней части. Связанные лестницы применять запрещается. При установке приставных лестниц на подкрановых балках, элементах металлических конструкций и т. п. необходимо надежно прикрепить верх или низ лестницы к конструкциям.

При обслуживании, а также ремонтах электроустановок применение металлических лестниц запрещается. Работу с использованием лестниц выполняют два лица, одно из которых находится внизу.

13.20.3. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках

Работы в действующих электроустановках должны выполняться по наряду, по распоряжению и по перечню работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.

Перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации, составляется лицом, ответственным за электрохозяйство организации, и утверждается главным инженером (руководителем) организации. Виды работ, внесенные в указанный перечень, явля ются постоянно разрешенными работами, на которые не требуется оформления каких-либо дополнительных распоряжений.

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность проведения работ в электроустановках, являются:

оформление работ нарядом, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;

выдача разрешения на подготовку рабочего места и на допуск к работе;

подготовка рабочего места и допуск к работе;

надзор во время работы;

оформление перевода на другое рабочее место; оформление перерыва в работе, окончания работ.

Ответственными за безопасное ведение работ являются:

лицо, выдающее наряд, отдающее распоряжение; руководитель работ;

лицо из числа оперативного персонала, дающее разрешение на подготовку рабочего места и на допуск к работе; допускающий; производитель работ; наблюдающий; члены бригады.

Лицо, выдающее наряд, отдающее распоряжение, устанавливает необходимость и объем работ, определяет возможность безопасного их выполнения и отвечает за:

достаточность и правильность указанных в наряде мер безопасности;

качественный и количественный состав бригады: назначение лиц, ответственных за безопасное производство работ;

соответствие групп по электробезопасности, перечисленных в наряде;

проведение целевого инструктажа по охране труда руководителя работ (производителя работ, наблюдающего).

Право выдачи нарядов и распоряжений предоставляется: работникам из административно-технического персонала организации и ее структурных подразделений, имеющим V группу по электробезопасности в электроустановках напряжением выше 1000 В и IV группу по электробезопасности в электроустановках напряжением до 1000 В;

при работах по предотвращению аварий или ликвидации их последствий и отсутствии лиц из административно-технического персонала, имеющих право выдачи нарядов и распоряжений, работникам с IV группой по электробезопасности из оперативного персонала данной электроустановки.

Предоставление оперативному персоналу права выдачи нарядов должно быть отражено в локальном нормативном правовом акте, определяющем лиц, имеющих право выдачи нарядов.

Приложение *ФОРМА НАРЯДА-ДОПУСКА*

Лицевая сторона *наряда* Для работ
в электроустановках

Предприятие
Подразделение _

Наряд-допуск №

Ответственному руководителю работ_____
Допускающему_____ : производителю работ
Наблюдающему _____ с членами бригады _

Поручается _

Работу начать: дата _____ время

Работу закончить: дата _____ время

Работу выполнить: со снятием напряжения, без снятия напряжения на токоведущнх частях и вблизи них: вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением (ненужное зачеркнуть)

Таблица I. Меры по подготовке рабочих мест

Наименование электроустановок, в которых нужно произвести отключение и наложить заземления	Что должно быть отключено и где заземлено

Отдельные указания _____

Наряд выдал: дата _____ время _____подпись фамилия_

Наряд продлил по: дата_____ время _____

Подпись _____ Фамилия _____ Ддта_____ Время _____

Таблица 2. Разрешение на допуск

Разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск к работе получил	Дата, время	От кого (должность Фамилия)	Допускающий (подпись)

Продолжение приложения

Обратная сторона наряда

Рабочие места подготовлены. Под напряжением остались:_____

_____

_____

Допускающий_____Ответственный руководитель работ_____

подпись

Таблица 3, Ежедневный допуск к работе и ее окончание

Бригада проинструктирована и допущена на подготовленное рабочее место				Работа окончена, бригада удолена		
Наименование рабочих мест	Дата, время	Подпись		Дата, время	О снятии заземления, наложенных бригадой, сообщен (кому)	Производитель работ (подпись)
		допускающего	Производителя работ			

Таблица 4, Изменения в составе бригады

Введен в состав бригады	Выведен из состава бригады	Дата, время	Разрешил (подпись)

Работа полностью закончена, бригада удалена, заземления, наложенные бригадой, сняты, сообщено (кому) _____ ;_____

должность, фамилия)
Дата_____Время ___Производитель работ_____

Ответственный руководитель работ_____

(подпись)

Руководитель работ отвечает за:

выполнение указанных в наряде мер безопасности, их достаточность и соответствие характеру и месту работы;

правильную подготовку рабочего места;

полноту и качество целевого инструктажа бригады, проводимого допускающим и производителем работ;

полноту осуществляемого им целевого инструктажа производителю работ и при необходимости членам бригады;

организацию безопасного ведения работ;

принимаемые им дополнительные меры безопасности.

Руководителем работ назначаются работающие из числа административно-технического персонала, имеющие V группу по электробезопасности.

В тех случаях, если отдельные этапы работы необходимо выполнять под надзором и управлением руководителя работ, лицо, выдающее наряд, должно сделать запись об этом в строке «Отдельные указания» наряда.

Руководитель работ назначается при выполнении работ:

с использованием механизмов и грузоподъемных машин при работах в электроустановках;

в электроустановках напряжением выше 1000 В при работах, выполняемых с отключением оборудования, за исключением работ в электроустановках, где напряжение снято со всех токоведущих частей;

в электроустановках со сложной схемой электрических соединений;

на электродвигателях и их присоединениях в РУ;

на КЛ и КЛС в зонах расположения коммуникаций и интенсивного движения транспорта;

по установке и демонтажу опор всех типов;

в местах пересечения ВЛ с другими ВЛ и транспортными магистралями, в пролетах пересечения проводов в ОРУ;

по подключению вновь сооруженных ВЛ;

по изменению схем расположения проводов и тросов ВЛ;

при ремонте молниезащитного троса со встроенным оптоволоконным кабелем;

на отключенной цепи двухцепной и многоцепной ВЛ;

по высоковольтным испытаниям электрооборудования в действующих электроустановках;

под наведенным напряжением;

на оборудовании и установках средств диспетчерского и технологического управления в энергосистемах (далее — СДТУ) по устройству мачтовых переходов, испытанию КЛС, при работах с аппаратурой необслуживаемого усилительного пункта (далее — НУП), необслуживаемого регенеративного пункта (далее — НРП), а также на фильтрах присоединений без включения заземляющего ножа конденсатора связи.

Необходимость назначения руководителя работ определяет лицо, выдающее наряд, которому разрешается назначать руководителя работ и при других работах, кроме перечисленных.

Лицо, дающее разрешение на подготовку рабочего места и на допуск, несет ответственность за:

достаточность предусмотренных для выполнения работ мер по отключению и заземлению оборудования;

правильную выдачу задания работнику, подготавливающему рабочее место, по объему отключений и заземлений;

достоверность сообщаемых этому персоналу сведений об объеме предварительно выполненных операций по отключению и заземлению;

координацию времени и места работы допускаемых бригад;

включение электроустановки после полного окончания работ всеми бригадами, допущенными к работам на данной электроустановке.

Разрешение на подготовку рабочего места и допуск имеет право давать персонал, имеющий IV группу по электробезопасности, в чьем оперативном управлении находится электроустановка, или административно-технический персонал, которому предоставлено право соответствующим локальным нормативным правовым актом.

Допускающий отвечает за:

правильное и точное выполнение технических мероприятий по подготовке рабочего места, указанных в наряде, распоряжении, соответствие технических мероприятий характеру и месту работы;

правильный допуск к работе;

полноту и качество проведенного им инструктажа с производителем работ и членами бригады.

Допускающие должны назначаться из числа оперативного персонала, за исключением допуска на ВЛ, при соблюдении условий, перечисленных в пункте 48 Межотраслевых правил.

В электроустановках напряжением выше 1000 В допускающий должен иметь IV группу по электробезопасности, а в электроустановках напряжением до 1000 В — III группу по электробезопасности.

Производитель работ отвечает за:

соответствие подготовленного рабочего места указаниям наряда, дополнительные меры безопасности, необходимые по условиям работы;

четкость и полноту целевого инструктажа членов бригады;

наличие, исправность и правильное применение необходимых средств защиты, инструмента, инвентаря и приспособлений;

сохранность на рабочем месте ограждений, знаков и плакатов безопасности, заземлений, запирающих устройств;

соблюдение технологии выполнения работ;

безопасное проведение работы и соблюдение требований Межотраслевых правил самим и членами бригады.

Производитель работ должен осуществлять постоянный контроль за членами бригады и не допускать к выполнению работ (отстранять от работы) членов бригады, находящихся на рабочем месте в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения, а также в состоянии, связанном с болезнью, препятствующем выполнению работ, и нарушающих производственную дисциплину.

Производитель работ, выполняемых в электроустановках по наряду или распоряжению, должен иметь IV группу по электробезопасности в электроустановках напряжением выше 1000 В и III группу по электробезопасности в электроустановках напряжением до 1000 В.

Наблюдающий назначается для надзора за бригадами строительных рабочих, разнорабочих, такелажников и других работников неэлектротехнического персонала при выполнении ими работы в электроустановках по нарядам и распоряжениям. Наблюдающий за электротехническим персоналом, в том числе командированным, назначается в случае проведения работ в электроустановках при особо опасных условиях, определяемых административно-техническим персоналом либо лицом, ответственным за электрохозяйство.

Наблюдающий отвечает за:

соответствие подготовленного рабочего места указаниям наряда;

четкость и полноту целевого инструктажа членов бригады по электробезопасности;

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 запрещено совмещать надзор с выполнением работы.

Наблюдающими могут назначаться работники, имеющие III группу по электробезопасности в электроустановках напряжением до 1000 В и IV группу по электробезопасности в электроустановках напряжением выше 1000 В.

Ответственность за безопасность, связанную с технологией работы, возлагается на работника, возглавляющего бригаду, который входит в ее состав и должен постоянно находиться на рабочем месте. Его фамилия указывается в строке «Отдельные указания» наряда, выданного наблюдающему.

Каждый член бригады несет ответственность за:

выполнение требований Межотраслевых правил; выполнение инструктивных указаний, полученных при допуске и во время работы;

наличие, исправность и правильное применение индивидуальных средств защиты, инструмента, спецодежды;

выполнение требований инструкций по охране труда.

Руководством организации должно быть оформлено соответствующим локальным нормативным правовым актом предоставление его работникам прав:

лица, выдающего наряд, распоряжение, утверждающего перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации; руководителя работ; производителя работ;

допускающего (из числа оперативно-ремонтного персонала); выдачи разрешения на подготовку рабочего места и на допуск;

на единоличный осмотр электроустановки.

Разрешается одному лицу совмещение обязанностей ответственных лиц за безопасное производство работ.

На ВЛ допускается совмещение руководителем работ или производителем работ из оперативного персонала обязанностей допускающего в тех случаях, если для подготовки рабочего места требуется только проверить отсутствие напряжения и установить переносные заземления на месте работ без оперирования коммутационными аппаратами.

13.20.4. Меры безопасности при эксплуатации кабельных линий

13.20.4,1. Земляные работы

При проведении земляных работ на трассах кабельных сетей необходимо соблюдать требования нормативных правовых актов и технических нормативных правовых актов.

Руководитель работ должен назначаться при:

работах на КЛ в охранных зонах расположения инженерных коммуникаций и интенсивного движения транспортных средств;

перекладывании кабелей, находящихся под напряжением; выполнении работ в подземных кабельных сооружениях;

разрезании кабелей и вскрытии соединительных муфт.

Земляные работы на территории организаций, населенных пунктов, а также в охранных зонах подземных коммуникаций (электрокабелей, кабелей связи, газопроводов и др.) могут быть начаты только после получения письменного разрешения руководителей этих организаций, местного исполнительного комитета и владельцев коммуникаций. К разрешению прикладывают план (схему) с указанием размещения и глубины заложения коммуникаций. Месторасположение подземных коммуникаций обозначают соответствующими знаками или надписями на плане (схеме) и на месте выполнения работ.

При обнаружении кабелей, трубопроводов, подземных сооружений, не отмеченных на планах кабелей, а также боеприпасов и других предметов земляные работы следует прекратить до выяснения принадлежности обнаруженных сооружений и получения разрешения от соответствующих организаций на продолжение работ.

Запрещается применение машин и механизмов ударного действия ближе 5 м от трассы кабелей, а землеройных машин — в пределах охранной зоны К Л.

Применение землеройных машин, пневматических инструментов, ломов и кирок в пределах охранной зоны К Л допускается только на глубину, при которой до кабеля остается слой грунта не менее 0,4 м. Дальнейшая выемка грунта должна проводиться вручную лопатами.

Перед началом раскопок кабельной линии должно быть проведено контрольное определение глубины залегания КЛ шурфовкой под надзором работников эксплуатирующей организации — владельца КЛ.

В зимнее время к выемке грунта лопатами можно приступать только после его отогревания.

При отогревании мерзлого грунта должны соблюдаться требования технических нормативных правовых актов в области пожарной безопасности.

Раскопанные котлованы, траншеи или ямы должны быть ограждены в соответствии с требованиями нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов. На ограждениях должны быть предупредительные знаки и надписи. На ограждениях, установленных на проезжей части улиц и дорог, монтируют сигнальное освещение. Для светильников применяют напряжение 12В и устанавливают их на крайних щитах ограждения.

При рытье траншей в слабом или влажном грунтах и угрозе обвала их стены надежно укрепляют.

В сыпучих грунтах можно выполнять работы без укрепления стен, но с откосами, соответствующими углу естественного откоса грунта.

Грунт, извлеченный из котлована или траншеи, следует размещать на расстоянии не менее 0,5 м от бровки выемки. Разработка и крепление грунта в котлованах, траншеях глубиной более 2 м должны проводиться по ППР.

В грунтах естественной влажности при отсутствии грунтовых вод и расположенных поблизости подземных сооружений рытье котлованов и траншей с вертикальными

стенками без крепления разрешается на глубину не более: 1м — в насыпных, песчаных и крупнообломочных; 1,25м — в супесях; 1,5м — в суглинках и глинах.

В плотных связанных грунтах допускается рыть траншеи с вертикальными стенками роторными и траншейными экскаваторами без установки креплений на глубину не более 3 м. В этих случаях спуск работников в траншеи запрещается. В местах траншеи, в которых необходимо пребывание работников, должны быть устроены крепления или выполнены откосы.

Разработка мерзлого грунта (кроме сыпучего) на глубину промерзания допускается без креплений.

Котлованы и траншеи следует разрабатывать с откосами без креплений либо с вертикальными стенками, закрепленными на всю высоту.

Крепление котлованов и траншей глубиной до 3 м, как правило, должно быть инвентарным и выполняться по типовым проектам.

Перемещение, установка и работы строительных машин и автотранспортных средств, размещение оборудования, материалов и тому подобное вблизи котлованов и траншей с неукрепленными откосами разрешается только за пределами призмы обрушения грунта на расстоянии, установленном ППР, разработанным с учетом требований технических нормативных правовых актов.

13.20.4.2. Подвеска и крепление кабелей и муфт

Открытые кабели и кабельные муфты, находящиеся под напряжением, должны укрепляться на доске, подвешенной с помощью проволоки или троса к перекинутым через траншею брусьям, и закрываться коробами. Одна из стенок короба должна быть съемной и закрепляться без применения гвоздей.

На короба, закрывающие откопанные кабели, вывешиваются плакаты «СТОЙ! НАПРЯЖЕНИЕ».

Запрещается использовать для подвешивания кабелей рядом расположенные кабели, трубопроводы и т. п.

Подвешивать кабели следует таким образом, чтобы не происходило их смещение.

13.20.4.3. Разрезание кабеля, вскрытие кабельных муфт

Перед разрезанием кабеля или вскрытием муфт необходимо убедиться в правильности выбора подлежащего ремонту кабеля. Кабель должен быть отключен, заземлен с двух сторон.

На рабочем месте подлежащий ремонту кабель следует определять:

при прокладке кабеля в туннеле, коллекторе, канале и других кабельных сооружениях или по стенам зданий — прослеживанием, сверкой раскладки с чертежами и схемами, проверкой по биркам на кабелях и муфтах;

при прокладке кабеля в земле — сверкой его расположения с чертежами прокладки. Для этой цели должна быть предварительно прорыта контрольная траншея (шурф) поперек пучка кабелей, позволяющая видеть все кабели.

Во всех случаях при отсутствии видимого повреждения кабеля следует применять кабелеискательный аппарат (приборы для определения мест повреждения кабеля).

Перед разрезанием кабеля или вскрытием соединительной муфты необходимо проверить отсутствие напряжения с помощью специального приспособления, предназначенного для этой цели. В туннелях, коллекторах, колодцах и других кабельных сооружениях допускается применять приспособление для прокола кабеля при наличии дистанционного управления им. Устройство для прокола кабеля должно обеспечить прокол или разрезание брони и оболочки кабеля до жил с замыканием их между собой и заземлением.

Для заземления устройства для прокола кабеля могут быть использованы заземлитель, погруженный в грунт на глубину не менее 0,5 м, или броня кабеля. Присоединять заземляющий проводник к броне кабеля следует посредством хомутов, под которыми броня должна быть зачищена.

В тех случаях, если броня подверглась коррозии, допускается присоединение заземляющего проводника к металлической оболочке кабеля.

Если в результате повреждения кабеля открыты все токоведу-щие жилы, допускается проверять отсутствие напряжения непосредственно указателем напряжения без прокола кабеля.

При проколе кабеля работники обязаны пользоваться спецодеждой, электроизолирующими перчатками и ботами и средствами защиты лица и глаз. При этом они должны стоять сверху траншеи на максимальном расстоянии от прокалываемого кабеля.

При использовании электроизолирующей штанги со стальной иглой или режущим наконечником необходимо применять специальный защитный экран.

Прокол кабеля должны выполнять два работника: допускающий и производитель работ, один из них непосредственно прокалывает кабель, а второй наблюдает.

На внутренних кабельных линиях электростанций, котельных, подстанций, цехов, производств и других объектов, где длина и способ прокладки кабелей позволяют по чертежам, биркам или кабе-леискательным аппаратом точно определить подлежащий ремонту кабель, допускается по решению лица, выдающего наряд, не прокалывать кабель перед его разрезанием или вскрытием муфты.

Вскрывать соединительные муфты и разрезать кабель в тех случаях, если предварительный прокол не делается, следует заземленным инструментом (устройством) с исполь-

зованием электроизолирующих перчаток и бот, средств защиты лица и глаз или стоя на электроизолирующем основании.

После предварительного прокола такие же работы на кабеле допускается выполнять без перечисленных дополнительных мер безопасности.

13.20.4.4. Газопламенные работы при монтаже термоусадочных муфт

Газопламенные работы для подогрева элементов термоусадочных муфт проводятся по наряду с использованием баллонов с пропан-бутаном. К работам допускается персонал, прошедший обучение, проверку знаний по вопросам охраны труда и допущенный к выполнению указанных работ.

Перед началом работ необходимо:

проверить исправность баллона (отсутствие утечки газа, трещин, изменения формы) и его вентилей, соединительного шланга, горелки;

защитить баллон с газом от прямого действия солнечных лучей; осмотреть рабочее место, удалить легковоспламеняющиеся материалы;

проверить по показанию манометра давление газа в баллоне;

проверить отсутствие утечки газа путем покрытия возможных мест утечки мыльной эмульсией. Не допускается проверка утечки газа при помощи огня;

проверить наличие на месте работ огнетушителя;

установить баллон на расстоянии не менее 5 м от рабочего места (котлована, траншеи, монтируемой муфты).

При выполнении газопламенной работы необходимо: установить баллон и присоединить редуктор и шланг при закрытом вентиле баллона; убедиться в исправности, плотности и прочности мест соединения. Присоединяемые редукторы и шланги должны соответствовать применяемому газу;

открыть вентиль баллона. Открывать следует медленно и плавно, причем открывающий работник должен находиться в стороне, противоположной направлению струи газа;

зажечь горелку, подводя к ней огонь, после чего плавно открыть вентиль на одну треть оборота;

выполнять работу в кабельном туннеле при включенной приточной вентиляции;

работу в кабельных туннелях, каналах и траншеях выполнять двум работникам, имеющим IV и III группы по электробезопасности, обученным и имеющим право на выполнение огневых работ;

работать в предохранительных очках и брезентовых рукавицах;

при обнаружении утечки газа сначала закрыть вентиль баллона, а затем вентиль горелки. Загоревшийся пропан-бутан необходимо тушить углекислотными огнетушителями или струей воды. Малые очаги пожара можно гасить песком или покрывалом из негорючего материала;

при попадании сжиженного пропан-бутана на кожу работников смыть его водой.

По окончании работы и при перерывах в работе необходимо сначала закрыть вентиль на баллоне, а затем вентиль горелки.

Подтягивание резьбовых соединений при открытом вентиле баллона запрещается.

При перерывах в работе пламя горелки должно быть потушено, а вентили на ней и баллоне плотно закрыты.

К месту работы перемещать газовые баллоны следует на специальных тележках или носилках в горизонтальном положении.

13.20.4.5. Прокладка и перекладка кабелей

При перекатке барабана с кабелем необходимо принять меры по предотвращению захвата одежды работников его выступающими частями.

До начала работ по перекатке барабана с кабелем необходимо закрепить концы кабеля. Допускается перекатывать барабан с кабелем только на горизонтальной поверхности, по твердому грунту или прочному настилу.

Размещать кабели, пустые барабаны, механические приспособления, устройства и инструменты следует вне призмы обрушения грунта и не ближе одного метра от края траншеи.

При ручной прокладке кабеля число работников должно быть таким, чтобы на каждого приходился участок кабеля массой не *более* 35 кг для мужчин и 15 кг для женщин, при этом все работники должны находиться по одну сторону кабеля. Необходимо работать в брезентовых рукавицах.

При прокладке кабеля запрещается стоять внутри углов поворота, а также поддерживать кабель вручную на поворотах трассы. Для этой цели должны быть установлены угловые ролики.

Запрещается применять трансформаторы напряжением выше 380 В для прогрева кабелей электрическим током перед выполнением работ по их прокладке.

Перекладывать кабель и переносить муфты следует после отключения и заземления кабельной линии.

В случае необходимости допускается перекладывать кабель, находящийся под напряжением, при выполнении следующих требований:

перекладываемый кабель должен иметь температуру не ниже -г5°С;

на перекладываемом участке кабеля муфты должны быть укреплены хомутами на досках;

для работы используются электроизолирующие перчатки, на которые должны быть надеты брезентовые или другие прочные рукавицы для защиты от механических повреждений;

работа выполняется работниками, имеющими опыт перекладки кабелей, под руководством руководителя работ, имеющего V группу по электробезопасности (в электроустановках напряжением выше 1000 В), и производителя работ, имеющего IV группу по электробезопасности (в электроустановках напряжением до 1000 В).

При перекладке кабеля с передвигающегося транспортера, кабелеукладчика, со специально оборудованной машины или трубоукладчика принимать и укладывать кабель должны не менее двух работников.

Допускается протягивание кабелей через проемы в стенах при условии нахождения работников по обе стороны стены. При протаскивании кабелей через отверстия, междуэтажные перекрытия и трубы необходимо принимать меры безопасности по предотвращению попадания рук работников в проемы или трубы.

Запрещаются подъем, крепление и рихтовка кабеля с массой более 1 кг на 1 м длины с приставных лестниц и лестниц-стремянок.

При протягивании кабеля с помощью лебедок через трубные блоки с промежуточными кабельными колодцами должна быть обеспечена четкая подача команд для работников, находящихся в колодцах или камерах (по телефону, радио или связными рабочими).

Погрузка и разгрузка барабанов с кабелем должны проводиться с применением грузоподъемных машин.

Работникам запрещается находиться на пути катящегося барабана.

13.20.5. Выполнение работ в порядке текущей эксплуатации

Небольшие по объему виды работ, выполняемые в течение рабочей смены и разрешенные перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации, должны содержаться в перечне работ, подписанном лицом, ответственным за электрохозяйство, и утвержденном руководителем организации. При этом должны выполняться следующие требования:

работы выполняются оперативно-ремонтным персоналом на закрепленном за ним оборудовании;

подготовка рабочего места осуществляется работниками, которые в дальнейшем выполняют необходимую работу.

Работа, выполняемая в порядке текущей эксплуатации, включенная в перечень, является постоянно разрешенной, на которую не требуется дополнительных указаний, распоряжений, целевого инструктажа.

При оформлении перечня работ в порядке текущей эксплуатации необходимо учитывать:

квалификацию работников, их количественный состав;

условия обеспечения безопасности и возможности единоличного выполнения конкретных работ;

степень важности электроустановки в целом или ее отдельных элементов в технологическом процессе или системе электроснабжения организации.

Перечень должен содержать:

указания, определяющие виды работ, разрешенные к выполнению' конкретным оперативно-ремонтным персоналом;

порядок регистрации работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации (оформление работы записью в оперативном журнале, сообщение вышестоящему оперативно-ремонтному персоналу о месте и характере, начале и окончании работы и т. п.).

К работам по текущей эксплуатации в электроустановках напряжением до 1000 В могут быть отнесены:

отсоединение, присоединение питающих кабелей и проводов электродвигателей, участков электросети и другого оборудования;

ремонт магнитных пускателей, автоматических выключателей, рубильников, контакторов, кнопок управления, другой аналогичной пусковой и коммутационной аппаратуры при условии установки ее вне щитов управления и сборок;

ремонт отдельных электроприемников (электродвигателей, электросветильников, электрообогревателей и т. п.);

ремонт отдельно расположенных магнитных станций и блоков управления, уход за щеточным аппаратом электрических машин;

замена предохранителей, ремонт осветительной электропроводки и арматуры, замена ламп и чистка светильников, расположенных на высоте не более 2,5м;

снятие и установка электросчетчиков, других электроизмерительных приборов и средств измерений;

другие работы, выполняемые на закрепленных электроустановках .

Изменения в указанный перечень вносятся в установленном порядке. В перечне должны быть указаны работы, которые могут выполняться единолично.

Перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации, оформляется согласно Правилам ТЭ.

13.20.6. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках со снятием напряжения

Для обеспечения безопасного производства работ в электроустановках со снятием напряжения должны быть выполнены в указанном порядке следующие технические мероприятия:

произведены необходимые отключения;

приняты меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов;

вывешены запрещающие плакаты на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационных аппаратов;

проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены;

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 и вывешены плакаты безопасности.

В зависимости от конкретных условий токоведущие части ограждаются до или после заземления.

При подготовке рабочего места на токоведущих частях со снятием напряжения должны быть отключены:

токоведущие части, на которых будут производиться работы;

неогражденные токоведущие части, к которым возможно случайное приближение людей, механизмов, грузоподъемных машин на расстояние менее допустимого расстояния до токоведущих частей, находящихся под напряжением;

цепи управления и питания приводов;

ВЛС (радиофикации), подвешенные совместно с ремонтируемой ВЛ.

Должен быть закрыт воздух в системах управления коммутационными аппаратами, снят завод с пружин и грузов у приводов выключателей и разъединителей.

В электроустановках напряжением выше 1000 В с каждой стороны, с которой коммутационным аппаратом может быть подано напряжение на рабочее место, должен быть видимый разрыв, который создается отключением разъединителей, снятием предохранителей, отключением отделителей и выключателей нагрузки, за исключением выключателей нагрузки, у которых автоматическое включение осуществляется пружинами, установленными на самих аппаратах, отсоединением 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 вторичных обмоток для исключения возможности подачи напряжения обратной трансформации.

После отключения выключателей, разъединителей, отделителей и выключателей нагрузки с ручным управлением необходимо визуально убедиться в их отключенном положении 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 заперты на механический замок;

у разъединителей, управляемых оперативной штангой, КРУ с выкатными тележками стационарные ограждения заперты на 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 закрыта и заперта на механический замок задвижка и выпущен сжатый воздух, при этом спускные клапаны оставлены в открытом положении;

у грузовых и пружинных приводов включающий груз или включающие пружины должны быть приведены в нерабочее положение;

вывешены соответствующие запрещающие плакаты.

В электроустановках напряжением до 1000 В со всех сторон 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 запирание рукояток или дверей шкафа, закрытие кнопок, установка между контактами коммутационных аппаратов изолирующих накладок и др. При снятии напряжения коммутационным аппаратом с дистанционным управлением у него необходимо снять оперативный ток.

Перечисленные выше меры могут быть заменены расшиновкой или отсоединением кабеля, проводов от коммутационного аппарата либо от оборудования, на котором должны проводиться работы.

Кроме того, должны быть вывешены соответствующие запрещающие плакаты.

Отключенное положение коммутационных аппаратов напряжением до 1000 В с недоступными для осмотра контактами (автоматы невыкатного типа, пакетные выключатели, рубильники в закрытом исполнении и т. п.) определяется проверкой отсутствия напряжения на их зажимах либо на отходящих шинах, проводах или зажимах оборудования, включаемого этими коммутационными аппаратами.

Для исключения подачи напряжения на рабочее место плакаты «НЕ ВКЛЮЧАТЬ! РАБОТАЮТ ЛЮДИ» должны быть вывешены:

на приводах (рукоятках приводов) разъединителей, отделителей и выключателях нагрузки с ручным управлением;

на ключах и кнопках дистанционного и местного управления, а также на автоматах или у снятых предохранителей цепей управления и силовых цепей питания приводов коммутационных аппаратов;

на коммутационной аппаратуре напряжением до 1000 В (автоматические выключатели, рубильники);

у снятых предохранителей — на присоединениях напряжением до 1000 В, не имеющих коммутационных аппаратов (автоматических выключателей или рубильников);

на ограждениях — у разъединителей, управляемых оперативной штангой;

у однополюсных разъединителей — на приводе каждого полюса; в КРУ — в соответствии с требованиями пункта 209 Межотраслевых правил.

На приводах разъединителей, которыми отключена для работы ВЛ или КЛ, независимо от числа работающих бригад должен быть вывешен один плакат «НЕ ВКЛЮЧАТЬ! РАБОТА НА ЛИНИИ». Этот плакат вывешивается и снимается по указанию оперативного персонала, который дает разрешение на подготовку рабочих мест и ведет учет числа работающих на линии бригад.

На задвижках, закрывающих доступ воздуха в пневматические приводы выключателей, вывешивается плакат «НЕ ОТКРЫВАТЬ! РАБОТАЮТ ЛЮДИ».

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 электроизолирующих перчатках.

В электроустановках 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 330 кВ и выше достаточным признаком отсутствия напряжения является отсутствие коронирования.

В распределительных устройствах разрешается проверять отсутствие напряжения одному работнику из числа оперативно-ремонтного персонала, имеющему IV группу по электробезопасности в электроустановках напряжением выше 1000 В и III группу по электробезопасности в электроустановках напряжением до 1000 В.

В электроустановках, у которых герметичные, изолированные токоведущие части, выверка схемы заключается в проверке выбранного направления по оперативным надписям, а также проверке отключенного положения коммутационного аппарата, в том числе и на обратной стороне линии, откуда может быть подано напряжение. Проверка отключенного положения коммутационного аппарата выполняется по механическим указателям положения вала привода, жестко связанного с подвижными контактами, а также проверкой отсутствия напряжения в специально выполненных гнездах, имеющих электрическую связь с токоведущими частями через делитель напряжения.

В электроустановках напряжением до 1000 В с заземленной нейтралью при применении двухполюсного указателя проверять отсутствие напряжения нужно как между фа-

зами, так и между каждой фазой и заземляющим (зануляющим) проводником. Допускается применять предварительно проверенный вольтметр.

Запрещается пользоваться контрольными лампами для проверки отсутствия напряжения.

Устройства, сигнализирующие об отключенном положении аппарата, блокирующие устройства, постоянно включенные вольтметры, индикаторные указатели и т. п. являются дополнительными средствами, подтверждающими отсутствие напряжения, и на основании их показаний нельзя делать заключение об отсутствии напряжения.

Устанавливать заземления на токоведущие части необходимо непосредственно после проверки отсутствия напряжения.

Переносное заземление сначала следует 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 электроизолирующих перчатках с применением в электроустановках выше 1000 В изолирующей штанги. Закреплять зажимы переносных заземлений следует этой же штангой или непосредственно руками в электроизолирующих перчатках.

Сечение проводника переносного заземления должно удовлетворять требованиям термической стойкости при однофазных и коротких междуфазных замыканиях. Запрещается пользоваться для заземления проводниками, не предназначенными для этой цели.

В электроустановках должны быть вывешены плакаты «ЗАЗЕМЛЕНО» на приводах разъединителей, отделителей и выключателей нагрузки, а также на ключах и кнопках дистанционного управления коммутационными аппаратами, при включении которых может быть подано напряжение на заземленный участок электроустановки.

Для временного ограждения токоведущих частей, оставшихся под напряжением, могут применяться щиты, ширмы, экраны, изготовленные из изоляционных материалов.

При установке временных ограждений без снятия напряжения расстояние от них до токоведущих частей должно быть не менее допустимого расстояния до токоведущих частей, находящихся под напряжением. 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.

В электроустановках напряжением до 10 кВ в тех случаях, если нельзя оградить токоведущие части щитами, допускается применение изолирующих накладок, помещаемых между отключенными и находящимися под напряжением токоведущими частями

(например, между контактами отключенного разъединителя). Эти накладки могут касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Устанавливать и снимать изолирующие накладки должны два работника, имеющие IV и III группы по электробезопасности. Старший из них должен быть из оперативно-ремонтного персонала. При операциях с накладками следует использовать электроизолирующие перчатки, электроизолирующую штангу.

На ограждениях камер, шкафах и панелях, граничащих с рабочим местом, должны быть вывешены плакаты «СТОЙ! НАПРЯЖЕНИЕ».

В ОРУ при работах, проводимых с земли, и на оборудовании, установленном на фундаментах и отдельных конструкциях, рабочее место должно быть ограждено (с оставлением проезда, прохода) канатом, веревкой или шнуром из растительных либо синтетических волокон с вывешенными на них плакатами «СТОЙ! НАПРЯЖЕНИЕ», обращенными внутрь огражденного пространства.

Разрешается пользоваться для подвески каната конструкциями, не включенными в зону рабочего места, при условии, что они остаются вне огражденного пространства.

При снятии напряжения со всего ОРУ, за исключением линейных разъединителей, последние должны быть ограждены канатом с плакатами «СТОЙ!НАПРЯЖЕНИЕ».

В ОРУ при работах во вторичных цепях по распоряжению ограждать рабочее место не требуется.

В ОРУ на участках конструкций, по которым можно пройти от рабочего места к граничащим с ним участкам, находящимся под напряжением, должны быть установлены хорошо видимые плакаты «СТОЙ! НАПРЯЖЕНИЕ». Эти плакаты может устанавливать работник, имеющий III группу по электробезопасности, из числа ремонтного персонала под руководством допускающего.

На соседних конструкциях, по которым возможен подъем к частям электроустановки, находящимся под напряжением, и граничащих с той, по которой разрешается подниматься, внизу должны быть вывешены плакаты «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, кроме В Л и КЛ, должен быть вывешен плакат «РАБОТАТЬ ЗДЕСЬ».

Не допускается убирать или переставлять до полного окончания работы плакаты и ограждения, установленные при подготовке рабочих мест допускающим, кроме случаев, оговоренных в строке «Отдельные указания» наряда.

13.20.7. Меры безопасности при выполнении работ под напряжением на воздушных линиях электропередачи

При работах под напряжением на ВЛ электропередачи основной опасностью для персонала является опасность поражения током и ожога электрической дугой. Эта опасность существует как для человека, работающего на изолирующем устройстве, т. е. находящегося под потенциалом провода, так и для работающего на опоре.

Возможные причины поражения током человека, выполняющего данные работы, следующие:

1) недостаточная электрическая прочность устройства, изолирующего человека от земли, или вспомогательных изолирующих приспособлений (тяг, захватов и т. п.), вследствие чего изоляция их может быть перекрыта напряжением провода В Л относительно земли;

2) недостаточная электрическая прочность изоляции провода линии на месте работы людей, вследствие чего она может быть перекрыта напряжением провода относительно земли;

3) приближение человека, работающего с изолирующего устройства, к опоре (или работающего с опоры — к проводу) на расстояние, при котором произойдет пробой воздушного промежутка между человеком и опорой (или проводом).

Схема выполнения работ под напряжением характеризуется способом обеспечения безопасности персонала, производящего работы, и видом (содержанием) технологических операций. В свою очередь, способ обеспечения безопасности зависит от факторов опасности и средств, которые могут быть использованы для защиты, а содержание технологических операций — от их целей, номинального напряжения и конструктивного выполнения ВЛ: расстояний, технического исполнения их элементов и физических характеристик.

Безопасность электромонтера, работающего под напряжением, может быть достигнута применением изолирующих средств, обеспечивающих такое увеличение сопротивления электрической цепи «провод — изоляция — человек — земля», чтобы ток, протекающий через тело человека, снизился до безопасных значений. Это требование распространяется как на изоляцию человека от тех элементов, на которых он производит работу, так и от других частей электроустановки, находящихся под напряжением.

Необходимая изоляция достигается включением в указанную электрическую цепь элементов защиты, изготовленных из изоляционных материалов, либо созданием достаточного изоляционного расстояния по воздуху.

Особенности метода работ под напряжением заключаются в том, что:

1) линия электропередачи при этом остается в работе, благодаря чему обеспечивается бесперебойность электроснабжения потребителей;

2) персонал, выполняющий ремонтные работы и надежно изолированный от земли, может безопасно прикасаться неизолированным инструментом или голыми руками к проводам линии, находящимся
под рабочим напряжением.

В последующие годы этот метод непрерывно совершенствовался с целью повышения производительности труда и безопасности работы. Вместе с тем расширялась и область применения его в сторону более высоких и более низких напряжений.

Под напряжением на ВЛ производятся: замена изоляторов и арматуры; снятие с проводов набросов; осмотр провода со вскрытием подвесных зажимов; замена провода на отдельных участках линии; ремонт провода в любом месте пролета — установка шунтов, бандажей и ремонтных муфт, вставка жил и небольших кусков провода; установка на проводе контрольно-измерительной аппаратуры и подобные им работы.

Кроме того, без отключения ВЛ выполняются и другие работы, не требующие прикосновения к проводам: покраска металлических и антисептирование деревянных опор, выправка опор; замена отдельных деталей деревянных опор — пасынков, траверс, стоек и пр., а также опор в целом; замена грозозащитных тросов и т. п.

Опыт энергосистем стран СНГ и зарубежный опыт показывают, что до 90 % объема работ по ремонту линий может выполняться под напряжением

Достоинством метода ремонта ВЛ под напряжением является то, что он приносит народному хозяйству значительную экономию благодаря тому, что при данном методе исключаются недоотпуск энергии потребителям и увеличение потерь энергии, неизбежных при ремонте с отключением линий. При этом методе ремонта сохраняется не только непрерывность, но и существующая надежность питания потребителей электроэнергии.

При ремонте неотключенных линий требуется меньшее количество ремонтного персонала, так как работы на различных участках линии могут производиться в разное время, а не одновременно, что имеет место при ремонтах с отключением линии.

13.20.8. Требования безопасности при эксплуатации, ремонтах и обслуживании электродвигателей

Электродвигатели, пускорегулирующая аппаратура, контрольно-измерительные приборы, устройства защиты, а также все электрическое и вспомогательное оборудование к ним выбираются и устанавливаются в соответствии с требованиями ПУЭ. На электродвигатели и приводимые ими механизмы должны быть нанесены стрелки, указывающие направление вращения механизма и двигателя. При кнопочном включении и отключении оборудования и механизмов кнопки включения должны быть заглублены на 3-5 мм за габариты пусковой коробки.

Если работа на электродвигателе или приводимом им в движение механизме связана с прикосновением работников к токоведущим или вращающимся частям, то электродвигатель должен быть отключен с выполнением предусмотренных Межотраслевыми правилами технических мероприятий, предотвращающих его ошибочное включение. При этом у двухскоростного электродвигателя должны быть отключены и разобраны обе цепи питания обмоток статора.

Работа, не связанная с прикосновением к токоведущим или вращающимся частям электродвигателя и приводимого им в движение механизма, может проводиться на работающем электродвигателе.

Запрещается снимать защитное ограждение вращающихся частей работающего электродвигателя и механизма.

При работе на электродвигателе заземление может быть установлено на любом участке кабельной линии, соединяющей электродвигатель с РУ, щитом или сборкой.

Если на отключенном электродвигателе работы не проводятся или прерваны на несколько дней, то отсоединенная от него кабельная линия должна быть заземлена со стороны электродвигателя.

В тех случаях, если сечение жил кабеля не позволяет применять переносные заземления, допускается у электродвигателей напряжением до 1000 В заземлять кабельную линию медным проводником сечением не менее сечения жилы кабеля либо соединять между собой жилы кабеля и изолировать их. Такое заземление и соединение жил кабеля должно учитываться в оперативном журнале наравне с переносным заземлением.

Перед допуском к работам на электродвигателях, способных к вращению за счет соединенных с ними механизмов (дымососов, вентиляторов, насосов и др.), штурвалы запорной арматуры (задвижек, вентилей, шиберов и т. п.) должны быть заперты на замок. Кроме того, должны быть приняты меры по затормаживанию роторов электродвигателей или расцеплению соединительных муфт.

Необходимые операции с запорной арматурой должны быть согласованы с начальником смены структурного подразделения организации и выполнены работниками данного структурного подразделения с записью в оперативном журнале.

Со схем ручного, дистанционного и автоматического управления электроприводами запорной арматуры, направляющих аппаратов должно быть снято напряжение.

Штурвалы задвижек, шиберов, вентилей должны быть заперты на замок и на них вывешены плакаты «НЕ ОТКРЫВАТЬ! РАБОТАЮТ ЛЮДИ», а на ключах, кнопках управления электроприводами запорной арматуры — «НЕ ВКЛЮЧАТЬ! РАБОТАЮТ ЛЮДИ».

На однотипных или близких по габариту электродвигателях, установленных рядом с тем, на котором предстоит выполнить работу, должны быть вывешены плакаты «СТОЙ! НАПРЯЖЕНИЕ» независимо от того, находятся они в работе или в резерве.

Работы по одному наряду на электродвигателях одного напряжения выведенных в ремонт агрегатов, технологических линий и установок могут выполняться в соответствии с требованиями Правил. Допуск на все заранее подготовленные рабочие места разрешается выполнять одновременно, оформление перевода с одного рабочего места на другое не требуется. При этом опробование или включение в работу любого из перечисленных в наряде электродвигателей до полного окончания работы на других не допускается.

Работа на вращающемся электродвигателе без соприкосновения с токоведущими и вращающимися частями может проводиться по распоряжению.

Опробование электроприводов задвижек, исполнительных механизмов при соединении их электропривода с шибером, задвижкой и другими устройствами должна проводить бригада с разрешения начальника смены структурного подразделения организации, в котором они установлены.

О выдаче разрешения делается запись в оперативном журнале структурного подразделения организации, а о получении этого разрешения — в оперативном журнале структурного подразделения организации, проводящего опробование.

Порядок включения электродвигателя для опробования должен содержать следующие операции:

производитель работ выводит бригаду с места работы, оформляет перерыв в работе и сдает наряд оперативно-ремонтному персоналу;

оперативно-ремонтный персонал снимает установленные заземления, плакаты безопасности, выполняет сборку схемы.

После опробования при необходимости продолжения работы на электродвигателе оперативно-ремонтный персонал вновь подготавливает рабочее место и бригада по наряду повторно допускается к работе на электродвигателе.

Включать и отключать электродвигатели пусковой аппаратурой с приводами ручного управления необходимо в электроизолирующих перчатках.

Ремонт и наладку электрических схем электроприводов, не соединенных с исполнительным механизмом, регулирующих органов и запорной арматуры допускается проводить по распоряжению. Их опробование разрешает лицо, отдавшее распоряжение. Запись об этом должна быть сделана при регистрации распоряжения.

После опробования при необходимости продолжения работы в электродвигателе на повторный допуск распоряжение выдается заново.

К обслуживанию щеточного аппарата на работающем электродвигателе допускается по распоряжению специально обученный персонал, имеющий группу по электробезопасности не ниже III. При выполнении данных работ обязательно соблюдение требований по охране труда правил.

Шлифовать кольца ротора на вращающемся электродвигателе допускается лишь с помощью колодок из изоляционного материала с применением средств индивидуальной защиты органов зрения.

13.20.9. Организационно-технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работы с электрооборудованием на строительных объектах

Лица, занятые на строительно-монтажных работах, должны быть обучены безопасным способам прекращения действия электрического тока на человека и оказания первой доврачебной помощи при электротравме.

При устройстве электрических сетей на строительной площадке необходимо предусмотреть возможность отключения всех электроустановок в пределах отдельных объектов и участков работ.

Работы, связанные с присоединением (отсоединением) проводов, ремонтом, наладкой, профилактикой и испытанием электроустановок, должны выполняться электротехническим персоналом, имеющим соответствующую квалификационную группу по технике безопасности.

При хранении, проверке, выдаче для работы и эксплуатации ручных электрических машин, понижающих трансформаторов, преобразователей частоты и переносных электрических светильников должны соблюдаться «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Выключатели, рубильники и другие электрические аппараты, применяемые на строительной площадке, должны быть в защитном исполнении.

Токоведущие части электроустановок должны быть изолированы, ограждены или размещены в местах, не доступных для прикосновения к ним.

Наружные электропроводники временного электроснабжения выполняются изолированным проводом и размещаются на опорах. Высота над уровнем земли (пола, настила) должна быть не менее: *2,*5 м — над рабочими местами; 3,5 м — над проходами; 6м — над проездами.

Светильники общего освещения, присоединенные к источнику питания напряжением 127 и 220 В, устанавливаются на высоте не менее 2,5 м от земли (пола, настила). При высоте подвеса менее 2,5 м светильники должны подсоединяться к сети напряжением не выше 42 В.

При работе в особо опасных условиях используются переносные светильники напряжением не выше 12 В.

В течение всего периода эксплуатации электроустановок на строительных объектах должны применяться знаки безопасности.

Безопасная эксплуатация электрооборудования обеспечивается:

- применением надежной изоляции токоведущих частей и надежного заземления (зануления);
- использованием автоматического отключения при повреждении изоляции электрооборудования;
- применением защитных средств, предупредительной сигнализации, надписей и плакатов;

• проведением проверок и испытаний оборудования.

Эксплуатировать электрические машины запрещается при возникновении во время работы таких неисправностей, как:

- повреждение штепсельного соединения кабеля (шнура) или его защитной трубки;
- нечеткая работа выключателя;
- искрение;
- появление дыма или запаха;
- поломка или появление трещин в корпусе, рукоятке, защитном ограждении.

Подключение всех переносных устройств следует осуществлять шланговым кабелем или гибким многожильным в резиновом шланге.

Все осветительные установки, применяемые для общего и комбинированного освещения строительной площадки и рабочих мест, необходимо занулять.

При устройстве временной электропроводки на строительной площадке необходимо избегать воздушных линий электропередачи над дорогами и проходами с интенсивным движением транспорта и людей.

13.21. Безопасность при ремонте и эксплуатации аккумуляторных батарей

Ремонт и эксплуатация аккумуляторных батарей связаны с повышенной опасностью, так как для организма человека вредны свинец и его соединения, кислота и щелочи. Водород, выделяющийся при зарядке аккумуляторных батарей, создает взрывоопасную смесь с воздухом (гремучий газ).

Во избежание отравления в помещениях, в которых имеются свинцовые пластины, кислота и щелочь, запрещается хранить и принимать пищу и воду. Известно, что оксиды свинца, попадающие на поврежденную кожу, вызывают тяжелые заболевания сухожилий, поэтому со свинцом и его соединениями работают в резиновых перчатках или рукавицах при непрерывно включенной вентиляции. Перед едой руки тщательно моют. Снаружи вход в помещение аккумуляторной батареи постоянно закрыт на замок. Изнутри дверь должна легко открываться без ключа.

Приготовление электролита начинают после монтажа или ремонта батареи и окончания работ во вспомогательных помещениях. Предварительно необходимо принять меры предосторожности. Вначале готовят банки с обмывочной водой и нейтрализующими растворами: 5%-ным раствором питьевой соды (для нейтрализации действия серной кислоты и электролита) и раствором борной или уксусной кислоты в соотношении 1: 8 (для нейтрализации растворов едкого кали и других щелочей). К бакам должен быть обеспечен свободный доступ. Их снабжают четкими надписями о назначении и содержимом. Это необходимо для того, чтобы при несчастных случаях пострадавшему можно было оказать немедленную помощь.

Кислоту хранят в отдельном проветриваемом помещении, в плотно закупоренных стеклянных бутылях, помещенных в плетеные корзины или деревянные обре-

шетины с ручками. Их ставят в ряды на полу, не поднимая на полки, или друг на друга. Кроме кислоты в помещении может храниться только дистиллированная вода. Проведение каких-либо работ в помещениях для хранения кислоты и щелочи кроме разведения электролита запрещается.

Бутыли с кислотой и электролитом переносят вдвоем на специальных носилках, на которых бутыль должна быть надежно закреплена, или перевозят на тележках с гнездами для бутылей. Разливают кислоту и электролит специальными приспособлениями, позволяющими надежно закрепить бутыль и придать ей необходимый принудительный наклон. Заливка аккумуляторов электролитом из баков может осуществляться через резиновый шланг, снабженный краником или зажимом (сифоном). Небольшие порции кислоты и электролита отсасывают и переливают резиновой грушей, стеклянной или фарфоровой кружкой с носиком, емкостью 1,5 — 2 л.

Кружку с кислотой или электролитом нельзя передавать из рук в руки. Для передачи кружки один из рабочих ставит ее на ровную поверхность, а другой берет и переносит к месту работы.

Электролит в процессе разбавления водой сильно нагревается, поэтому для его приготовления нельзя использовать стеклянную тару, так как она может лопнуть. Кислотный электролит разводят в освинцованной, эмалированной посуде или специальных банках, вливая кислоту в дистиллированную воду тонкой струей из кружки и непрерывно помешивая раствор стеклянной палочкой. Вливать воду в кислоту нельзя: взаимодействуя с водой, кислота сразу вскипает и сильно разбрызгивается. В готовый электролит доливать воду разрешается.

Щелочной электролит разводят в стальных или чугунных банках. Крышки банок, в которых хранится твердая щелочь, сразу после ее взятия запаивают, так как щелочь на воздухе быстро впитывает влагу и портится. Попадание твердой щелочи на кожу и особенно на ее слизистые или влажные участки очень опасно. Поэтому при дроблении ее покрывают плотной тканью. Кусочки щелочи берут совками или щипцами. Флаконы с жидкой щелочью открывают осторожно, не прилагая больших усилий. Чтобы приготовить электролит, небольшие порции щелочи растворяют в дистиллированной воде. Работу производят в резиновых перчатках и защитных очках. Вентиляция во время приготовления электролита должна быть обязательно включена.

Пролитую кислоту или электролит собирают в стеклянную тару резиновой грушей или смывают из шланга нейтрализирующим раствором, а потом водой. Большие количества пролитой жидкости предварительно засыпают опилками и удаляют.

Залитые электролитом банки аккумуляторов нельзя передвигать, выравнивать и поднимать. Не разрешается также ремонтировать стеллажи в то время, когда на них стоят банки, наполненные электролитом.

С кислотой, щелочью и электролитом работают в резиновых галошах или сапогах, кислотощелочестойком костюме из грубой шерсти, защитных очках и резиновых перчатках. При этом брюки не заправляют в сапоги, а надевают поверх голенищ.

После заливки электролита помещение аккумуляторной батареи становится взрывоопасным. Поэтому в нем нельзя курить, зажигать огонь, пользоваться нагревательными приборами и аппаратурой, дающей искру.

Заряд аккумуляторной батареи производят при включенной вентиляции. Выключают вентиляцию через 1,5 ч после тоге как заряд будет окончен, чтобы газы были полностью удален. Если батарея работает в режиме постоянного подзаряда, вентиляцию включают при возникновении «кипения» электролита а также при перезарядах и заряд-разрядах батареи. Включат вентиляцию необходимо потому, что эти процессы сопровождаются выделением водорода и, следовательно, может возникнуть опасность взрыва.

Снижение сопротивления изоляции сети постоянного тока относительно «земли» не допускается менее 50000 при напряжении батареи 110 В и менее 100000 Ом - при напряжении 220 В. Поэтому сопротивление изоляции цепей постоянного тока контролируют специальными приборами или измеряют вольтметром.

Сопротивление изоляции (Ом) в сетях постоянного том $R_{Из} = R_в [U_б/(U_1 + U_2)] - R_в$, где $R_в$ - сопротивление вольтметра, $U_б$ — напряжение между плюсом и минусом батареи — напряжение между минусом батареи и земле, U_1 — напряжение между плюсом батареи и землей.

Вновь смонтированные кислотные батареи должны иметь сопротивление изоляции относительно земли (при отключенной нагрузке и зарядных агрегатах) не менее 50000 Ом при рабочем напряжении батареи 11О В и 100000 Ом — при напряжении 220 В. Сопротивление изоляции проверяют мегаомметром с рабочим напряжением не выше 1000 В.

13.22. Безопасность работ в колодцах и туннелях

От шин электростанций и подстанций к мощным электроустановкам потребителей может отходить большое количество кабельных линий. Для удобства прокладки, надзора и ремонта кабелей в таких случаях сооружают кабельные туннели и коллекторы, которые сообщаются с поверхностью земли колодцами.

В колодцах и туннелях могут скапливаться горючие или вредные газы, поэтому крышки колодцев открывают осторожно, чтобы не получилось искры от ударов инструментом. Лом, кувалду и подобные им стальные инструменты при открывании второй (внутренней) крышки колодца применять запрещено. Прежде чем спускаться в колодцы или туннели, переносным газоанализатором или шахтерской лампой прове-

ряют, нет ли в них газа. Использовать для проверки отсутствия газа открытый огонь запрещается, так как может произойти взрыв.

Для вытеснения вредных газов в колодцы до начала работы нагнетают свежий воздух вентилятором или компрессором. От вентилятора свежий воздух поступает в нижнюю часть колодца по шлангу-рукаву, опускаемому в колодец на глубину 0,25 м от дна. В процессе работы вентилятор включают периодически или, если это не мешает работе, — непрерывно.

При работе в туннеле по обе стороны от места работы должны быть открыты два люка или две двери. При длительных работах в колодцах, туннелях и коллекторах работающие делают перерывы в работе и выходят на свежий воздух. Если в колодце может быть газ, монтер обязан воспользоваться шланговым противогазом.

В коллекторах и туннелях особую осторожность соблюдают при работе с паяльными лампами и жаровнями. Кабели закрывают щитками из огнеупорного материала. На рабочем месте наготове находятся средства для тушения пожара. Паяльные лампы разжигают на поверхности земли. Мастику или припой разогревают также только на открытом воздухе. Разогретую мастику и расплавленный припой опускают в колодец в специальной закрытой посуде, прикрепленной карабином к металлическом тросику.

При работах в колодцах, туннелях и коллекторах в качестве светильников используют переносные аккумуляторные фонари или переносные лампы с защитной сеткой напряжением 12 В.

Перед отысканием места повреждения прожигом кабеля всех работающих удаляют из колодцев, туннелей и коллекторов. После прожига кабеля для предотвращения пожара подвалы, туннели и коллекторы тщательно осматривают (по наряду) не менее чем два монтера, один из которых имеет III группу. Последний может работать в колодце самостоятельно при условии, что второй монтер дежурит у открытого люка. Дежурный монтер обязан вытащить из колодца работающего монтера (если он почувствует себя плохо) с помощью каната, который привязан к специальному спасательному поясу, надетому на работающего монтера. Не разрешается пользоваться монтерским поясом, предназначенным для работы на опорах, так как при подъеме из колодца человек может перевернуться.

На время перерыва в работе в том случае, если у открытого люка не остается дежурного, люк огораживают или ставят около него предупредительный знак.

13.23. Безопасность работ с паяльными лампами, припоями, кабельной мастикой и эпоксидным компаундом

При разделке и ремонте кабелей применяют разогретый припой и кабельную мастику. Для разогрева удобно пользоваться специальными электронагревателями. Одна-

ко в полевых условиях, где нет источника тока, для разогрева применяют паяльные лампы.

Работа с паяльными лампами. Эта работа относится к категории пожароопасных. Ожоги кожи припоем или расплавленной кабельной мастикой очень тяжелы, поэтому необходимо быть предельно осторожным и соблюдать «Правила пожарной безопасности при проведении сварочных и других огневых работ на объектах народного хозяйства».

При работе с паяльной лампой рабочее место должно быть очищено от горючих материалов, а находящиеся на расстоянии менее 5 м сгораемые конструкции должны быть надежно защищены от возгорания металлическими экранами или поливаться водой.

Профилактический ремонт и проверку исправности паяльных ламп производят не реже одного раза в месяц и не реже одного раза в год — гидравлические испытания лампы повышенным давлением. Перед каждым разжиганием лампы необходимо убедиться в ее исправности. Она должна быть герметична и не иметь течи.

Лампу заправляют горючим, которое должно быть очищено от посторонних примесей и воды. Нельзя заливать бензин в лампы, которые работают на керосине, это может привести к взрыву во время работы. Чтобы из лампы при нагревании не вытекало горючее, ее резервуар заполняют не более чем на 3/4 объема. Наливную пробку резервуара завинчивают для надежности минимум на четыре нитки резьбы.

Вблизи открытого огня не разрешается наливать в лампу горючее, выливать его, отвертывать пробку или разбирать лампу, так как случайная искра может вызвать взрыв резервуара или воспламенение горючего.

Чтобы разжечь лампу, необходимо разогреть ее горелку. Для этой цели нельзя подавать горючее через горелку, так как в процессе разогрева в местах, где горелка нагревается сильнее, образуются пары, которые могут вытеснить из нее остатки горючего под большим давлением и вызвать сильную вспышку.

После разжигания горелки лампу накачивают умеренно. Нельзя сильно наклонять лампу, сильно подтягивать наливную пробку или горелку. Запрещается приближать лампу к легковоспламеняющимся предметам. Работая с паяльной лампой в РУ, нельзя приближать пламя лампы к токопроводящим частям, находящимся под напряжением.

Лампу гасят, перекрывая доступ горючего к горелке. Давление из резервуара лампы спускают через наливную пробку при погашенной лампе после того, как горелка совсем остыла. Чтобы горючее не выплескивалось, нельзя снимать горелку лампы, не спустив давление в резервуаре. Применять паяльные лампы для отогревания замерзших водопроводных, отопительных, канализационных труб в зданиях, имеющих сгораемые конструкции или отделку, категорически запрещается

Разогрев кабельной мастики и припоев. Кабельную мастику перед заливкой в кабельные муфты и концевые воронки разогревают до жидкого состояния. Пайку и лужение кабельных жил и наконечников производят расплавленным припоем. Для разогрева используют специальную посуду, приспособленную для удобной переноски, с крышкой и носиком для слива. Температуру кабельной мастики контролируют, так как доводить мастику до кипения не разрешается: она сильно разбрызгивается и может воспламениться.

Кабельную мастику нельзя разогревать в заводской упаковке и закупоренных банках: расширяясь при нагреве, мастика может взорвать банку и вытечь. Если мастику разогревают на открытом огне, посуду с мастикой ставят на жаровню с сухим песком для того, чтобы пламя не соприкасалось с посудой.

Работы с расплавленными припоями и мастикой, их разогрев и транспортировку проводят в защитных очках и брезентовых рукавицах. Посуду с расплавленным содержимым нельзя передавать из рук в руки: ее предварительно ставят на землю. Во избежание разбрызгивания при испарении влаги расплавленную мастику и припой размешивают подогретым металлическим прутом или металлической ложкой. Муфту или воронку перед заливкой высушивают. На месте работ должны находиться средства пожаротушения и первой помощи при ожогах. |

Работа с эпоксидным компаундом. Эпоксидный компаунд и особенно его отвердитель являются ядовитыми веществами. К работам с эпоксидным компаундом допускают лиц, получивших специальное разрешение врача и ежегодно проходящих профилактическое освидетельствование.

Чтобы при работе эпоксидный компаунд не попадал на кожу или в глаза, а также в легкие при вдыхании испарений, работающий надевает резиновые или полиэтиленовые перчатки, шапку или косынку, нарукавники и фартук из пластика, закрытые очки, респиратор или противогаз. Необходимо тщательно мыть руки не только по окончании работы, но и во время перерывов, а также сразу после случайного загрязнения рук компаундом или отвердителем. После мытья руки следует осушить, а затем смазать жирной мазью, например борным вазелином.

Прилипший к коже компаунд удаляют мягкими бумажными салфетками, а затем обрабатывают кожу охлажденным до комнатной температуры 3%-ным раствором уксусной или лимонной кислоты или горячей водой с мылом. При сильном загрязнении рук для их очистки используют ацетон. Применять для этой цели бензол, толуол, четыреххлористый углерод или другие токсичные растворители нельзя. Необходимо помнить, что ацетон хотя и относится по токсичности к четвертому классу опасности (малоопасен), но является легкоиспаряющимся и легковоспламеняющимся веществом и поэтому пожаро- и взрывоопасен. В помещениях, где производят работы с применением эпоксидного компаунда, запрещается хранить и принимать пищу, а также курить. Эти помещения во время работы хорошо проветривают.

Глава 14. Охрана труда при работе с персональными электронно – вычислительными машинами

14.1. Вредные и опасные производственные факторы при работе с ПЭВМ

Работающие на ПЭВМ могут подвергаться воздействию различных опасных и вредных производственных факторов, основными из которых являются:

физические: повышенные уровни: электромагнитного, рентгеновского, ультрафиолетового и инфракрасного излучения; статического электричества; запыленности воздуха рабочей зоны; повышенное или пониженное содержание аэроионов в воздухе рабочей зоны; повышенный или пониженный уровень освещенности рабочей зоны и др.;

химические: содержание в воздухе рабочей зоны оксида углерода, озона, аммиака, фенола, формальдегида и полихлорированных фенилов;

психофизиологические: напряжение зрения, памяти, внимания; длительное статическое напряжение; большой объем информации, обрабатываемой в единицу времени; монотонность труда; нерациональная организация рабочего места; эмоциональные перегрузки.

Основными видами работ на ПЭВМ с использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ) являются: считывание информации с экрана с предварительным запросом; ввод информации; творческая работа в режиме диалога с ПЭВМ. Наибольшая нагрузка на орган зрения имеет место при вводе информации в ПЭВМ. Наибольшее общее утомление вызывает работа в режиме диалога. Наибольшее напряжение вызывает выполнение работы при дефиците времени для принятия решения и особенно если это сопряжено с высокой ответственностью за принятые решения (например, при управлении непрерывными технологическими процессами).

Выполнение производственных операций с помощью ПЭВМ связано не только с восприятием информации на экране ВДТ, но и с одновременным различением текста печатных или рукописных материалов, часто с переадаптацией зрения на различные расстояния, выполнением машинописных, графических работ и других операций.

При длительной работе за экраном ВДТ возникает напряжение зрительного аппарата. При неправильном выборе яркости и освещенности экрана, контрастности знаков, цветов знаков и фона, наличии бликов на экране, дрожании и мелькании изображения работа на ВДТ приводит к зрительному утомлению, головным болям, раздражительности, нарушению сна, усталости и болезненному ощущению в глазах и т. д.

Выполнение многих операций при работе на ПЭВМ требует длительного статического напряжения мышц спины, шеи, рук, ног, что приводит к быстрому развитию утомления. Указанные особенности работы часто усугубляются нерациональной высотой рабочей поверхности стола и сидения, отсутствием опорной спинки и подлокотников, неудобными

углами сгибания в плечевом и локтевом суставах при выполнении рабочих движений, неправильным углом наклона экрана, отсутствием пространства и подставки для ног.

Неблагоприятное влияние на условия труда работающих с ВДТ оказывают нерациональное естественное и искусственное освещение помещений и рабочих мест, яркие и темные пятна на рабочих поверхностях, засветка экрана посторонним светом, наличие ярких и блестящих предметов.

Важное значение для предупреждения утомления работников имеют также правильный выбор режима работы видеодисплейного терминала, применение защитных фильтров (с обязательным их заземлением), определение оптимальных и допустимых диапазонов визуальных эргономических параметров видеотерминала, использование светозащитных средств.

Использование фильтров-экранов позволяет снизить зрительное утомление и защитить пользователей от электростатического воздействия и частично от воздействия электрической составляющей электромагнитного поля.

Часто при организации рабочих мест для работающих на ПЭВМ не учитывается, что ВДТ генерирует рентгеновское, радиочастотное, видимое ультрафиолетовое излучение, а также имеют место электромагнитные излучения промышленной частоты. Указанные излучения могут оказывать неблагоприятное воздействие и на соседние рабочие места при их нерациональном размещении.

Наличие электростатического поля приводит к уменьшению содержания отрицательных ионов в воздухе помещения и загрязнению экрана в результате притягивания к нему отрицательных ионов и мелких частиц пыли.

Длительная работа компьютера приводит к снижению концентрации кислорода, повышению концентрации озона. Озон является сильным окислителем и концентрация его выше предельно допустимых величин может привести к неблагоприятным обменным реакциям организма, изменяя активность ряда ферментов, способствует нарушению зрения.

Важным фактором, оказывающим воздействие на состояние здоровья работающих на ПЭВМ, является аэроионный состав воздуха. Его нарушение ухудшает состав крови, работу органа зрения, иммунной системы.

Совокупное воздействие на работающего на ПЭВМ с использованием ВДТ всех вредных производственных факторов снижает общий биоэнергетический потенциал и сопротивляемость организма. Особенно их действие усиливается, если не соблюдается режим труда и отдыха, не проводятся производственная гимнастика, витаминизация организма.

14.2. Обеспечение санитарно-гигиенических условий при использовании персональных компьютеров (ПК)

14.2.1. Требования к помещениям для эксплуатации ПЭВМ

Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение. Естественное освещение должно осуществляться через светопроемы, ориентированные преимущественно на север и северо-восток, и обеспечивать коэффициент естественной освещенности не ниже 1,5 %.

Искусственное освещение в помещениях должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных .и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, допускается применение системы комбинированного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Допускается установка светильников местного освещения для подсветки документов. Местное освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана и увеличивать освещенность экрана более 300 лк.

Следует ограничить прямую (окна, светильники и др.) и отраженную блескость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения. Необходимо ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1 — 5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1.

В качестве источников света при искусственном освещении должны применяться преимущественно люминесцентные лампы. При устройстве отраженного освещения в производственных и административно-общественных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп мощностью до 250 Вт. Допускается применение ламп накаливания в светильниках местного освещения.

Для освещения помещений следует применять светильники серии ЛПО36 с зеркализованными решетками, укомплектованные высокочастотными пускорегулирующими аппаратами. Коэффициент запаса для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным 1,4. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%. Применение светильников без рассеивателей и экранирующих решеток не допускается. Чистку стекол оконных рам и светильников следует проводить не реже двух раз в год, а также заменять перегоревшие лампы.

При выполнении основной работы на ПЭВМ (диспетчерские, операторские, расчетные кабины и посты управления и др. — категория I) уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА (табл. 14.1). В помещениях, где работают инженерно-технические работники, осуществляющие лабораторный, аналитический или из-

мерительный контроль (категория II), уровень шума не должен превышать 60 дБА. В помещениях операторов ЭВМ (без дисплеев) уровень шума не должен превышать 65 дБА (категория III). На рабочих местах в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин (АЦПУ, принтеры и т. п.) уровень шума не должен превышать 75 дБА (категория IV).

Таблица 14.1. **Уровни звука, эквивалентные уровни звука и уровни звукового давления в октавных полосах частот**

Категория норм шума	Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическим частотами, Гц									Уровни зву ка, эквивалентны уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
I	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
II	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
III	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
IV	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

При выполнении работ с ВДТ и ПЭВМ в производственных помещениях уровень вибрации не должен превышать допустимых значений согласно СанПиН 9-131 РБ 2000.

Снизить уровень шума в помещениях можно использованием звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63-8000 Гц. Дополнительным звукопоглощением служат однотонные занавеси из плотной ткани, гармонирующие с окраской стен и подвешенные в складку на расстоянии 15-20 см от ограждения.

Помещения должны оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией. Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержание вредных веществ в нем должны отвечать требованиям СанПиН 9-131 РБ 2000.

При работе ВДТ уровни напряженности, плотности магнитного потока электромагнитного поля, напряженности электростатического поля не должны превышать допустимых значений, приведенных в табл. 14.2: на расстоянии 50 см от экрана, правой, левой, верхней и тыльной поверхности видеомонитора.

Таблица 14.2. **Допустимые значения параметров неионизирующнх электромагнитных излучений**

Наименование параметра	Допустимые значения
Напряженность электромагнитного поля. Электрическая составляющая, не более: диапазон частот 5 Гц-2 кГц; диапазон частот 2-400 кГц	 25,0 В/м 2,5 В/м
Плотность магнитного потока, не более: диапазон частот 5 Гц-2 кГц; диапазон частот 2-400 кГц	 250 нТл 25 нТл
Напряженность электростатического поля, не более	15 кВ/м

Допустимые уровни напряженности (плотности потока мощности) электромагнитных полей, излучаемых клавиатурой, системным блоком, манипулятором «мышь», беспроводными системами передачи информации на расстояния и иными вновь разработанными устройствами в зависимости от основной рабочей частоты изделия, не должны превышать значений, приведенных в табл. 14.3.

Допустимые уровни напряженности электрического поля тока промышленной частоты 50 Гц, создаваемые монитором, системным блоком, клавиатурой, изделием в целом, не должны превышать 0,5 кВ/м.

Таблица 14.3. **Допустимые уровни электромагнитных полей**

Диапазон частот	0,3 – 300 кГц	0,3 – 3,0 МГц	0,3 – 30,0 МГц	30,0 – 300,0 МГц	0,3- 300 ГГц
Допустимый уровень	25 В/м	15 В/м	10 В/м	3 В/м	10 мкВт/см^2

Допустимые уровни напряженности электростатического поля, создаваемые монитором, клавиатурой, системным блоком, манипулятором «мышь», изделием в целом, не должны превышать 15,0 кВ/м.

Интенсивность инфракрасного (ИК) и видимого излучения от экрана видеомонитора не должна превышать 0,1 Вт/м^2 в видимом (400-760 нм) диапазоне, 0,05 Вт/м^2 в ближнем ИК диапазоне (760-1050 нм), 4 Вт/м^2 в дальнем (свыше 1050 нм) ИК диапазоне.

Интенсивность ультрафиолетового излучения от экрана видеомонитора не должна превышать 0,0001 Вт/м^2 в диапазоне 280-315 нм и 0,1 Вт/м^2 в диапазоне 315-400 нм. Излучение в диапазоне 200-280 нм не допускается.

Конструкция ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должна обеспечивать безопасный для пользователя уровень мощности экспозиционной дозы рентгеновского излучения в любой точке пространства на расстоянии 0,05 м от экрана и частей корпуса ВДТ, ЭВМ или ПВЭМ при любых положениях регулировочных устройств. Уровень мощности экспозиционной дозы рентгеновского излучения не должен превышать 7,74х10 ^{12} А/кг (ампер на килограмм), что соответствует эквивалентной дозе, равной 0,1 мбэр/ч (100 мкР/ч; 0,03 мкР/с).

Площадь на одно рабочее место с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ для взрослых пользователей должна составлять не менее 6,0 м^2, а объем не менее 20,Ом^3.

Для внутренней отделки интерьера помещений должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения: для потолка — 0,7-0,8; для стен — 0,5-0,6; для пола — 0,3-0,5.

Поверхность пола в помещениях эксплуатации ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами.

14.2.2. Требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ

Рабочие места с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева. Схемы размещения рабочих мест должны учитывать расстояния между рабочими столами с видеомониторами, которое должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов — не менее 1,2м. Рабочие места в залах электронно-вычислительных машин или в помещениях с источниками вредных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинах с организованным воздухообменом.

Оконные проемы в помещениях должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.

Рабочие места при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, следует **15. Организация и обеспечение безопасности проведения газоопасных и огневых работ**

Как показывает статистика, на долю работ с повышенной опасностью на отдельных предприятиях и производствах приходится от 30 до-50% несчастных случаев с тяжелыми последствиями.

Примерный перечень работ с повышенной опасностью, для проведения которых требуется предварительное обучение и проверка знаний работников по вопросам охраны труда, состоит из 157 позиций и включает работы:

- связанные с процессами, которые создают опасность для жизни и здоровья работников, выполняющих эти работы, и окружающих их лиц;
- связанные с применением предметов и орудий труда, представляющих повышенную опасность;
- выполняемые в производственной среде, которая представляет повышенную опасность;

представляющие повышенную опасность в связи с их выполнением в особых условиях. изолировать одно от другого перегородками высотой 1,5-2 м.

При конструировании оборудования и организации рабочего места необходимо обеспечить соответствие конструкции всех элементов рабочего места и их взаимного расположения эргономическим требованиям с учетом характера выполняемой пользователем деятельности, комплексности технических средств, форм организации труда и основного рабочего положения пользователя.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы, позволять изменять позу с целью снижения статистического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления.

Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья. При этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию. Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, неэлектризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

Экран видеомонитора от глаз пользователя должен находиться на оптимальном расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

В помещениях ежедневно должна проводиться влажная уборка.

Помещения должны быть оснащены аптечкой первой помощи и углекислотными огнетушителями.

Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680-800 мм; при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм.

Модульными размерами рабочей поверхности стола для ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ, на основании которых рассчитываются конструктивные размеры, следует считать ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725мм.

Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной — не менее 500 мм, глубиной на уровне колен — не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног — не менее 650 мм.

Конструкция его должна обеспечивать: ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм; поверхность сиденья с закругленным передним краем; регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400-500 мм и углом наклона вперед до 15° и назад до 5°; высоту опорной поверхности спинки 300±20 мм, ширину — не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости — 400 мм; угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах 0 +30°; регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260-400 мм; стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной — 50-70 мм; регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230±30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350—500 мм.

Рабочее место должно быть оборудовано подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20°. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

При организации рабочих мест для работы на технологическом оборудовании, в состав которых входят ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ (роботизированные технологические комплексы, гибкое автоматизированное производство, диспетчерские пульты управления и др.), следует предусматривать: пространство по глубине не менее 850 мм с учетом выступающих частей оборудования для нахождения человека-оператора; пространство для стоп глубиной и высотой не менее 150 мм и шириной не менее 530 мм; расположение устройств ввода-вывода информации, обеспечивающее оптимальную видимость экрана; легкую достигаемость органов ручного управления в зоне моторного поля: по высоте — 900-1300 мм, по глубине — 400-500 мм; расположение экрана ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ в месте рабочей зоны, обеспечивающее удобство зрительного наблюдения в вертикальной плоскости под углом ±30° от нормальной линии взгляда оператора, а также удобство использования ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ одновременно с выполнением основных производственных операций; возможность поворота экрана ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ вокруг горизонтальной и вертикальной осей.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на рас-' стоянии 100-300 мм от края, обращенного к пользователю, или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

14.2.3. Требования к организации режима труда и отдыха при работе с ПЭВМ

Режимы труда и отдыха должны организовываться в зависимости от вида и категории трудовой деятельности. Виды трудовой деятельности разделяются на три группы: группа А — работа по считыванию информации с экрана ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ с предварительным запросом; группа Б — работало вводу информации; группа В — творческая работа в режиме диалога с ЭВМ. При выполнении в течение рабочей смены работ, относящихся к разным видам трудовой деятельности, за основную работу с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ следует принимать такую, которая занимает не менее 50 % времени в течение рабочей смены или рабочего дня.

Для видов трудовой деятельности устанавливается три категории тяжести и напряженности работы с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ, которые определяются: для группы А — по суммарному числу считываемых знаков за рабочую смену, но не более 60 000 знаков за смену; для группы Б — по суммарному числу считываемых или вводимых знаков за рабочую смену, но не более 40 000 знаков за смену; для группы В — по суммарному времени непосредственной работы с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ за рабочую смену, но не более 6 ч за смену.

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы. Время регламентированных перерывов в течение рабочей смены следует устанавливать в зависимости от ее продолжительности, вида и категории трудовой деятельности (табл. 14.4)

Продолжительность непрерывной работы с ВДТ без регламентированного перерыва не должна превышать 2 ч.

При работе с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ в ночную смену (с 22 до 6 ч), независимо от категории и вида трудовой деятельности, продолжительность регламентированных перерывов должна увеличиваться на 60 мин.

Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии целесообразно выполнять комплексы упражнений.

При 8-часовой рабочей смене и работе на ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ регламентированные перерывы следует устанавливать: для I категории работ — через 2 ч от начала рабочей смены и через 2 ч после обеденного перерыва продолжительностью 15 мин каждый; для *II категории работ* — через 2 ч от начала рабочей смены и через 1,5-2 ч после обеденного перерыва продолжительностью 15 мин каждый или продолжительностью 10 мин через каждый час работы; для *III категории работ* — через 1,5-2 ч от начала рабочей смены и через 1,5-2 ч после обеденного перерыва продолжительностью 20 мин каждый или продолжительностью 15 мин через каждый час работы.

Таблица 14.4. **Время регламентированных перерывов**

Категория работы ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с ВДТ			Суммарное время регламентированных перерывов, мин	
	группа А, количество знаков	группа Б, количество знаков	группа В, ч	при 8-часовой смене	при 12 -часовой смене
I	до 20000	до 15000	до 2,0	30	70
II	до 40000	до 30000	до 4,0	50	90
III	до 60000	до 40000	до 6,0	70	120

Примечание. При несоответствии фактических условий труда требованиям настоящих сани¬тарных правил время регламентированных перерывов следует увеличить на 30 %.

При 12-часовой рабочей смене регламентированные перерывы должны устанавливаться в первые 8 часов работы аналогично перерывам при 8-часовой рабочей смене, а в течение последних 4 ч работы, независимо от категории и вида работ, каждый час продолжительностью 15 мин.

В случаях возникновения у работающих с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ зрительного дискомфорта и других неблагоприятных субъективных ощущений, несмотря на соблюдение санитарно-гигиенических, эргономических требований, режимов труда и отдыха, следует применять индивидуальный подход в ограничении времени работ, коррекцию длительности перерывов для отдыха или проводить смену деятельности на другую.

Работающим на ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ с высоким уровнем напряженности во время регламентированных перерывов и в конце рабочего дня показана психологическая разгрузка в специально оборудованных помещениях (комната психологической раз-

грузки).

Профессиональные пользователи ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должны проходить обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры в установленном порядке и не иметь медицинских противопоказаний.

Женщины со времени установления беременности и в период кормления ребенка грудью к выполнению всех видов работ, связанных с использованием ВДТ, ЭВМ и ПВМ не допускаются.

•

По сложившейся практике, к работам с повышенной опасностью относят все работы, требующие особо строгого соблюдения требований безопасности, высокой согласованности в действиях работников, осуществления специальных технических и организационных мер безопасности, а также постоянного контроля за ходом их выполнения.

В ряде отраслевых документов, регламентирующих организацию охраны труда, так же как и в Правилах обучения безопасным методам и приемам работы содержится указание о том, что конкретный перечень работ с повышенной опасностью утверждается нанимателем по согласованию с государственными специализированными органами надзора и контроля. Перечень этих работ должен периодически не реже одного раза в год пересматриваться и утверждаться.

На предприятиях должны осуществляться меры по сокращению количества работ с повышенной опасностью путем усовершенствования технологических процессов т их аппаратурного оформления, внедрения современных методов диагностики, средств гидравлической, химической очистки технологического оборудования и коммуникаций; оснащения технологических схем надежными средствами блокирования отдельных узлов и аппаратов и т.п.

Широко используемые при ремонтах газоопасные и огневые работы относятся к работам повышенной опасности.

Согласно Типовой инструкции по организации безопасного проведения газоопасных работ на каждом предприятии составляется перечень *газоопасных работ,* предусматривающий работы, проводимые с оформлением наряда-допуска; работы, проводимые без оформления наряда- допуска, но с обязательной регистрацией таких работ перед их началом в специальном журнале, и работы, вы- званные необходимостью ликвидации или локализации возможных аварийных ситуаций.

На проведение газоопасных работ оформляется наряд- допуск, предусматривающий разработку и последующее осуществление комплекса мероприятий по подготовке безопасному проведению работ.

Периодически повторяющиеся газоопасные работ являющиеся неотъемлемой частью технологического процесса, характеризующиеся аналогичными условиями про-

ведения, постоянством места и характера работ, определенным составом исполнителей, могут проводиться без оформления наряда-допуска. Меры безопасности при проведении таких работ должны быть изложены в техноло-

гических регламентах, инструкциях по рабочим местам или I специальной инструкции.

Газоопасные работы, связанные с предупреждением развития аварийных ситуаций, проводятся в соответствии с планом ликвидации аварий.

К выполнению газоопасных работ допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр в установленном порядке и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, обученные безопасным методам и приемам работы, применению средств индивидуальной защиты, правилам и приемам оказания доврачебной помощи потерпевшим и прошедшие проверку знаний в установленном порядке.

Контроль за организацией проведения газоопасных работ возлагается на службу охраны труда.

В Типовой инструкции определено, что каждая газоопасная работа состоит из двух этапов - подготовки объекта к проведению газоопасной работы и ее непосредственного осуществления.

В этой связи руководителем структурного подразделения назначаются ответственные за подготовку и проведение работ.

В случае, когда подготовка и непосредственное проведение газоопасной работы выполняются одним составом исполнителей, допускается назначать одного руководителя ответственным за ее подготовку и проведение при условии, что назначенное лицо знает безопасные методы и приемы ведения работы и освобождено от выполнения других обязанностей на период их проведения.

Наряд-допуск оформляется в двух экземплярах, подписывается начальником цеха (установки, отделения), согласовывается со службой охраны труда и утверждается техническим руководителем (главным инженером) предприятия.

После выполнения работ по подготовке объекта оба экземпляра подписывают лица, ответственные за подготовку и проведение газоопасных работ, подтверждающие полноту выполнения подготовительных работ и мероприятий, обеспечивающих безопасность проведения собственно газоопасных работ. Один экземпляр наряда-допуска после окончания работ передают в службу охраны труда и хранят не менее трех месяцев. Другой экземпляр находится у ответственного за проведение этих работ и после их окончания хранится в делах цеха (отделения) также не менее трех месяцев.

Наряд-допуск на проведение газоопасной работы выдается на каждое место и вид работ каждой бригаде, проводящей такие работы, и действителен в течение одной смены.

Газоопасные работы разрешается проводить только после выполнения всех подготовительных работ и мероприятий, предусмотренных нарядом-допуском и инструкциями на рабочих местах.

Выполнять газоопасные работы следует бригадой исполнителей в составе не менее двух человек. Члены бригады обеспечиваются соответствующими средствами индивидуальной защиты, спецодеждой, спецобувью, инструментом, приспособлениями и вспомогательными материалами. Перед началом газоопасных работ ответственный за их проведение опрашивает каждого исполнителя о самочувствии. О готовности объекта и исполнителей к проведению газоопасных работ сообщается службе охраны труда. Без подтверждения возможности проведения работ представителем службы охраны труда начинать работы запрещается.

Входить в газоопасное место можно только с разрешения ответственного за проведение работ и в соответствующих средствах защиты, надетых за пределами опасной зоны. Работа начинается в присутствии ответственного проведение работ и представителя службы охраны; необходимость их постоянного присутствия на месте работ или периодичность осуществления контроля определяется нарядом-допуском.

Работы, связанные с возможным выделением взрывоопасных продуктов, должны выполняться с применением инструментов и приспособлений, не дающих искр, в соответствующей спецодежде и спецобуви.

Для освещения рабочего места необходимо применять взрывозащищенные переносные светильники напряжением не выше 12 В или аккумуляторные фонари, соответствующие по исполнению категории и группе взрывоопасной смеси.

Применение средств индивидуальной защиты органов дыхания и длительность работы в них должны отвечать требованиям стандартов и технических условий. Срок одновременного пребывания работающего в шланговом противогазе определяется нарядом-допуском, но не долен превышать 30 мин.

Особую опасность представляют огневые работы, поэму при их производстве следует принимать дополнительные меры безопасности.

К *огневым работам* относятся работы с применением срытого огня (электросварка, газосварка, бензорезка, работы с использованием паяльных ламп, варка битума) и другие работы с выделением искр.

Места проведения огневых работ могут быть:

- постоянными, организуемыми в специально оборудованных для этих целей цехах, мастерских или на открытых площадках;
- временными, когда огневые работы проводятся непосредственно в строящихся или в эксплуатирующихся зданиях, жилых домах и других сооружениях, на территории предприятий при ремонте оборудования или монтаже строительных конструкций. Наибольшую опасность представляют огневые работы, проводимые на временных местах.

Огневые работы в закрытых емкостях разрешается проводить только по наряду-допуску и в строгом соответствии с требованиями, предусмотренными Правилами пожарной безопасности и техники безопасности при проведении огневых работ на

предприятиях Республики Беларусь, утвержденными ГУПО МВД Республики Беларусь 31.07.1992 г. и Проматомнадзором Республики Беларусь 28.07.1992 г. с соответствующими изменениями и дополнениями. Правила предусматривают основные требования по организации безопасного проведения огневых работ на предприятиях вне зависимости от вида подчиненности и форм собственности. На основании данных Правил на предприятиях могут разрабатываться, с учетом специфики производств и местных условий, собственные инструкции, которые не должны противоречить Правилам и снижать уровень их требований.

Правилами установлено, что организация работы по обеспечению безопасности проведения огневых работ на предприятии возлагается на его руководителя.

Ответственность за правильность и полноту подготовительных мероприятий, обеспечение мер безопасности при проведении огневых работ, квалификацию персонала, за пятого на этих работах, несет начальник подразделения, выдающий наряд-допуск на проведение огневых работ, в ведении которого находится оборудование, механизмы, здания, сооружения. Перечень должностей, имеющих право выдачи наряда-допуска, утверждается руководителем предприятия.

При организации огневых работ начальник подразделения из числа специалистов предприятия, прошедших проверку знаний в установленном порядке, назначает лица, ответственные за подготовку и проведение огневых работ. В обоснованных случаях ответственными могут назначаться квалифицированные рабочие (бригадиры слесарей, помощники мастеров, старшие аппаратчики, операторы), прошедшие соответствующую подготовку и имеющие допуск к исполнению должностных обязанностей специалиста.

При выполнении огневых работ сторонними организациями лицом, ответственным за проведение огневых работ, назначается подготовленный специалист сторонней организации или, по согласованию, специалист предприятия.

Контроль за соблюдением мер безопасности при проведении огневых работ возлагается на объектовую пожарную охрану и службу охраны труда.

Огневые работы на действующих взрывоопасных объектах допускаются в исключительных случаях, когда эти работы невозможно проводить в специально отведенных местах, как правило, в дневное время; при этом минимальный состав исполнителей должен быть не менее двух человек.

Исполнителями огневых работ могут быть лица, прошедшие соответствующую подготовку, проверку знаний, в том числе данных Правил, получившие удостоверение, талон о прохождении пожарно-технического минимума и ежегодно подтверждающие свои знания.

Огневые работы разрешается проводить при наличии оформленного наряда-допуска соответствующей формы, выданного начальником подразделения или лицом, его замещающим. На проведение огневых работ в производственных помещениях ка-

тегории Д, на стройках, где отсутствуют горючие вещества и материалы, наряд-допуск может не оформляться. Работы по ликвидации аварий также могут проводиться без оформления наряда-допуска, но только до устранения прямой угрозы травмирования людей. Дальнейшие работы по ликвидации аварий и локализации их последствий проводятся после оформления наряда-допуска.

Наряд-допуск оформляется в двух экземплярах на конкретное место проведения огневых работ, на одну рабочую смену. Первый экземпляр оформленного наряда-допуска передается исполнителям работ, второй - старшему по смене (начальнику смены, участка, отделения и т.п.) или руководителю подразделения, где будут проводиться огневые работы.

О времени, месте проведения огневых работ не менее чем за два часа уведомляется (можно по телефону) объектовая пожарная охрана, добровольная пожарная дружина (ДПД) и служба охраны труда. В пожарной охране и службе охраны труда должны вестись журналы установленной формы для регистрации огневых работ.

Лица, ответственные за подготовку и проведение огневых работ, назначаются из числа специалистов, не занятых в технологическом процессе. Данные о них заносятся в определенные пункты наряда-допуска.

Подготовка оборудования и места к проведению огневых работ во взрывоопасных, взрывопожароопасных помещениях, зданиях, сооружениях осуществляется эксплуатационным персоналом по письменному распоряжению начальника подразделения, которое оформляется в специальном журнале с пронумерованными страницами, прошнурованном и скрепленном печатью. Номер и дата распоряжения заносятся в наряд-допуск.

При подготовке к огневым работам начальник подразделения совместно с ответственным за подготовку этих работ определяют на месте опасную зону, границы которой четко обозначаются предупредительными знаками, мелом, краской, биркой или другими хорошо видимыми знаками, отмечаются места сварки, резки и т.п. Площадки, металлоконструкции, конструктивные элементы зданий, находящиеся в зоне проведения огневых работ, очищаются от взрывоопасных, взрывопожароопасных и пожароопасных продуктов на расстояние, зависящее от высоты их проведения над уровнем пола и уровня прилегающей территории. Перекрываются сливные воронки, выходы из лотков и другие устройства, связанные с канализацией, в которых могут быть горючие газы и пары; закрываются несгораемым материалом монтажные проемы и незаделанные отверстия в перекрытиях и стенах; принимаются меры по недопущению разлета искр.

Во взрывоопасных, взрывопожароопасных помещениях, зданиях, сооружениях при подготовке оборудования, конструкций к огневым работам организуется контроль за состоянием воздушной среды. В аппаратах и коммуникациях, на которых будут проводиться огневые работы, а также в опасной зоне содержание взрывопожароопас-

ных и токсичных веществ не должно превышать предельно допустимых концентраций. Результаты анализа воздушной среды также фиксируются в наряде-допуске.

После выполнения всех подготовительных работ, предусмотренных в распоряжении и наряде-допуске, лицо, ответственное за подготовку, ставит свою подпись в соответствующем пункте наряда-допуска и передает его ответственному за проведение огневых работ.

Ответственный за проведение огневых работ проверяет факт установки заглушек согласно схеме, снятия напряжения и наличия запрещающих плакатов на пусковой аппаратуре машин и механизмов, полноту выполнения мероприятий по обеспечению безопасности, знакомится с результатами анализов воздушной среды. При положительной оценке места производства работ он также расписывается в наряде-допуске. Выясняет у исполнителей состояние здоровья, наличие у сварщика удостоверения и талона пожарно-технического минимума, проверяет состояние средств индивидуальной защиты, проводит целевой инструктаж о мерах безопасности при проведении огневых работ, заполняет соответствующий пункт наряда-допуска и сообщает руководителю подразделения о готовности к проведению огневых работ.

Разрешение на проведение огневых работ после проверки места их проведения дает начальник подразделения, о чем расписывается в наряде-допуске.

Допуск на проведение огневых работ осуществляется лицом, ответственным за их проведение, после приемки оборудования и места производства работ, при положительных результатах состояния воздушной среды и с разрешения начальника подразделения, объекта.

Место проведения огневых работ обеспечивается первичными средствами пожаротушения, указанными в наряде-допуске. При наличии в здании внутреннего противопожарного водопровода от ближайшего пожарного крана прокладывается рукавная линия.

Эксплуатационный персонал подразделения принимает меры, исключающие возможность выделения в воздушную среду взрывопожароопасных и токсичных веществ. Запрещается вскрытие люков и крышек аппаратов, перегрузка и слив продуктов, загрузка через открытые люки и другие операции, которые могут привести к загазованности, проливам горючих жидкостей и запыленности мест, где проводятся огневые работы.

В период проведения огневых работ должен быть организован контроль за состоянием воздушной среды:

- периодически, если это предусмотрено нарядом-допуском;
- после установленных перерывов в работе;
- при появлении на месте проведения огневых работ признаков загазованности, запыленности.

Огневые работы должны быть немедленно прекращены при обнаружении отступлений от требований Правил: несоблюдении мер безопасности, предусмотренных нарядом-допуском, и специальных требований на виды огневых работ; возникновении опасной ситуации; по требованию контролирующих служб предприятия, органов надзора.

Проводить работы запрещается:

- при неисправных средствах проведения работ;
- на свежеокрашенных поверхностях оборудования, конструкций;
- на аппаратах, коммуникациях, заполненных горючими и токсичными веществами;
- на аппаратах, находящихся под давлением или под электрическим напряжением;
- при отсутствии на месте проведения работ средств пожаротушения.

По окончании огневых работ ответственный за их проведение расписывается в наряде-допуске и передает его для приемки оборудования старшему по смене (начальнику смены, установки, отделения) или начальнику подразделения. Лицо, принявшее оборудование после огневых работ, расписывается в определенном пункте наряда-допуска и в течение трех часов обеспечивает наблюдение за местом, где проводились огневые работы.

Наряд-допуск и распоряжение на подготовительные работы должны храниться в подразделении не менее одного месяца.

Если огневые работы не закончены в течение одной смены, наряд-допуск при неизменных условиях производства работ продлевается начальником подразделения и ответственным за проведение огневых работ на каждую последующую смену, о чем в наряде-допуске делается запись. О продлении наряда-допуска уведомляются пожарная охрана и служба охраны труда.

Формой наряда-допуска предусматриваются изменения в составе бригады исполнителей. С вновь введенными в состав бригады исполнителями проводят целевой инструктаж по безопасности проведения огневых работ.

Перед началом огневых работ емкости из-под ЛВЖ или ГЖ должны быть очищены, промыты, пропарены и продуты инертным газом, воздухом. Огневые работы в них должны проводиться, как правило, при постоянном принудительном вентилировании. Перед началом работ емкость должна быть охлаждена до температуры, не превышающей 40 °С.

Огневые работы в закрытых емкостях разрешается проводить только по наряду-допуску, при этом наряд-допуск на газоопасные работы может не оформляться.

В закрытых емкостях перед производством работ необходимо обеспечить содержание кислорода не ниже 18 и не выше 23%.

Перед началом работ анализ воздушной среды производится: при плотности паров продуктов больше 0,8 от плотности воздуха - в нижней зоне (части) емкости на высоте 10-30 см от дна, а при плотности паров 0,8 и ниже - в верхней зоне, а также в радиусе 5 м снаружи емкости.

Все коммуникации, подведенные к емкости, должны быть перекрыты арматурой и заглушками.

Огневые работы в емкостях необходимо проводить при открытых люках (лазах), крышках и постоянном вентилировании.

К огневым работам по ремонту сосудов, работающих под давлением, допускаются только сварщики, имеющие соответствующее удостоверение.

Емкость перед началом работ надежно заземляют.

Сварочное оборудование оборудуют устройствами автоматического отключения напряжения холостого хода при обрыве дуги.

Ацетиленовые генераторы при производстве временных газосварочных работ устанавливают не ближе 10 м от места сварки или резки металла. Ацетиленовые, пропан-бутан- и кислородные баллоны размещают не ближе 1 м от приборов отопления и 10 м от печей и других источников теплоты с открытым огнем. Сварочные горелки должны находиться на расстоянии не ближе 10 м от баллонов.

Внутри емкости электросварщик должен работать в соответствующих средствах защиты (в диэлектрических перчатках, галошах, изолирующем шлеме, в подлокотниках и наколенниках, на диэлектрическом коврике).

Поверх спецодежды надевается предохранительный пояс лямочного типа с прикрепленной сигнально-спасательной веревкой длиной не менее 10 м, свободный конец которой снаружи надежно закрепляется. Узлы на веревке располагаются на расстоянии 0,5 м один от другого. Пояс и веревка должны быть испытаны.

Для спуска исполнителей работ в емкость и подъема из нее применяются лестницы, соответствующие требованиям ГОСТа и Правил. Проверка исправности, устойчивости и надежности закрепления лестницы по месту проведения работ производится ответственным за проведение работ.

Рабочие, опускающиеся в емкость или поднимающиеся из нее, не должны держать в руках какие-либо предметы. Все необходимые для работы инструменты и материалы опускаются в емкость в сумке или другой таре отдельно, после спуска рабочих. Безопасность метода спуска определяется в наряде-допуске.

В емкости разрешается работать одному человеку. Если по условиям работы необходимо, чтобы в емкости одновременно находились два человека и более, следует разработать дополнительные меры безопасности, которые излагаются в наряде-допуске.

За каждым работающим внутри емкости человеком постоянно наблюдает персональный дублер, который должен быть обеспечен соответствующей спецодеждой и сред-

ствами защиты органов дыхания. Все средства защиты исполнителей и дублеров перечисляются в наряде-допуске.

При работе внутри емкости двух человек и более, спасательные веревки располагаются в диаметрально противоположных направлениях. Должна быть заранее предусмотрена последовательность эвакуации людей из емкости при внезапном возникновении опасности.

16. Требования безопасности при эксплуатации подъемно-транспортных средств

16.1. Общие требования безопасности

В последнее время в различных отраслях народного хозяйства широко используется различная подъемно-транспортная техника: мостовые и козловые краны, автопогрузчики, средства малой механизации (конвейеры, лебедки, мототележки, блоки и др.).

Рабочая группа грузоподъемных устройств и транспортного оборудования часто является опасной зоной не только для обслуживающего персонала, но и для посторонних лиц. Опасности, которым в условиях могут подвергаться люди, связаны в основном с непреднамеренным контактом с движущимися частями оборудования и возможным ударом от падающих предметов при обрыве поднимаемого груза, при высыпании его части, а также с падением самого оборудования, наездами и столкновениями.

Безопасность персонала при эксплуатации подъемно-транспортного оборудования и машин обеспечивается следующими метода:

- определение размера опасной зоны подъемно-транспортного оборудования и машин (ПТМ);
- расчет на прочность канатов и грузозахватных устройств (ГЗУ);
- определение устойчивости кранов;
- применение специальных устройств обеспечения безопасност;
- регистрация, техническое освидетельствование и испытание подъемно-транспортного оборудования, машин и грузозахватных устройств.

Радиус опасной зоны зависит от высоты подъема груза и длины пути перемещения оборудования с грузом. Радиус окружности, в пределах которой может упасть груз, определяется по формуле

$$R = r_c + 0{,}5l_r + 0{,}3H,$$

где r_c - вылет стрелы крана от оси его поворота (для мостовых и козловых кранов $r_c = 0$), м; l_r - наибольший линейный размер груза (при подъеме длинномерных грузов по вертикали их отлет связан с падением на всю длину), м; H - высота подъема груза, м.

Определив радиус R и зная длину L пути перемещения подъемно - транспортной машины (ПТМ), можно определить опасную зону возможного падения груза, которое может произойти при обрыве каната, срыве грузозахватных устройств (ГЗУ), плохом закреплении груза.

Для защиты от травмирования человека механизмами приводов ПТМ (зубчатые, цепные, червячные передачи, валы механизмов ПТМ, соединительные муфты, барабаны, ходовые колеса и т. п.) применяются средства, аналогичные средствам защиты, используемым для технологического оборудования, прежде всего ограждения.

Расчет канатов на прочность осуществляется по формуле

$$K > PS$$

где *К* - коэффициент запаса прочности каната при разрывном усилии; *Р*-допустимое разрывное усилие каната, Н (кгс), определяемое по сертификату на канат; S - наибольшее натяжении каната (без учета динамических нагрузок), Н (кгс).

Величина *К* определяется правилами и зависит от типа каната и ПТМ, условий работы каната. Так, для промышленных кранов в зависимости от условий работы каната *К* = 3,5 - 6, для грузовых лифтов без проводника — 8-13, для грузовых лифтов с проводником и пассажирами 9-15.

С целью уменьшения износа и повреждения канатов их покрывают защитной смазкой.

При передвижении стреловые краны должны обладать достаточной для их безопасной работы устойчивостью. Условия устойчивости кранов: удерживающий момент должен быть больше опрокидывающего момента сил, действующих относительно вертикальной оси крана, проходящей через центр его тяжести. Расчет устойчивости кранов осуществляется методами теоретической механики при положений крана с грузом (грузовая устойчивость) и при рабочем положение крана без груза в условиях неблагоприятных ветровых нагрузок (собственная устойчивость). Устойчивость кранов определяется коэффициентами грузовой и собственной устойчивости крана.

Коэффициент грузовой устойчивости — это отношение момента относительно оси опрокидывания, создаваемого весом всех частей крана с учетом всех дополнительных нагрузок (ветровой, инерционной, торможения), и момента, создаваемого рабочим грузом при работе крана с учетом уклона местности или пути крана.

Коэффициент собственной устойчивости — это отношение момента относительно оси опрокидывания, создаваемого весом всех частей крана с учетом уклона местности и пути в сторону опрокидывания, и момента, создаваемого ветровой нагрузкой при нерабочем состоянии крана (без груза).

По *правилам* значения этих коэффициентов должны быть не менее 1,15. Для каждого вылета стрелы крана установлены предельные значения веса поднимаемого груза, которые нельзя превышать, так как возможно опрокидывание крана.

Специальные устройства безопасности подразделяются за устройства, обеспечивающие безопасные весовые и нагрузочные характеристики, и устройства, обеспечивающие безопасное передвижение груза.

К *устройствам, обеспечивающим безопасные весовые и нагрузочные характеристики,* относятся тормоза и остановы, ограничители грузоподъемности и грузового момента, противоугонные устройства.

Тормоза могут предназначаться для остановки механизма (стопорные), ограничения скорости подъема и спуска груза (спускные). По конструктивному выполнению они аналогичны тормозам, применяемым в технологическом оборудовании, а по принципу действия автоматические (вступающие в работу при отключении двигателя механизма) и управляемые (включаемые при воздействии на орган управления). Наиболее часто на ПТМ используются колодочные стопорные тормоза.

Остановы используют для удержания груза на весу. Одним из наиболее распространенных остановов является храповой останов.

Ограничители грузоподъемности автоматически отключают механизм подъема груза, масса которого превышает предельное значение более чем на 10 %. В стреловых кранах с переменной грузоподъемностью, зависящей от вылета стрелы, применяют *ограничители грузового момента,* учитывающие не только вес поднимаемого груза, но и величину вылета стрелы.

Имеется много видов ограничителей, различающихся по принципу действия и конструктивному исполнению.

На рис. 16.1 показаны устройства безопасности башенного крана.

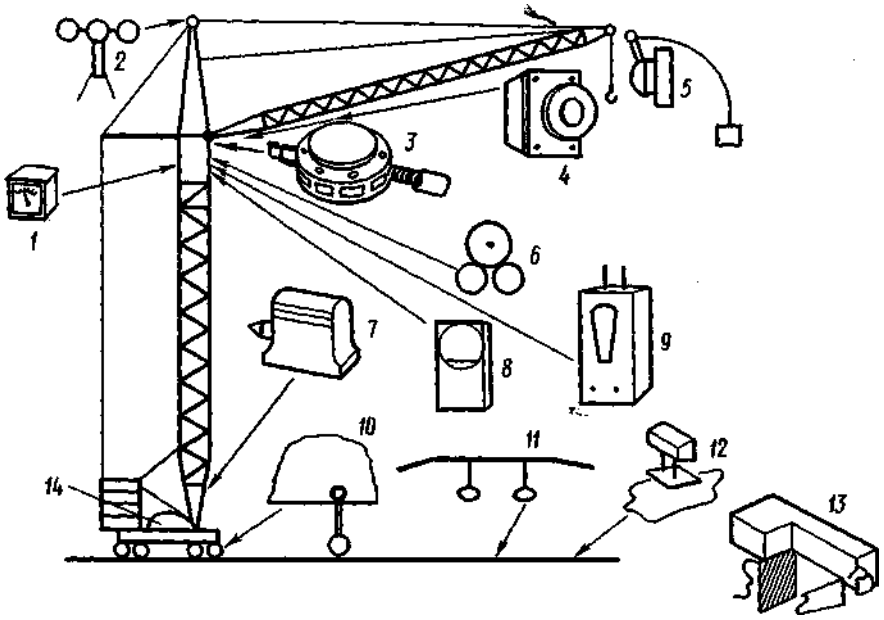


Рис. 16.1. **Приборы и устройства безопасности башенного крана:**

/— приборы сигнализации и отключения крана вблизи линии электропередач; 2— анемометр; 3— датчик усилий ограничителя грузоподъемности; 4— датчик ограничителя угла подъема стрелы; 5— концевой выключатель ограничителя высоты подъема крюка; 6— звуковой сигнал; 7— концевой выключатель ограничителя поворота башни; 8— панель сигнализации ограничителя грузоподъемности; 9— релейный блок ограничителя грузоподъемности; 10— концевой выключатель ограничителя передвижения крана; 11— инвентарная путевая линейка; 12—тупиковые упоры; 13—противоугонные устройства; 14—тормоз

На стреловых кранах, грузоподъемность которых меняется при разных вылетах стрелы, применяются *указатели грузоподъемности.*

Противоугонные устройства предназначаются для удержания крана, работающего на открытом воздухе, от самопроизвольного перемещения по рельсовому пути под действием ветра. Основным элементом противоугонных устройств являются рельсовые захваты (рельсозажимные клещи), посредством которых кран вручную или автоматически закрепляется за рельсы.

Применяются и другие устройства безопасности: блокировка люка и дверки кабины в мостовых кранах, ограничители поворота на башенных кранах, измерители крена на самоходных кранах, ограничители перекоса на мостовых кранах и др.

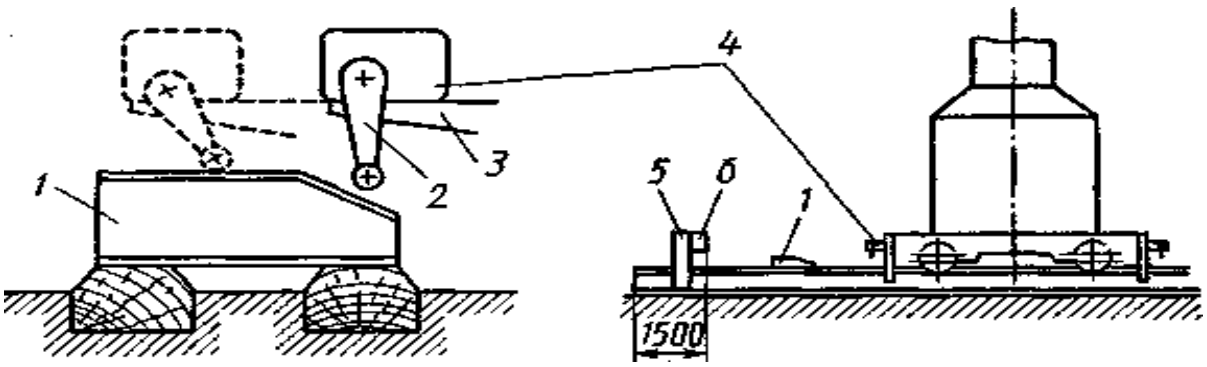


Рис. 16.2. **Ограничитель передвижения башенного крана:**

/—упор; *2* — рычаг выключателя; *3* — рычажный конечный выключатель; *4* — кронштейн рамы ведущей ходовой тележки крана; 5 — тупики; *6* — амортизирующие упоры

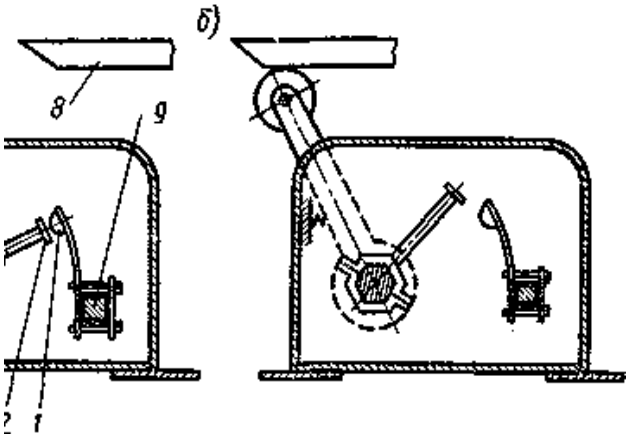


Рис. 16.3. **Концевой выключатель рычажного типа:**

а - электрическая цепь замкнута: б - электрическая цепь разомкнута: / - пластинки: 2 - сегменты вала; *3*- чугунные держател; 4- изолированный зал: 5 - металлический ящик; 6 -пружина; 7 —ролик: *8* — упорная линейка; 9 — стойка

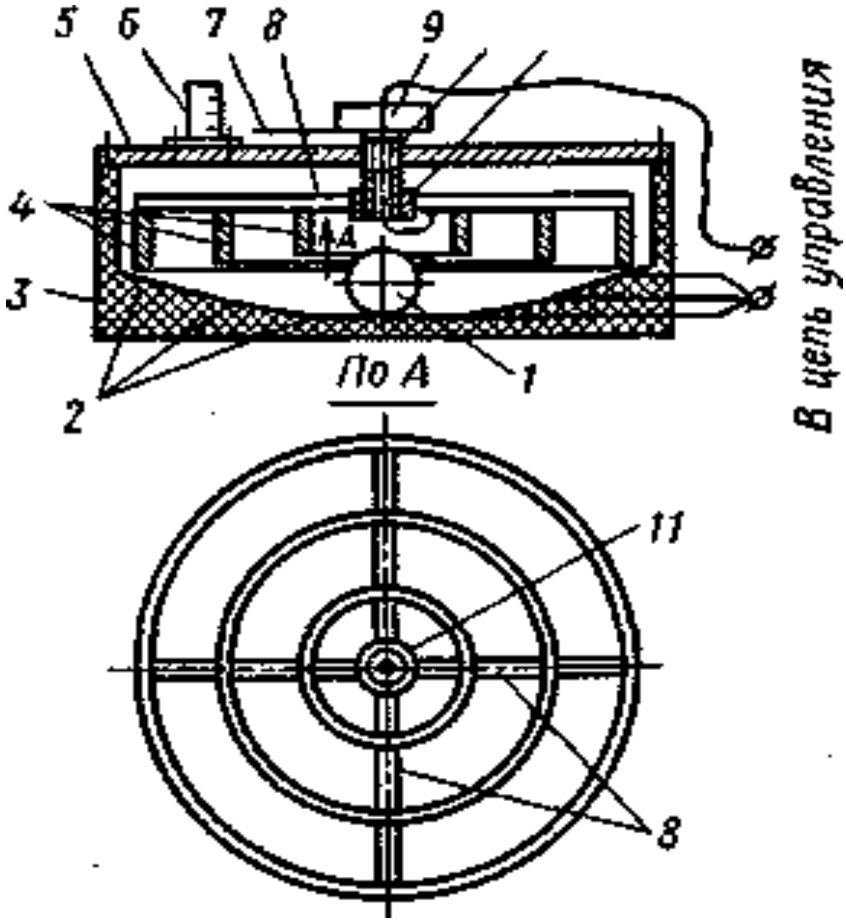


Рис. 16.4. **Ограничитель угла наклона стрелового грузоподъемного крана:**

1 — контактный шарик; *2* — нижние кольцевые контакты; *3* — корпус; *4* — верхние кольцевые контакты; *5* — крышка; *6* — шкала; 7 — стрелка-указатель; 8 – крестовина; 9 – ручка; 10 – винт; 11 – изоляционная втулка

Грузозахватные приспособления (крюки, электромагнитные шайбы, грейферы, подхваты и захваты) являются особо ответственными деталями крана и изготавливаются под форму перемещаемых грузов. Периодический контроль за состоянием рабочих поверхностей (износ, отсутствие трещин и дефектов) обеспечивает безопасность при эксплуатации транспортных устройств.

Регистрация, техническое освидетельствование и испытание ПТМ и ГЗУ является важнейшим методом обеспечения подъемно-транспортного оборудования и подъемно-транспортных машин. Надзор за безопасностью ПТМ осуществляет Гостехнадзор.

Администрация предприятий обязана устанавливать постоянный надзор за состоянием грузоподъемных устройств, канатов, целей, сменных грузозахватных органов (крюков, грузоподъемных электромагнитов и т. п.), съемных грузозахватных приспособлений (стропов. клещей, траверс и т. п.) и уходом за ними и безопасностью эксплуатации. Правилами безопасности предусматривается проведение регламентированных испытаний грузоподъемных машин, представляющих с точкой зрения охраны труда наибольшую опасность среди всех подъемных транспортных машин.

Вновь установленные грузоподъемные машины должны быть подвергнуты до пуска в работу полному техническому освидетельствованию. Грузоподъемные машины, находящиеся в работе, должны подвергаться периодическому техническому освидетельствованию: частичному — не реже одного раза в год; полному — не реже одного раза в три года, за исключением редко используемых. Возможно внеочередное полное техническое освидетельствование грузоподъемной машины (после монтажа на новом месте, реконструкции, смены крюка, ремонта металлических конструкций грузоподъемной машины с заменой расчетных элементов и т. д.). При полном техническом освидетельствовании грузоподъемная машина должна подвергаться осмотру, статическому и динамическому испытанию. При частичном техническом освидетельствовании статические и динамические испытания не проводятся.

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

Цель статических испытаний - проверка прочности металлических конструкций грузоподъемных машин и устойчивости противоопрокидывания (для стреловых кранов). Статические испытания кранов производят нагрузкой, на 25 % превышающей его грузоподъемность. Кран устанавливают над опорами крановых путей, а его тележку (тележки) — в положение, отвечающее наибольшему прогибу. На стреловом кране стрела устанавливается относительно ходовой платформы в положение, соответствующее наименьшей устойчивости крана. Крюком или заменяющим его устройством захватывается груз и поднимается на высоту 200-300 мм (при стреловом кране — 100-200 мм) с последующей выдержкой в таком положении в течение 10 мин. По истечении 10 мин груз опускают и проверяют наличие или отсутствие остаточной деформации моста крана (при стреловых кранах груз не должен опуститься на землю, не должны появиться трещины, деформации и т. п.).

Динамическое испытание грузоподъемных машин производится грузом, на 10 % превышающим грузоподъемность машины, и имеет целью проверку действия механиз-

мов грузоподъемной машины и их тормозов. Допускается динамическое испытание осуществлять рабочим грузом. При динамическом испытании производят повторный подъем и опускание груза.

При техническом освидетельствовании стальные канаты (тросы) бракуют по числу обрывов проволок на длине одного шага свивки (сумма диаметров всех прядей каната) каната, при этом учитываются их конструкция, степень износа и коррозии, назначение, соотношение диаметра блока, огибаемого канатом, к диаметру последнего. При обнаружении оборванной пряди канат к эксплуатации не допускается.

16. 2. Требования безопасности к погрузочно-разгрузочным работам

Погрузочно-разгрузочные работы производят, как правило, механизированным способом согласно требованиям ГОСТ 12.3.009.

Работы по погрузке, разгрузке и перемещению тяжестей называют такелажными (совокупность приспособлений: тросов, канатов, цепей). К выполнению стропальных и такелажных работ допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинскую комиссию, обучение и проверку знаний по безопасности труда, пожарной безопасности и оказанию первой помощи и имеющие удостоверение на право производства таких работ. Повторный инструктаж этих лиц проводится не реже одного раза в три месяца. Если к зацепке и обвязке грузов привлекают подсобных рабочих, то стропальщик является старшим и ответственным за производство работ. Допуск к такелажным работам крановщиков, машинистов, слесарей, стропальщиков оформляется приказом по цеху или предприятию.

При выполнении такелажных работ вручную предельная норма переноски тяжестей для мужчин 50, для женщин 20 кг. Подростки и женщины допускаются только к работам по перемещению штучных (кирпич, легкая арматура и т. п.) и навалочных (песок, гравий и т. п.) грузов, пустой тары, пиломатериалов; работа производится в спецодежде и рукавицах. Ручные работы выполняют под руководством специально выделенного лица. Участвующие в работе всегда должны находиться вне зоны возможного падения грузов. Нельзя также оставлять груз на наклонной плоскости.

Согласно ГОСТ 12.3.009 погрузочно-разгрузочные работы выполняют в соответствии с технологическими картами, проектами производства работ и технологическими инструкциями, содержащими требования безопасности при производстве работ данного вида.

Способы укладки грузов должны обеспечивать: устойчивость штабелей, пакетов и грузов, находящихся в них; безопасность работающих на штабеле или около него; возможность применения и нормального функционирования средств защиты

работников и пожарной техники, а также соблюдение требований к охранным зонам линий электропередачи, узлам инженерных коммуникаций и энергоснабжения.

Такелажные работы с грузом более 50 кг и подъемом груза на высоту более 3 м производятся только механизированным способом с помощью кранов, автопогрузчиков, электрических и ручных лебедок, талей, блоков, домкратов, полиспастов. Вспомогательными приспособлениями являются цепи, веревочные и стальные канаты (тросы), кольца, стропы, захваты, клещи, тара и др. Для крепления груза применяют канаты и калиброванные цепи. Для подвязки груза без узлов применяют стропы — отрезки гибких канатов сравнительно небольшой длины. Применяют только инвентарные стропы или специальные грузозахватные устройства, изготовленные по утвержденному проекту (чертежу). Способы строповки должны исключать возможность падения или скольжения застропованного груза. Стропы выбирают такой длины, чтобы угол между ветвями (в натянутом состоянии) не превышал 90°.

Запрещается устанавливать груз в местах временных перекрытий, залегания труб, газо - и паропроводов, кабелей и т. п., а также находиться на перемещаемом грузе. Запрещается также пользоваться неисправными или изношенными чалочными приспособлениями, срок испытания которых истек; поправлять ударами кувалды, лома и т. п. ветви стропов, которыми обвязан груз; удерживать руками или клещами соскальзывающие при подъеме груза стропы (необходимо сначала опустить груз на опору, а затем поправить подвязку); уравновешивать груз собственным весом.

Такелажные работы и перемещение опасных грузов (взрывчатых веществ; сжатых, сжиженных и растворенных под давлением газов; легковоспламеняющихся жидкостей, веществ и т. п.) по ГОСТ 19433-88 производят в специально отведенных местах в соответствии с требованиями правил техники безопасности.

16.3. Обеспечение безопасности при работе стреловых кранов вблизи линии электропередачи

Производство работ стреловыми кранами на расстоянии менее 30 м от подъемной выдвижной части крана в любом ее положении, а также от груза до вертикальной плоскости, образуемой проекцией на землю ближайшего провода воздушной линии электропередачи, находящейся под напряжением более 42 В, должно производиться по наряду-допуску, определяющему безопасные условия работы.

Работа стреловых кранов под неотключенными контактными проводами городского транспорта может производиться при соблюдении расстояния между стрелой крана и контактными проводами не менее 1000 мм.

Порядок работы кранов вблизи линии электропередачи, выполненной гибким кабелем, определяется владельцем линии.

Охранная зона **— это зона,** ***в которую запрещено попадание оголовка стрелы.*** Граница охранной зоны **— это** ***воображаемая вертикальная или горизонтальная плоскость, проходящая параллельно электролинии на расстоянии, зависящем от ее напряжения.***

Расстояние от подъемной или выдвижной части строительной машины в любом ее положении до вертикальной плоскости, образуемой проекцией на землю ближайшего провода, находящейся под напряжением воздушной линии электропередачи, должно быть не менее указанного ниже:

Напряжение воздушной линии, кВ	до 1 вкл.	св. 1 до 20	св. 20 до 35	св. 35 до 110	св. 110 до 220	св. 220 до 400	св. 400 до 750
Наименьшее расстояние в м	1,5	2,0	2,0	3,0	4,0	5,0	9,0

• Основные меры профилактики: производить работы без наряда-допуска вблизи линий электропередачи (ближе30 м) не допускается;

• следует заземлять стреловой кран переносным заземлителем до подъема стрелы из транспортного положения в рабочее;

• не допускается производить установку (уборку) выносных опор стрелового крана при нахождении крановщика в кабине крана;

• до начала производства работ необходимо проверить площадку на предмет отсутствия на ней электрических проводов и кабелей, проложенных с нарушением правил электробезопасности;

• неэлектротехнический персонал к подключению электрических кранов не допускается. Подключение могут производить только лица из электротехнического персонала с группой по электробезопасности не ниже III.

Заземление крана осуществляют до начала установки выносных опор и подъема стрелы из транспортного положения. Снятие заземления производят после установки стрелы крана в транспортное положение.

При установке выносных опор и их уборке машинист крана должен находиться вне кабины.

В практике нередки случаи, когда машинист крана в момент установки (уборки) выносных опор начинает выводить стрелу из транспортного положения (или наоборот) или производить поворот башни (стрелы), что делается с целью ускорить производство работ, забывая при этом о безопасности стропальщиков.

17.Безопасность эксплуатации систем, находящихся под давлением

17.1. Причины аварий. Герметичность устройств и установок

Анализ причин аварий показывает, что разгерметизация устройств и установок происходит в результате действия ряда факторов, которые можно условно разделить на две группы: эксплуатационные (протекание побочных процессов в устройствах и установках, приводящих к ослаблению прочности конструкции; образование взрывчатых смесей; неправильная эксплуатация и др.) и технологические (дефекты при изготовлении, монтаже, транспортировании и хранении устройств).

Действие технологических факторов может привести к нарушению герметичности за счет ослабления прочности конструкции или непосредственно (трещины, прожоги), поэтому с целью своевременного обнаружения дефектов применяют различные технические методы контроля за изготовлением и состоянием устройств и установок.

Герметичность — это непроницаемость жидкостями и газами стенок и соединений, ограничивающих внутренние объемы устройств и установок.

Принцип герметичности используют практически во всех устройствах и установках, в которых в качестве рабочего тела применяют жидкость или газ. Устройства и установки, в которых в процессе работы используется принцип герметичности, можно сокращенно назвать герметичными.

В ряде случаев нарушение герметичности, т. е. разгерметизация устройств и установок, не только нежелательна с технической точки зрения, но и опасна для обслуживающего персонала и производства в целом. Нарушение герметичности может быть связано со взрывом (взрыв может являться следствием нарушения герметичности или нарушение герметичности может стать причиной взрыва).

При разгерметизации создаются опасные и вредные производственные факторы, зависящие от физико-химических свойств рабочей среды, т. е. возникает опасность получения ожогов под воздействием высоких или низких температур (термические ожоги) и из-за агрессивности среды (химические ожоги); травматизма, связанного с высоким давлением газа в системе (нарушение герметичности баллона с газом); отравления, связанные с применением инертных и токсичных газов, и др.

Таким образом, принцип герметичности, используемый при организации рабочего процесса ряда устройств и установок, является важным с точки зрения безопасности их эксплуатации. Из множества герметичных устройств и установок можно выделить те, которые наиболее широко применяются в промышленности. К ним следует отнести следующие устройства.

Трубопроводы. Жидкости и газы, транспортируемые по трубопроводам, разбиты на следующие укрупненные группы, в соответствии с которыми установлена опознавательная окраска трубопроводов (вода — зеленый, пар — красный, воздух — синий, газы горючие и негорючие — желтый, кислоты — оранжевый, щелочи — фиолетовый, жидкости горючие и негорючие — коричневый, прочие вещества — серый).

Чтобы выделить вид опасности, на трубопроводы наносят предупреждающие (сигнальные) цветные кольца. Кольца красного цвета обозначают, что транспортируются взрывоопасные, огнеопасные, легковоспламеняющиеся вещества; зеленого цвета — безопасные или нейтральные вещества; желтого — вещества токсичные. Кроме того, кольца желтого цвета указывают на другие виды опасностей: например, глубокий вакуум, высокое давление, наличие радиации и т. д.

Баллоны для хранения и перевозки сжатых, сжиженных и растворенных газов при температурах 223-333 К. Баллоны изготовляют малой вместимости (0,4-12 л), средней (20-50 л) и большой вместимости (80-500 л). Баллоны малой и средней вместимости изготовляют на рабочие давления 10, 15 и 20 МПа — из углеродистой стали и на рабочие давления 15 и 20 МПа из легированной стали.

Сосуды для сжиженных газов. Сжиженные газы хранят и перевозят в стационарных и транспортных сосудах (цистернах), снабженных высокоэффективной тепловой изоляцией.

Для хранения и транспортирования криогенных продуктов (азота, аргона, кислорода и воздуха) изготовляют криогенные сосуды.

На цилиндрическую часть внутреннего сосуда наносят ленточный двухслойный теплоизоляционный материал толщиной 20-35 мм в зависимости от типоразмера сосуда. Воздух из межстенного пространства откачивается до давления $133 \cdot 10^{-4}$ Па (10^{-4} мм рт. ст.). Внутри вакуумного пространства размещена камера с отрегенерированным адсорбентом для поглощения остаточных газов и понижения остаточного давления в межстенном пространстве. Наружную поверхность сосуда окрашивают серебристой или белой эмалью и посередине наносят отличительную полосу с наименованием криопродукта.

Газгольдеры. Они могут быть низкого (постоянного) и высокого (переменного) давления. Газгольдеры высокого давления служат для создания запаса газа высокого давления. Расходуемый из них газ проходит через редуктор, который понижает давление газа до требуемой величины и поддерживает его постоянным (обычно менее 1,5 МПа) в течение всего времени подачи газа в трубопровод потребителя (на резку металла, в мартеновскую печь и т. д.). Газгольдеры высокого давления обычно собирают из баллонов большого объема, изготовляемых на рабочее давление меньше 25 МПа и на 32 и 40 МПА.

Газгольдеры низкого давления имеют большой объем (10^6-3-10^7 л) и применяются для хранения запаса газа, сглаживания пульсаций, выдачи газов, отделения механических примесей и других целей.

Кроме герметичных устройств и установок, рассмотренных выше, в промышленности широко применяют сосуды, предназначенные для ведения химических и тепловых процессов, компрессоры, котлы.

Коррозия — разрушение металла, начинающееся на поверхности под действием среды, омывающей металл. Коррозионные процессы отличаются большой сложностью и зависят от активности среды и коррозирующего материала, температурного режима и давления, наличия в среде ингибиторов и стимуляторов.

При коррозии происходит равномерное утонение стенки, которое нелегко обнаружить. Утонение стенки может привести к внезапному взрыву.

Образование накипи. Во многих установках в качестве теплоносителя используется вода. При нагревании воды может образовываться накипь. Это приводит к ухудшению теплообмена и в конечном счете может привести к аварии.

Образование системы «горючее-окислитель». В процессе эксплуатации ряда устройств и установок (например, баллонов или резервуаров для хранения горючих жидкостей и газов, трубопроводов для их транспортирования, установок для разделения газовых смесей методом охлаждения, компрессоров и т. д.) образование системы «горючее-окислитель» может привести к взрыву.

Существуют три принципа предотвращения взрывов. К ним относятся: исключение образования горючих систем, предотвращение инициирования горения, локализация очага горения в пределах определенного устройства, способного выдержать последствия горения.

Гидравлическому испытанию подлежат все сосуды после их изготовления. Сосуды, изготовление которых заканчивается на месте установки, транспортируемые на место монтажа частями, подвергаются гидравлическому испытанию на месте монтажа.

Гидравлическое испытание сосудов, за исключением литых, должно проводиться *пробным давлением* $P_{пр}$, определяемым по формуле

$$P_{пр}=1,25P[\sigma]_{20}/[\sigma]_t,$$

где P - расчетное давление сосуда, МПа; $[\sigma]_{20}$ и $[\sigma]_t$ — допускаемые напряжения для материала сосуда или его элементов соответственно при +20 °С и расчетной температуре, МПа. Отношение $[\sigma]_{20}/[\sigma]_t$ принимается по материалу элементов (обечаек, днищ, фланцев, крепежа, патрубков и др.) сосуда, для которого оно является наименьшим.

Гидравлическое испытание деталей, изготовленных из литья, должно проводиться пробным давлением, вычисляемым по формуле

$$P_{пр}=1,5P[\sigma]_{20}/[\sigma|_t,$$

Гидравлическое испытание сосудов и деталей, изготовленных из неметаллических материалов с ударной вязкостью более 20 Дж/см^2, проводится пробным давлением, определяемым по формуле

$$P_{пр}=1,3P[\sigma]_{20}/[\sigma]_t.$$

Гидравлическое испытание сосудов и деталей, изготовленных из неметаллических материалов с ударной вязкостью 20 Дж/см^2 и менее, производится пробным давлением, определяемым по формуле

$$P_{пр}=1,6P[\sigma]_{20}/[\sigma]_t.$$

Для гидравлического испытания сосудов должна применяться вода с температурой не ниже +5 °С и не выше +40 °С, если в технических условиях не указано конкретное значение температуры.

Давление при проведении гидравлического испытания следует повышать плавно с определенной скоростью, которая должна быть указана в технической документации. Использование сжатого воздуха или другого газа для подъема давления не допускается. Давление при испытании должно контролироваться двумя манометрами одного типа, предела измерения, одинаковых классов точности и цены деления.

17.2. Требования к баллонам для сжиженных и сжатых газов

Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утвержденные постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь 2 7 декабря 200 5 г. № 56, устанавливают требования промышленной безопасности к проектированию, конструированию, изготовлению, реконструкции, монтажу, наладке, ремонту, техническому диагностированию и эксплуатации сосудов, цистерн, баллонов, барокамер, работающих под избыточным давлением (далее — сосуды) и *распространяются* на:

сосуды, работающие под давлением воды с температурой выше 115°С или другой жидкости с температурой, превышающей температуру кипения при давлении 0,07 МПа (0,7 бар), без учета гидростатического давления;

- сосуды, работающие под давлением пара или газа свыше 0,07 МПа (0,7 бар);
- баллоны, предназначенные для транспортирования и хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов под давлением свыше 0,07 МПа (0,7 бар);
- цистерны и бочки для транспортирования и хранения сжатых и сжиженных газов, давление паров которых при температуре до 50°С превышает давление 0,07 МПа (0,7 бар);
- цистерны и сосуды для транспортирования или хранения сжатых, сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в которых давление выше 0,07 МПа (0,07 бар), создается периодически для их опорожнения;
- барокамеры.

Правила не распространяются на:

- сосуды, изготавливаемые в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок, а также сосуды, работающие с радиоактивной средой;
- сосуды вместимостью не более 0,025 м^3 (25 л) независимо от давления, используемые для научно-экспериментальных целей;

• сосуды и баллоны вместимостью не более 0,025 $м^3$ (25 л), у которых произведение давления в МПа (бар) на вместимость в $м^3$ (литрах) не превышает 0,02 (200);

• сосуды, работающие под давлением, создающимся при взрыве внутри них в соответствии с технологическим процессом;

• сосуды, работающие под вакуумом;

• воздушные резервуары тормозного оборудования подвижного состава железнодорожного транспорта, автомобилей и других средств передвижения;

• приборы парового и водяного отопления;

• трубчатые печи;

• сосуды, состоящие из труб с внутренним диаметром не более 150 мм без коллекторов, а также с коллекторами, выполненными из труб с внутренним диаметром не более 150 мм

• части машин, не представляющие собой самостоятельных сосудов (корпуса насосов или турбин, цилиндры двигателей паровых, гидравлических, воздушных машин и компрессоров);

• неотключаемые, конструктивно встроенные (установленные на одном фундаменте с компрессором) промежуточные холодильники и масловлагоотделители компрессорных установок, воздушные колпаки насосов.

Барокамера — сосуд, оснащенный приборами и оборудованием и предназначенный для размещения в нем людей.

Баллон — сосуд, имеющий одну или две горловины для установки вентилей, фланцев или штуцеров, предназначенный для транспортирования, хранения и использования сжатых, сжиженных или растворенных под давлением газов.

Сосуд — герметически закрытая емкость, предназначенная для ведения химических, тепловых и других технологических процессов, а также для хранения и транспортирования газообразных, жидких и других веществ.

Резервуар — стационарный сосуд, предназначенный для хранения газообразных, жидких и других веществ.

Вместимость — объем внутренней полости сосуда, определяемый по заданным на чертежах номинальным размерам.

Внутреннее (наружное) давление — давление, действующее на внутреннюю (наружную) поверхность стенки сосуда.

Избыточное давление — разность абсолютного давления и давления окружающей среды, показываемого барометром.

Пробное давление — давление, при котором производится испытание сосуда.

Рабочее давление — максимальное внутреннее избыточное или наружное давление, возникающее при нормальном протекании рабочего процесса, без учета до-

пустимого кратковременного превышения давления во время действия предохранительного клапана или других предохранительных устройств.

Расчетное давление — давление, на которое производится расчет на прочность.

Техническое диагностирование — определение технического состояния объекта. Задачи технического диагностирования — контроль технического состояния, поиск места и определение причин отказа (неисправности), прогнозирование технического состояния или остаточного ресурса.

Техническое освидетельствование — комплекс работ по техническому диагностированию в объеме контроля технического состояния сосуда, выявление дефектов, износа и повреждения его элементов, разработка мер по устранению и восстановлению работоспособности сосуда, соответствие его правилам и определение возможности дальнейшей эксплуатации.

Баллоны для сжатых, сжиженных и растворенных газов вместимостью более 100 л снабжаются паспортом, и на них устанавливается предохранительный клапан, Боковые штуцера вентилей для баллонов, наполняемых водородом и другими горючими газами, должны иметь левую резьбу, а для баллонов, наполняемых кислородом и другими негорючими газами, — правую резьбу.

На верхней сферической части каждого баллона должны быть выбиты и отчетливо видны следующие данные: товарный знак изготовителя; номер баллона; фактическая масса порожнего баллона; дата изготовления и год следующего освидетельствования; рабочее давление; пробное гидравлическое давление; объем (вместимость) баллонов; клеймо ОТК изготовителя, номер стандарта для баллонов вместимостью свыше 55 л.

Наружная поверхность баллонов должна быть окрашена (табл. 17.1).

Таблица 17.1. **Окраска и нанесение надписей на баллоны**

Наименование газа	Окраска баллонов	Текст	Цвет надписи	Цвет полосы
Азот	Черная	Азот	Желтый	Коричневый
Аммиак	Желтая	Аммиак	Черный	-
Аргон технический	Черная	Аргон технический	Синий	Синий
Ацетилен	Белая	Ацетилен	Красный	-
Бутилен	Красная	Бутилен	Желтый	Черный
Бутан	Красная	Бутан	Белый	-
Водород	Темно-зеленая	Водород	Красный	-
Воздух	Черная	Сжатый воздух	Белый	-
Гелий	Коричневая	Гелий	Белый	-
Кислород	Голубая	Кислород	Черный	-
Сероводород	Белая	Сероводород	Красный	Красный
Сернистый ангидрид	Черная	Сернистый ангидрид	Белый	Желтый
Углекислота	Черная	Углекислота	Желтый	-
Хлор	Защитная	-	-	Зеленый

Этилен	Фиолетовая	Этилен	Красный	-
Все другие горючие газы	Красная	Наименование газа	Белый	-
Все другие негорючие газы	Черная	Наименование газа	Желтый	

Сосуды должны подвергаться техническому освидетельствованию после монтажа до пуска в работу, периодически в процессе эксплуатации и в необходимых случаях — внеочередному освидетельствованию.

Объем, методы и периодичность технических освидетельствований сосудов (за исключением баллонов) должны быть определены изготовителем и указаны в инструкциях по монтажу и эксплуатации.

Техническое освидетельствование сосудов, не регистрируемых в органе технадзора (табл. 17.2), проводится лицом, ответственным по надзору за исправным состоянием и безопасной эксплуатацией сосудов.

Таблица 17.2. **Периодичность технических освидетельствований сосудов, находящихся в эксплуатации и не подлежащих регистрации в органе**

Наименование	Наружный и внутренний осмотры	Гидравлическое испытание пробным давлением
Сосуды, работающие со средой, вызывающей разрушение и физико-химическое превращение материала (коррозия и т. п.) со скоростью не более 0,1 мм/год	4 года	8 лет
Сосуды, работающие со средой, вызывающей разрушение и физико-химическое превращение материала (коррозия и т. п.) со скоростью более 0,1 мм/год	2 года	8 лет

Первичные, периодические и внеочередные технические освидетельствования сосудов, регистрируемых в органе технадзора (табл. 17.3), проводятся экспертом этого органа.

Таблица 17.3. **Периодичность технических освидетельствований сосудов, зарегистрированных в органе технадзора**

Наименование	Ответственным по надзору	Экспертом органа технадзора или специалистом организации, имеющей разрешение органа технадзора	
	наружный и внутренний осмотры	наружный и внутренний осмотры	гидравлическое испытание пробным давлением
Сосуды, работающие со средой, вызывающей разрушение и физико-химическое превращение материала (коррозия и т. п.) со скоростью не более 0,1 мм/год	2 года	4 года	8 лет

Сосуды, работающие со сре дой, вызывающей разрушение и физи ко-химическое превращение материал (коррозия и т. п.) со скоростью боле 0,1 мм/год	12 меся цев	4 го да	8 лет
Регенеративные подогревател высокого и низкого давления, бойлеры деаэраторы, ресиверы и расширител продувки электростанций концерн «Белэнерго»	После каждого капитального ремонта, но не реже одного раза в 6 лет	Внутренний осмотр и гидравлическое испытание после двух капитальных ремонтов, но не реже одного раза в 12 лет	

Таблица 17.4. **Периодичность технических освидетельствований баллонов, находящихся в эксплуатации, не подлежащих регистрации в органе технадзора**

Наименование	Наружный и внутренний осмотры	Гидравлическое испытание пробным давлением
Баллоны, находящиеся в эксплуатации для наполнения газами, вызывающими разрушение и физико-химическое превращение материала (коррозия и т. п.):		
со скоростью не более 0,1 мм/год;	5 лет	5 лет
со скоростью более 0,1 мм/год	2 года	2 года
Баллоны, предназначенные для обеспечения топливом двигателей транспортных средств, на которых они установлены:	5 лет	5 лет
а) для сжатого газа:	3 года	3 года
изготовленные из легированных сталей и металлокомпозитных материалов;	2 года	2 года
изготовленные из углеродистых сталей и металлокомпозитных материалов;	2 года	2 года
изготовленные из неметаллических материалов		
б) для сжиженного газа		
Баллоны, установленные стационарно, а также установленные постоянно на передвижных средствах, в которых хранятся сжатый воздух, кислород, аргон, азот, гелий с температурой точки росы -35 °С и ниже, замеренной при давлении 15 МПа (150 бар) и выше, а также баллоны с обезвоженной углекислотой	10 лет	10 лет
Баллоны со средой, вызывающей разрушение и физико-химическое превращение материалов (коррозия и т. п.) со скоростью менее 0,1 мм/год, в которых давление выше 0,07 Мпа (0,7 бар) создается периодически для их опорожнения	10 лет	10 лет
Баллоны, предназначенные для пропана или бутана, с толщиной стенки менее 3 мм, вместимостью 55 л, со скоростью не более 0,1 мм/год	10 лет	10 лет

Периодические технические освидетельствования сосудов могут проводить эксперты предприятий, имеющие специальное разрешение органа технадзора.

Техническое освидетельствование баллонов, находящихся в эксплуатации и не подлежащих регистрации в органе технадзора (табл. 17.4), проводится лицом, от-

ветственным по надзору за исправным состоянием и безопасной эксплуатацией баллонов. Периодичность технических освидетельствований баллонов, регистрируемых в органе технадзора, приведена в табл. 17.5.

Таблица 17.5. **Периодичность технических освидетельствований сосудов, зарегистрированных в органе технадзора**

Наименование	Ответственным по надзору	Экспертом органа технадзора или специалистом организации, имеющей разрешение органа технадзора	
	наружный, внутренний осмотры	наружный и внутренний осмотры	гидравлическое испытание пробным давлением
Баллоны, установленные стационарно, а также установленные постоянно на передвижных средствах,в которых хранятся кислород, азот, аргон и гелий с пературой точки росы -35 °С и ниже, замеренной при давлении 15 МПа(150 бар) и выше, а также обезвоженной углекислотой	-	10 лет	10 лет
Все остальные баллоны: со средой, вызывающей разрушение и физико-химическое превращение материала (коррозия и т.п.), скоростью не более 0,1 мм/г; со средой, вызывающей разрушение и физико-имическое превращение материала (коррозия и т.п.) со скоростью более 0,1 мм/год	2 года 12 месяцев	4 года 4 года	8 лет 8 лет

Освидетельствование баллонов включает: осмотр внутренней и наружной поверхности баллонов; проверку массы и вместимости; гидравлическое испытание пробным рабочим давлением.

Осмотр баллонов производится с целью выявления на их стенках коррозии, трещин, плен, вмятин и других повреждений (для установления пригодности баллонов к дальнейшей эксплуатации). Баллоны, в которых при осмотре наружной и внутренней поверхности выявлены трещины, плены, вмятины, отдушины, раковины

и риски глубиной более 10 % от номинальной толщины стенки, надрывы и выщербления, износ резьбы горловины и отсутствуют некоторые паспортные данные, должны быть выбракованы.

Емкость баллона определяют по разности между весом баллона, наполненного водой, и весом порожнего баллона или с помощью мерных бачков.

Баллоны с газом, устанавливаемые в помещениях, должны находиться на расстоянии не менее 1 м от радиаторов отопления и других отопительных приборов и печей и не менее 5 м от источников тепла с открытым огнем.

При эксплуатации баллонов находящийся в них газ запрещается расходовать полностью. Остаточное давление газа в баллоне должно быть не менее 0,05 МПа (0,5 бар).

Баллоны с газами могут храниться как в специальных помещениях, так и на открытом воздухе. В последнем случае они должны быть защищены от атмосферных осадков и солнечных лучей. Складское хранение в одном помещении баллонов с кислородом и горючими газами запрещается. Склады для хранения баллонов, наполненных газами, должны быть одноэтажными с покрытиями легкого типа и не иметь чердачных помещений. Стены, перегородки, покрытия складов для хранения газов должны быть из несгораемых материалов не ниже II степени огнестойкости; окна и двери должны открываться наружу. Оконные и дверные стекла должны быть матовые или закрашены белой краской. Полы складов должны быть ровные, с нескользкой поверхностью, а складов для баллонов с горючими газами — с поверхностью из материалов, исключающих искрообразование при ударе о них какими-либо предметами.

Оснащение складов для баллонов с горючими газами должно отвечать нормам для помещений, опасных в отношении взрывов.

Склады для баллонов, наполненных газом, должны иметь естественную или искусственную вентиляцию в соответствии с требованиями санитарных норм проектирования.

Перемещение баллонов в пунктах наполнения и потребления газов необходимо производить на специально приспособленных для этого тележках или с помощью других устройств.

Руководители и специалисты, занятые проектированием, конструированием, изготовлением, реконструкцией, модернизацией, монтажем, наладкой, ремонтом, техническим диагностированием и эксплуатацией сосудов должны быть аттестованы на знание Правил. Повторную проверку знаний указанные специалисты должны проходить один раз в три года и не реже одного раза в пять лет повышать свою квалификацию.

К обслуживанию сосудов могут быть допущены лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, обученные по соответствующей программе, аттестованные и имеющие удостоверение на право обслуживания сосудов и удостоверение по охране труда установленного образца. Периодическая проверка знаний персонала, об-

служивающего сосуды, должна проводиться в комиссии организации не реже одного раза в 12 месяцев.

Рекомендуемая литература:

1. Конституция Республики Беларусь 1994 г. (с изменениями и дополнениями, принятыми на республиканских референдумах 24 ноября 1996 г. и 17 октября 2004 г.). — Минск: Амалфея, 2005.

2. Об охране труда: Закон Республики Беларусь от 23.06.2008 г. № 356-З// Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. — 2008. — № 2.

3. Трудовой кодекс Республики Беларусь (с изменениями и дополнениями, принятыми 6 января 2009 г.) — Минск: Национальный центр правовой информации Республики Беларусь, 2009.

4. *Лазаренков, А. М.* Охрана труда в энергетической отрасли: учебник / А. М. Лазаренков, Л. П. Филянович. — Минск: БНТУ, 2006. — 582 с.

5. *Лазаренков, А. М.* Охрана труда в энергетической отрасли: учебник / А. М. Лазаренков, Л. П. Филянович, В.П. Бубнов. — Минск: ИВЦ Минфина, 2010. — 655 с.

6. ГОСТ 12.0.002 — 2003. ССБТ. Термины и определения. —Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 2003. — 8с.

7. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ». — Минск: Минздрав Республики Беларусь, 2009. — 148 с.

8. *Челноков, А.А.* Охрана труда : учеб. пособие / А.А. Челноков, Л.Ф. Ющенко, - 4- изд., и доп. – Минск : Выш. шк., 2009, - 403 с.

9. *Михнюк, Т.Ф.* Охрана труда : учебник для студентов высших учебных заведений / Т.Ф. Михнюк. – Минск : ИВЦ Минфина, 2009. – 345 с.

10. **Экзамен** по охране труда : практ. пособие для рук. / сост.А.В. Семич, В.П. Семич. – 2-е., доп. и перераб. – Минск : Центр охраны труда и пром. безопасности, 2008. – 403 с.

11. *Крыжановский, И.Ю.* Охрана труда : учеб. пособие для учащихся учреждений, обеспечивающих получение проф. – техн. образования / И.Ю. Крыжановский. - Минск : Беларусь, 2007. – 218 с.

12. Долин, П. А. Справочник по технике безопасности / П. А. Долин. Пб-е изд., перераб. и доп. ПМ. : Энергоатомиздат, 1985. 0824с.

13. Долин, П. А. Основы техники безопасности в электроустановках : учеб, пособие для вузов / П. А. Долин. 134-е изд., перераб. и доп. ПМ.: Энергоатомиздат. 1984. П448с.

14. Салов, А. И. Охрана труда на предприятиях автомобильного транс порта (Практические расчеты) / А, И. Салов. ПМ. : Машиностроение, 1977. П 158с.

15. ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. -М.: Изд-во стандартов, 1976. -15 с.

16. ГОСТ 12.1.010-76. ССБТ. Взрывобезопасностъ. Общие требования. - М.: Изд-во стандартов, 1976. 37 с.

17. ГОСТ 30331.3-95 (МЭК 364-41-920) «Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током».

18. Межотраслевые правила по охране труда при работе в электроустановках. Утвержденные Постановлением Министерства труда и социальной защиты РБ и Министерством энергетики РБ 30.12.2008 №205/59

19. Технический кодекс установившейся практики «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» ТКП 181 – 2009.

20. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, утв. 3.12.2004 г. постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям РБ (с изм. От 8.10.2007 г. №84).

21. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утв.постановление Министерства по чрезвычайном ситуациям РБ 27.11. 2005 г. №56 (с изм. от 13.10.2007 г. №121 и 16.04.2008 г. №31).

22. Семич, В.П. Охрана труда при работе на персональных электронных вычислительных машинах и другой офисной технике: прак. пособие / В.П. Семич, А.В. Семич. Минск, 2001. – 75с.

23. Правила пожарной безопасности и техники безопасности при проведении огневых работ на предприятиях РБ (утв. ГУПО МВД и Госпроматомнадзором РБ 31.07.1992 г. и 28.07.1992 г. (с изм. и доп. От 13.04.1993 г. и от 1.06. 1993 г. соответственно).

24. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. -М.: Изд-во стандартов, 1981. -9с.

25. Электробезопасность : метод, указания / Сост. С. В. Матусевич. - Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, - 2004. — Ч.1, - 22 с.

26. Электробезопасность : метод, указания / Сост. С. В. Матусевич. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, - 2004. - Ч.2. - 28 с

Раздел 4. Пожарная безопасность

18.1 Сущность процесса горения

Горением называют физико-химический процесс взаимодействии горючего вещества с окислителем (кислородом воздуха), в результате которого выделяется теплота и излучается свет.

Из химии известно, что в особых условиях окислителем в процессе горения может служить не только кислород, но и азотная кислота, хлор и другие вещества. Кроме того, некоторые вещества (например, сжатый ацетилен) могут взрываться (быстрое горение) без кислорода с образованием теплоты и света. При этом происходит реакция разложения, а не соединения.

В общем случае процесс горения можно охарактеризовать так: горение есть быстро протекающая химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением теплоты и излучением света.

Согласно теории окисления, в реакции с горючим веществом участвуют лишь те молекулы кислорода, запас энергии, которых достигает энергии активации или превышает ее. Под энергией активации понимают тот минимум энергии, которым должны обладать взаимодействующие частицы, чтобы между ними произошла реакция.

Горение возможно и при отсутствии воздушной среды, если кислород входит в состав окислителей (например, горение порошка термита при сварочном процессе). Процесс горения может возникнуть при наличии импульса, вызывающего воспламенение. Такими импульсами могут служить отрытые, или светящиеся, источники - пламя, накаленная поверхность, лучистая энергия, искра и скрытые, или несветящиеся,- трение, удар, адиабатическое (без притока и отдачи тепла) сжатие, экзотермическая (с выделением тепла) реакция. Некоторые источники воспламенения имеют следующую температуру пламени, тления и нагрева, °С: пламя спички — 750...860, тление папиросы — 700...750, пламя древесной лучины — 850...1000.

На процесс горения сильно влияет продолжительность импульса воспламенения. Так, известно, что древесная доска загорается от пламени с температурой 1200° С, воздействующего в течение 15...20 с. Но этот же материал не воспламеняется от горящего термита с температурой 3000°С, а в доске лишь прожигается отверстие если контакт с термитом длится 2...3 с.

При нормальном атмосферном давлении вещества в воздушной среде могут гореть при содержании кислорода более 14%. При недостатке его в воздухе происходит неполное горение. Таким образом, процесс горения может возникнуть и протекать при наличии трех факторов: горючего вещества, окислителя и источника воспламенения. Горючее вещество и кислород составляют горючую систему.

Неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее обществу материальный и социальный ущерб, принято называть **пожаром.**

18.2. Причины возникновения пожаров

Одновременно под пожаром понимается процесс, характеризующийся социальным и (или) экономическим ущербом в результате воздействия на людей и (или) материальные ценности факторов термического разложения и (или) горения, разви-

вающийся вне специального очага. Пожары в помещениях с закрытыми дверями и оконными проемами характеризуются сравнительно медленным развитием горения в течение первых 30—40 мин из-за недостаточного притока воздуха в зону горения. После разрушения остекления интенсивность пожара резко возрастает.

Для осуществления мер по предупреждению взрывов и пожаров необходимо знать основные причины образования горючих систем в производственных условиях.

Если в технологическом процессе применяются горючие вещества и существует возможность их контакта с воздухом, то опасность пожара и взрыва может возникнуть как внутри аппаратуры, так и вне нее, в помещении и на открытых площадках.

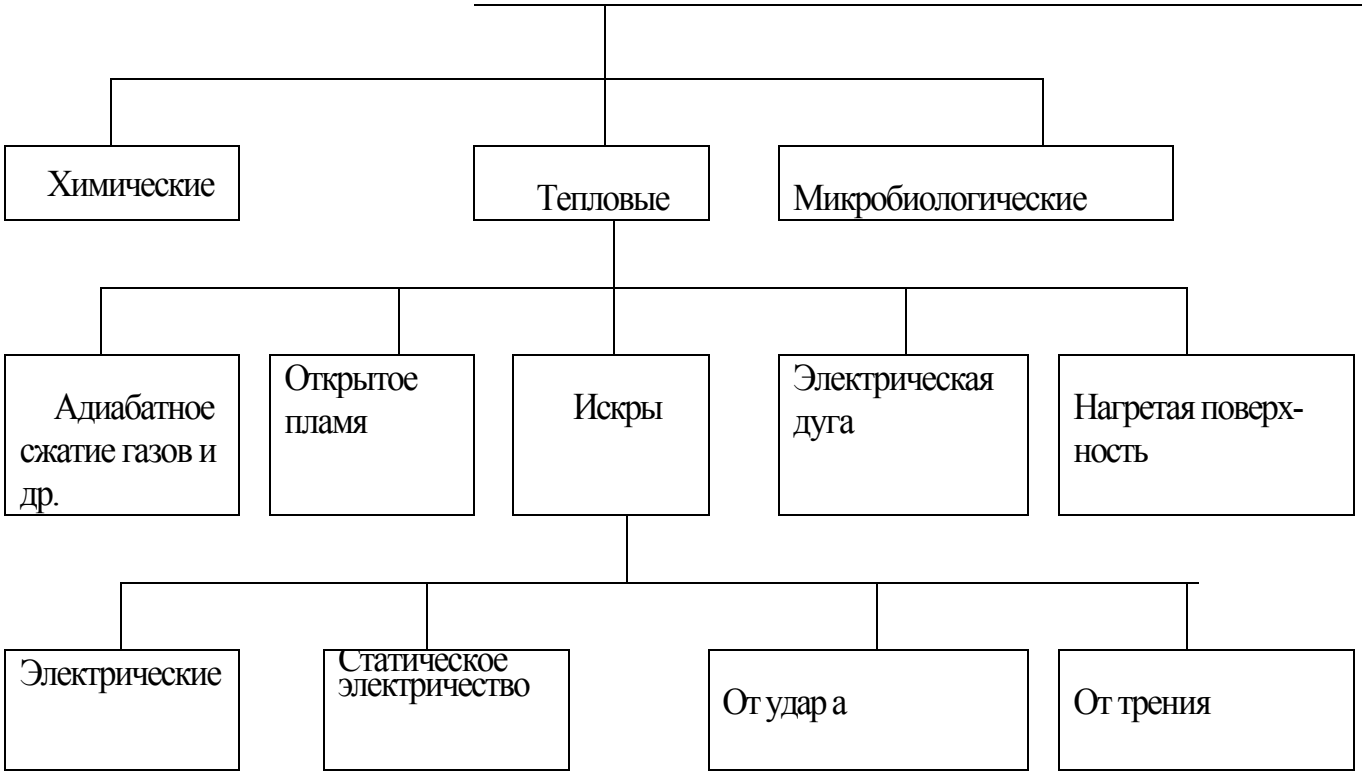
Причиной взрыва или пожара на производстве может явиться наличие в помещении горючей пыли и волокон. Большое количество пыли создают машины и агрегаты с механизмами ударного действия (дробилки, мельницы и т. п.), а также установки, работа которых сопряжена с использованием мощных воздушных потоков (пневмосистемы, сепараторы и т. п.) или перебросом измельченной продукции (места загрузки, пересыпания и т. д.). Некоторые осевшие виды пыли способны к самовозгоранию. Местная вспышка может вызвать взвихрение осевшей пыли, что в свою очередь может привести к повторному взрыву значительно большей мощности.

Нередко пожары и взрывы в технологических установках происходят при остановке аппаратов и пуске их после ремонта. Взрыв при остановке аппарата осуществляется в результате неполного удаления горючих паров или газов из внутреннего объема системы, а при пуске — в результате недостаточного удаления из них воздуха.

Пожаро- и взрывоопасные концентрации веществ в производственных помещениях могут образовываться при использовании аппаратов с открытой поверхностью испарения горючих жидкостей, при периодическом опорожнении и заполнении систем, из-за неплотности соединений и, конечно, при разрушении аппаратуры, содержащей горючие газы, жидкости и измельченные твердые вещества. Такое разрушение аппаратов, машин, установок чаще всего происходит из-за температурных деформаций, превышения допустимого давления, воздействия нагрузок динамического характера, коррозии. Причинами разрушения аппаратуры могут также быть нарушение режима поступления и отвода веществ; попадание жидкостей, имеющих низкую температуру, или веществ с повышенной влажностью в установки и аппараты, нагретые до высокой температуры; нарушения теплового баланса в аппаратах с экзотермическими процессами и т. п.

Для возникновения пожара или взрыва в производственных условиях кроме горючей среды необходим источник энергии, называемый обычно импульсом или источником зажигания (воспламенения). Большинство импульсов (источников зажигания) можно систематизировать, как показано на рис. 18.1.

Импульсы



Наиболее распространен тепловой импульс. Практически для воспламенения горючей смеси газов и паров с воздухом достаточно нагреть до температуры

Рис. 18.1. **Наиболее распространенные импульсы (источники зажигания)**

воспламенения всего 0,5—1 мм^3 этой смеси. Открытое пламя во всех случаях вызывает зажигание горючей смеси, так как его температура (от 700 до 1500°С) превышает температуру воспламенения смеси, а количество теплоты больше, чем это требуется для нагрева 1 мм^3 газовой смеси.

Искрой обычно называют точечный источник воспламенения. Искры могут образовываться при трении, ударе или вызываться электрическим разрядом. Опасность зажигания горючей смеси искрой зависит от выделившейся с искрой энергии.

Ниже приведены значения минимальной энергии поджигания некоторых веществ при температурах 20—25^0 С, мДж:

сероуглерод —0 ,009; водород— 0,019; бензол — 0,24; метан — 0,30; аммиак – 6,8; пыль ферромарганца – 250,0.

Минимальная энергия поджигания уменьшается при увеличении температуры.

На практике наиболее часто возникают электрические искры. В канале электрического разряда развивается температура до 10 000^0 *С.* Такая температура приводит к почти мгновенному завершению химических реакций.

Искры, образующиеся от разряда статического электричества, также часто могут поджечь горючую смесь, хотя их энергия, как правило, меньше. Искры от удара представляют меньшую опасность, чем электрические искры, но они более опасны, чем

искры от трения. Например, приближенный расчет показывает, что искра, образовавшаяся при ударе стального стержня, охлаждаясь от 1630 до 1430 °*С,* отдает в окружающую среду энергию 38 мДж. Искры, образующиеся при трении стали о сталь, представляют собой небольшие частицы металла размером 0,1—0,5 мм, частично окисленные и нагретые до весьма высоких температур (для малоуглеродистой стали до 1640—1660°С). Причем температура поверхности искры тем выше, чем сильнее удар или сила трения.

Причин возникновения источников зажигания в производственных условиях очень много. Источниками открытого огня являются технологические нагревательные печи, различные реакторы, регенераторы, где выжигают органические вещества из негорючих катализаторов, установки для сжигания отходов, факельные устройства для сжигания отходящих газов, обогрева труб, аппараты для газовой резки и сварки металлов и т. п.

Весьма распространенными источниками пожаров является курение в неустановленных местах. Распространены и источники зажигания, связанные с использованием электрической энергии. Это, прежде всего короткие замыкания, которые сопровождаются большим тепловыделением, образованием в зоне замыкания дуги с разбрызгиванием металла. Например, при коротком замыкании алюминиевых проводов образовавшиеся расплавленные частички металла загораются на воздухе, и температура их достигает 3000 "С.

Опасна перегрузка сетей и устройств, которая влечет за собой сильный разогрев токоведущих проводников и загорание изоляции. Плохой электрический контакт в местах соединений проводников приводит к возникновению больших переходных сопротивлений и повышенному выделению теплоты. В ряде случаев к загоранию может привести даже соприкосновение электроламп с горючими материалами, так как температура поверхности стеклянной колбы ламп накаливания может достичь 300—550° С, а в некоторых случаях и большей температуры.

Особую группу представляют химические и микробиологические источники зажигания.

18.3. Основные опасные и вредные факторы, возникающие при пожаре

Пожарная опасность характеризуется рядом опасных факторов пожара (ОФП), воздействующих на людей и материальные ценности в условиях производства: открытое пламя и искры; повышенная температура окружающей среды; токсичные продукты горения; дым; пониженная концентрация кислорода; последствия разрушения и повреждения объекта; ударная волна, пламя, обрушение и разлет осколков, образование вредных веществ с концентрацией в воздухе выше ПДК, проявляющиеся в результате взрыва.

Открытое пламя и искры являются источником возгорания различной горячей среды за пределами очага пожара, причиной вторичных очагов. Пламя чаще всего поражает открытые части тела. Очень опасны ожоги, получаемые от горящей одежды, которую трудно потушить и сбросить. Особенно легко воспламеняется одежда из синтетических тканей. Температурный порог жизнеспособности тканей человека составляет ~ 45^0 С.

Повышенная температура окружающей среды, поверхностей предметов нарушает тепловое равновесие тела человека, вызывает перегрев, ухудшение самочувствия из-за интенсивного выделения нужных организму солей, нарушения ритма дыхания, деятельности сердца и сосудов. Температура тела человека в зоне облучения при пожаре не должна превышать 39-40^0 С, так как при этом возникает опасность теплового удара, а при 60-70^0 С в организме человека происходят физиологически необратимые изменения, которые могут привести к гибели.

Токсичные продукты горения являются наиболее опасными по сравнению с другими ОФП. Состав продуктов сгорания зависит от состава горючего вещества и условий его горения. На пожарах чаще всего горят органические вещества: древесина, ткани, бензин, резина и др., в состав которых входит главным образом углерод, водород, кислород, азот. При их горении образуются: оксид углерода CO, углекислый газ CO_2, оксиды азота N0 + NO_2, пары воды H_2O, цианистый водород HCN и др., которые заполняют большой объем помещений с неработающей вентиляцией, автоматически отключаемой в случае пожара, создавая в течение 20-60 с опасные концентрации.

Концентрация CO в атмосфере пожара может превышать 10%, достигая в закрытых помещениях взрывоопасной концентрации, равной 12,5%. Если человек находится в течение 5 мин в атмосфере с содержанием CO > 1 %, он может потерять сознание и погибнуть. При вдыхании CO происходит блокирование усвоения кислорода тканями организма и, как следствие, гипоксия (кислородное голодание).

Концентрация углекислого газа, равная 3-4,5%, становится опасной при получасовом вдыхании, а 8-10%-ная вызывает быструю потерю сознания и летальный исход.

Дым — наиболее быстродействующий и дальнобойный ОФП. Выделяясь при пожарах, он характеризуется разнообразием состава и свойств. Опасность дыма связана с уменьшением освещенности в помещениях и коридорах, на лестничных площадках, в результате чего теряется ориентация, снижается видимость, а также с содержанием в дыме раздражающих и токсичных газообразных, жидких и твердых компонентов.

При пожаре содержание кислорода в атмосфере помещения начинает резко уменьшаться по сравнению с нормальным, равным 20,95% по объему. Человек теряет сознание при обеднении атмосферы кислородом уже до 18%, при этом ему трудно самостоятельно выбраться из помещения наружу. Статистика показывает, что люди на пожарах погибают в основном не от прямого действия огня, а от действия токсичных продуктов горения и от недостатка кислорода.

Разрушение и обрушение несущих конструкций зданий и сооружений на промышленных предприятиях при взрыве часто связаны с максимальным ущербом, так как при потере механической прочности, несущей способности тяжелые элементы конструкций, падая, повреждают технологическое оборудование, приводят к травмам и гибели людей.

18.4 Виды горения

В зависимости от агрегатного состояния исходного вещества и продуктов горения различают **гомогенное** (однородный)- кинетическое горение, **гетерогенное** (неоднородный)- диффузионное горение и горение взрывчатых веществ. При *гомогенном горении* исходные веществ и продукты горения нахо-

дятся в одинаковом агрегатном состоянии. Это: горение газовых смесей (природного газа, водорода, оксида углерода и других веществ с окислителем – обычно с кислородом воздуха);

При *гетерогенном горении* исходные вещества, например твердое или жидкое горючее и газообразный окислитель, находятся в разных агрегатных состояниях. К основным технологическим процессам гетерогенного горения относятся горение угля, металлов, сжигание жидких топлив в топках, двигателях внутреннего сгорания и т.д.

Движение пламени по газовой смеси называется *распространением пламени.* В зависимости от *скорости распространения пламени* горение может быть **диффузионным** (несколько метров в секунду), **взрывным** (десятки и сотни метров в секунду) и **детонационным** (тысячи метров в секунду).

При горении химически неоднородных горючих систем, т.е. систем, в которых горючее вещество и воздух не перемешаны и имеют поверхности раздела (твердые материалы и жидкости; струи паров и газов, поступающих в воздух), время диффузии кислорода к горючему веществу неизмеримо больше времени, необходимого для протекания химической реакции. В этом случае процесс протекает в диффузионной области. Такое горение называют *диффузионным.* Все пожары представляют собой диффузионное горение.

Если время физической стадии перемешивания горючих веществ с окислителем несоизмеримо меньше времени протекания самой химической реакции, то такой процесс горения называют *кинетическим,* и он может протекать в виде взрыва.

Если продолжительность химической реакции соизмерима со временем физической стадии, то горение протекает в *промежуточной области.*

Пространство, в котором сгорают пары и газы, называют *пламенем* или *факелом.*

Скорость горения горючих веществ в смеси с воздухом для предельных углеводородов составляет 0,32-0,4 м/с, водорода —-2,7 м/с. При таких скоростях распространения пламени образование ударной волны перед фронтом пламени не происходит.

При достижении скоростей распространения пламени, составляющих десятки и сотни метров в секунду, но не превышающих скорость распространения звука в данной среде (300-320 м/с), происходит взрывное горение.

Взрыв по ГОСТ 12.1.010 - быстрое превращение вещества (взрывное горение), сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить работу.

При *взрывном горении* продукты горения могут нагреваться до 1500-3000° С, а давление в закрытых системах увеличиваться до 0,6-0,9 МПа.

В условиях промышленного производства под взрывом следует понимать быстрое неуправляемое высвобождение энергии, которое вызывает ударную волну, движущуюся на некотором расстоянии от источника. Источниками энергии при взрыве могут быть как химические, так и физические процессы.

В реальных промышленных условиях ежегодно происходят локальные взрывы *(«хлопки»)* парогазовых выбросов из технологических систем, сопровождающиеся сильным звуковым эффектом. При этом создается избыточное давление, которое в определенных условиях может оказывать разрушающее действие.

К наибольшему разрушающему эффекту приводят *локальные взрывы* веществ, характеризующиеся высокими скоростями распространения пламени при сравнительно небольшой массе горючего вещества. Взрыв может быть вызван детонацией конденсированного взрывчатого вещества, быстрым сгоранием воспламеняющегося облака газа, внезапным разрушением сосуда со сжатым газом или перегретой жидкостью, смешиванием перегретых твердых веществ (расплава) с холодными жидкостями и т.д. Источником *химического взрыва* являются быстропротекающие экзотермические (выделяющие тепло) реакции взаимодействия горючих веществ с окислителями или термического разложения нестабильных соединений.

Взрыв, как правило, сопровождается возникновением ударной волны, т.е. интенсивным ростом давления в окружающей среде.

Ударная волна обладает разрушительной способностью, если избыточное давление в ней превышает 15 кПа. Она распространяется в газовой среде перед фронтом пламени со скоростью звука - 330 м/с. Разрушающее давление порядка 30 кПа достигается при скорости распространения пламени 150-200 м/с.

При определенных условиях взрывное горение может перейти в детонационный процесс, при котором скорость распространения пламени превышает скорость звука и достигает 1-5 км/с (детонация двигателя).

Детонация - это процесс химического превращения системы окислитель - восстановитель, представляющий собой совокупность ударной волны, распространяющейся с постоянной скоростью и превышающей скорость звука, и следующей за фронтом зоны химических превращений исходных веществ. Химическая энергия, выделяющаяся в детонационной волне, подпитывает ударную волну, не давая ей затухать. Пиковое давление, создаваемое при детонации, достигает 200 кПа. Большинство промышленных зданий разрушается при давлениях 25-30 кПа при внешних взрывах и 20-25 кПа - при внутренних.

При детонационном режиме горения парогазовоздушной смеси большая часть энергии взрыва переходит в ударную волну; при взрывном горении переход энергии в ударную волну составляет около 30%.

В результате взаимодействия горючего вещества с окислителем образуются продукты сгорания, состав которых зависит от исходных веществ и условий реакции горения.

При *полном сгорании* органических соединений образуются, как правило, углекислый газ, диоксид серы, вода, азот, а при сгорании неорганических соединений - оксиды. Состав продуктов *неполного сгорания* горючих веществ сложен и разнообразен. Это могут быть такие горючие вещества, как сажа, водород, угарный газ, метан; атомарный водород и кислород; различные радикалы - OH, CH и др. Продуктами неполного сгорания могут быть также более сложные вещества - оксиды азота, спирты, альдегиды, кетоны, бензопирен, токсичные вещества (синильная кислота, диоксины, фураны) и др.

18.5 Самовозгорание

При рассмотрении *процессов горения* следует различать следующие его виды: *вспышка* — быстрое сгорание газопаровоздушной смеси над поверхностью горючего вещества, сопровождающееся кратковременным видимым свечением; *самовозгорание* — горение горючей среды в результате самоинициируемых экзотермических реакций; *воспламенение* — пламенное горение вещества, инициированное источником зажигания и продолжающееся после его удаления; *самовоспламенение* — резкое увеличение скорости экзотерических реакций, сопровождающееся пламенным горением или взрывом; *взрыв* — быстрое неконтролируемое горение газо-, паро-, пылевоздушной смеси с образованием сжатых газов.

Особую пожарную опасность представляют вещества, способные взрываться или гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами. К этой группе относятся вещества, склонные к самовозгоранию. По склонности к самовозгоранию все вещества подразделяются на четыре группы:

1) *вещества растительного происхождения:* сено, солома, листья, фрезерный торф и др. Сначала в этих веществах происходят окислительные процессы, затем начинается бурное развитие микроорганизмов, которым принадлежит ведущая роль в образовании тепла. При температуре свыше +70^{o} С микроорганизмы погибают, нестойкие соединения растительных продуктов разлагаются и образуется пористый уголь (полукокс), способный поглощать пары и газы. Этот процесс сопровождается выделением тепла и приводит к повышению температуры. При достижении температуры примерно +150° С начинается окисление, что приводит к возникновению пламенного горения;

2)ископаемые угли, горючие сланцы, сульфидные руды, минеральная вата;

3)*масла и жиры.* Наибольшую опасность представляют растительные масла (льняное, подсолнечное, хлопковое). Минеральные масла, если в них нет примесей растительных масел, не склонны к самовозгоранию;

4)*химические вещества* склонны к самовозгоранию при *взаимодействии с воздухом* (белый фосфор, цинковая и алюминиевая пыль); *взаимодействии с водой* (натрий, литий, калий, карбиды кальция и щелочных металлов, негашеная известь); *взаимодействии с окислителями* (метан, ацетилен, водород, аммиак).

Наиболее сильными окислителями являются хлор, кислород, азотная кислота, марганцовокислый калий, хромовый ангидрид.

18.6 Пожарная опасность материалов

18.6.1 Горение жидкостей

Основными показателями, определяющими пожарную опасность жидкостей, являются:

температура вспышки — наименьшая температура конденсированного вещества, при которой над его поверхностью образуются пары, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для устойчивого горения. В зависимости от температуры вспышки жидкости (при испытании в

закрытом тигле) подразделяются на: *горючие (ГЖ* – например *дизельное топливо)* с температурой вспышки паров более 61^0С, *легковоспламеняющиеся (ЛВЖ* –например *бензин)* с температурой вспышки паров менее 61° С;

скорость выгорания — количество жидкости, сгорающей в единицу времени с единицы площади;

температура воспламенения — наименьшая температура горючего вещества, при которой наблюдается резкое увеличение скорости экзотермических реакций, сопровождающееся пламенным горением;

концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения) — минимальное (нижний) или максимальное (верхний) содержание горючего вещества в виде насыщенных паров в однородной смеси с окислительной средой, при которой возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания;

температурные пределы распространения пламени (воспламенения) — такие температуры вещества, при которых его насыщенный пар образует в окислительной среде концентрации, равные соответственно нижнему (нижний температурный предел) и (верхнему верхний температурный предел) концентрационным пределам распространения пламени.

Концентрационные пределы воспламенения паров и газов некоторых веществ следующие, %: для паров ацетилена нижний предел — 2,5, верхний — 80,8; для бутана нижний—1,36, верхний — 8,41, для бензина нижний —0,76, верхний — 5,4.

18.6.2 Горение газов

Основными параметрами, определяющими пожароопасность газов, являются: *концентрационные пределы распространения пламени* (нижний и верхний); *минимальная энергия зажигания* — это наименьшая энергия электрического разряда, способная воспламенять наиболее легко воспламеняющуюся смесь горючего вещества с воздухом; *нормальная скорость распространения пламени* - это скорость перемещения фронта пламени относительно несгоревшего газа в направлении, перпендикулярном к его поверхности. Наиболее опасными являются газы, имеющие низкий нижний концентрационный предел распространения пламени, небольшую энергию зажигания, большую скорость распространения пламени (ацетилен, водород, сероводород).

18.6.3 Горение пылей

Пыли, взвешенные в воздухе (аэрозоли), способны образовывать взрывчатые смеси с воздухом, а пыли, осевшие из воздуха (аэрогели) на оборудовании или конструкции здания, могут гореть.

Пыли по пожарной опасности во много раз превосходят продукт, из которого они получены. Это объясняется тем, что пыль имеет большую удельную поверхность, в результате чего понижается температура самовоспламенения пыли, увеличивается поверхность окисления. Это приводит к тому, что выделяющееся тепло не успевает отводиться в окружающую среду и возникает самовозгорание. Возникновение взрыва или пожара возможно только при достижении определенной концен-

трации пыли в воздухе, поэтому основной характеристикой пожарной опасности пылей являются нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения). Характерной особенностью взрыва пылевых смесей в отличие от паро- и газовоздушных является неполное сгорание, так как сгорают в основном газообразные продукты, а углеродистый остаток сгорать не успевает, поэтому взрываться способны лишь пыли, в которых газообразные продукты составляют более 10 % веса пыли.

Пыли подразделяются на *пожароопасные,* имеющие нижний концентрационный предел распространения пламени выше 65 г/м^3, и *взрывоопасные,* с нижним пределом распространения пламени менее 65 г/м^3.

Взрывоопасные пыли подразделяются на два класса: I класс — с нижним пределом распространения пламени менее 15 г/м^3; II класс — с нижним пределом распространения пламени более 15 г/м^3.

Верхние концентрационные пределы распространения пламени пыли обычно достаточно велики и в производственных помещениях практически не достигаются.

18.6.4 Горение твердых веществ

Особенности горения твердых веществ заключаются в следующем: твердые горючие вещества при нагревании частично разлагаются, образуя парогазовую горючую среду, поэтому для характеристики процессов горения этой части горючих веществ, которую принято называть летучей, используются те же показатели, что и для газов и паров. Под действием тепла, подаваемого от зоны горения, происходит распространение пламени по еще не горящей поверхности.

Индекс распространения пламени (ИРП) — условный безразмерный показатель, характеризующий способность веществ воспламеняться, распространять пламя по поверхности и выделять тепло. По этой характеристике материалы подразделяются на следующие группы: *не распространяющие пламя* по поверхности (ИРП - равен 0); *медленно распространяющие пламя* по поверхности (ИРП свыше 0 до 20 включительно); *быстро распространяющие пламя* по поверхности (ИРП свыше 20).

Пожарная опасность твердых горючих веществ характеризуется следующими показателями: *температурой воспламенения, температурой самовоспламенения, распространением пламени по поверхности материала.* Распространение пламени по поверхности материала характеризуется индексом распространения.

По пожарной опасности строительные материалы характеризуются следующими пожарно-техническими показателями: горючестью; воспламеняемостью; распространением пламени по поверхности; дымообразующей способностью; токсичностью продуктов горения.

Горючесть — способность строительных материалов к горению. По этой характеристике строительные материалы подразделяются на горючие (Г) и негорючие (НГ). Горючесть определяется по следующим характеристикам: по продолжительности устойчивого пламенного горения; по потере массы испытательного об-

разца; по приросту температуры в печи. За устойчивое пламенное горение принимается непрерывное пламенное горение материала в течение не менее 5 с.

Строительный материал относится к негорючим при следующих значениях параметров горючести, наблюдаемых при испытании по специальной методике: прирост температуры в печи не более 50 ^{0}С; потеря массы образца не более 50 %; продолжительность устойчивого пламенного горения не более 10 с. Строительные материалы, не удовлетворяющие хотя бы по одному из указанных значений параметров, относятся к горючим.

Горючие строительные материалы в зависимости от значений параметров горючести подразделяют на четыре группы горючести: Г1 — слабо горючие; Г2 — умеренно горючие; ГЗ — нормально горючие; Г4 — сильно горючие.

Воспламеняемость — способность веществ и материалов к воспламенению. Процесс воспламенения — начало пламенного горения вещества под действием источника зажигания и после его удаления.

Параметром воспламеняемости строительных материалов является критическая поверхностная плотность теплового потока (КППТП). Это — минимальное значение поверхностной плотности теплового потока (ППТП), которая определяется как лучистый тепловой поток, воздействующий на единицу поверхности образца при его испытании.

Таблица 18.1. Классификация горючих материалов по воспламеняемости

Группа воспламеняемости материалов	КППТП, кВт/м^2
В1 (трудно воспламеняемые)	35 и более
В2 (умеренно воспламеняемые)	От 20 до 35
В3 (легко воспламеняемые)	Менее 20

По строительным материалам, относящимся к легко воспламеняемым и горючим жидкостям, дополнительно устанавливаются показатели пожаро- и взрывоопасности по ГОСТ 12.1.044: температура вспышки; температура самовоспламенения; концентрированные пределы распространения пламени (воспламенения); способность

взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами.

Распространение пламени по поверхности определяется критической поверхностной плотностью теплового потока (КППТП) — величиной теплового потока, при котором прекращается распространение пламени.

Группы строительных материалов по распространению пламени определяются для поверхностных слоев кровли и полов по ГОСТ 30444. Для других строительных материалов группа распространения пламени по поверхности не определяется и не нормируется.

Таблица 18.2. Классификация горючих строительных материалов по распространению пламени по поверхности

Группа распространения пламени	Критическая поверхностная плотность теплового потока, кВт/м^2
РП1 (не распространяющие)	11,0 и более
РП2 (слабо распространяющие)	От 8,0 до 11,0
РП3 (умеренно распро страняющие)	От 5,0 до 8,0
РП4 (сильно распространяющие)	Менее 5,0

Дымообразующая способность — показатель, характеризующий оптическую плотность дыма, образующегося при пламенном горении или тлении определенного количества твердого вещества. По этой характеристике различают три группы материалов: Д1 — с малой дымообразующей способностью; Д2 — с умеренной дымообразующей способностью; ДЗ — с высокой дымообразующей способностью.

Токсичность продуктов горения (для полимерных материалов) — отношение количества материала к единице объема замкнутого пространства, в котором образующиеся при горении материала газообразные продукты горения вызывают гибель 50 % подопытных животных. По токсичности продуктов горения материалы подразделяются на: Т1 — малоопасные; Т2 — умеренно опасные; ТЗ — высоко опасные; Т4 — чрезвычайно опасные.

Таблица 18.3. Классификация строительных материалов по дымообразующей способности

Группа материалов по дымообразующей способности	Оптическая плотность дыма при горении, $м^2/кг$
Д1	Менее 50
Д2	От 50 до 500
Д3	От 500 и более

Таблица 18.4. Классификация материалов по токсичности продуктов горения

Групп материалов по дымообразующей способности	Концентрация продуктов горения HCL_{50}, $г/м^3$, при времени экспозиции, мин			
	5	15	30	60
Т1	До 25	До 17	До 13	До 10
Т2	25-70	17-50	13-40	10-30
Т3	70-120	50-150	40-120	30-90
Т4	Свыше 210	Свыше 150	Свыше 120	Свыше 90

18.7 Пожарно-техническая классификация строительных конструкций.

Строительные конструкции классифицируются: по пределам огнестойкости; по классам пожарной опасности.

Предел огнестойкости строительной конструкции характеризуется нормируемыми во времени (мин) признаками предельных состояний. Различают следующие основные *виды предельных состояний конструкций: потеря несущей способности* вследствие обрушения конструкции, отдельных узлов или возникновения предельных деформаций ***R;*** потеря целостности в результате образования в конструкциях *сквозных трещин или отверстий*, через кото-

рые на необогреваемую поверхность проникают продукты горения или пламя ***E;*** потеря *теплоизолирующей способности* вследствие повышения температуры на необогреваемой поверхности конструкции до предельных для данной конструкции значений ***I***.

Обозначение предела огнестойкости строительной конструкции состоит из условных обозначений предельных состояний и цифры, соответствующей времени достижения одного из этих состояний (первого времени), мин: R120 — предел огнестойкости 120 мин по потере несущей способности; RE60 — предел огнестойкости 60 мин по потере несущей способности и потере целостности независимо от того, какое из двух предельных состояний наступит раньше; REI 30 — предел огнестойкости 30 мин по потере несущей способности, целостности и теплоизолирующей способности независимо от того, какое из трех предельных состояний наступит раньше; R120 / RI 60 — предел огнестойкости 120 мин по потере несущей способности и 60 мин — по потере целостности или теплоизолирующей способности, независимо от того, какой признак наступит раньше.

По пожарной опасности строительные конструкции подразделяются на четыре класса: КО — не пожароопасные; К1 — мало пожароопасные; К2 — умеренно пожароопасные; КЗ — пожароопасные.

При определении пожарной опасности конструкции учитываются: 1) наличие теплового эффекта от горения или термического разложения составляющих конструкцию материалов; 2) наличие пламенного горения газов или расплавов, выделяющихся из конструкции в результате термического разложения составляющих ее материалов; 3) размеры повреждения конструкции и составляющих ее материалов, возникшего при испытании конструкции, вследствие их горения или термического разложения; 4) характеристики пожарной опасности составляющих конструкцию материалов, к которым относятся горючесть, воспламеняемость, дымообразующая способность, токсичность продуктов горения.

Классификация зданий и сооружений по степени огнестойкости. Степень огнестойкости здания определяется пределами огнестойкости и классами пожарной опасности основных строительных конструкций; В соответствии с СНБ 2.02.01-98 установлено восемь степеней опасности зданий: I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII.

Максимальные требования предъявляются к зданиям I степени огнестойкости, минимальные — к зданиям VIII степени огнестойкости.

С этой целью здания по *функциональному назначению* подразделяются на следующие классы: **Ф1**- здания для постоянного и временного проживания; **Ф2** - зрелищные и культурно-просветительские учреждения; **ФЗ** - предприятия по обслуживанию населения; **Ф4** - учебные заведения, научные и проектные организации; **Ф5** — производственные и складские здания, сооружения и помещения (**Ф5.1** - производственные здания и сооружения, производственные и лабораторные помещения, мастерские; **Ф5.2** - складские здания и сооружения, стоянки для автомобилей без технического обслуживания и ремонта, книгохранилища, архивы, складские помещения; **Ф5.3** - сельскохозяйственные здания; **Ф5.4** - административные и бытовые здания предприятий).

18.8 Классификация зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

В соответствии с Нормами пожарной безопасности Республики Беларусь НПБ 5-2005 помещения и здания подразделяются по взрывопожарной и пожарной опасности на категории А, Б, В1, В2, В3, В4, Г1, Г2 и Д (табл. 18.5).

Указанные категории применяют для установления нормативных требований по обеспечению взрывопожарной и пожарной безопасности помещений и зданий в отношении планировки и застройки, этажности, площадей, размещения помещений, конструктивных решений, инженерного оборудования.

Категории взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий определяются для наиболее неблагоприятного в отношении пожара или взрыва периода, исходя из вида находящихся в аппаратах и помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, особенностей технологических процессов.

Правильный выбор категории помещений, зданий и наружных установок имеет первостепенное значение при проектировании и эксплуатации объектов, связанных с обращением огнеопасных жидкостей, так как позволяет определить основные требования к генеральному плану, конструкции производственных зданий и расположению в них оборудования, к вентиляции, исполнению электрооборудования и др.

Таблица 18.5 Категории помещений, зданий

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А (взрывопожароопсная)	Горючие газы (далее — ГГ), легковоспламеняющиеся жидкости (далее — ЛВЖ) с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б (взрывопожароопсная)	Горючие пыли или волокна, ЛВЖ с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости (далее — ГЖ) в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1-В4 (пожароопасная)	ГЖ и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категории А или Б
Г-1	Процессы, связанные со сжиганием в качестве топлива ГГ и ЛВЖ
Г-2	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени. Процессы, связанные со сжиганием в качестве топлива ГЖ, а также твердых горючих веществ и материалов

Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

18.9. Классификация взрывоопасных и пожароопасных помещений и наружных установок по ПУЭ

Во взрыве- и пожароопасных производствах, особенно при работе со взрывоопасными пылями, газами, например с ацетиленом, оксидом этилена, парами ацетона, диэтилового эфира, электроустановки могут служить источниками воспламенения. Так, при неправильной эксплуатации или неисправности электрооборудования возможны его перегрев или появление искровых разрядов, которые могут вызвать пожар или взрыв горючей среды.

Электрическая искра является одним из наиболее мощных источников воспламенения. Большая температура (около 10 000 °С) в канале искрового разряда способствует протеканию интенсивных окислительно-восстановительных реакций. Возникновение электрических искр в производственных условиях возможно при замыкании и размыкании электрических цепей в выключателях, рубильниках, пусковой и другой аппаратуре, а также при коротком замыкании, плохих электрических контактах.

В связи с этим особые требования предъявляются к электрооборудованию, работающему во взрывоопасных средах. Это электрооборудование отличается от общепромышленного не только конструкцией, но и тем, что оно выполнено по специальным правилам и может эксплуатироваться во взрывоопасных средах без опасности их воспламенения.

Основными способами борьбы с воспламенением от электрооборудования являются правильный его выбор и надлежащая эксплуатация. В связи с этим все помещения и наружные установки согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) классифицируют на пожароопасные (П-1, П-П, П-П а, П-Ш) и взрывоопасные (В-1, В-1а, В-16, В-1г, В-П, В-Па) зоны.

Классификация взрывоопасных зон. Взрывоопасная зона в помещении может занимать весь объем, если объем взрывоопасной смеси превышает 5 % объема помещения. Она может быть в пределах до 5 м по горизонтали или вертикали от технического оборудования, из которого возможно выделение горючих газов или паров ЛВЖ, если объем взрывоопасной смеси равен или меньше 5 % свободного объема помещения.

Зона класса В-I — зона, расположенная в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛЖВ в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (загрузка, разгрузка технического оборудования, хранения, переливания ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях, и т. п.).

Зона класса В-Iа — зона, расположенная в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

Зона класса В-Iб — зона, расположенная в помещениях, в которых взрывоопасные смеси с воздухом образуются при авариях или неисправностях, но отличающихся следующими особенностями: горючие газы в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15 % и более) и резким запахом при предельно допустимых концентрациях; помещения производств, связанных с образованием газообразного водорода, в которых по условиям технологического процесса исключается образование взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5 % свободного объема помещения; лабораторные и другие помещения, в которых горючие газы и ЛВЖ имеются в небольших количествах, недостаточных для создания взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5 % свободного объема помещения, в которых работа с горючими газами и ЛВЖ производится без применения открытого пламени.

Зоны класса В-Iг — пространства наружных установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ.

Зоны класса В-II — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что они способны образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (например, при загрузке или разгрузке технологического оборудования).

Зоны класса В -IIа — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что они способны образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при авариях и неисправностях.

Классификация пожарных зон. Пожарной зоной называется пространство внутри и вне помещений, в пределах которого постоянно или периодически образуются горючие (сгораемые) вещества и в котором они могут находиться при нормальном технологическом процессе или при его нарушениях.

Зоны класса П-I — расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше +61 °С.

Зоны класса П-II— расположенные в помещениях, в которых выделяются горючая пыль или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м^3 к объему воздуха.

Зоны класса П-11а — расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества.

Зоны класса П-III — расположенные вне помещения, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше +61° С или твердые горючие вещества.

18.10. Пожарная профилактика при проектировании, строительстве и оборудовании промышленных и энергетических предприятий и объектов

Здание считается правильно спроектированным в том случае, если наряду с решением функциональных, прочностных, санитарных и других технических и экономических требований обеспечены условия пожарной безопасности.

Меры пожарной профилактики должны предотвращать загорания и обеспечивать локализацию пожара. Противопожарные мероприятия проводятся в соответ-

ствии с требованиями правил пожарной безопасности, типовых инструкций, строительных норм и правил в части противопожарных требований.

Важное значение *имеет размещение пожароопасных участков производств в общем здании.* В одноэтажных зданиях участки производства, наиболее опасные в пожарном отношении, необходимо размещать у наружных стен, в многоэтажных — на верхних этажах. При размещении в одном помещении производств различных категорий следует предусматривать мероприятия по предупреждению взрыва и распространению очага возгорания: выполнение пожарных работ в изолированных камерах, устройство интенсивной вентиляции с местными отсосами, герметизацию оборудования, устройство автоматических установок локального подавления загораний и др. Если невозможно осуществить мероприятия, которые достаточно надежно и эффективно обеспечили бы предупреждение и немедленное подавление пожара, то производства различных категорий следует размещать в отдельных помещениях.

Зонирование территории. Это мероприятие заключается в группировании при генеральной планировке предприятий в отдельные комплексы объектов, родственных по функциональному назначению и признаку пожарной опасности. Для таких комплексов на промышленной площадке отводят определенные участки. При этом сооружения с повышенной пожарной опасностью располагаются с подветренной стороны.

При зонировании учитывают рельеф местности, направление и силу господствующих ветров и т. п. Например, склады ЛВЖ и резервуары с горючим размещают в более низких местах, чтобы разлившаяся при пожаре ЛВЖ не могла стекать к нижележащим цехам и строениям. Искры от промышленных печей и установок с открытым огнем часто являются причинами возникновения пожаров; поэтому котельные, литейные цехи и установки с открытым огнем располагают с подветренной стороны по отношению к открытым складам ЛВЖ, сжиженных газов и т. п.

Немаловажное значение для пожарной безопасности имеет правильное устройство внутризаводских дорог, которые должны обеспечивать беспрепятственный удобный проезд пожарных автомобилей к любому зданию, а также выбор мест расположения пожарных депо. Одна из сторон предприятия должна примыкать к дороге общего пользования или сообщаться с ней проездами.

Противопожарные разрывы. Для предупреждения распространения пожара с одного здания на другое между ними устраивают противопожарные разрывы. При определении противопожарных разрывов исходят из того, что наибольшую пожарную опасность в отношении возможного воспламенения соседних зданий и сооружений представляет тепловое излучение от очага пожара. Количество воспринимаемой теплоты соседним с горящим объектом зданием зависит от свойств горючих материалов и температуры пламени, величины излучающей поверхности, площади световых проемов, группы возгораемости ограждающих конструкций, наличия противопожарных преград, взаимного расположения зданий, метеорологических условий и т. п.

При определении противопожарных разрывов учитывают степень огнестойкости здания. Регламентируемые нормами величины противопожарных разрывов между производственными и вспомогательными зданиями, сооружениями и закрытыми складами в зависимости от степени их огнестойкости приведены в табл.20.11.

Противопожарные преграды. К ним относят противопожарные стены, перегородки, перекрытия, двери, ворота, люки, тамбур-шлюзы и окна. Противопожарные стены должны быть выполнены из несгораемых материалов, иметь предел огнестойкости не менее 2,5 ч и опираться на фундаменты. Противопожарные стены рассчитывают на устойчивость с учетом возможности одностороннего обрушения перекрытий и других конструкций при пожаре.

Таблица 18.5. **Величины противопожарных разрывов между производственными и вспомогательными зданиями**

Степень огнестойкости одного здания или сооружения	Противопожарные разрывы при степени огнестойкости другого здания или сооружения, м		
	I и II	III	IV и V
I и II	9	9	12
III	9	12	15
IV и V	12	15	18

Противопожарные двери, окна и ворота в противопожарных стенах должны иметь предел огнестойкости не менее 1,2 ч, а противопожарные перекрытия — не менее 1 ч. Такие перекрытия не должны иметь проемов и отверстий, через которые могут проникать продукты горения при пожаре.

Огнестойкость противопожарных стен, перегородок, перекрытий определяется пределами огнестойкости ограждающей части. При этом пределы огнестойкости конструкций, обеспечивающих устойчивость преграды, конструкций, на которые она опирается, и узлов крепления между ними по признаку **R** должны быть не менее требуемого предела огнестойкости противопожарной стены перегородки, перекрытия.

Типы противопожарных стен, перегородок, перекрытий и заполнения проемов в них устанавливаются согласно данным табл. 20.12; типы противопожарных дверей, люков, ворот, клапанов, занавесов и поясов — по данным табл. 20.13.

Таблица 18.6. **Типы противопожарных преград (стены, перегородки, перекрытия)**

Противопожарные преграды	Тип противопожарных пре-	Предел огнестойкости проти-	Тип заполнения приемок,	Тип тамбур-шлюза, не ниже
Стены	1	*REI* 150	-	1
	2	*REI* 45	2	2
Перегородки	1	*EI* 45	2	2
	2	*EI* 15	3	3

Перекрытия	1	*REI* 150	-	1
	2	*REI* 60	2	1
	3	*RE I* 45	2	2
	4	*REI* 15	3	3

Примечание. В противопожарных стенах и перекрытиях 1 -го типа не допускается устройство проемов, заполненных другими противопожарными преградами, кроме тамбур-шлюзов.

Противопожарные преграды 1-го типа должны иметь класс пожарной опасности КО. Допускается в специально оговоренных случаях применять противопожарные преграды 2-4-го типов класса К1.

Таблица 18.7. Типы противопожарных преград (двери, ворота, люки, окна)

Противопожарные преграды	Тип противопожарных преград	Предел огнестойкости противопожар-
Двери, ворота, люки, клапаны, пояса	1	*EI* 60
	2	*EI* 30
	3	*EI* 15
Окна	1	*E60*
	2	*E3O*
	3	*E15*
Занавесы	1	*EI60*

Эвакуационные пути должны обеспечивать эвакуацию всех людей, находящихся в помещениях зданий, через эвакуационные выходы без учета применяемых средств пожаротушения и противодымной защиты.

Защиту путей эвакуации следует предусматривать исходя из условия обеспечения безопасной эвакуации людей с учетом функциональной пожарной опасности помещений, выходящих на эвакуационный путь, количества эвакуируемых, степени огнестойкости и класса здания по функциональной пожарной опасности, количества эвакуационных выходов с этажа и из здания в целом, а также технических средств противопожарной защиты.

Выходы являются *эвакуационными,* если они ведут из помещений:

а) первого этажа — наружу непосредственно, через коридор, вестибюль, коридор и вестибюль, коридор и лестничную клетку;

б) любого надземного этажа (кроме первого) — непосредственно в лестничную клетку или в коридор (холл), ведущий на лестничную клетку; при этом лестничные клетки должны иметь выход наружу непосредственно или через вестибюль, отделенный от примыкающих коридоров перегородками с дверями;

в) подвального или цокольного этажа — наружу непосредственно, через лестничную клетку или через коридор, ведущий в лестничную клетку, при этом лестничные клетки должны иметь выход наружу непосредственно либо изолированный от вышележащих этажей;

г) в соседнее помещение на том же этаже, обеспеченное выходами, указанными в подпунктах а), б) и в), за исключением специально оговоренных случаев.

Количество и суммарная ширина эвакуационных выходов определяются в зависимости от максимально возможного числа эвакуирующихся через них людей и предельно допустимого расстояния от наиболее удаленного места их возможного пребывания до ближайшего эвакуационного выхода.

Эвакуационные выходы должны располагаться рассредоточенио. Минимальное расстояние L, м, между наиболее удаленными один от другого эвакуационными выходами из помещения следует определять по формуле

$$L>=1,5\sqrt{P},$$

где P — периметр помещения, м.

Количество эвакуационных выходов из здания должно быть не менее количества эвакуационных выходов с любого этажа здания.

Предельно допустимое расстояние от наиболее удаленной точки пола помещения (для зданий класса Ф5 — от наиболее удаленного рабочего места) до ближайшего эвакуационного выхода, измеряемое по оси эвакуационного пути, должно быть ограничено в зависимости от степени огнестойкости здания и класса по функциональной пожарной опасности, категории помещения (здания) по взрывопожарной и пожарной опасности, численности эвакуируемых, геометрических параметров помещений и эвакуационных путей.

Расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода из зданий V степени огнестойкости принимать не более:

для одноэтажных зданий с помещениями категории В1 - 45 м, категории Б2 - 50 м, категории ВЗ - 55 м, категории В4 - 60 м, категорий Г1 - 70 м, категории Г2 - 75 м, категории Д - 80 м;

для двухэтажных зданий: с помещениями категории В1 — 35 м, категории В2 — 40 м, категории ВЗ - 45 м, категории В4 - 50 м, категорий Г1 и Г2 - 55 м, категории Д - 60 м.

Указанные расстояния допускается увеличивать на 50 %, если площадь пола, не занятая оборудованием, в помещениях составляет 75 м^2 и более на одного работающего в наиболее многочисленной смене.

В одноэтажных зданиях с помещениями категорий В2, ВЗ, В4, Г1, Г2 и Д при невозможности соблюдения указанных расстояний эвакуационные выходы необходимо располагать в наружных стенах по периметру зданий через 72 м.

Противопожарные зоны — это разделительные зоны для ограничения распространения пожара в здании; используются в зданиях со степенью огнестойкости IV — V. Наиболее часто противопожарная зона — это пролет здания, отделяемый негорючими стенами и покрытиями; он разделяет здание на пожарные отсеки с разной пожарной опасностью.

Противопожарные перекрытия, исключающие распространение пожара по вертикали здания, используют в двухэтажных зданиях цехов. В зданиях III степени огне-

стойкости в месте пропуска дымовых труб вагранок через сгораемое покрытие выполняется несгораемая разделка.

Легкосбрасываемые конструкции (ЛСК) обеспечивают снижение нагрузки на ограждающую конструкцию при взрывном горении. Они используются на участках цехов, где возможно возникновение взрыва; ЛСК должны разрушаться в начальной стадии взрыва и ограничивать рост давления в объеме. В качестве ЛСК применяют остекление зданий, двери, распашные ворота, поворотные панели и т. д.

Огнепреградители — это защитные устройства, пропускающие парогазовоздушные смеси, но препятствующие прохождению пламени. В цехах огнепреградители устанавливают в трубопроводах горючих газов, на резервуарах горючих жидкостей. Огнепреградитель — это металлический корпус, заполненный насадками, металлической сеткой и т. п.

Быстродействующие отсекатели служат для защиты от распространения пламени в трубопроводах для пневматического транспортирования пылезоздушных смесей; они выполняются в виде заслонок или задвижек. Пожарную опасность представляют воздуховоды, камеры, фильтры систем вентиляции цехов. В них может скапливаться значительное количество горючих веществ. Источниками воспламенения при этом могут быть искрение электродвигателей, искры от ударов лопаток вентиляторов о корпус, самовозгорание пыли и др. Защита от распространения пламени в вентиляционных системах достигается с помощью заслонок шиберов, отсекателей и т. п.

Противодымная защита зданий значительно облегчает эвакуацию людей и тушение пожара. Мерами, исключающими задымление при пожаре, являются конструктивные решения, которые не позволяют распространяться продуктам горения по вертикальным и горизонтальным каналам в здании: создание незадымленных лестниц путем устройства воздушных зон, подпора воздуха; использование оконных проемов, фонарей для удаления продуктов горения; применение дымовых люков в покрытиях складских помещений и бесфонарных зданий цехов, в подвальных помещениях; устройство дымовых проемов, шахт, сечение которых принимается равным 0,2 % площади производственных помещений.

18.11 Принципы, способы и средства обеспечения пожарной безопасности

Пожарная безопасность определяется как состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Согласно этому определению пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий, предотвращающих возникновение пожара и системой пожарной защиты, обеспечивающей успешную борьбу с возникшим пожаром или взрывом.

Предотвращение пожара достигается комплексом профилактических мер, исключающих образование горючей среды, источников зажигания, поддержание температуры горючей среды ниже максимально допустимой до горючести и давления в горючей среде ниже максимально допустимого до горючести и др.

Предотвращение образования горючей среды обеспечивается регламентацией допустимых концентраций горючих газов, паров и взвесей в воздухе, а также кислорода или других окислителей.

Предотвращение образования в горючей среде источников зажигания достигается соответствующим исполнением, применением и режимом эксплуатации машин и механизмов, материалов и изделий, могущих явиться источником зажигания горючей среды, применением соответствующего электрооборудования и технологического процесса, устройством молниезащитных зданий и сооружений, регламентацией допустимой температуры нагрева поверхностей оборудования, допустимой энергии искрового разряда, ликвидации условий для теплового, химического и микробиологического самовозгорания обращающихся веществ, материалов и изделий.

Пожарная защита обеспечивается рядом мероприятий, основными из которых являются:

- применение негорючих и трудногорючих веществ и материалов;
- ограничение количества горючих веществ;
- предотвращение распространения пожара за пределы очага;
- применение конструкций объектов с регламентированными пределами огнестойкости и горючести;
- создание условий для эвакуации людей;
- применение средств защиты людей и системы противодымной защиты;
- применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре;
- организация пожарной охраны объекта и др.

Ограничение количества горючих веществ достигается регламентацией их количества (массы, объема), наличием аварийного слива, периодической очисткой помещений, коммуникаций и аппаратуры от горючих отходов, регламентацией рабочих мест, на которых используются пожаростойкие вещества и др.

Изоляция горючей среды обеспечивается максимальной механизацией и автоматизацией технологических процессов, применением для пожароопасных веществ герметизированного оборудования и тары.

Предотвращение распространения пожара обеспечивается устройством противопожарных преград (стен, зон, поясов, защитных полос, занавесов и т.п.), применением средств, предотвращающих или ограничивающих розлив и растекание жидкостей при пожаре и др.

Профилактические меры по предотвращению пожаров условно можно разделить на организационные, эксплуатационные, технические и режимные.

Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности включают в себя:

- организацию обучения персонала и граждан правилам пожарной безопасности;
- разработку норм и правил по пожарной безопасности, инструкций о порядке работы с пожароопасными веществами и материалами, поведении людей при возникновении пожара и др.

Эксплуатационные мероприятия предусматривают соответствующую эксплуатацию оборудования, содержание зданий и территорий.

Технические меры заключаются в соблюдении противопожарных норм при сооружении зданий, устройстве отопления и вентиляции, выборе и монтаже оборудования, устройстве грозозащиты и защиты от статистического электричества.

Режимные мероприятия направлены на ограничение или запрещение разведения огня, производства электро- и газосварочных работ, а также курения в неустановленных местах и др.

18.12 Противопожарные мероприятия в системах отопления, вентиляции, освещения и в электроустановках

Наиболее безопасным в пожарном отношении являются центральные системы отопления и воздушное калориферное отопление. Дымовые трубы котельных и другие дымоходы, из которых могут вылетать искры, оборудуются искроуловителями.

Защита от распространения пламени в вентиляционных установках достигается с помощью огнепреградителей, быстродействующих заслонок, шиберов, отсекателей и т.п. Действие огнепреградителей основано на том, что струя горючей смеси разбивается на большое число струек с таким малым диаметром, при котором пламя взрыва распространяться не может.

Для обеспечения взрывопожарной безопасности во взрывоопасных средах (взрывоопасных помещениях и около взрывоопасных наружных установок) применяется только взрывозащищенное электрооборудование.

Взрывозащищенное электрооборудование делится на взрывонепроницаемое, повышенной надежности против взрыва, маслонаполненное, продуваемое, искробезопасное, специальное и др.

Во взрывонепроницаемом электрооборудовании его оболочки могут выдерживать наибольшее давление взрыва при попадании внутрь оболочек горючих газов, паров и пыли, также оно не допускает передачи взрыва во внешнюю среду.

В оборудовании повышенной надежности против взрыва исключается возможность искрения, возникновения электрической дуги и опасных температур нагрева.

В маслонаполненном оборудовании искрящие и неискрящие части погружаются в масло таким образом, чтобы не было соприкосновения между этими частями, а также этих частей со взрывоопасной средой.

Продуваемое под избыточным давлением электрооборудование для предотвращения соприкосновения с взрывоопасной средой помещается в плотно закрытую оболочку, продуваемую чистым воздухом.

В специальном оборудовании используются такие принципы как применение избыточного давления воздуха или инертного газа без продувки, заполнение оболочки для токоведущих частей эпоксидными смолами, кварцевым песком и т.п.

Для исключения пожарной опасности электрических светильников и осветительных установок их выбор производится, исходя из условий, в которых они будут эксплуатироваться. Лампы накаливания в пожарном отношении более опасны (температура поверхности колб достигает 500° С, чем газоразрядные лампы 40-50 °С).

Светильники могут быть открытые, защищенные (лампы закрыты стеклянным колпаком), пыленепроницаемые и взрывозащитные.

18.12.1 Требования к эксплуатации электроустановок

Монтаж и эксплуатация электроустановок должны осуществляться в соответствии с требованиями: «Межотраслевым правилам по охране труда при работе в электроустановках», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (далее – ПТЭ и ПТБ), «Правил устройства электроустановок», утвержденных Решением Главтехуправления Минэнерго СССР 27 декабря 1983 г. № Э-8/83 (далее – ПУЭ), главы 4 ППБ 1.04, ППБ 1.01, настоящих Правил и других нормативных документов.

Подключение переносных светильников следует предусматривать от ответвительных коробок со штепсельными розетками.

Не допускается применение электронагревательных приборов в пожароопасных зонах складских помещений, в помещениях архивов, музеев, библиотек, гардеробных.

Электрощиты необходимо оснащать схемой подключения потребителей с объясняющими надписями и указанным значением номинального тока аппарата защиты (плавкой вставки).

Устройство, питание, прокладывание сетей аварийного и эвакуационного освещения должно выполняться соответственно требованиям ПУЭ.

Все электрооборудование (корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников, электрощитов и т.п.) подлежит занулению или заземлению в соответствии с требованиями ПУЭ.

Учебные заведения должны быть обеспечены электрическими фонарями на случай отключения электроэнергии.

Включение электродвигателей пожарных насосов и системы противодымной защиты должно сопровождаться автоматическим отключением электроприемников системы вентиляции и кондиционирования.

18.12.2 Взрывозащищенное электрооборудование и принцип его подбора

В соответствии с ПУЭ в пожароопасных зонах, как правило, используется электрооборудование закрытого типа, внутренняя полость которого отделена от внешней среды оболочкой. Аппаратура управления и защиты, светильники применяются в пыленепроницаемом исполнении. Вся электропроводка обеспечивается надежной изоляцией.

Во взрывоопасных зовах и наружных установках необходимо использовать ***взрывозащищенное электрооборудование,*** изготовленное в соответствии с ГОСТ 30852.0-2002. В соответствии с ГОСТом все электрооборудование по степени его надежности при установленных нормативными документами условиях подразделяется на три *уровня взрывозащиты:*

2-й уровень - повышенной надежности против взрыва, в котором взрывозащита обеспечена только при нормальном режиме работы;

1-й уровень - взрывобезопасное, в котором взрывозащита обеспечивается как при нормальном режиме работы, так и при признанных вероятных повреждениях, кроме повреждений средств взрывозащиты;

0-й уровень - особовзрывобезопасное, в котором по отношению к взрывобезопасному приняты дополнительные средства взрывозащиты.

Для обеспечения необходимого уровня взрывозащиты в оборудовании используют специальные *виды взрывозащиты,* под которыми понимают конструктивные средства и меры, обеспечивающие невоспламенение окружающей взрывоопасной среды от электрических искр, дуг, пламени, нагретых частей.

Виды взрывозащиты обозначаются латинскими буквами и означают следующее:

d - взрывонепроницаемая оболочка, т. е. такая оболочка, которая выдерживает давление взрыва внутри нее и предотвращает без ее повреждения распространение взрыва в окружающую взрывоопасную среду через зазоры или отверстия («щелевая защита»);

i - искробезопасная электрическая цепь, которая выполнена так, что электрический разряд или нагрев цепи не могут воспламенить окружающую среду при предписанных условиях испытания;

ia — опасная ситуация не может возникнуть при нормальной эксплуатации при помехах на линии и при любых комбинациях двух возможных неисправностей;

ib - опасная ситуация не может возникнуть при нормальной эксплуатации при помехах на линии и одной неисправности. После главного вида защиты может указываться дополнительной;

«е» - защита заключается в том, что в электрооборудовании (или его части), не имеющем нормально искрящих частей, принят ряд мер, дополнительно используемых в электрооборудовании общего назначения, затрудняющих появление опасных нагревов, искр, дуг;

p - заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением чистым воздухом или инертным газом;

o — масляное заполнение оболочки; все нормально искрящие части погружены в минеральное масло или любой жидкий негорючий диэлектрик, что исключает возможность соприкосновения между ними и взрывоопасными смесями газов, паров, пыли;

n - защита вида «n». Она включает различные виды взрывозащиты;

m - заполнение компаундом;

q- кварцевое заполнение оболочки;

s - специальный вид взрывозащиты, основанный на принципах, отличных от приведенных выше, но достаточный для обеспечения взрывозащиты; например, токоведущие части электрооборудования залиты эпоксидными смолами заключены в оболочку, находящуюся под постоянным избыточным давлением воздуха или инертного газа (без продувки).

В зависимости от области применения взрывозащищенное электрооборудование подразделяется на две группы:

- рудничное (цифра I), предназначенное для шахт и подземных выработок (в химической промышленности не применяется);
- для производственных помещений и наружных установок (цифра II).

При этом в зависимости от величины щелевого (фланцевого) зазора (БЭМЗ) электрооборудование типов d и i подразделяется на подгруппы ПА, ИВ, ПС.

Для ограничения нагрева внутренних и наружных частей взрывозащищенного электрооборудования установлены его температурные классы, равные нижней температуре самовоспламенения соответствующей группы смесей (табл. 4.9).

Таблица 18.8 Температурные классы взрывозащищенного оборудования

Температурный	*°С*	*Температурный*	*°С*
Т1	*До 450*	*Т4*	*135*
Т2	*300*	*Т5*	*100*
Т3	*200*	*Т6*	*80*

Маркировка взрывозащищенного электрооборудования выполняется в прямоугольнике в виде цельного, не разделенного на части знака.

Например, 2ExdIIАТ3, где 2 означает уровень взрывозащиты, Ex, указывает, что электрооборудование соответствует ГОСТ, (d - вид взрывозащиты, IIA - категория взрывоопасной смеси и Т3 - температурный класс оборудования.

Оборудование сохраняет взрывозащиту, если находится в среде со взрывоопасной смесью тех категорий и групп, для которых выполнена его взрывозащита, или в среде со взрывоопасной смесью менее опасной категории и группы. Если во взрывоопасной зоне присутствует несколько веществ, то выбор электрооборудования производится по наиболее опасному веществу.

При выборе электрооборудования для взрывоопасных зон необходимо:

- установить класс взрывоопасной зоны на основе анализа веществ и материалов, свойств окружающей среды;
- определить категорию и группу взрывоопасной смеси;
- согласно ПУЭ выбрать требуемое исполнение электрооборудования;
- по справочнику найти конкретный тип (марку) электрооборудования.

В соответствии с ПУЭ во взрывоопасных помещениях рекомендуется принимать следующие уровни и степени защиты электрооборудования (табл. 18.9).

Во взрывоопасных зонах электрическое оборудование и приборы могут использоваться лишь при условии, что уровень их взрывозащиты или степень защиты оболочки соответствуют той же степени защиты, что и для электрических машин.

Пусковую аппаратуру (выключатели, магнитные пускатели) в классах зон В-1 и В-II необходимо выносить за пределы взрывоопасных помещений и снабжать устройством дистанционного управления. Провода внутри взрывоопасных помещений следует прокладывать в стальных трубах или использовать для этих целей бронированный кабель.

Таблица 18.9 Требования к электрическим машинам, аппаратам и приборам взрывоопасных зон

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты или степень защиты
В-1 В-1а, В-1г В-1б В-II В-IIа	Взрывобезопасный с учетом категорий и группы взрывоопасной смеси Повышенной надежности против взрыва Без средств взрывозащиты. Степень защиты - 1Р44 Взрывобезопасный Без средств взрывозащиты. Степень защиты - 1Р54

Таблица 18.10. Требования к электрическим светильникам взрывоопасных зон

Класс взрыво-опасной зоны	Уровень взрывозащиты или степень защиты светильника
В-1	Взрывобезопасный с учетом категорий и группы взрывоопасной смеси
В-1а, В-1г	Повышенной надежности против взрыва
В-1б	Без средств взрывозащиты. Степень защиты - 1Р53
В-II	Повышенной надежности против взрыва. Любой взрывозащищенный
В-IIа	Стационарный - степень защиты оболочки 1Р53; переносной - повышенной надежности против взрыва

Во взрывоопасных зонах светильники могут применяться в том случае, если уровень их взрывозащиты соответствует следующим условиям (табл. 18.10).

Допускается освещать светильниками общего назначения помещения со взрывоопасными зонами любого класса одним из следующих способов:

- через неоткрывающиеся окна без фрамуг и форточек, снаружи здания, причем при одинарном остеклении окон светильники должны иметь защитные стекла или стеклянные кожухи;
- через специально устроенные в стене ниши с двойным остеклением и естественной их вентиляцией;
- через фонари специального типа со светильниками, установленными в потолке с двойным остеклением и естественной их вентиляцией;
- с помощью щелевых световодов.

В пожароопасных зонах должны использоваться светильники со следующими степенями защиты:

- в зонах классов П-1 и П-II - закрытые, с любыми источниками света, степень защиты 1Р53, а в зоне класса П-II при наличии местных отсосов и общеобменной вентиляции-1Р23;
- в зонах классов П-IIа и П-III степень защиты светильников с любым источником света должна быть не ниже 1Р23.

Электропроводку внутри светильников с лампами накаливания и ДРЛ до места присоединения внешних проводников выполняют термостойкими проводами.

Переносные светильники в пожароопасных зонах любого класса должны иметь степень защиты не менее 1Р54, а стеклянный колпак должен быть защищен металлической сеткой. Расстояние от светильников до горючих материалов - не менее 0,5 м.

Эксплуатация взрывозащищенного электрооборудования запрещается в следующих случаях: при неисправных средствах взрывозащиты, блокировки, заземления, аппаратов защиты, нарушении схем управления защитой и поврежденных кабелях; с открытыми крышками оболочек, наличием на взрывозащиценных поверхностях вмятин, царапин, сколов; при изменении заводской конструкции защиты; при отсутствии знаков и надписей взрывозащиты, снятии пломбы лицами, не имеющими на это разрешения.

18.13 Действия в случае пожара

Каждый работник, гражданин, обнаруживший пожар или загорание (задымление, запах гари, повышение температуры и т.п.), обязан:

а)немедленно сообщить об этом в пожарную службу;

б) приступить к тушению очага пожара имеющимися средствами пожаротушения (огнетушитель, пожарный кран и т.п.);

в) принять меры по вызову администрации к месту пожара.

Представитель администрации или другое должностное лицо, прибывшие к месту пожара, обязаны:

а)проверить, вызвана ли пожарная служба;

б)поставить в известность о пожаре нанимателя;

в)выделить для встречи пожарных подразделений лицо, хорошо знающее расположение подъездных путей и водоисточников;

г)удалить из помещения или опасной зоны людей, не занятых в ликвидации пожара;

д) в случае угрозы для жизни людей организовать их спасение;

е)при необходимости вызвать другие аварийные службы (медицинскую, энергосети, горгаз и др.);

ж) прекратить все работы, не связанные с мероприятиями до ликвидации пожара;

з) организовать отключение электроэнергии, остановку транспортирующих устройств, агрегатов, аппаратов, перекрытие газовых коммуникаций, остановку систем вентиляции, приведение в действие системы дымоудаления и т.д.;

и) обеспечить мероприятия по защите людей, принимающих участие в тушении пожара, от возможного обрушения конструкций, поражений электрическим током, отравлений, ожогов.

Представитель администрации, руководивший тушением пожара, по прибытии на пожар подразделений пожарной службы обязан сообщить старшему пожарной службы все сведения об очаге пожара, мерах, предпринятых по его ликвидации, о наличии в зданиях и помещениях пожаро- и взрывоопасных материалов, баллонов с газом, а также о наличии людей, нуждающихся в помощи, занятых в ликвидации очагов горения.

Представитель строительной организации при включении его в состав штаба пожаротушения обязан:

а) консультировать руководителя тушения пожара по специфическим особенностям горящего объекта, а также информировать его о наличии и местонахождении взрывоопасных и токсичных веществ, баллонов с газом и электроустановок;

б) обеспечить штаб рабочей силой и инженерно-техническим персоналом для выполнения работ, связанных с тушением пожара и эвакуацией имущества.

18.14 Организация тушения пожаров в электроустановках

Особенности тушения пожара в электроустановках. Тушение пожаров в электроустановках производится в соответствии с Инструкцией по тушению пожаров в электроустановках организаций Республики Беларусь, утвержденной постановлением министерств по чрезвычайным ситуациям и энергетики 28 мая 2004 г.

Горючими веществами и материалами в электроустановках являются в основном органические материалы — бумага, пряжа, ткани, резина, пластмассы, минеральное масло и др. Горение их обычно сопровождается значительным выделением дыма и газообразных продуктов разложения, часто имеет вид тления. Минеральное масло (трансформаторное) и кабельные мастики горят коптящим пламенем со значительным выделением окиси углерода CO, являющейся отравляющим газом.

Если горящая электроустановка почему-либо не отключена и находится под напряжением, то тушение ее представляет дополнительную опасность поражения персонала электрическим током, поэтому, как правило, приступать к тушению пожара в электроустановке можно только после снятия с нее напряжения.

Действия работников предприятий и подразделений военизированной пожарной службы при тушении пожаров в электроустановках. При возникновении пожара в электроустановке на энергетическом или другом предприятии каждый работник, обнаруживший пожар, должен немедленно сообщить об этом в пожарную службу, старшему дежурному работнику в смене и приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения с соблюдением требований действующих правил и инструкций по охране труда.

Тушение пожаров в электроустановках, находящихся под напряжением до 10 кВ, всеми видами пены с помощью ручных огнетушителей запрещается, поскольку пена и

раствор пенообразователя в воде обладают повышенной электропроводностью по сравнению с распыленной водой.

При тушении пожара в электроустановках напряжением до 10 кВ воздушно-механической пеной с объемным заполнением помещения (туннеля) необходимо осуществить зануление и заземление пено-генераторов, а также заземление насосов пожарных автомобилей.

Водитель пожарного автомобиля должен работать в диэлектрических перчатках и ботах.

При тушении пожара компактными и распыленными водяными струями без снятия напряжения с электроустановок напряжением до 10 кВ допускается только в открытых для обзора ствольщика электроустановках. При этом пожарный ствол и насос пожарного автомобиля должны быть заземлены, а ствольщик должен работать в диэлектрических ботах и перчатках и находиться от электроустановок не ближе расстояний, указанных в табл. 18.11.

При тушении пожаров на большой площади, возникших в результате выброса горящего трансформаторного, турбинного или компрессорного масла, необходимо использовать распыленную воду, порошковые составы или комбинированный способ подачи огнетушащих веществ (воды и порошка).

Таблица 18.11 Минимально допустимые расстояния от действующих электроустановок до насадок пожарных стволов

Номинальное напряжение электроустановки, кВ	Минимально допустимые расстояния от насадок пожарного ствола до горящих	
	13мм	19мм
До 1 кВ включительно	3,5	4,0
3-10	4,5	8,0

Примечание. Применение соленой и сильно загрязненной воды для тушения пожаров в электроустановках не допускается в связи с ее повышенной электропроводностью.

Тушение пожаров в электроустановках, находящихся под напряжением до 10 кВ, всеми видами пены с помощью ручных огнетушителей запрещается, поскольку пена и раствор пенообразователя в воде обладают повышенной электропроводностью по сравнению с распыленной водой.

При тушении пожара компактными и распыленными водяными струями без снятия напряжения с электроустановок напряжением до 10 кВ допускается только в открытых для обзора ствольщика электроустановках. При этом пожарный ствол и насос пожарного автомобиля должны быть заземлены, а ствольщик должен работать в диэлектрических ботах и перчатках и находиться от электроустановок не ближе расстояний, указанных в табл. 20.11.

Тушение пожаров на пунктах и щитах управления при наличии на них электроустановок напряжением до 400 В включительно допускается проводить под напряжением с применением углекислотных, аэрозольных, порошковых огнетушителей. Если пожар не ликвидирован, следует применить распыленные водяные струи от пожарного водопровода или пожарной техники с соблюдением требований правил электробезопасности (работать в электроизолирующих перчатках и ботах, заземлять пожарный ствол и насос пожарного автомобиля). При необходимости следует использовать индивидуальные средства защиты органов дыхания работников.

18.15 Эвакуация людей из зданий и помещений

В связи с возникшей опасностью пожара необходимо срочно эвакуировать людей из помещений. При пожаре, кроме высокой температуры, понижается содержание кислорода в воздухе, ухудшается видимость из-за дыма, выделяются токсичные продукты горения, обрушаются конструкции зданий, возможны взрывы.

Передвижение людей происходит во всех помещениях зданий и сооружений, связанных с пребыванием в них человека. Для большинства помещений перемещения людей являются вспомогательной функцией и для ее осуществления выделяются специальные площади.

К путям эвакуации людей из здания и сооружения, осуществляемой в нормальных эксплуатационных условиях, относятся помещения и устройства, ведущие от мест постоянного пребывания людей к выходам из здания или сооружения. К путям эвакуации людей из зданий и сооружений, осуществляемой в аварийных условиях, относятся помещения: а) ведущие от места постоянного пребывания людей, расположенных в первых этажах непосредственно наружу или к выходу через проходы, коридоры, вестибюли или лестничную клетку; б) ведущие от мест постоянного пребывания людей, расположенных на любом этаже, кроме первого, к выходу через проходы, коридоры, лестничную клетку, имеющую выход непосредственно наружу или через вестибюль, отделенный от смежных помещений перегородками с дверями; в) ведущие от места постоянного пребывания людей в данном этаже в соседние помещения, обеспеченные входами, указанными в п. а) и б), если эти помещения не связаны с производствами категорий А и Б. Количество эвакуационных выходов из здания или сооружения должно быть, как правило, не менее двух. Эвакуационные выходы располагают рассредоточение.

Выходы из помещений, размещаемых в подвальных и цокольных этажах, допускается устраивать через общие лестничные клетки при условии отсутствия на пути эвакуации помещений складов сгораемых материалов. При наличии таких складов допускается использовать для выхода общую лестничную клетку при условии устройства для складов обособленных выходов наружу и отделения их от примыкающих путей эвакуации глухими несгораемыми ограждающими конструкциями.

Все виды путей эвакуации должны иметь естественное или искусственное освещение, которое должно работать как от обычной электросети, так и от сети аварийного освещения.

Двери, выходящие в коридор из прилегающих помещений, могут открываться по ходу людского потока внутрь помещений.

Двери из помещений и коридоров в лестничные клетки в открытом положении не должны уменьшать расчетную ширину пути эвакуации. Устройство проемов, кроме дверных, во внутренних стенах лестничных клеток, как правило, не допускается. Открытые двери разрешается устраивать между лестничной клеткой и вестибюлем.

Наружные пожарные лестницы, предназначенные для эвакуации людей, должны сообщаться с помещениями через площадки или балконы, расположенные на уровне эвакуационных выходов, и иметь ограждения высотой не менее 0,8 м. Минимальная ширина дверных проемов на путях эвакуации определяется по расчету, но не должна быть меньше 0,8 м. Рекомендуется ширину дверей, ведущих из коридоров и проходов на другой участок пути эвакуации, делать примерно такой же ширины, как коридор или проход, допуская уменьшение не более 5 %. Высота прохода должна быть не менее 2 м.

Полы на путях эвакуации людей, включая лестничные площадки и проступи, должны иметь нескользящую поверхность и быть выполнены из материалов, хорошо сопротивляющихся истиранию.

При проектировании зданий следует предусматривать мероприятия, обеспечивающие незадымленность лестничных клеток зданий. Лестничные клетки, как правило, должны иметь оконные проемы, которые используются для удаления дыми путем проветривания.

В зданиях до девяти этажей незадымленность лестниц обеспечивается размещением их в лестничных клетках, изолированных от подвалов, в которых хранятся горючие материалы или размещаются котельные. В зданиях повышенной этажности (10 этажей и более) незадымленность лестниц обеспечивается устройством выхода на лестничную клетку через балконы или лоджии, именуемые «воздушной зоной», или путем создания в лестничных клетках подпора воздуха специальными вентиляторами. Предусматривается также устройство незадымленности шахт, лифтов и специальных каналов для удаления дыма из поэтажных коридоров.

18.16 Способы тушения пожаров. Огнегасительные вещества

Прекращение горения при пожарах может быть достигнуто путем: прекращения поступления в зону горения кислорода воздуха и горючих веществ или снижения их поступления до значений, при которых горение не происходит; охлаждения зоны горения ниже температуры самовоспламенения или понижения температуры горючего вещества ниже температуры воспламенения; разбавления реагирующих веществ (горючей смеси) негорючими веществами; механического срыва пламени в результате воздействия на него сильной струи воды или газа.

Выбор огнетушащего вещества зависит от класса пожара. Согласно ГОСТ 27331 «Пожарная техника» все пожары делятся на пять классов – A,B,C,D,E (табл. 18.12).

Наиболее распространенным и высокоэффективным огнегасительным веществом, применяемым для тушения пожаров, является вода. Ее высокие огнегасительные качества обусловлены теплоемкостью, значительным увеличением объема при парообразовании и высокой термической стойкостью. Один литр воды при испарении поглощает из зоны горения более 2,5 кДж тепла, образуя при этом около 1700 л пара.

Огнегасительный эффект воды достигается охлаждающим действием, разбавлением горючей среды образующимися при испарении парами, механическим воздействием на горящее вещество и срывом пламени. Однако вода не может использоваться для тушения нефтепродуктов и других горючих жидкостей (ЛВЖ, ГЖ) с плотностью меньше единицы (бензин, керосин, эфир, ацетон, спирты, масла и др.), так как они всплывают на ее поверхность, продолжают гореть и, растекаясь, увеличивают горящую поверхность. Водой нельзя тушить электросети и другие электрические установки, находящиеся под напряжением без соблюдении мер безопасности. Для этих целей вода может применяться в распыленном виде с применением электрозащитных изолирующих (основных и дополнительных) средств. Воду нельзя применять и для тушения металлического калия и натрия, карбида кальция, карбидов щелочных металлов, т.к. при соприкосновении с водой они воспламеняются или реагируют с выделением взрывоопасных газов.

Таблица 18.12 Классификация пожаров и выбор огнетушащих веществ

Класс пожара	Характеристика горючей среды или объекта	Огнетушащие вещества
A	Твердые горючие материалы (древесина, уголь, бумага, резина, текстиль)	Все виды огнетушащих веществ (прежде всего вода)
B	Горючие жидкости и плавящиеся при нагревании	Распыленная вода, все виды пен, порошки
C	Горючие газы (водород, ацетилен, углеводороды и др.)	Газовые составы: инертные разбавители (углекислый газ, азот), галоидоуглеводороды, порошки, вода (для
D	Легкие и щелочные металлы (алюминий, магний, калий, натрий и др.)	Порошки (при спокойной подаче на горящую поверхность)
E	Электроустановки, находящиеся под напряжением	Галоидоуглеводороды,углекислый газ, порошки)

Для тушения жидких, твердых и газообразных веществ, особенно при тушении пожара в закрытых помещениях небольшого объема (до 500 м^3) и в условиях открытого горения на небольших площадях, используется водяной пар.

Для тушения пожаров широко используются газы: углекислый газ, азот, газы или легкоиспаряющиеся жидкости на основе галоидированных (группа хим. элементов – фтор, хлор, бром, йод) углеводородов и др.

Углекислый газ в сжиженном состоянии (в баллонах) может применяться для тушения в снегообразном состоянии в виде хлопьев с температурой около — 70° С,

а также в газообразном состоянии (в этом случае он применяется в закрытых помещениях). При использовании углекислого газа необходимо применять защиту органов дыхания, так как его концентрация в помещении составляет 30% и более, что может вызвать отравление.

Применение азота и других инертных газов (аргон, гелий, дымовые и отработанные газы) для тушения пожара наиболее эффективно в закрытых помещениях. Инертные газы снижают концентрацию кислорода в воздухе и уменьшают тепловой эффект реакции за счет потерь тепла на нагревание. Огнегасительная концентрация газов составляет 31-36% по объему.

Применение галоидированных углеводородов в газообразном виде или в виде легкоиспаряющихся жидкостей позволяет значительно замедлять реакцию горения. В связи с этим их называют ингибиторами (сдерживать, останавливать), флегматизаторами (уменьшает чувствительность к внешним импульсам) или антикатализаторами. Наиболее широко применяемыми составами на основе галоидированных углеводородов являются составы: 4НД (97% бромэтила и 3% двуокиси углерода); 3,5 (70% бромэтила и 30% двуокиси углерода); СЖБ и др. Указанные составы применяются для тушения твердых горючих веществ и материалов (кроме щелочных металлов и металлоорганических соединений). Продукты распада галоидированных углеводородов токсичны.

Современные торговые названия галогенуглеводородов – **хладоны**, ранее - **фреоны**. За рубежом они называются – **галлоны.**

Широкое применение для тушения ЛВЖ, ГЖ и твердых горючих веществ и материалов получили химические и воздушно-механические пены.

Химические пены образуются при взаимодействии серной кислоты или раствора ее солей с растворами солей угольной кислоты в присутствии пенообразователя.

Для тушения крупных пожаров используют пеногенераторные порошки ПГП и ПГПС. ПГП состоит из щелочной части (двууглекислая сода), кислотной части (сернокислый аммоний) и пенообразователя.

Воздушно-механическая пена образуется с помощью специальной пенообразующей аппаратуры и представляет собой смесь воздуха и 4-6% водных растворов пенообразователей (ПО-1, ПО-6, ПО-11 и др.). Воздушно-механическая пена широко применяется для тушения нефтепродуктов.

Широко применяются для тушения пожаров (несмотря на высокую стоимость и сложность в эксплуатации и хранении) порошковые составы на основе карбонатов и бикарбонатов натрия и калия. Они являются единственным средством тушения щелочных металлов и металлоорганических соединений (кроме песка, земли и флюсов).

Порошковые составы и продукты их разложения не опасны для здоровья людей; они не оказывают коррозийного воздействия на металлы, защищают людей, производящих тушение, от тепловой радиации.

Для тушения небольших горящих поверхностей применяются различного рода покрывала (асбестовые полотна, брезент, кошма и др.), а также сухой, чистый и просеянный песок. При забрасывании им горящего предмета происходит поглощение тепла и изоляция горящей поверхности от кислорода воздуха.

Для ликвидации возникшего загорания рабочие и инженерно-технический персонал должны использовать первичные средства пожаротушения. Производственные помещения обеспечивают такими средствами в соответствии с «Нормами первичных средств пожаротушения для производственных и складских помещений», утвержденными ГУПО МВД СССР в 1950 г.

При возникновении пожара первый, заметивший его, должен немедленно сообщить в пожарную охрану. Если имеется электрическая пожарная сигнализация, необходимо воспользоваться ею. До прибытия пожарной команды пожар тушат первичными средствами. При этом, прежде всего нужно закрыть окна и двери в помещениях, так как при наличии сквозняков усиливается приток свежего воздуха и очаг пожара расширяется.
Одновременно с тушением пожара оказывают помощь людям в выходе из помещений наружу. Передвигаться в задымленном помещении следует вдоль стены и согнувшись, поскольку **внизу** дыма меньше. Для облегчения дыхания рот и нос прикрывают платком, смоченным водой.

Для тушения загоревшейся одежды на человеке его накрывают одеждой или находящейся под руками тканью, сбивающей пламя и прекращающей доступ воздуха.

Огонь тушат с учетом свойств горящих материалов. Такие разлитые горящие жидкости, как бензин, керосин, дизельное топливо, тушат пенным огнетушителем, песком и плотной тканью. Не допускается тушить перечисленные жидкости водой, так как они растекаются вместе с ней и размеры пожара увеличиваются,

Огонь, возникший на поверхности двигателя внутреннего сгорания, следует тушить пенным или углекислотным огнетушителем, землей, песком и набрасыванием на него брезента. Предварительно необходимо перекрыть подачу топлива. Вначале тушат огонь вблизи бензобака во избежание его взрыва.

Для тушения горючей жидкости в небольшой емкости последнюю нужно покрыть увлажненным брезентом. При горении электропроводов или электроустановок прежде всего следует выключить ток и тушить их углекислотными огнетушителями (углекислота не электропроводка) или песком. Тушить водой электропроводку можно лишь при условии, если ее подавать не компактной струей, а в распыленном состоянии (брызгами). В этом случае человек не окажется под напряжением тока.

Горячие стены поливают водой сверху, чтобы стекающая вода охлаждала всю поверхность стены.

Руководитель тушения пожара вначале организует разведку: выясняет его очаги; пути эвакуации людей и материальных ценностей; пути распределения огня; возможность взрыва сосудов, работающих под давлением; выясняет опасность обрушения конструкций и образования отравляющих газов. В зависимости от полученных сведений принимает решение по прокладке рукавных линий от ближайших источников воды, выбирает позиции стволов и применяет другие виды пожарной техники.

При тушении электроустановок, чтобы предохранить людей, работающих со стволами, от поражения электрическим током, им следует поверх электротехнических перчаток надевать перчатки из латунной сетки. Последние соединяют проводом под спецодеждой с подошвами из латуни или меди.

18.17 Противопожарное водоснабжение. Автоматическое тушение пожаров

Для подачи воды на тушение пожаров используют противопожарные водопроводы, устраиваемые на промышленных предприятиях и в населенных пунктах.

Для наружного тушения пожара вода чаще всего подается при помощи насосов, установленных на пожарных автомобилях. При этом забор воды осуществляется либо из открытых водоемов, либо из пожарных гидрантов, установленных на наружных водопроводных сетях.

Централизованные системы водоснабжения по степени обеспеченности подачи воды подразделяются на три категории:

для первой – допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды не более 30 % расчетного расхода и на производственные нужды до предела, устанавливаемого аварийным графиком работы предприятий; длительность снижения подачи не должна превышать 3 суток. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается лишь на время переключения резервных агрегатов, но не более чем на 10 мин.;

для второй – величина допускаемого снижения подачи воды та же, что и при первой категории; длительность снижения подачи не должна превышать 10 суток. Перерыв или снижение подачи воды ниже указанного предела допускается не более чем на 6 час;

для третьей – при той же величине допускаемого снижения подачи воды длительность снижения подачи не должна превышать 15 сут. Перерыв или снижение подачи ниже указанного предела допускается не более чем на 24 час.

Объединенные хозяйственно-питьевые и производственные водопроводы населенных пунктов при числе жителей более 50 тыс. человек следует относить к I категории, от 5 до 50 тыс. чел. – ко II категории; менее 5 тыс. – к III категории.

Категорию сельскохозяйственных групповых водопроводов следует принимать по населенному пункту с наибольшим числом жителей.

Элементы систем водоснабжения II категории, повреждения которых могут нарушить подачу воды на пожаротушение, должны относиться к I категории.

По виду обслуживаемого объекта системы водоснабжения подразделяют на городские, поселковые, промышленные сельскохозяйственные, железнодорожные и др.

По виду используемых природных источников различают водопроводы, забирающие воду из поверхностных источников (рек, водохранилищ, озер, морей) и подземных (артезианских, родниковых). Имеются также водопроводы смешанного питания.

По способу подачи воды бывают напорные водопроводы с механической подачей воды насосами и самотечные (гравитационные), которые устраивают в горных райо-

нах при расположении водоисточника на высоте, обеспечивающей подачу воды потребителям

По назначению системы водоснабжения делят на хозяйственно-питьевые, удовлетворяющие нужды населения; производственные, снабжающие водой технологические процессы производства; противопожарные и объединенные. При больших расходах воды предприятия могут иметь самостоятельные системы водоснабжения, обеспечивающие их хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды. В этом случае обычно сооружают хозяйственно-противопожарный и производственный водопроводы. Совмещение противопожарного водопровода с хозяйственным, а не с производственным объясняется тем, что производственная водопроводная сеть является менее разветвленной и не охватывает всех объектов предприятия. Кроме того, для некоторых технологических процессов производства вода должна подаваться под строго определенным напором, который при тушении пожара будет изменяться. А это может привести либо к увеличению расхода воды, что экономически нецелесообразно, либо к аварии производственных аппаратов. Самостоятельный противопожарный водопровод устраивают обычно на наиболее пожароопасных объектах – предприятиях нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, складах нефти и нефтепродуктов, лесобиржах, хранилищах сжиженных газов и др.

Противопожарные водопроводы (отдельные или объединенные с водопроводами другого назначения) бывают низкого и высокого давления. В водопроводах низкого давления необходимый для тушения напор у стволов создается передвижными пожарными насосами, установленными на гидранты. В водопроводах высокого давления вода к месту пожара подается по рукавным линиям непосредственно от гидрантов под напором от стационарных пожарных насосов, установленных в насосной станции.

Системы водоснабжения могут обслуживать как один объект, например город или промышленное предприятия, так и несколько объектов. В последнем случае эти системы называют групповыми. Если система водоснабжения обслуживает одно здание или небольшую группу компактно расположенных зданий из близлежащего источника, то ее называют местной системой. Для питания водой под требуемым напором различных участков территории населенного пункта, имеющей значительную разницу в отметках, устраивают зонное водоснабжение. Система водоснабжения, обслуживающая несколько крупных объектов, расположенных на значительном расстоянии один от другого, называется районной.

Систему водоснабжения при проектировании обычно разделяют на две части: наружную и внутреннюю. К наружному водопроводу относят все сооружения для забора, очистки и распределения воды водопроводной сетью до вводов в здания. Внутренние водопроводы представляют собой совокупность устройств, обеспечивающих получение воды из наружной сети и подачу ее к водоразборным приборам, расположенным в здании.

Очистные сооружения служат для придания воде необходимых физических, химических и бактериологических свойств. Их работа наиболее эффективна при равномерном поступлении воды от НС-I по часам суток. В то же время режим работы НС-II должен учитывать водопотребление, которое не является постоянным: оно возрастает

в дневное время и снижается ночью. Регулирование неравномерности работы НС-I и НС-II достигается благодаря устройству запасных резервуаров, в которых наряду с регулирующим объемом хранится неприкосновенный запас воды для целей пожаротушения.

Устройство водонапорных сооружений необходимо при значительной неравномерности потребления городом воды по часам суток и подачи ее НС- II.

Неравномерность водопотребления с увеличением численности населения в городах в значительной мере сглаживается, что позволяет обходиться без напорно-регулирующих сооружений. В этом случае вода от НС-II поступает непосредственно в трубы городской сети.

Подача воды для целей пожаротушения в городах обеспечивается пожарными автомобилями от гидрантов, установленных на водопроводной сети. В небольших городах расходы воды на тушение пожаров обеспечиваются включением дополнительных насосов в НС-II, а в крупных городах они по своей величине составляют незначительную часть от хозяйственно-питьевых расходов, поэтому практически не оказывают влияния на режим работы водопровода.

Для обеспечения тушения пожаров (в начале его возникновения) в большинстве производственных и общественных зданий, а также в жилых высотой 12 этажей и выше на внутренней водопроводной сети устанавливают пожарные краны в коридорах или лестничных клетках на высоте 135 см от уровня пола. К пожарному крану присоединяют пожарный рукав длиной 10 или 20 м, который заканчивается пожарным стволом. Производительность струи пожарного крана должна быть не менее 2,5 л/с (в течение не менее 3 ч).

Наружный пожарный водопровод устанавливается на расстоянии 5 м от зданий вдоль дорог. Через каждые 100 м устанавливаются краны-гидранты, к которым при пожаре присоединяют гибкие рукава с брандспойтами.

Внутренний пожарный водопровод питается от сети наружного.

Наиболее эффективным способом тушения пожаров является применение устройств и установок для автоматического тушения.

В зависимости от используемых средств тушения эти установки бывают: водяного тушения (спринклерные - брызгать и дренчерные – смачивать, орошать); водопенного тушения (воздушно-механическая и химическая пена); газового тушения (двуокись углерода, азот, негорючие газы с добавками); порошкового тушения (составы ПС и СИ); комбинированные, использующие несколько огнегасительных веществ.

Наибольшее распространение получили установки водяного тушения пожаров — спринклерные и дренчерные.

Спринклерная установка (рис.18.2) состоит из источника водоснабжения, насосов, контрольно-сигнального клапана, магистральных и распределительных трубопроводов, спринклерных головок] Спринклерные головки ввернуты в трубопроводы, которые размещены под потолком помещения, из условия орошения одним спринклером 9-12 $м^2$ площади пола. Выходное отверстие в спринклерной головке обычно закрыто клапаном и заперто легкоплавким замком. При повышении температуры до 72 °С легкоплавкий замок раскрывается, клапан выбрасывается и вода разбрызгивается, ударяясь о дефлектор. Таким образом, в спринклерной головке совмещены дат-

чики и приспособления для выбрасывания и распыления воды. Распределительные трубопроводы спринклерной установки в обычном состоянии заполнены водой под давлением, которое создает автоматический водопитатель.

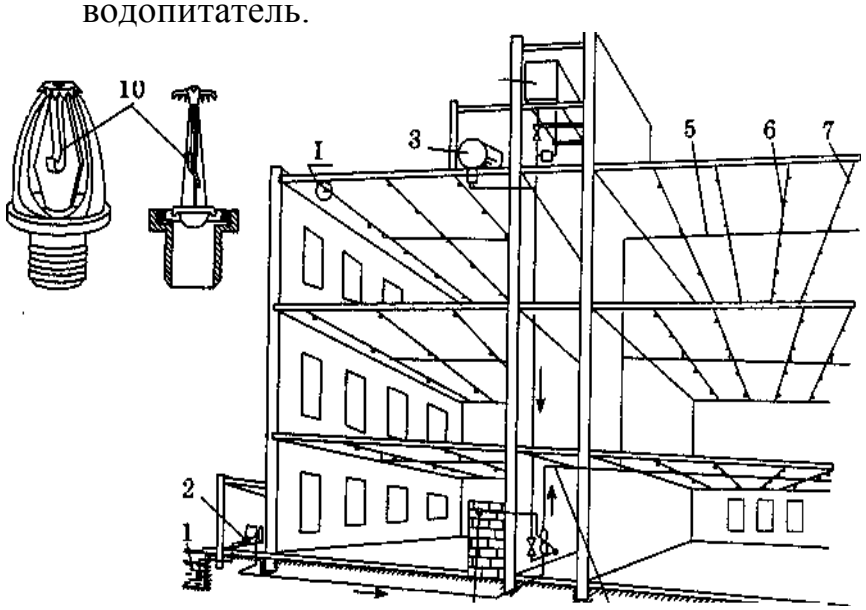


Рис.18.2. Общая схема спринклерной установки водяной системы:
1 — резервуар; 2 — основной водопитатель (насос);
3 — автоматический водопитатель (пневматический бак);
4 — автоматический водопитатель (водонапорный бак);
5 — второстепенная магистраль; 6 — распределительный рядок;
7 — спринклерная головка; 8 — главная питающая магистраль;
9 — сигнальная турбина; 10 — легкоплавкий замок

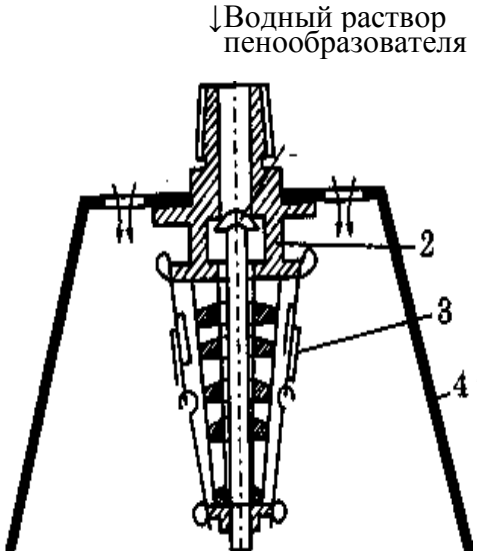


Рис.18.3. Пенный спринклер
1-клапан с упорным стержнем; 2-распылитель; 3-легкоплавкий замок; 4-кожух

Как только откроется при пожаре хотя бы один спринклер, в результате движения воды по трубопроводу срабатывает контрольно-сигнальный клапан и подается сигнал о пожаре в виде колокола или электросигнала.

В спринклерных установках вскрывается лишь такое количество головок, которое оказалось в зоне высокой температуры. В ряде случаев возникает необходимость подать воду сразу по всей площади помещения при помощи дренчерных установок группового действия. На трубопроводах, монтируемых под перекрытием, устанавливают дренчерные головки, которые напоминают спринклерные, но без замков, с открытыми отверстиями. В обычное время выход воды в сеть закрыт клапаном группового действия.

Установка приводится в действие автоматически с по-

мощью побудительных трубопроводов со спринклером либо с помощью натяжных тросов с легкоплавкими замками или же вручную открыванием крана. При вскрытии одного из этих устройств происходит падение давления в надклапанной камере, клапан вскрывается и вода поступает в сеть труб и выливается через дренчеры.

Кроме дренчерных установок группового действия, применяются дренчерные завесы для защиты проемов в противопожарных стенах, противопожарных занавесов в театрах.

В последнее время находят применение спринклерные и дренчерные установки, в которых вместо воды применяется раствор ценообразования, а обычные спринклеры и дренчеры заменены пенными (рис.18.3).

В обычное время клапан спринклера закрывает выход водному раствору пенообразователя и удерживается в этом положении двумя замками с легкоплавким припоем. При расплавлении замка клапан отбрасывается и раствор выходит из насадки и разбрызгивается от отражающих плоскостей распылители. Воздух подсасывается через отверстие в кожухе и смешивается с раствором, в результате чего образуется воздушно-механическая пена.

18.18 Первичные средства пожаротушения

Первичные средства пожаротушения — такие средства, которые используются в начальной стадии загорания. Они предназначены для ликвидации начинающихся очагов пожара силами персонала, обнаружившего загорание. Данные средства просты в обращении и для приведения их в действие не требуется сложных операций. Обычно они располагаются в открытых и доступных местах и должны постоянно находиться в боевой готовности. Количество первичных средств пожаротушения определяется существующими нормами в зависимости от назначения помещения и пожарной опасности технологического процесса (табл. 18.13).

К первичным средствам пожаротушения относятся: огнетушители; пожарные щиты, укомплектованные шанцевым инструментом (багор, кирка, лопата); ящики с песком; асбест, войлок (кошма), емкости с водой. Простейшим и доступным средством пожаротушения является песок. Он применяется для тушения разлитой по полу или земле горящей жидкости, электрооборудования, деревянных предметов, автомобилей и т. п.

Следующее доступное средство тушения — это кошма (войлок), которая предназначена для изоляции очага горения от доступа воздуха. Этот метод очень эффективен, но применяется лишь при небольшом очаге горения: при воспламенении небольшого количества разлившихся горючих или легковоспламеняющихся жидкостей. Вместо кошмы можно использовать шерстяные или суконные одеяла и т. п. Горящий объект следует быстро накрыть кошмой или другими предметами, стремясь лучше изолировать его от доступа воздуха и держать до полного прекращения огня.

Самым распространенным видом первичных средств пожаротушения являются *огнетушители.* В последнее время в Республике Беларусь разрешены к использованию следующие основные типы огнетушителей: углекислотные (ОУ), воздушно-пенные (ОВП), порошковые (ОП). Все они могут быть классифицированы по ряду признаков.

По виду огнегасящего состава огнетушители классифицируются на: жидкостные (вода с добавками поверхностно-активных веществ); пенные (воздушно-пенные); газовые (углекислотные); порошковые; аэрозольные (углекислотно-бромэтиловые, хладоновые с легкоиспаряющимися жидкостями галоидированных углеводородов); комбинированные (пенно-порошкового тушения).

По размерам и количеству огнетушащего состава на: малолитражные — до 5 л; промышленные ручные — от 5 до 10 л; передвижные (возимые) и стационарные — более 10 л.

По способу выброса огнетушащего состава: под давлением самого заряда или рабочего газа, находящегося над огнетушащим составом; под давлением газа, находящегося в отдельном баллончике, расположенном внутри или снаружи корпуса огнетушителя (двуокись углерода, азот, воздух).

Таблица 18.13 Нормы первичных средств пожаротушения для предприятий в соответствии с ППБ РБ 1.01-94

помещений, сооружений и установок	Категория помещения по	Условная за-	Класс пожара	Наименование первичных средств пожаротушения					
				огнетушители ручные вместимость, л			ящик с песком	противо-	бочка с водой
				пенные, Юл	порошковые, 10 или 2х5 л	углекислотные, 5(8) л			
Производственные и складские здания, сооружения	А, Б, В (горючие газы и жидкости)	200	А	2	1	-	1	1	1
			В	2	1	-	1	1	-
			С	-	1	2	-	-	-
		400	А	2	2	1	-	1	1
	В	800	В	1	1	-	1	1	-
	Г		С	-	1	1	1	1	-
	Г,Д	1200	А	2	1	-	1	-	-
Административно-бытовые здания, в том числе:		400	-	2	1	2	-	1	-
вычислительные центры, библиотеки, архивы, проектно-конструкторские бюро		100	-	-	1	1	-	1	-
типографии, помещения множительных, печатно-копировальных машин		200	-	2	1	1	-	1	-
Открытые склады		200	А, В, С	2	2	-	1	1	1

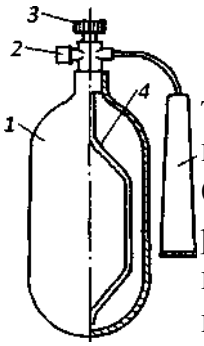


Рис. 18.4. Огнетушитель углекислотный:
1— стальной баллон;
2— предохранитель; *3*— запорный вентиль; *4* — сифонная рубка; 5 — раструб

Огнетушители углекислотные (газовые). Углекислотные огнетушители получили наибольшее распространение из-за своей универсальности в применении, компактности и эффективности тушения. Они предназначены для тушения загораний различных веществ и материалов, а также электроустановок, кабелей и проводов, находящихся под напряжением. Углекислотные огнетушители бывают ручные, стационарные и передвижные. Ручной огнетушитель ОУ (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8) представляет собой стальной баллон *1,* в горловину которого ввернут на конусной резьбе вентиль 3 с сифонной трубкой *4* (рис. 18.4). Раструб 5 огнетушителей ОУ-2 и ОУ-5 присоединен к корпусу шарнирно. При тушении загораний раструб огнетушителя направляют на горящий объект и поворачивают маховик вентиля до упора. Принцип действия углекислотных огнетушителей основан на свойстве углекислоты изменять агрегатное состояние. Так, в огнетушителе типа ОУ находится углекислота — углекислый газ в жидком состоянии (при 0°С и давлении 35 атм CO_2 переходит в жидкое состояние, причем 1 кг жидкости занимает 1, 34 л объема). Для приведения огнетушителя в действие открывается вентиль *3* и углекислота по сифонной трубке *4* выходит наружу через раструб 5. При этом происходит переход углекислоты в снегообразное состояние (твердая фаза), объем ее увеличивается в 400-500 раз, поглощается большое количество тепла. Углекислота превращается в «снег» с температурой -72 ^{o} С. Эту снегообразную массу и применяют для локального тушения загораний. Тушение при этом происходит за счет действия двух факторов: во-первых, углекислый газ уменьшает концентрацию кислорода в зоне горения; во-вторых, имея очень низкую температуру (-72° С), углекислота уменьшает температуру в очаге. «Снег» постепенно превращается в газ, т. е. углекислый газ, минуя жидкое состояние, опять переходит в газообразное состояние. Углекислый газ является незаменимым средством в тех случаях, если требуется потушить пожар в течение 2-10 с. При тушении загораний в закрытых помещениях и объемах необходимо вводить его не менее 30 % объема. При применении углекислотных огнетушителей следует учитывать токсичность CO_2 (например, при вдыхании воздуха, содержащего 10 % CO_2, наступает паралич дыхания и смерть), что особенно опасно, если учесть, что этот газ не имеет запаха, поэтому использовать ОУ в непроветриваемых помещениях запрещено.

Для пожарной защиты (с целью предупреждения пожара, взрыва) используют и другие инертные газы: азот, аргон, гелий, дымовые и отработанные газы и ряд других. В системах объемного тушения инертными газами должны предусматриваться меры, не допускающие отравления людей в защищаемом помещении.

Углекислотные огнетушители находят широкое применение для тушения загораний твердых материалов органического происхождения; электрооборудования, находящегося под напряжением; плавящихся веществ, газов (водород), ЛВЖ (легковоспламеняющихся жидкостей).

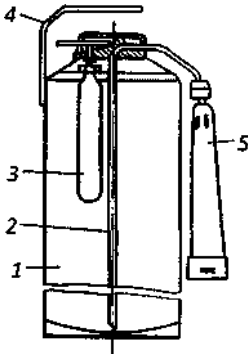


Рис.18.5. Огнетушитель воздушно-пенный: *1* — стальной корпус; *2* — сифонная трубка; 3 — баллон с крышкой и запорно-пусковым устройством для подачи газа $C0_2$; *4* — рукоятка; 5 — ствол-распылитель

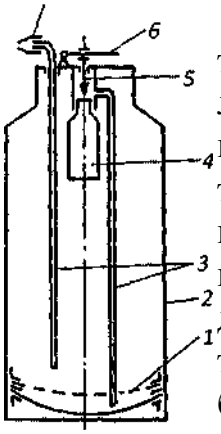
Огнетушители воздушно-пенные ОВП. Предназначены для тушения пожаров и загораний твердых веществ и горючих жидкостей (рис. 18.5). Применение этих огнетушителей запрещается для тушения электроустановок, находящихся под напряжением, а также щелочных металлов. Они выпускаются трех типов: переносные (ручные) (ОВП-5; ОВП-10), передвижные (ОВП-100) и стационарные (ОВП-250).

В качестве огнетушащего средства ОВП применяют 6%-и водный раствор пенообразователя ПО-1. Огнетушители выпускаются как закачного типа, так и с баллончиком для рабочего газа. Баллончик располагается внутри корпуса огнетушителя. Огнетушители ОВП состоят из стального корпуса *1* и баллона для газа 3, имеется также сифонная трубка *2,* рукоятка *4* и воздушно-пенный ствол *5.* Для приведения его в действие нажимают на пусковой рычаг, происходит прокалывание мембраны газового баллончика. Углекислота (воздух, азот и т. п.) выходит через дозирующее устройство и создает в корпусе огнетушителя давление. Под давлением газа заряд поступает в воздушно-пенный ствол, где распыляется, смешивается с подсасываемым воздухом и образует воздушно-механическую пену средней кратности. В рабочем положении огнетушитель следует держать вертикально.

К недостаткам огнетушителей ОВП относятся высокая коррозийная активность заряда и невозможность его применения в электроустановках.

Огнетушители порошковые (ОП). Порошковые огнетушители получили в последнее время наибольшее распространение. Они применяются для ликвидации загораний и пожаров всех классов. Огнетушители выпускаются трех типов: ручные (переносные), возимые и стационарные.

В качестве огнетушащего вещества используют порошки общего и специального назначения. Порошки обычного назначения используют при тушении пожаров и загораний ЛВЖ, газов, древесины и т. д. Порошки специального назначения применяют при ликвидации пожаров и загораний щелочных металлов, алюминий- и кремнийорганических соединений и других пирофорных (способных к самовозгоранию) веществ.



Огнетушитель ОП-10 (рис. 18.6) приводится в действие нажатием на пусковой рычаг *6*. После этого игольчатый шток 5 прокалывает мембрану баллона с газом *4*. Рабочий газ (углекислота, воздух, азот и т. п.), выходя из баллона, поступает по сифонной трубке 3 под аэроднище *1*. В центре сифонной трубки (по высоте) имеется ряд отверстий, через которые выходит часть рабочего газа и производится рыхление порошка. Взрыхленный порошок под действием давления рабочего газа выдавливается по сифонной трубке и выбрасывается через насадок 7 на очаг загорания. В рабочем положении огнетушитель необходимо держать строго вертикально.

Аэрозольные и углекислотно-бромэтиловые огнетушители. Предназначены для тушения загораний легковоспламеняющихся жидкостей, твердых веществ, электроустановок, находящихся под напряжением, и других материалов, кроме щелочных металлов-и кислородосодержащих веществ. Зарядами огнетушителей служат

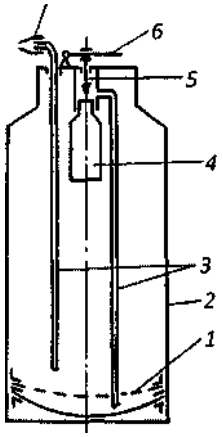


Рис. 18.7. Огнетушитель порошковый ОП-10: *1* — аэроднище; *2* — корпус; 3— сифонные трубки; *4* — баллон с газом; 5 — игольчатый шток; б — пусковой рычаг; 7—насадок

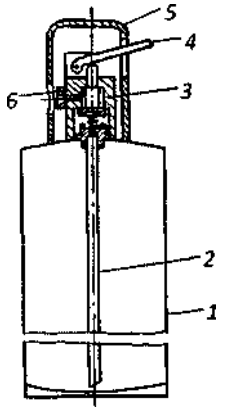


Рис. 18.8. Огнетушитель углекислотно-бромэтиловый ОУБ: *1* — стальной баллон; 2-сифонная трубка; 4-пусковой рычаг; 5-предохранительный клапан; 6-распыливающее устройство

на основе галоидированных углеводородов (бромистый этил, тетрафтордибромэтан и др.). Аэрозольные огнетушители предназначены для тушения загораний на транспортных средствах с двигателями внутреннего сгорания, а также на электроустановках с напряжением до 380 В. Аэрозольный огнетушитель представляет собой стальной

баллон, в горловину которого ввернута крышка с запорно-пусковым устройством, баллоном со сжатым газом и сифонной трубкой. При тушении пожара поднимают рукоятку и нажимают пусковой рычаг до упора. Шток прокалывает мембрану баллона, перемещает шарик и открывает доступ газа из баллона в корпус огнетушителя. Давление в корпусе возрастает, и бромистый этил через сифонную трубку поступает в выходное сопло, где жидкая фаза заряда превращается в газожидкостную аэрозольную струю. При работе огнетушитель должен находиться в вертикальном положении. Углекислотно-бромэтиловые огнетушители ОУБ-3 и ОУБ-7 (рис. 18.7) предназначены для тушения загораний на бензораздаточных станциях, бензоколонках, грузовых и специальных автомобилях, перевозящих горючесмазочные материалы, в складских помещениях, а также в электроустановках, находящихся под напряжением. Огнетушители ОУБ-3 и ОУБ-7 аналогичны по конструкции и отличаются только емкостью баллонов и устройством распыляющего насадка.

18.19 Пожарные извещатели

Технические средства обнаружения загораний или извещатели предназначены для получения информации о состоянии контролируемых признаков пожара на охраняемом объекте. Пожарные извещатели делятся на ручные и автоматические.

Ручные извещатели. Предназначены для передачи информации о пожаре по линии связи на технические средства оповещения с помощью человека, обнаружившего пожар, и должны размещаться на высоте 1,5 м от уровня пола. Ручные извещатели подключают к приемной станции. Сигнал тревоги подается при нажатии кнопки. Человек, подавший сигнал, получает подтверждение о том, что сигнал принят.

Автоматические пожарные извещатели. Подразделяются по виду контролируемого признака пожара на тепловые, дымовые, световые, комбинированные, ультразвуковые. При этом они выполняются в следующих модификациях: *максимальные* — срабатывающие при достижении контролируемым параметром (дым, температура, излучение) определенной величины; *дифференциальные* — реагирующие на скорость изменения контролируемого параметра; *максимально-дифференциальные* — реагирующие как на достижение контролируемым параметром заданной величины, так и на скорость его изменения.

Тепловые извещатели. Принцип действия тепловых извещателей заключается в изменении свойств чувствительных элементов при изменении температуры. В качестве чувствительных элементов применяют биметаллические пластинки различных геометрических форм, легкоплавкие сплавы, термопары, полупроводниковые и магнитные материалы. Так, биметаллическая пластинка состоит из двух спрессованных слоев металла с различными коэффициентами линейного расширения. При нагревании металла слой с большим коэффициентом линейного расширения (активный) удлиняется на большую величину, чем слой с меньшим коэффициентом линейного расширения (пассивный). В результате пластинка прогибается в сторону пассивного слоя и переключает контакты цепи сигнализации.

Дымовые извещатели. Существуют два основных принципа обнаружения дыма: оптико-электронный и радиоизотопный. Характерной особенностью дымов является способность поглощать и рассеивать свет, чем и обусловлена их непро-

зрачность. Процессы рассеивания и поглощения света определяются физико химическими показателями дыма и оптическими свойствами света. В дымовых извещателях используется принцип контроля изменения оптических свойств среды и обнаружения дыма двумя методами: по ослаблению первичного светового потока за счет уменьшения прозрачности окружающей среды; по интенсивности отраженного (рассеянного частицами дыма) светового потока.

Так, в извещателе дымовом фотоэлектрическом типа ИДФ луч света формируется с помощью диафрагмы и экрана таким образом, что фоторезистор не освещается при отсутствии дыма в рабочей камере. При появлении дыма в камере на фоторезистор попадает свет, рассеянный частицами дыма. В результате этого сопротивление фоторезисторов уменьшается, срабатывает электрическая схема на подачу сигнала тревоги.

Световые извещатели. Открытое пламя излучает свет в широком диапазоне спектра — от ультрафиолетового до инфракрасного. Световые извещатели регистрируют излучение открытого пламени на фоне посторонних источников света. Чувствительными элементами служат фотоприемники с различными принципами действия и спектральными характеристиками: фоторезисторы — полупроводниковые приборы, регистрирующие излучение в видимой и инфракрасных областях спектра; счетчики фотонов.

Так, модернизированный автоматический извещатель пламени в качестве чувствительного элемента имеет счетчик фотонов. Извещатель срабатывает при очень малой интенсивности ультрафиолетового излучения, применяется для запуска быстродействующих установок пожаротушения.

Комбинированный извещатель. Выполняет функции теплового и дымового извещателя. Выполнен он на базе дымового извещателя с добавлением элементов электрической схемы, необходимой для работы теплового извещателя. Как тепловой извещатель он имеет в качестве чувствительного элемента полупроводниковые резисторы.

Ультразвуковой датчик. Предназначен для обнаружения в закрытых помещениях движущихся объектов (колеблющееся пламя, идущий человек). Работа датчика основана на использовании эффекта Допплера. Ультразвуковые волны частотой порядка 20 кГц излучаются в контролируемом помещении. В этом же помещении расположены приемные преобразователи, которые, действуя подобно обычному микрофону, преобразуют ультразвуковые колебания воздуха в электрический сигнал. Если в контролируемом помещении отсутствует колеблющееся пламя, то частота сигнала, поступающая от приемного преобразователя, будет соответствовать излучаемой частоте. При наличии в помещении движущихся объектов отраженные от них ультразвуковые колебания будут иметь частоту, отличную от излучаемой (эффект Допплера). Разность в частотах излучаемого и принимаемого сигналов в виде колебаний электрического тока (5-30 Гц) выделяется электрической схемой электронного блока. Этот сигнал усиливается и вызывает срабатывание поляризованного реле приемной станции.

18.20 Организация пожарной охраны предприятия

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О пожарной безопасности» на руководителей, должностных лиц и каждого из работников возложена обязанность обес-

печения пожарной безопасности на предприятии. Конкретные обязанности каждого работника устанавливаются в должностных инструкциях.

Руководитель предприятия своим приказом определяет ответственных должностных лиц за пожарную безопасность по каждому подразделению.

Каждый работник обязан:

- знать и выполнять на производстве требования пожарной безопасности, а также соблюдать и поддерживать противопожарный режим;
- принимать меры предосторожности при проведении работ с ЛВЖ и ГЖ, другими пожароопасными материалами и оборудованием;
- знать характеристики пожарной опасности применяемых или изготавливаемых веществ и материалов;
- в случае обнаружения пожара сообщать о нем в пожарную службу и принимать возможные меры к спасению людей, имущества и ликвидации пожара.

План действий работников на случай возникновения пожара утверждается руководителем предприятия, который должен организовать практические тренировки по его выполнению не реже двух раз в год.

Ответственность за нарушение требований пожарной безопасности определена действующим законодательством и может выражаться в зависимости от тяжести наступивших последствий в виде штрафа, ареста, лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью, ограничения или лишения свободы. Максимальный срок лишения свободы - 7 лет.

Для предупреждения пожаров на предприятиях проводятся организационные, эксплуатационные, технические и режимные мероприятия.

К *организационным мероприятиям* относятся правильная организация пожарной охраны объекта, обучение работающих пожарной безопасности, проведение противопожарных инструктажей и технических минимумов, бесед, создание добровольных пожарных дружин, использование средств наглядной агитации и т.п.

Каждый вновь принимаемый на работу, прежде чем приступить к выполнению своих обязанностей, должен пройти противопожарный инструктаж, а на особо пожаро-и взрывоопасных предприятиях все работники должны пройти пожарно-технический минимум.

Противопожарный инструктаж осуществляется в два этапа - вводный и обучение на рабочем месте.

Пожарно-технический минимум проводят в виде занятий по специальной программе, разработанной с учетом особенностей пожарной опасности технологической установки. В данном случае предусматривается детальное обучение работников приемам и способам пользования имеющимися средствами индивидуальной защиты, пожаротушения и пожарной сигнализации.

Эксплуатационные мероприятия предусматривают своевременное проведение профилактических осмотров, ремонтов, испытаний технологического, вспомогательного и инженерного оборудования, а также правильное содержание зданий и сооружений.

К *техническим мероприятиям* относится строгое соблюдение правил пожарной безопасности при проектировании зданий и сооружений, компоновке оборудования, устройстве отопления, освещения, вентиляции и т.д. Мероприятия *режимного характера* представляют собой запрещение или определение мест курения, меры по безопасной организации производства сварочных и других огневых работ, соблюдение противопожарного режима и т.п.

Под *противопожарным режимом* предприятия понимают комплекс противопожарных мероприятий при выполнении работ и эксплуатации объектов, т.е. совокупность мер и требований пожарной безопасности, заранее установленных для объекта или отдельного помещения и подлежащих обязательному выполнению всеми работающими там лицами.

Противопожарный режим устанавливается правилами, инструкциями, приказами или распоряжениями руководителя объекта и охватывает такие профилактические мероприятия, как содержание территории и помещений, проездов, путей эвакуации в зданиях, обесточивание электрооборудования в конце рабочего дня и в случае пожара, уборку помещений и рабочих мест, установление и соблюдение норм хранения в помещениях сырья, полупродуктов и готовой продукции, запрещение курения и применения открытого огня в местах, опасных в пожарном отношении, а также регулярные осмотры перед закрытием помещений после окончания работы.

В соответствии с действующим законодательством для привлечения инженерно-технических работников, рабочих и служащих к участию в работе по проведению пожарно-профилактических мероприятий на предприятии создается *пожарно-техническая комиссия*, состав которой утверждается приказом руководителя. Руководство комиссией возлагается на заместителя руководителя или на главного инженера.

ПТК не реже одного раза в полугодие проводит детальную проверку соблюдения правил и норм пожарной безопасности и разрабатывает мероприятия по устранению выявленных нарушений, которые оформляются актом, утверждаемым руководителем предприятия и подлежат выполнению в установленные сроки.

В своей работе комиссия взаимодействует с заинтересованными службами и общественными формированиями.

Добровольная пожарная дружина (ДПД) формируется из числа рабочих, инженерно-технических работников и служащих независимо от наличия других видов пожарной службы. ДПД могут быть общеобъектовыми или цеховыми. При наличии общеобъектовой пожарной дружины в цехах, складах и других объектах предприятия организуются боевые расчеты из числа рабочих смены.

Численный состав дружины определяется руководителем предприятия из расчета 5 человек на каждых 100 работающих. При численности работающих на предприятии до 100 человек численность ДПД должна быть не менее 10 человек. Если количество работающих на предприятии составляет менее 15 человек, ДПД не создается, а обязанности на случай пожара распределяются между работниками.

Основными задачами ДПД являются:

- контроль за соблюдением противопожарного режима;

- проведение разъяснительной работы среди работников по соблюдению противопожарного режима на рабочих местах и правил осторожного обращения с огнем в быту;
- надзор за исправностью средств пожаротушения и их укомплектованностью;
- вызов пожарной службы в случае возникновения пожара, принятие мер по его тушению имеющимися средствами и т.п.

Члены ДПД принимают участие в локализации и ликвидации загораний, эвакуации людей и материальных ценностей из горящих помещений.

18.21 Ответственность за нарушение требований пожарной безопасности

Ответственность за нарушение требований пожарной безопасности на предприятиях несут персонально их руководители, по отраслям — руководители республиканских органов государственного управления, а по городам и другим населенным пунктам — местные исполнительные и распорядительные органы.

В жилых помещениях государственного, общественного фонда, фонда жилищно-строительных кооперативов ответственность за нарушение требований пожарной безопасности возлагается на квартиросъемщиков, а в жилых квартирах, домах, дачах и иных строениях, принадлежащих гражданам на правах частной собственности, — на их собственников.

Лица, нарушающие или не выполняющие закон Республики Беларусь «О пожарной безопасности», стандарты, нормы и правила пожарной безопасности, а также лица, виновные в возникновении пожаров, несут дисциплинарную, материальную, административную и уголовную ответственность в соответствии с законодательством Республики Беларусь.

Дисциплинарная ответственность заключается в наложении взыскания в виде замечания, выговора, увольнения (ст. 198—204 Трудового кодекса).

Для работников транспорта, таможенной службы и других категорий с особыми условиями труда дисциплинарная ответственность устанавливается Правительством Республики Беларусь (ст. 204 Трудового кодекса).

Работник может быть привлечен к *материальной ответственности,* если по его вине предприятие понесло материальный ущерб (ст. 400 Трудового кодекса, постановление МЧС от 25.06.03 г. №26).

Административная ответственность проявляется мерами административного принуждения и пресечения (ст. 170 КоАП об административных правонарушениях).

К мерам административного принуждения относятся: предупреждение или наложение штрафа на должностных лиц, работников и граждан за нарушение правил пожарной безопасности или невыполнение предписаний и постановлений.

Мерами административного пресечения являются: приостановка работы предприятия, ремонта объектов; запрет эксплуатации зданий, машин, приборов и других устройств, функционирующих с нарушениями требований пожарной безопасности; запрет на выпуск, реализацию и использование продукции, не соответствующей противопожарным требованиям.

Сумма штрафных санкций, а также компетенция по применению мер административного пресечения зависят от статуса работника органов Государственного пожарного надзора.

Административные взыскания от имени органов Государственного пожарного надзора могут налагать:

Главный государственный инспектор Республики Беларусь по пожарному надзору и его заместители. Применяемые санкции: для граждан — предупреждение или штраф в размере до 7 базовых величин и для должностных лиц — предупреждение или штраф в размере до 30 базовых величин;

старшие государственные инспекторы Республики Беларусь по пожарному надзору, главные государственные инспекторы областей и г. Минска по пожарному надзору и их заместители. Применяемые санкции: для граждан — предупреждение или штраф в размере до 5 базовых величин и на должностных лиц — предупреждение или штраф в размере до 20 базовых величин;

старшие государственные инспекторы областей и г. Минска по пожарному надзору. Применяемые санкции: для граждан - предупреждение или штраф в размере до 3 базовых величин и на должностных лиц - предупреждение или штраф в размере до 15 базовых величин;

- главные государственные инспекторы городов и районов по пожарному надзору. Применяемые санкции для граждан - предупреждение или штраф в размере до 2 базовых величин и на должностных лиц - предупреждение или штраф в размере до 10 базовых величин;
- *государственные инспекторы городов (районов) по пожарному надзору. Применяемые санкции: для граждан — предупреждение или штраф в размере до 1 базовой величины и на должностных лиц — предупреждение или штраф в размере до 5 базовых величин.*

Кроме административных мер воздействия предусмотрена также и уголовная ответственность, *определенная в соответствующих статьях УК Республики Беларусь:*

- *Статья 304 Уголовного кодекса регламентирует следующее: 1. Нарушение правил пожарной безопасности лицом, ответственным за их выполнение, повлекшее возникновение пожара, совершенное в течение года после наложения административного взыскания за нарушение правил пожарной безопасности,*
- наказывается штрафом, или исправительными работами на срок до одного года, или арестом на срок до трех месяцев с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью или без лишения.

Нарушение правил пожарной безопасности лицом, ответственным за их выполнение, повлекшее по неосторожности возникновение пожара, причинившего тяжкое или менее тяжкое телесное повреждение либо ущерб в крупном размере,

- наказывается исправительными работами на срок до двух лет, или арестом на срок до шести месяцев, или ограничением свободы на срок до трех лет, или лишением свободы на тот же срок с лишением права

занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью или без лишения.

Деяние, предусмотренное частью второй настоящей статьи, повлекшее по неосторожности смерть человека либо причинение тяжкого телесного повреждения двум или более лицам,

- наказывается лишением свободы на срок до семи лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью или без лишения.

  Умышленное уничтожение либо повреждение имущества, совершенные ощопасным способом, коим является поджог, либо повлекшие причинение ущерба в крупном размере (сумма в двести пятьдесят и более раз превышает базовую величину, установленную на день совершения преступления),
- наказываются ограничением свободы на срок до пяти лет или лишением свободы на срок от трех до десяти лет *(ст. 218 Уголовного кодекса)*.

Уничтожение либо повреждение имущества по неосторожности, повлекшие причинение ущерба в особо крупном размере (сумма в тысячу и более раз превышает базовую величину, установленную на день совершения преступления),

- наказываются исправительными работами на срок до двух лет, или арестом на срок до шести месяцев, или ограничением свободы на срок до двух лет *(ст. 219 Уголовного кодекса)*.

Уничтожение либо повреждение леса в результате неосторожного обращения с огнем, несоблюдения правил производства взрывных работ, нарушения правил эксплуатации других источников повышенной опасности, нарушения порядка заготовки и вывозки древесины, повлекшие причинение ущерба в особо крупном размере (в данном случае ущерб, в двести пятьдесят и более раз превышающий базовую величину, установленную на день совершения преступления),

- наказываются штрафом, или исправительными работами на срок до двух лет, или ограничением свободы на срок до двух лет, или лишением свободы на тот же срок с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью или без лишения *(ст. 276 Уголовного кодекса)*.

Рекомендуемая литература:

1. *Лазаренков, А. М.* Охрана труда в энергетической отрасли: учебник / А. М. Лазаренков, Л. П. Филянович. — Минск: БНТУ, 2006. — 582 с.

2. *Лазаренков, А. М.* Охрана труда в энергетической отрасли: учебник / А. М. Лазаренков, Л. П. Филянович, В.П. Бубнов. — Минск: ИВЦ Минфина, 2010. — 655 с.

3. *Челноков, А.А.* Охрана труда : учеб. пособие / А.А. Челноков, Л.Ф. Ющенко, - 4- изд., и доп. – Минск : Выш. шк., 2009, - 403 с.

4. *Михнюк, Т.Ф.* Охрана труда : учебник для студентов высших учебных заведений / Т.Ф. Михнюк. – Минск : ИВЦ Минфина, 2009. – 345 с.

5. **Экзамен** по охране труда : практ. пособие для рук. / сост.А.В. Семич, В.П. Семич. – 2-е., доп. и перераб. – Минск : Центр охраны труда и пром. безопасности,

2008. – 403 с.

6. *Крыжановский, И.Ю.* Охрана труда : учеб. пособие для учащихся учреждений, обеспечивающих получение проф. – техн. образования / И.Ю. Крыжановский. - Минск : Беларусь, 2007. – 218 с.

7. Долин, П. А. Справочник по технике безопасности / П. А. Долин. Пб-е изд., перераб. и доп. ПМ. : Энергоатомиздат, 1985. 0824с.

8. Долин, П. А. Основы техники безопасности в электроустановках : учеб, пособие для вузов / П. А. Долин. 134-е изд., перераб. и доп. ПМ.: Энергоатомиздат. 1984. П448с.

9. Салов, А. И. Охрана труда на предприятиях автомобильного транс порта (Практические расчеты) / А, И. Салов. ПМ. : Машиностроение, 1977. П 158с.

10. ГОСТ 12.1.010-76. ССБТ. Взрывобезопасностъ. Общие требования. - М.: Изд-во стандартов, 1976. 37 с.

11. ГОСТ 30331.3-95 (МЭК 364-41-920) «Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током».

12. Межотраслевые правила по охране труда при работе в электроустановках. Утвержденные Постановлением Министерства труда и социальной защиты РБ и Министерством энергетики РБ 30.12.2008 №205/59

13. Технический кодекс установившейся практики «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» ТКП 181 – 2009.

14. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утв.постановление Министерства по чрезвычайном ситуациям РБ 27.11. 2005 г. №56 (с изм. от 13.10.2007 г. №121 и 16.04.2008 г. №31).

15. Семич, В.П. Охрана труда при работе на персональных электронных вычислительных машинах и другой офисной технике: прак. пособие / В.П. Семич, А.В. Семич. Минск, 2001. – 75с.

16. Правила пожарной безопасности и техники безопасности при проведении огневых работ на предприятиях РБ (утв. ГУПО МВД и Госпроматомнадзором РБ 31.07.1992 г. и 28.07.1992 г. (с изм. и доп. От 13.04.1993 г. и от 1.06. 1993 г. соответственно).

17.ГОСТ 12.1.004-85. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

18.ГОСТ 12.1.033-81. ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения.

19.СНБ 2.02.01-98. Пожарно-техническая классификация зданий, строительных конструкций и материалов.

20.СТБ 11.0.02-95. ССПБ. Пожарная безопасность. Общие термины и определения.

21.СТБ 11.0.03-95. ССПБ. Пассивная противопожарная защита. Термины и определения.

22.СТБ 11.0.04-95. ССПБ. Организация тушения пожаров. Термины и определения.

23.ГОСТ 27331-87. Пожарная техника.

24.ГОСТ 12.4.009-83. ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание.

25.Пожарная техника: учебник для пожарно-технических училищ: в 2 ч. Ч. 1: Пожарно-техническое оборудование / А. Ф. Иванов[и др.]. — М.: Стройиздат, 1988.

26.Основы пожарной безопасности: учеб, пособие для высших технических учебных заведений. — М.: Высшая школа, 1981.

27.*Бариев, Э. Р.* Пожарная безопасность в строительстве /Э. Р. Бариев, В. Л. Чеканов. — Минск: ООО «Фоикс», 1996.

28.*Баритов, А. Н.* Пожарная безопасность / А. Н. Баратов,В. А. Пчелинцев. — М.: Стройиздат, 1997.

29.Охрана труда при работе на персональных электронно-вычислительных машинах и другой офисной технике: практическое пособие / сост.: В. П. Семич, А. В. Семич. — Минск: ЦОТЖ,2001. —75с.

30.Информационный перечень средств противопожарной защиты, производимых в Республике Беларусь // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. — 2002. — № 9.

31.Перечень средств противопожарной защиты, разрешенных для применения на территории Республики Беларусь // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. — 2002. — № 9.

32.Инструкция по тушению пожаров в электроустановках организаций Республики Беларусь утв. постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь и Министерства энергетики Республики Беларусь от 28.05.2004 г. № 20/15.

33.ППБ 2.11-2001. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь для объектов хранения, транспортирования и отпуска нефтепродуктов, утв. постановлением МЧС Республики Беларусь16.01.2002 г. № 4.