



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Безопасность технологических процессов  
и производств»

## **Учебное пособие** по дисциплине

# **«Безопасность жизнедеятельности»**

## **Часть 3** **Безопасность производства работ (техника безопасности)**

Авторы

Пушенко С.Л., Нихаева А.В.,  
Омельченко Е.В., Пушенко А.С.,  
Соколова Г.Н., Стасева Е.В.,  
Трушкова Е.В., Филь Е.С.

Ростов-на-Дону, 2017



## Аннотация

Состоит из разделов, раскрывающих комплекс организационных и технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работника опасных производственных факторов, как части дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Рассматриваются вопросы современного состояния нормирования при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов различного назначения, способы и средства защиты работников от опасных факторов трудового процесса.

Материал сопровождается рисунками и актуализированным списком нормативно-правовых актов, регламентирующих различные аспекты охраны труда.

Предназначено для студентов всех направлений подготовки и специальностей очной и заочной форм обучения.

## Авторы

д.т.н., профессор  
зав. кафедрой «БТПиП»  
Пушенко С.Л.

к.т.н., доцент  
кафедры «БТПиП»  
Нихаева А.В.





к.т.н., доцент  
кафедры «БТПиП»  
Омельченко Е.В.

доцент  
кафедры «БТПиП»  
Пушенко А.С.

Соколова Г.Н.

к.т.н., доцент  
кафедры «БТПиП»  
Стасева Е.В.

к.т.н., доцент  
кафедры «БТПиП»  
Трушкова Е.А.

ст. преподаватель  
кафедры «БТПиП»  
Филь Е.С.



## Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Решение вопросов охраны труда в проектной документации .....</b>	<b>8</b>
1.1. Общие положения .....	8
1.2. Состав и требования к содержанию проектной документации .....	10
1.3. Порядок разработки, согласования и экспертизы проектной документации .....	12
<b>2. Общие требования безопасности к производственным территориям и участка производства работ .....</b>	<b>15</b>
2.1 Общие принципы генеральной планировки .....	15
2.2. Опасные зоны .....	19
2.3. Санитарно-защитные зоны .....	21
2.4. Противопожарные разрывы .....	23
2.5. Ограждение предприятия, организация дорог и пешеходных дорожек .....	25
2.6. Организация проезда и подъездов для пожарных машин .....	26
2.7. Водоснабжение предприятия, обеспечивающее хозяйственно-питьевые и противопожарные нужды .....	27
2.8 Санитарно-бытовое обеспечение .....	29
2.9. Озеленение и благоустройство. Площадки для отдыха .....	30
2.10. Цвета сигнальные и знаки безопасности .....	33
<b>3. Требования безопасности при эксплуатации грузоподъемных машин и оборудования .....</b>	<b>42</b>
3.1 Требования к персоналу .....	43
3.2 Регистрация и разрешение на пуск в работу грузоподъемных машин .....	45
3.3 Технический осмотр машин и механизмов .....	48

3.4 Надзор за безопасным выполнением работ .....	53
3.5 Приборы безопасности.....	55
3.6 Требования к оснастке и приспособлениям .....	58
<b>4. Основные требования безопасности к производству строительно-монтажных работ .....</b>	<b>61</b>
4.1 Земляные работы.....	61
4.2. Бетонные работы.....	66
4.3 Монтажные работы.....	70
4.4 Каменные работы .....	75
4.5. Отделочные работы .....	78
4.6 Изоляционные работы .....	81
4.7. Кровельные работы .....	84
4.8. Разборка зданий и сооружений при их реконструкции или сносе .....	87
4.9. Монтаж инженерного оборудования зданий и сооружений .....	90
4.10. Требования безопасности при выполнении электросварочных и газопламенных работ .....	97
<b>5. Электробезопасность .....</b>	<b>102</b>
5.1. Общие сведения .....	102
5.2. Действие электрического тока на организм человека.....	103
5.3. Основные причины электротравматизма .....	106
5.4. Факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током .....	106
5.5. Схемы включения человека в электрическую сеть .....	110
5.6. Мероприятия по предупреждению поражения человека электрическим током .....	116
<b>6. Молниезащита .....</b>	<b>132</b>
6.1 Основные термины и определения в области молниезащиты .....	132
6.2 Образование молнии .....	133
6.3 Классификация зданий и сооружений по устройству молниезащиты .....	135

6.4 Подбор комплекса средств молниезащиты для зданий или сооружений .....	138
<b>7. Основные требования безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением .....</b>	<b>146</b>
7.1. Виды сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Классификация. Требования к обозначениям .....	146
7.2. Основные опасности и причины аварий при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.....	148
7.3. Нормативные требования к конструкции, изготовлению и эксплуатации сосудов, работающих под давлением .....	150
7.4. Общие принципы обеспечения безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением.....	151
<b>Библиографический список.....</b>	<b>157</b>



## ВВЕДЕНИЕ

В первой части учебного пособия [1] вы уже познакомились со структурой дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», а также первой частью раздела «Безопасность труда», основными понятиями и определениями. Во второй части [2] вы познакомились с системой организационных, гигиенических, и санитарно-технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих вредных производственных факторов, т.е. с производственной санитарией и ее отдельными элементами, определяющими гигиену труда, т.е. со второй частью раздела «Безопасность труда» – «Производственная санитария и гигиена труда».

В третьей части учебного пособия мы познакомимся с системой организационных и технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов (ОПФ), т.е. с третьей частью раздела «Безопасность труда» – «Техника безопасности».

## **1. РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ ОХРАНЫ ТРУДА В ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

### **1.1. Общие положения**

Архитектурно-строительное проектирование регламентировано Градостроительным Кодексом Российской Федерации.

Законодательство о градостроительной деятельности и изданные в соответствии с ним нормативные правовые акты основываются на следующих принципах:

1) обеспечение устойчивого развития территорий на основе территориального планирования и градостроительного зонирования;

2) обеспечение сбалансированного учета экологических, экономических, социальных и иных факторов при осуществлении градостроительной деятельности;

3) обеспечение инвалидам условий для беспрепятственного доступа к объектам социального и иного назначения;

4) осуществление строительства на основе документов территориального планирования, правил землепользования и застройки и документации по планировке территории;

5) участие граждан и их объединений в осуществлении градостроительной деятельности, обеспечение свободы такого участия;

6) ответственность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления за обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека;

7) осуществление градостроительной деятельности с соблюдением требований технических регламентов;

8) осуществление градостроительной деятельности с соблюдением требований безопасности территорий, инженерно-технических требований, требований гражданской обороны, обеспечением предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, принятием мер по противодействию террористическим актам;

9) осуществление градостроительной деятельности с соблюдением требований охраны окружающей среды и экологической безопасности;

10) осуществление градостроительной деятельности с соблюдением требований сохранения объектов культурного наследия и особо охраняемых природных территорий;



11) ответственность за нарушение законодательства о градостроительной деятельности;

12) возмещение вреда, причиненного физическим, юридическим лицам в результате нарушений требований законодательства о градостроительной деятельности, в полном объеме.

Архитектурно-строительное проектирование осуществляется путем подготовки **проектной документации** применительно к объектам капитального строительства и их частям, строящимся, реконструируемым в границах принадлежащего застройщику земельного участка или иному правообладателю, а также в случаях проведения капитального ремонта объектов капитального строительства, если при его проведении затрагиваются конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности таких объектов (далее также – капитальный ремонт).

Проектная документация представляет собой документацию, содержащую материалы в текстовой форме и в виде карт (схем) и определяющую архитектурные, функционально-технологические, конструктивные и инженерно-технические решения для обеспечения строительства, реконструкции объектов капитального строительства, их частей, капитального ремонта.

В состав проектной документации объектов капитального строительства, за исключением проектной документации линейных объектов, включаются следующие разделы:

1) пояснительная записка с исходными данными для архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства, в том числе с результатами инженерных изысканий, техническими условиями;

2) схема планировочной организации земельного участка, выполненная в соответствии с градостроительным планом земельного участка;

3) архитектурные решения;

4) конструктивные и объемно-планировочные решения;

5) сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений;

6) проект организации строительства объектов капитального строительства;

7) проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства, их частей (при необходимости сноса или демонтажа объектов капитального строительства, их

частей для строительства, реконструкции других объектов капитального строительства);

8) перечень мероприятий по охране окружающей среды;

9) перечень мероприятий по обеспечению пожарной безопасности;

10) перечень мероприятий по обеспечению доступа инвалидов к объектам здравоохранения, образования, культуры, отдыха, спорта и иным объектам социально-культурного и коммунально-бытового назначения, объектам транспорта, торговли, общественного питания, объектам делового, административного, финансового, религиозного назначения, объектам жилищного фонда (в случае подготовки соответствующей проектной документации);

11) требования к обеспечению безопасной эксплуатации объектов капитального строительства;

12) иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами.

## 1.2. Состав и требования к содержанию проектной документации

Состав и требования к содержанию разделов проектной документации применительно к различным видам объектов капитального строительства, в том числе к линейным объектам, состав и требования к содержанию разделов проектной документации применительно к отдельным этапам строительства, реконструкции объектов капитального строительства, а также состав и требования к содержанию разделов проектной документации, представляемой на государственную экспертизу проектной документации и в органы государственного строительного надзора, устанавливаются Правительством РФ [3].

**В части охраны труда** разделы проектной документации включают:

1. «Пояснительная записка»:

– данные о проектной мощности объекта..., а также о численности работников и их профессионально-квалификационном составе, числе рабочих мест...;

– заверение проектной организации о том, что проектная документация разработана в соответствии с действующими нормативными правовыми актами, техническими регламентами, в том числе устанавливающими требования по обеспечению без-

опасной эксплуатации зданий, строений, сооружений и безопасного использования прилегающих к ним территорий, и с соблюдением технических условий;

- сведения о наличии разработанных и согласованных специальных технических условий – в случае необходимости разработки таких условий.

2. «Схема планировочной организации земельного участка»:

- описание решений по благоустройству территории;
- зонирование территории земельного участка... обоснование функционального назначения и принципиальной схемы размещения зон...;

- обоснование схем транспортных коммуникаций, обеспечивающих внешние и внутренние (в том числе межцеховые) грузоперевозки;

- характеристику и технические показатели транспортных коммуникаций (при наличии таких коммуникаций).

3. «Архитектурные решения»:

- описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей;

- описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и других воздействий.

4. «Конструктивные и объемно-планировочные решения» – обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих: снижение шума и вибрации; снижение загазованности помещений; удаление избытков тепла; соблюдение безопасного уровня электромагнитных и иных излучений, соблюдение санитарно-гигиенических условий; пожарную безопасность.

5. «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений»:

- перечень мероприятий по заземлению (занулению) и молниезащите;

- описание системы рабочего и аварийного освещения;

- сведения о расчетном (проектном) расходе воды на питьевые и хозяйственно-бытовые нужды, в том числе на автоматическое пожаротушение;

- обоснование принятых систем и принципиальных решений по отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха помещений;

- характеристика технологического оборудования, выделяющего вредные вещества (для объектов производственного назначения);
  - сведения о расчетной численности, профессионально-квалификационном составе работников с распределением по группам производственных процессов, числе рабочих мест и их оснащенности – для объектов производственного назначения;
  - перечень мероприятий, обеспечивающих соблюдение требований по ОТ при эксплуатации производственных и непромышленных объектов капитального строительства (кроме жилых зданий).
- б. «Проект организации строительства»:
- описание особенностей проведения работ в условиях действующего предприятия, в местах расположения подземных коммуникаций, линий электропередач и связи – для объектов производственного назначения;
  - обоснование размеров и оснащения площадок для складирования материалов, конструкций, оборудования, укрупненных модулей и стендов для их сборки...;
  - перечень мероприятий и проектных решений по определению технических средств и методов работы, обеспечивающих выполнение нормативных требований ОТ.

### 1.3. Порядок разработки, согласования и экспертизы проектной документации

Виды работ по подготовке проектной документации, которые **оказывают влияние на безопасность** объектов капитального строительства, должны выполняться только индивидуальными предпринимателями или юридическими лицами, имеющими выданные саморегулируемой организацией свидетельства о допуске к таким видам работ. Иные виды работ по подготовке проектной документации могут выполняться любыми физическими или юридическими лицами.

Лицом, осуществляющим подготовку проектной документации, может являться застройщик либо привлекаемое застройщиком или техническим заказчиком на основании договора физическое или юридическое лицо. Лицо, осуществляющее подготовку проектной документации, организует и координирует работы по подготовке проектной документации, несет ответственность за качество проектной документации и ее соответствие требованиям технических регламентов. Лицо, осуществляющее подготовку проектной

документации, вправе выполнять определенные виды работ по подготовке проектной документации самостоятельно при условии соответствия такого лица приведенным выше требованиям, и (или) с привлечением других соответствующих указанным требованиям лиц.

В случае если для разработки проектной документации на объект капитального строительства недостаточно требований по надежности и безопасности, установленных нормативными техническими документами, или такие требования не установлены, разработке документации должны предшествовать разработка и утверждение в установленном порядке специальных технических условий.

Порядок разработки и согласования специальных технических условий устанавливается Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации по согласованию с федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими функции по нормативно-правовому регулированию в соответствующих сферах деятельности.

Проектная документация утверждается застройщиком или техническим заказчиком. В случаях, предусмотренных статьей 49 Градостроительного Кодекса, застройщик или технический заказчик до утверждения проектной документации направляет ее на экспертизу. При этом проектная документация утверждается застройщиком или техническим заказчиком при наличии положительного заключения экспертизы проектной документации.

Экспертиза проектной документации проводится в форме государственной экспертизы или негосударственной экспертизы. Застройщик или технический заказчик по своему выбору направляет проектную документацию и результаты инженерных изысканий на государственную экспертизу или негосударственную экспертизу, за исключением случаев, если в соответствии со статьей 49 Градостроительного Кодекса в отношении проектной документации объектов капитального строительства и результатов инженерных изысканий, выполненных для подготовки такой проектной документации, предусмотрено проведение государственной экспертизы.

В отдельных случаях (п.3 статьи 49 Градостроительного Кодекса) экспертиза может не проводиться.

Предметом экспертизы являются оценка соответствия проектной документации требованиям технических регламентов, в том числе санитарно-эпидемиологическим, экологическим требованиям, требованиям государственной охраны объектов культурного

наследия, требованиям пожарной, промышленной, ядерной, радиационной и иной безопасности, а также результатам инженерных изысканий.

Срок проведения государственной экспертизы определяется сложностью объекта капитального строительства, но не должен превышать шестьдесят дней.

Результатом экспертизы проектной документации является заключение о соответствии (положительное заключение) или несоответствии (отрицательное заключение) проектной документации требованиям технических регламентов и результатам инженерных изысканий, требованиям к содержанию разделов проектной документации, предусмотренным в соответствии с частью 13 статьи 48 Градостроительного Кодекса, а также о соответствии результатов инженерных изысканий требованиям технических регламентов (в случае, если результаты инженерных изысканий были направлены на экспертизу одновременно с проектной документацией).

Отрицательное заключение экспертизы может быть оспорено застройщиком или техническим заказчиком в судебном порядке. Застройщик или технический заказчик вправе направить повторно проектную документацию и (или) результаты инженерных изысканий на экспертизу после внесения в них необходимых изменений.

## **2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ТЕРРИТОРИЯМ И УЧАСТКА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ**

### **2.1 Общие принципы генеральной планировки**

При проектировании промышленных предприятий, во всех случаях должно выполняться условие соблюдения требований безопасности – предотвращение воздействия вредных и опасных производственных факторов на работающих, а также предупреждение негативного влияния этих факторов на окружающую среду.

Это условие учтено в соответствующих разделах государственных нормативно-правовых актов РФ [7-11], положений сводов правил (СП) [6,14,15,16], санитарно-эпидемиологических правил и нормах [12, 13], в которых изложены нормативные требования по проектированию генеральных планов промышленных предприятий.

Планировка земельных участков объектов и их групп должна обеспечивать наиболее благоприятные условия для производственного процесса и труда на предприятиях, рациональное и экономное использование земельных участков и наибольшую эффективность капитальных вложений.

В проектах и схемах планировочной организации земельных участков реконструируемых объектов, их групп и сложившихся производственных зон следует предусматривать упорядочение планировочного зонирования, размещения инженерных и транспортных коммуникаций.

В проектах и схемах планировочной организации земельных участков объектов и их групп следует предусматривать (п. 5.3 СП 18.13330.2011 [6]):

а) планировочное зонирование территории с учетом технологических связей, санитарно-гигиенических и противопожарных требований, грузооборота и видов транспорта (при планировке земельных участков объектов и их групп следует, как правило, выделять планировочные зоны: предзаводскую, производственную, подсобную и складскую);

б) рациональные производственные, транспортные и инженерные связи на объектах, между ними, с жилыми и иными зонами;

в) кооперирование основных и вспомогательных производств и хозяйств, включая аналогичные производства и хозяйства, обслуживающие жилые и иные планировочные зоны поселения;

г) интенсивное использование территории, включая наземное и подземное пространства при необходимых и обоснованных резервах для расширения объектов;

д) организацию единой сети обслуживания работающих;

е) возможность осуществления строительства и ввода в эксплуатацию пусковыми комплексами или очередями;

ж) благоустройство территории;

з) создание единого архитектурного ансамбля в увязке с архитектурой прилегающих объектов и жилой застройкой;

и) защиту прилегающих территорий от эрозии, заболачивания, засоления и загрязнения подземных вод и открытых водоемов сточными водами, отходами и отбросами предприятий;

к) восстановление (рекультивацию) отведенных во временное использование земель, нарушенных при строительстве.

Промышленные предприятия размещают на территориях, предусмотренных схемами территориального планирования муниципальных районов, генеральными планами поселений, городских округов, проектами планировки соответствующих территорий, выполняемых с учетом программ экономического, социального и экологического развития [6].

Для этого используются земельные участки, имеющие наименьшую ценность для сельского и лесного хозяйства, по возможности сохраняя естественный ландшафт и существующие зеленые насаждения.

Размещение промышленных объектов и их групп не допускается: в первом поясе зоны санитарной охраны курортов, подземных и наземных источников водоснабжения; в зеленых зонах городов; на землях особо охраняемых природных территорий, заповедников и их охранных зон; в зонах охраны памятников истории и культуры; в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов, оползней, оседания или обрушения поверхности под влиянием горных разработок, селевых потоков и снежных лавин, которые могут угрожать застройке и эксплуатации предприятий; на участках, загрязненных органическими и радиоактивными отбросами; в зонах возможного катастрофического затопления в результате разрушения плотин или дамб [6].



Территория, предназначенная для размещения предприятия, должна быть расположена на ровном возвышенном месте с небольшим уклоном, обеспечивающим отвод поверхностных вод, с уровнем грунтовых вод ниже глубины подвалов, траншей и смотровых ям, удобство и безопасность движения людей и транспортных потоков. Схема проездов по территории предприятия должна соответствовать поточности технологических процессов, обеспечивать кратчайшую связь между зданиями и сооружениями, а также перевозку грузов и готовой продукции по наиболее коротким маршрутам с минимальным количеством пересечений и встречных движений. Транспортные пути нельзя совмещать с дорожками, по которым ходят люди.

Промышленные объекты, являющиеся источниками загрязнения атмосферного воздуха, должны размещаться на территории предприятий с подветренной стороны по отношению к жилой застройке. При проектировании промышленных предприятий следует учитывать возможные последствия их строительства и эксплуатации, в частности: изменение уровня подземных вод, изменение вечно мерзлых грунтов, увеличение снеговых нагрузок в зоне аэродинамической тени наиболее крупных зданий.

### **2.1.1 Принципы зонирования и размещения зданий и сооружений на территории промышленного предприятия**

Промышленное предприятие состоит из группы объектов основного производства, обслуживания производства и обслуживания работающих. Здания, входящие в ту или иную группу, целесообразно располагать в одной зоне, исходя из принципа зонирования территории предприятия по функционально-технологическому признаку.

На территории производственного объекта обычно выделяют следующие планировочные зоны: предзаводскую; производственную, включая зоны исследовательского назначения и опытных производств; подсобную и складскую. Зонирование определяется с учетом примыкания территорий иного функционального назначения и является ОСНОВОЙ целесообразного построения генерального плана [6].

*Предзаводская зона*, как правило, располагается вне основной производственной территории со стороны основных подъездов и подходов, работающих на предприятие. В состав предзаводской зоны входит территория с транспортными и пешеходными путями, ведущими к главной проходной предприятия. В предзаводской

зоне часто располагаются здания административно-бытового назначения (заводоуправление, лабораторные корпуса, столовая, общественные и учебные центры), а также площадки для отдыха работающих и места стоянок легковых автомобилей.

*Производственная зона* служит для размещения основных производственных зданий, занимает центральную часть территории предприятия. В производственной зоне располагаются здания основных производств, которые размещают исходя из технологической взаимосвязи, с учетом характера выделяемых вредностей, пожаро- и взрывоопасности производств, видов используемого транспорта.

Здания и сооружения с оборудованием, вызывающим значительные динамические нагрузки и вибрацию грунта, следует размещать от зданий и сооружений с производствами, особенно чувствительными к вибрациям, на расстояниях, определяемых расчетами с учетом инженерно-геологических условий территории, физико-механических свойств грунта основания фундаментов, а также с учетом мероприятий по устранению влияния динамических нагрузок и вибраций на грунты в соответствии со СНиП 2.01.07-85 [14].

Производства и испытательные станции с особо вредными процессами, взрывоопасные и пожароопасные объекты, а также базисные склады горючих и легковоспламеняющихся материалов, ядовитых и взрывоопасных веществ следует располагать в соответствии с требованиями технических регламентов и специальных норм.

*Подсобная зона* включает объекты: энергоснабжения, водоснабжения и канализации, транспорта, ремонтного хозяйства, пожарных депо, некоторые подсобные здания (например, ремонтные и тарные цеха), основные полосы прокладки коммуникаций.

*Складская зона* включает склады сырья, полуфабрикатов, комплектующих изделий, готовой продукции. Складскую зону, вследствие малой насыщенности рабочими местами и большого грузооборота, размещают на значительном удалении от предзаводской зоны, вблизи мест организованных транспортных потоков.

В том случае, если в состав предприятия входит одно производственное здание, зонирование не теряет своего значения и осуществляется в пределах здания с учетом определенной последовательности размещения и ориентации отдельных помещений административно-бытового, производственного, подсобного и складского назначения.

### 2.1.2 Вопросы безопасности, решаемые при проектировании

При проектировании промышленных предприятий основными вопросами, связанными с безопасностью, являются:

1. Выявление опасных зон и возможных производственных опасностей.
2. Установление величины санитарно-защитной зоны.
3. Установление величин противопожарных разрывов.
4. Ограждение предприятия, организация въездов на его территорию.
5. Организация дорог, пешеходных дорожек.
6. Организация проезда и подъездов для пожарных машин.
7. Водоснабжение предприятия, обеспечивающее хозяйственно-питьевые нужды и пожаротушение.
8. Энергоснабжение и освещение предприятия.
9. Обеспечение условий безопасной эксплуатации грузо-подъемных кранов и механизмов.
10. Организация складирования материалов.
11. Санитарно-бытовое обслуживание работающих.
12. Озеленение и благоустройство. Обустройство площадок для отдыха.
13. Установка знаков безопасности.

### 2.2. Опасные зоны

Перед началом работ в условиях производственного риска необходимо выделить опасные зоны, в которых постоянно действуют или могут действовать опасные факторы, связанные или не связанные с характером выполняемых работ (п.4.8 СНиП 12-03-2001 [17]).

К зонам **постоянно действующих ОПФ** относятся (п.4.9 СНиП 12-03-2001 [17]):

- места вблизи от неизолированных токоведущих частей электроустановок;
- места вблизи от неогражденных перепадов по высоте 1,3 м и более;
- места, где возможно превышение ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

К зонам **потенциально действующих ОПФ** следует относить:

- участки территории вблизи строящегося здания;

- этажи (ярусы) зданий и сооружений в одной захватке, над которыми происходит монтаж (демонтаж) конструкций (оборудования);
- зоны перемещения машин, оборудования или их частей, рабочих органов;
- места, над которыми происходит перемещение грузов кранами.

Размеры указанных опасных зон устанавливаются согласно приложению Г к СНиП 12-03-2001 [17]. Так, например, границы опасных зон, в пределах которых действует опасность поражения электрическим током приведены в табл. 2.1; границы опасных зон в местах, над которыми происходит перемещение грузов кранами приведены в табл.2.2.

Таблица 2.1 – Границы опасных зон, в пределах которых действует опасность поражения электрическим током

Напряжение, кВ	Расстояние от людей, применяемых ими инструментов, приспособлений и от временных ограждений, м	Расстояния от механизмов и грузоподъемных машин в рабочем и транспортном положении, от стропов, грузозахватных приспособлений и грузов, м
до 1	0,6	1,0
1 – 35	0,6	1,0
60 – 110	1,0	1,5
150	1,5	2,0
...	...	...
1150	8,0	10,0

Таблица 2.2 – Границы опасных зон в местах, над которыми происходит перемещение грузов кранами

Высота возможного падения груза (предмета), м	Минимальное расстояние отлета груза (предмета), м	
	перемещаемого краном	падающего с здания
до 10	4	3,5
до 20	7	5
до 70	10	7
до 120	15	10
до 200	20	15
до 300	25	20
до 450	30	25

Места временного или постоянного нахождения работников должны располагаться за пределами опасной зоны. На границах зон постоянно действующих ОПФ должны быть установлены **защитные ограждения**, а зон потенциально действующих ОПФ – сигнальные ограждения и знаки безопасности [18].

### 2.3. Санитарно-защитные зоны

Для производственных объектов с технологическими процессами, являющимися источниками неблагоприятного воздействия на среду обитания и здоровье человека, устанавливаются санитарно-защитные зоны (СЗЗ) в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств, объектов [12]. В соответствии с требованиями СанПиН, установлены следующие ориентировочные размеры санитарно-защитных зон и требования по ее организации и благоустройству:

- промышленные объекты и производства первого класса – 1000 м;
- промышленные объекты и производства второго класса – 500 м;
- промышленные объекты и производства третьего класса – 300 м;
- промышленные объекты и производства четвертого класса – 100 м;
- промышленные объекты и производства пятого класса – 50 м.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – специальная территория с особым режимом использования, размер которой обеспечивает уменьшение воздействия загрязнения на атмосферный воздух (химического, биологического, физического) до значений, установленных гигиеническими нормативами, а для предприятий I и II класса опасности – как до значений, установленных гигиеническими нормативами, так и до величин приемлемого риска для здоровья населения. По своему функциональному назначению санитарно-защитная зона является защитным барьером, обеспечивающим уровень безопасности населения при эксплуатации объекта в штатном режиме.

Достаточность размера ширины СЗЗ подтверждается расчетами прогнозируемых уровней загрязнения атмосферного воздуха, распространения шума, вибрации, электромагнитных полей, радиации и др. факторов с учетом фонового загрязнения среды обитания, а также результатов лабораторных исследований, в районах размещения аналогичных действующих объектов [13]. Критерием для определения размера санитарно-защитной зоны является непревышение на ее внешней границе и за ее пределами ПДК (предельно допустимых концентраций) загрязняющих веществ для атмосферного воздуха населенных мест, ПДУ (предельно допустимых уровней) физического воздействия на атмосферный воздух [12].

В санитарно-защитной зоне не допускается размещать: объекты жилой застройки; зоны отдыха, курортов и санаториев; территории садоводческих товариществ; спортивные, образовательные, детские, лечебно-профилактические и оздоровительные учреждения; а также объекты пищевой промышленности и производства лекарственных веществ; оптовые склады продовольственного сырья и пищевых продуктов; комплексы водопроводных сооружений для подготовки и хранения питьевой воды.

Допускается размещать в границах СЗЗ: нежилые помещения для дежурного персонала и пребывания работающих по вахтовому методу (не более двух недель); здания административно-управленческого назначения, конструкторские бюро и научно-исследовательские лаборатории; поликлиники и спортивно-оздоровительные сооружения закрытого типа; бани, прачечные, объекты торговли и общественного питания; мотели, гостиницы, гаражи, площадки и сооружения для хранения общественного и индивидуального транспорта, пожарные депо, местные и транзитные коммуникации; ЛЭП, электроподстанции, нефте- и газопроводы; артезианские скважины для технического водоснабжения, водоохлаждающие сооружения для подготовки технической воды, канализационные

насосные станции, сооружения оборотного водоснабжения; автозаправочные станции и станции технического обслуживания автомобилей [12].

СЗЗ или какая-либо ее часть не могут рассматриваться как резервная территория объекта и использоваться для расширения производственной или жилой зоны [6].

## 2.4. Противопожарные разрывы

В случае возникновения пожара в одном из зданий – всегда есть вероятность его распространения на соседние здания или сооружения. Основными причинами распространения пожара на промышленных объектах могут быть: перенос тепловой энергии путем лучистого и конвективного теплообмена; взрывы в технологическом оборудовании; выброс, вскипание или разлив горючих жидкостей при горении в резервуарах; излишняя загазованность среды и переход огня по паро- или газовой смеси на негорящий объект; замазученность и захламленность территории.

Факторами, влияющими на возможность распространения пожара на соседние здания и сооружения являются: допустимая интенсивность облучения ограждающих строительных конструкций; коэффициент облученности; геометрические характеристики пламени; излучающая способность пламени.

**Противопожарные разрывы** (противопожарное расстояние) – нормированное расстояние между зданиями, строениями и (или) сооружениями, устанавливаемое для предотвращения распространения пожара. Как правило, эти разрывы так же служат для обеспечения успешного маневрирования пожарных подразделений.

Противопожарные расстояния между зданиями, сооружениями и строениями определяются как расстояния между наружными стенами или другими конструкциями зданий, сооружений и строений. При наличии выступающих более чем на 1 метр конструкций зданий, сооружений и строений, выполненных из горючих материалов, следует принимать расстояния между этими конструкциями.

Таким образом, расстояния между зданиями, сооружениями и строениями, от складов, открытых технологических установок, агрегатов и оборудования до зданий, сооружений и строений, между складами, открытыми технологическими установками, агрегатами и оборудованием, от газгольдеров для горючих газов до зданий, сооружений и строений на территории производственного объекта в зависимости от степени огнестойкости, категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности и других

характеристик должны исключать возможность перехода пожара от одного здания, сооружения или строения к другому.

Противопожарные расстояния между жилыми, общественными и административными зданиями, зданиями, сооружениями и строениями промышленных организаций в зависимости от степени огнестойкости и класса их конструктивной пожарной опасности следует принимать в соответствии с таблицей 11 приложения к Федеральному закону №123-ФЗ [19] (табл. 2.3).

Таблица 2.3 – Противопожарные расстояния между зданиями, зданиями, сооружениями в зависимости от степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности

Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности	Минимальное расстояние при степени огнестойкости и классе конструктивной пожарной опасности зданий, сооружений и строений метры		
		I, II, III C0	II, III, IV C1	IV, V C2, C3
I, II, III	C0	6	8	10
II, III, IV	C1	8	10	12
IV, V	C2, C3	10	12	15

Величина противопожарного разрыва может **быть уменьшена** (в отдельных случаях, при устройстве кровли из негорючих материалов; при наличии в зданиях установок автоматического пожаротушения; наличии противопожарной стены 1-го типа напротив другого здания и т.п.) или **увеличена** (в районах с сейсмичностью 9 и более баллов; в береговой полосе отдельных климатических подрайонов; для зданий и сооружений каркасного типа V степени огнестойкости; в зданиях с кровлей из горючих материалов и т.п.).



## 2.5. Ограждение предприятия, организация дорог и пешеходных дорожек

Предприятия во избежание доступа посторонних лиц должны быть ограждены [6]. Проходные пункты следует располагать на расстоянии не более 1,5 км друг от друга. Расстояние от проходных пунктов до входов в санитарно-бытовые помещения основных цехов, как правило, не должно превышать 800 м.

Объекты с земельным участком более 5 га должны иметь не менее двух въездов. При размере стороны земельного участка объекта более 1000 м и расположении ее вдоль улицы или автомобильной дороги на этой стороне следует предусматривать не менее двух въездов на земельный участок. Расстояние между въездами не должно превышать 1500 м [6, 19].

Огражденные участки внутри площадок производственных объектов (открытые трансформаторные подстанции, склады и другие участки) площадью более 5 гектаров должны иметь не менее двух въездов [19].

Ширину ворот автомобильных въездов на земельный участок надлежит принимать по наибольшей ширине применяемых автомобилей плюс 1,5 м, но не менее 4,5 м, а ширину ворот для железнодорожных въездов – не менее 4,9 м.

Ширину проездов на территории объектов и их групп следует принимать минимальной исходя из условий наиболее компактного размещения транспортных и инженерных коммуникаций и элементов благоустройства.

Ширину тротуара следует принимать кратной полосе движения шириной 0,75 м. Число полос движения по тротуару следует устанавливать в зависимости от количества работающих, занятых в наиболее многочисленной смене в здании (или в группе зданий), к которому ведет тротуар, из расчета 750 чел. в смену на одну полосу движения. Ширина тротуара должна быть не менее 1,5 м. При интенсивности пешеходного движения менее 100 чел.-час в обоих направлениях допускается устройство тротуаров шириной 1 м, продольные уклоны тротуаров не более 8%, поперечные уклоны – не более 3%. При передвижении по ним маломобильных групп населения, пользующихся креслами-колясками, следует принимать: ширину тротуара не менее 1,8 м, продольные уклоны тротуаров не более 5%, поперечные уклоны – не более 2%. Уклоны тротуаров, предназначенных для возможного проезда кресел-колясок, не должны превышать: продольный – 5%, поперечный – 1%. В местах

пересечения таких тротуаров с проезжей частью автодорог предприятия высота бортового камня не должна превышать 4 см.

При размещении тротуаров рядом или на общем с автомобильной дорогой земляном полотне они должны быть отделены от дороги разделительной полосой шириной не менее 0,8 м. Расположение тротуаров вплотную к проезжей части автомобильной дороги допускается только в условиях реконструкции объекта.

## **2.6. Организация проезда и подъездов для пожарных машин**

К зданиям, сооружениям и строениям по всей их длине должен быть обеспечен подъезд пожарных автомобилей с одной стороны при ширине здания, сооружения или строения не более 18 метров и с двух сторон при ширине более 18 метров, а также при устройстве замкнутых и полузамкнутых дворов.

К зданиям с площадью застройки более 10 000 квадратных метров или шириной более 100 метров подъезд пожарных автомобилей должен быть обеспечен со всех сторон.

В случае если по производственным условиям не требуется устройства дорог, подъезд пожарных автомобилей допускается предусматривать по спланированной поверхности, укрепленной по ширине 3,5 метра в местах проезда при глинистых и песчаных (пылеватых) грунтах различными местными материалами с созданием уклонов, обеспечивающих естественный отвод поверхностных вод.

Расстояние от края проезжей части или спланированной поверхности, обеспечивающей проезд пожарных автомобилей, до стен зданий высотой не более 12 метров должно быть не более 25 метров, при высоте зданий более 12, но не более 28 метров – не более 8 метров, а при высоте зданий более 28 метров – не более 10 метров.

К водоемам, являющимся источниками противопожарного водоснабжения, а также к градирням, брызгальным бассейнам и другим сооружениям, вода из которых может быть использована для тушения пожара, надлежит предусматривать подъезды с площадками для разворота пожарных автомобилей, их установки и забора воды. Размер таких площадок должен быть не менее 12 x 12 метров.

Пожарные гидранты надлежит располагать вдоль автомобильных дорог на расстоянии не более 2,5 метра от края проезжей части, но не менее 5 метров от стен здания.

Переезды или переходы через внутриобъектовые железнодорожные пути должны быть всегда свободны для пропуска пожарных автомобилей.

Ширина ворот автомобильных въездов на площадку производственного объекта должна обеспечивать беспрепятственный проезд основных и специальных пожарных автомобилей.

## **2.7. Водоснабжение предприятия, обеспечивающее хозяйственно-питьевые и противопожарные нужды**

Промышленные предприятия должны быть обеспечены водоснабжением, в том числе питьевым в соответствии с действующими нормами. С точки зрения безопасности наиболее актуальным является обеспечение предприятия водоснабжением, обеспечивающим противопожарные нужды. Системы пожаротушения могут быть: внутреннего тушения, которые будут рассмотрены в 4 части учебного пособия, и наружного пожаротушения, с которыми мы познакомимся в этой части учебного пособия, так как решения по ним тесно переплетаются с другими аспектами планировки территорий предприятий.

Производственные объекты должны обеспечиваться наружным противопожарным водоснабжением (противопожарным водопроводом, природными или искусственными водоемами). Расстановка пожарных гидрантов на водопроводной сети должна обеспечивать пожаротушение любого обслуживаемого данной сетью здания, сооружения, строения или части здания, сооружения, строения.

Установку пожарных гидрантов следует предусматривать вдоль автомобильных дорог на расстоянии не более 2,5 метра от края проезжей части, но не менее 5 метров от стен зданий, пожарные гидранты допускается располагать на проезжей части. При этом установка пожарных гидрантов на ответвлении от линии водопровода не допускается. Расстановка пожарных гидрантов на водопроводной сети должна обеспечивать пожаротушение любого обслуживаемого данной сетью здания, сооружения, строения или их части не менее чем от 2 гидрантов при расходе воды на наружное пожаротушение 15 и более литров в секунду, при расходе воды менее 15 литров в секунду – 1 гидрант.

Запас воды для целей пожаротушения в искусственных водоемах должен определяться исходя из расчетных расходов воды на наружное пожаротушение и продолжительности тушения пожаров.

Расход воды на наружное пожаротушение определяется (приложения 9 и 10 [19]) в зависимости от назначения

здания, его конструктивных особенностей и пожарно-технических характеристик. Расход воды на наружное пожаротушение производственных объектов и складских зданий приведен в приложении 1. Несложно заметить, что расход воды возрастает по мере повышения пожарной опасности здания и увеличения его объема.

Нормы [19] так же уточняют расход воды на наружное пожаротушение одно- и двухэтажных производственных объектов и одноэтажных складских зданий высотой не более 18 метров с несущими стальными конструкциями и ограждающими конструкциями из стальных профилированных или асбестоцементных листов со сгораемыми или с полимерными утеплителями; отдельно стоящих вспомогательных зданий производственных объектов; складов лесных материалов вместимостью до 10 000 кубических метров и т.п.

В водопроводе высокого давления стационарные пожарные насосы должны быть оборудованы устройствами, обеспечивающими пуск насосов не позднее чем через 5 минут после подачи сигнала о возникновении пожара.

Минимальный свободный напор в сети противопожарного водопровода низкого давления (на уровне поверхности земли) при пожаротушении должен быть не менее 10 метров.

Минимальный свободный напор в сети противопожарного водопровода высокого давления должен обеспечивать высоту компактной струи не менее 20 метров при полном расходе воды на пожаротушение и расположении пожарного ствола на уровне наивысшей точки самого высокого здания.

## 2.8 Санитарно-бытовое обеспечение

Согласно требованиям п. 5.14 СНиП 12-03-2001 [17] работодатель должен обеспечить работников, занятых в строительстве, промышленности строительных материалов и стройиндустрии, санитарно-бытовыми помещениями (гардеробными, сушилками для одежды и обуви, душевыми, помещениями для приема пищи, отдыха и обогрева и пр.) согласно соответствующим строительным нормам и правилам и коллективному договору или тарифному соглашению. Генподрядная организация, как правило, по договорам с субподрядными организациями обеспечивает санитарно-бытовое обслуживание их работников.

В соответствии с п. 6.1.4 СНиП 12-03-2001 [17] санитарно-бытовые помещения, места отдыха, проходы для людей должны располагаться за пределами опасных зон, определенных в п. 4.9, согласно указаниям ПОС. Строительство санитарно-бытовых помещений следует осуществлять по типовым проектам и завершать их строительство до начала строительных работ. К санитарно-бытовым помещениям, которые должны быть возведены на строительной площадке, относятся: гардеробные, помещения для хранения домашней одежды, сушки, обезвреживания и обеспыливания спецодежды, туалеты, умывальники, душевые, помещения для личной гигиены женщин, обогрева работающих. При производстве строительных и строительного-монтажных работ санитарно-бытовые помещения следует размещать в специальных мобильных зданиях сборно-разборного или передвижного типа.

Расположение, устройство и оборудование санитарно-бытовых помещений должно соответствовать числу работающих на стройплощадке применительно к графику движения рабочей силы, отдаленности их от рабочих мест, числу смен, времени перерывов, как обеденных, так и между сменами, а также условиям пользования отдельными видами санитарно-бытовых устройств.

Санитарно-бытовые помещения оборудуются внутренним водопроводом, канализацией и отоплением. Все строительные рабочие обеспечиваются доброкачественной питьевой водой, отвечающей требованиям действующих санитарных правил и нормативов.

В зависимости от списочной численности работающих и группы производственных процессов гардеробные могут быть общими для всех групп производственных процессов или отдельными для каждой из групп. По согласованию с местными органами санитарного надзора допускается в отдельных случаях, например, в бытовых помещениях, рассчитанных на бригаду из 10 – 15 человек,

хранить все виды спецодежды в одном помещении, но в разных шкафах.

В случае когда чистка или обезвреживание спецодежды должно производиться после каждой смены, вместо гардеробных предусматриваются раздаточные спецодежды.

Расстояние от рабочих мест до уборных, курительных, помещений для обогрева или охлаждения, устройств питьевого водоснабжения должно приниматься не более 75 м от рабочих мест.

Пункты питания – раздаточные столовые и буфеты – следует размещать в специально оборудованных для этой цели помещениях на расстоянии не более 300 м (при продолжительности обеденного перерыва 30 мин.) и не более 600 м (при продолжительности обеденного перерыва 1 ч). В столовых и буфетах должны быть краны для мытья рук из расчета один кран на 50 посадочных мест.

При численности работающих в смену менее 30 человек взамен столовой-раздаточной допускается предусматривать комнату приема пищи. Площадь комнаты приема пищи следует определять из расчета 1 кв. м на каждого посетителя, но не менее 12 кв. м. Комната приема пищи должна быть оборудована умывальником, стационарным кипятильником, электрической плитой, холодильником. При числе работающих до 10 человек в смену вместо комнаты приема пищи допускается предусматривать в гардеробной дополнительное место площадью 6 кв. м для установки стола для приема пищи.

Данные нормы следует применять и при использовании инвентарных санитарно-бытовых помещений.

Здравпункты для обслуживания строительных рабочих располагают либо в отдельном помещении сборно-разборного или передвижного типа, либо в составе бытовых помещений с отдельным входом и удобным подъездом санитарных машин.

Санитарно-гигиенические требования к производственным, административным и бытовым зданиям, помещениям и сооружениям подробно рассмотрены в главе 1 учебного пособия "Безопасность жизнедеятельности" 2 часть [2].

## **2.9. Озеленение и благоустройство. Площадки для отдыха**

Нормами СП 18.13330.2011 Свод правил. Генеральные планы промышленных предприятий [6]

регламентировано при проектировании объектов предусматривать современную систему благоустройства земельного участка.

Благоустройство территории – составная часть решения генерального плана промышленного предприятия, включающая меры по повышению функциональных и эстетических качеств застройки. При благоустройстве территории решается комплекс вопросов по созданию эксплуатационных, санитарно-гигиенических и эстетических условий для работающих.

К основным элементам благоустройства относятся зеленые насаждения; места для отдыха; спортивные площадки; тротуары; стоянки для личного транспорта; велосипедные дорожки; малые архитектурные формы; элементы визуальной информации и монументально-декоративного искусства: фонтаны, декоративные водоемы; покрытия дорог, проездов, площадок, тротуаров; элементы искусственного освещения [6].

Благоустройство промышленной территории разрабатывается на основе архитектурно-планировочного решения генерального плана, с учетом производственных особенностей предприятия, климатических и ландшафтных условий.

Объекты, расположенные в климатических районах, подверженных за три наиболее холодные месяца воздействию ветров со средней скоростью более 10 м/с, должны быть защищены полосами древесных насаждений со стороны ветров преобладающего направления. Ширина полос должна быть не менее 40 м.

Для озеленения земельного участка следует применять местные виды растений с учетом их санитарно-защитных и декоративных свойств и устойчивости к вредным веществам, выделяемым предприятиями. Существующие древесные насаждения следует по возможности сохранять.

Озеленение территории предусматривают в виде газонов, цветников, рядовых или групповых посадок деревьев и кустарников. Площадь участков, предназначенных для озеленения в пределах ограды предприятия, следует принимать из расчета не менее 3 м<sup>2</sup> на одного работающего в наиболее многочисленной смене. Площадь участков, предназначенных для озеленения, не должна, как правило, превышать 15% территории предприятия. Основным элементом озеленения территории предприятия являются газоны, которые устраивают на всех свободных участках без твердого покрытия, а также вдоль ограждения территории. Зеленые насаждения используются в предзаводских зонах, вдоль производственных дорог и пешеходных тротуаров, у административно-бытовых корпусов, на площадках для отдыха [6].

Территория производственной зоны в большинстве случаев отделена от предзаводской полосой зеленых насаждений. В производственной зоне вдоль транспортных магистралей и проездов устраивают газоны и различные композиции из неплотных посадок деревьев и кустарников. Расстояние между деревьями и кустарниками в осях при рядовой посадке принимают: не менее 2,5 – 3 м – для деревьев, не менее 0,4 – 1 м – для кустарников в зависимости от высоты кустарников. Минимальное расстояние от наружных граней стен зданий до осей стволов деревьев должно быть 5 м, кустарников – 1,5 м; от обочины дороги до осей стволов деревьев – 2 м, кустарников – 1,2 м [6].

Породы деревьев и кустарников необходимо подбирать с учетом климатических и почвенных условий, санитарно-защитных и декоративных свойств пород, с учетом требований пожарной безопасности и влияния на насаждения производственных вредностей. Например, учитывая пожароопасность хвойных пород деревьев, их нельзя высаживать в пределах нормативных противопожарных расстояний между зданиями. На территории предприятий пищевой промышленности, цехов с точными процессами производства, на компрессорных и машиноиспытательных станциях не следует сажать деревья, дающие при цветении хлопья, волокна и опущенные семена (тополь, ива). На площадях предприятий, выделяющих вредные вещества в атмосферу, не допускается размещение древесно-кустарниковых насаждений в виде групп и полос, вызывающих скопление вредностей.

При всех положительных качествах озеленения не следует без достаточных оснований высаживать деревья вдоль окон производственных зданий, чтобы не затруднять естественного проветривания, не сужать зону обзора. Кроме того, чрезмерные посадки деревьев снижают эффект аэрации территории и осложняют ее уборку.

Озеленение складских и подсобных зон рекомендуется применять ограниченно. Основным средством благоустройства этих зон являются твердые виды покрытия почвы: щебенка, гравий, бетонные плиты, асфальт.

При проектировании промышленных предприятий предусматривается размещение благоустроенных площадок для отдыха и физкультурных упражнений работающих, которые следует размещать с наветренной стороны по отношению к зданиям с производствами, выделяющими вредные выбросы в атмосферу. Размеры площадок для отдыха принимают из расчета до 1 м<sup>2</sup> на одного работающего в наиболее многочисленной смене [6].



Обязательным является устройство площадок перед проходными пунктами, входами в санитарно-бытовые помещения, столовые, административные здания. Размер площадок следует принимать из расчета не более  $0,15 \text{ м}^2$  на одного человека наиболее многочисленной смены.

Декоративные бассейны, фонтаны, дождевые установки используют в качестве элементов благоустройства на предприятиях, где отсутствуют интенсивные пылевыделения и выделения аэрозолей.

Тротуары предусматривают вдоль магистральных и производственных дорог во всех случаях независимо от интенсивности пешеходного движения, а вдоль проездов и подъездов – при интенсивности движения не менее 100 человек в смену.

Ширину тротуара следует принимать кратной полосе движения шириной  $0,75 \text{ м}$ . Число полос движения по тротуару следует устанавливать в зависимости от количества работающих, занятых в наиболее многочисленной смене в здании (или в группе зданий), к которому ведет тротуар, из расчета 750 человек в смену на одну полосу движения. Ширина тротуара должна быть не менее  $1,5 \text{ м}$ . При интенсивности пешеходного движения до 100 человек в час в обоих направлениях допускается устройство тротуаров шириной  $1 \text{ м}$  [6].

Тротуары могут быть расположены вдоль линии застройки в случае организованного отвода воды с кровель зданий. При этом ширину тротуара увеличивают на  $0,5 \text{ м}$ . При неорганизованном отводе воды с кровель зданий тротуары должны быть расположены не менее чем на  $1,5 \text{ м}$  от линии застройки.

При размещении тротуаров рядом или на общем с автомобильной дорогой земляном полотне они должны быть отделены от дороги разделительной полосой шириной не менее  $0,8 \text{ м}$ . Расположение тротуаров вплотную к проезжей части автомобильной дороги допускается только в условиях реконструкции предприятия. В этом случае поверхность тротуара должна быть не менее чем на  $0,15 \text{ м}$  выше уровня поверхности проезжей части [6].

## 2.10. Цвета сигнальные и знаки безопасности

О значении цвета в жизни человека многие знают с детства, пусть и не всегда это осознают. Цвета являются символами тех или иных событий, радуют или раздражают. Знаки безопасности предназначены для зрительного восприятия информации в целях обеспечения безопасности в различных сферах деятельности человека. Специальные знаки и сигналы призваны обеспечить

однозначное понимание определенных требований без применения слов или с их минимальным количеством. То есть, чтобы не предупреждать сотрудников миллион раз о том, что курить в туалете запрещено, и не выслушивать их сетования на девичью память, следует повесить знак со специальным обозначением. Удобно, не правда ли?

Во всех офисах, производственных помещениях и на территориях организаций должны быть вывешены специальные знаки безопасности и нанесены сигнальные разметки, предназначенные для регулирования поведения человека в различных ситуациях. Такое требование устанавливает ГОСТ Р 12.4.026-2001, утвержденный Постановлением Госстандарта России от 19.09.2001 N 387-ст [20]. Настоящий стандарт распространяется на сигнальные цвета, знаки безопасности и сигнальную разметку для производственной, общественной и иной хозяйственной деятельности людей, производственных, общественных объектов и иных мест, где необходимо обеспечение безопасности. Итак, выделяют три средства наглядного обеспечения безопасности:

- сигнальный цвет;
- знак безопасности;
- сигнальная разметка.

Назначение сигнальных цветов, знаков безопасности и сигнальной разметки состоит в обеспечении однозначного понимания определенных требований, касающихся безопасности, сохранения жизни и здоровья людей, снижения материального ущерба, без применения слов или с их минимальным количеством. Сигнальные цвета, знаки безопасности и сигнальную разметку применяют для привлечения внимания людей, находящихся на производственных, общественных объектах и в иных местах.

Работодатель или администрация обязаны:

- определять виды и места опасности на производственных, общественных объектах и в иных местах исходя из условий обеспечения безопасности;
- обозначать виды опасности, опасные места и возможные опасные ситуации сигнальными цветами, знаками безопасности и сигнальной разметкой;
- проводить выбор соответствующих знаков безопасности (при необходимости подбирать текст поясняющих надписей на знаках безопасности);
- определять размеры, виды исполнения, степень защиты и места размещения (установки) знаков безопасности и сигнальной разметки;

– обозначать с помощью знаков безопасности места размещения средств личной безопасности и средств, способствующих сокращению возможного материального ущерба в случаях возникновения пожара, аварий или других чрезвычайных ситуаций.

Стандарт устанавливает следующие сигнальные цвета: красный, желтый, зеленый, синий. Для усиления зрительного восприятия цветографических изображений знаков безопасности и сигнальной разметки сигнальные цвета следует применять в сочетании с контрастными цветами – белым или черным.

**Красный сигнальный цвет** применяют для:

- обозначения отключающих устройств механизмов и машин;
- внутренних поверхностей крышек шкафов с открытыми токоведущими элементами оборудования, машин, механизмов и т.п.;
- рукояток кранов аварийного сброса давления;
- корпусов масляных выключателей, находящихся в рабочем состоянии под напряжением;
- элементов строительных конструкций (стен, колонн). и т.д.

**Желтым сигнальным цветом** обозначают:

- элементы строительных и иных травмоопасных конструкций: низких балок, выступов и перепадов в плоскости пола, малозаметных ступеней, пандусов, мест, в которых существует опасность падения (неогражденных площадок, люков, проемов), сужений проездов, малозаметных распорок, узлов, колонн, стоек и опор в местах интенсивного движения внутризаводского транспорта и т.д.;
- узлы и элементы оборудования, машин и механизмов: открытые движущиеся узлы, ограждающие конструкции площадок для работ, проводимых на высоте;
- опасные при эксплуатации элементы транспортных средств, подъемно-транспортного оборудования и строительного дорожных машин, площадок грузоподъемников, бамперов и боковых поверхностей электрокара, погрузчиков, тележек, поворотных платформ и боковых поверхностей стрел экскаваторов, захватов и площадок автопогрузчиков, и др.
- подвижные монтажные устройства, их элементы и элементы грузозахватных приспособлений, подвижных частей кантователей, траверс, подъемников, подвижных частей монтажных вышек и лестниц;

- емкости и технологическое оборудование, содержащие опасные или вредные вещества;

- площади, которые должны быть всегда свободными на случай эвакуации (площадки у эвакуационных выходов и подходы к ним, возле мест подачи пожарной тревоги, возле мест подхода к средствам противопожарной защиты, средствам оповещения, пунктам оказания первой медицинской помощи, пожарным лестницам и др.);

- предупреждающие знаки безопасности.

**Синий сигнальный цвет** следует применять для:

- окрашивания светящихся (световых) сигнальных индикаторов и других сигнальных устройств указательного или разрешающего назначения;

- предписывающих и указательных знаков безопасности.

**Зеленый сигнальный цвет** используют для обозначения:

- зон безопасности;
- сигнальных ламп, извещающих о нормальном режиме работы оборудования, нормальном состоянии технологических процессов и т.п.;

- обозначения пути эвакуации;
- эвакуационных знаков безопасности и знаков безопасности медицинского и санитарного назначения.













Смысловое значение, область применения сигнальных цветов и соответствующие им контрастные цвета представлены в табл. 2.4.

Таблица 2.4 – Цвета сигнальные. Смысловое значение и область применения

Сигнальный цвет	Смысловое значение	Область применения	Контрастный цвет
Красный	Непосредственная опасность	Запрещение опасного поведения или действия	Белый
		Обозначение непосредственной опасности	
	Аварийная или опасная ситуация	Сообщение об аварийном отключении или аварийном состоянии оборудования (технологического процесса)	
	Пожарная техника, средства противопожарной защиты, их элементы	Обозначение и определение мест нахождения пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов	
Желтый	Возможная опасность	Обозначение возможной опасности, опасной ситуации	Черный
		Предупреждение, предостережение о возможной опасности	
Зеленый	Безопасность, безопасные условия	Сообщение о нормальной работе оборудования, нормальном состоянии технологического процесса	Белый
	Помощь, спасение	Обозначение пути эвакуации, аптек, кабинетов, средств по оказанию первой медицинской помощи	
Синий	Предписание во избежание опасности	Требование обязательных действий в целях обеспечения безопасности	
	Указание	Разрешение определенных действий	

Геометрическая форма, сигнальный цвет и смысловое значение основных знаков безопасности представлена в табл. 2.5.

Таблица 2.5 – Основные знаки безопасности

Группа	Геометрическая форма	Сигнальный цвет	Смысловое значение	Пример
Запрещающие знаки	Круг с поперечной полосой 	Красный	Запрещение опасного поведения или действия	 Запрещается пользоваться открытым огнем и курить
Предупреждающие знаки	Треугольник 	Желтый	Предупреждение о возможной опасности. Осторожность. Внимание	 Опасно. Возможно падение груза
Предписывающие знаки	Круг 	Синий	Предписание обязательных действий во избежание опасности	 Работать в защитной каске (шлеме)
Знаки пожарной безопасности*	Квадрат или прямоугольник 	Красный	Обозначение и указание мест нахождения средств противопожарной защиты, их элементов	 Пожарный кран
Эвакуационные знаки и знаки медицинского и санитарного назначения	Квадрат или прямоугольник 	Зеленый	Обозначение направления движения при эвакуации. Спасение, первая помощь при авариях или пожарах. Надпись, информация для обеспечения безопасности	 Выход здесь (правосторонний)
Указательные знаки	Квадрат или прямоугольник 	Синий	Разрешение. Указание. Надпись или информация	 Питьевая вода

Сигнальные цвета необходимо применять для:

- обозначения поверхностей, конструкций, приспособлений, узлов и элементов оборудования, машин, механизмов и т.п., которые могут служить источниками опасности для людей, поверхности ограждений и других защитных устройств;
- обозначения пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов;
- знаков безопасности, сигнальной разметки, планов эвакуации и других визуальных средств обеспечения безопасности;
- светящихся (световых) средств безопасности (сигнальные лампы, табло и др.);
- обозначения пути эвакуации.

Поверхность временных ограждений должна быть целиком окрашена красным сигнальным цветом или иметь чередующиеся наклонные под углом 45°-60° полосы красного сигнального и белого контрастного цветов.

Знаки безопасности могут быть *основными, дополнительными, комбинированными и групповыми*.

Основные знаки используют самостоятельно или в составе комбинированных и групповых знаков безопасности.

Дополнительные знаки безопасности содержат поясняющую надпись, их используют в сочетании с основными знаками.

Комбинированные и групповые знаки безопасности состоят из основных и дополнительных знаков и являются носителями комплексных требований по обеспечению безопасности.

Знаки безопасности следует размещать (устанавливать) в поле зрения людей, для которых они предназначены. Знаки безопасности должны быть расположены таким образом, чтобы они были хорошо видны, не отвлекали внимания и не создавали неудобств при выполнении людьми своей профессиональной или иной деятельности, не загромождали проход, проезд, не препятствовали перемещению грузов. Знаки безопасности, размещенные на воротах и на (над) входных (ми) дверях (ми) помещений, означают, что зона действия этих знаков распространяется на всю территорию и площадь за воротами и дверями.

Размещение знаков безопасности на воротах и дверях следует выполнять таким образом, чтобы зрительное восприятие знака не зависело от положения ворот или дверей (открыто, закрыто). Эвакуационные знаки безопасности «Выход» и «Запасный выход» должны размещаться только над дверями, ведущими к выходу.

При необходимости ограничить зону действия знака безопасности соответствующее указание следует приводить в поясняющей надписи на дополнительном знаке.

Знаки безопасности, изготовленные на основе несветящихся материалов, следует применять в условиях хорошего и достаточного освещения. Знаки безопасности с внешним или внутренним освещением следует применять в условиях отсутствия или недостаточного освещения.

Фотолюминесцентные знаки безопасности следует применять там, где возможно аварийное отключение источников света, а также в качестве элементов фотолюминесцентных эвакуационных систем для обеспечения самостоятельного выхода людей из опасных зон в случае возникновения аварий, пожара или других чрезвычайных ситуаций.

### ***Сигнальная разметка***

Согласно ГОСТ Р 12.4.026-2001 [18] сигнальная разметка – это цветографическое изображение с использованием сигнальных и контрастных цветов, нанесенное на поверхности, конструкции, стены, перила, оборудование, машины, механизмы (или их элементы), ленты, цепи, столбики, стойки, заградительные барьеры, щиты и т.п. Цель нанесения разметки – обозначения опасности, а также для указания и информации. Ее выполняют в виде чередующихся полос (красного и белого, желтого и черного, зеленого и белого сигнальных и контрастных цветов) на поверхности различных сооружений, транспортных средств, оборудования, механизмов и т.п.

*Красно-белую и желто-черную сигнальные разметки* применяют для обозначения опасности столкновения с препятствиями, опасности поскользнуться и упасть; опасности оказаться в зоне возможного падения груза, предметов, обрушения конструкции, ее элементов и т.п.; опасности оказаться в зоне химического, бактериологического, радиационного или иного загрязнения территории (участков); мест ведения пожароопасных, аварийных, аварийно-спасательных, ремонтных, строительных и других специальных работ; строительных и архитектурных элементов (колонн, углов, выступов и т.п.), узлов и элементов оборудования, машин, механизмов, арматуры, выступающих в рабочую зону или пространство, где могут находиться люди; границ полосы движения (например, переходы для работающих в зоне ведения строительных работ, движения транспортных средств в зоне ведения дорожных работ) и др.



Если препятствия и места опасности существуют постоянно, то их следует обозначить сигнальной разметкой с чередующимися желто-черными полосами. Если же они носят временный характер (например, при ремонтных работах), то следует применять красно-белую разметку. Кстати, подобную разметку нельзя использовать на пути эвакуации.

*Зелено-белую сигнальную разметку* применяют для обозначения границ полосы безопасного движения и указания направления движения по пути эвакуации (например, направляющие линии в виде «елочки»).

Можно (а иногда и нужно) наносить на сигнальную разметку поясняющие надписи (например, «Опасная зона», «Проход запрещен» и др.). Поясняющие надписи выполняют соответствующими цветами, например, красным цветом на белом фоне (для красно-белых сигнальных разметок), черным цветом на желтом фоне (для желто-черных сигнальных разметок) или зеленым цветом на белом фоне (для зелено-белых сигнальных разметок).

### 3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

*Грузоподъемные машины* – это подъемные устройства циклического действия с возвратно-поступательным движением грузозахватного органа, предназначенные специально для погрузки и передвижения грузов, к примеру, строительных материалов, собранных в один большой блок. Такая машина способна передвигать грузы по вертикали и горизонтали, причём передвижение по вертикали может превышать шесть метров (зависит от высоты направляющих мачт, которые подбираются по высоте здания). Грузоподъемные машины предназначены для перемещения грузов по вертикали и передачи их из одной точки пространства в другую. В основном их можно разделить на подъемники и краны.

*Подъемники* поднимают груз по определенной траектории, заданной жесткими направляющими. К подъемникам относятся, например, лифты (грузовые и для подъема людей).

*Краном* называется грузоподъемная машина, предназначенная для подъема и перемещения груза, подвешенного с помощью грузового крюка или другого грузозахватного органа. В некоторых случаях использовать подъемный кран для перемещения груза – чрезвычайно неудобно. С такой ситуацией можно столкнуться, если необходимо доставить груз в помещение или на площадку, густо засаженную деревьями. В таких ситуациях принято использовать грузоподъемные машины.

Краны различают:

- *по конструктивному исполнению* (мостовые, стреловые и др.);
- *по виду грузозахватного органа* (оборудованные крюком, грейфером, магнитным захватом и др.);
- *по способу передвижения* (стационарные, передвижные, самоходные и др.);
- *по ходовому устройству* (рельсовые, автомобильные, гусеничные и др.).

Для обеспечения безопасности грузоподъемные машины и оборудование проектируют и эксплуатируют в соответствии с требованиями Федерального закона от 21.07.97 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [10] также, а специальных правил и стандартов ССБТ [21-24].

### 3.1 Требования к персоналу

Для работы с грузоподъемными машинами и оборудованием (выполнения обязанностей крановщика, помощника крановщика, слесаря, электромонтера, наладчика приборов безопасности, стропальщика) допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, обученные требованиям безопасности труда и имеющие право управления указанным оборудованием [24].

Подготовка и аттестация крановщиков и их помощников, стропальщиков, слесарей, электромонтеров и наладчиков приборов безопасности должна проводиться в профессионально-технических учебных заведениях, а также на курсах и в технических школах обучения. Подготовка рабочих указанных специальностей должна осуществляться по программам, разработанным учебными центрами и согласованным с Госгортехнадзором России. Участие представителя органов Госгортехнадзора в работе квалификационной комиссии при первичной аттестации этих рабочих обязательно. О дате проведения экзаменов органы Госгортехнадзора (инспектор) должны быть уведомлены не позднее, чем за 10 дней. Крановщики и их помощники, переводимые с крана одного типа на кран другого типа (например, с башенного на мостовой или гусеничный кран), перед назначением на должность должны быть обучены и аттестованы. При переводе крановщиков и их помощников с одного крана на другой того же типа, но другой модели или с другим приводом они должны быть ознакомлены с особенностями устройства и обслуживания такого крана и пройти стажировку. После проверки знаний и практических навыков эти рабочие могут быть допущены к самостоятельной работе. Порядок проведения обучения, стажировки и проверки практических навыков устанавливается владельцем крана.

При перерыве в работе по специальности более одного года рабочие должны пройти проверку знаний в квалификационной комиссии, назначенной владельцем крана, и в случае удовлетворительных результатов проверки могут быть допущены к стажировке для восстановления необходимых навыков.

Повторная проверка знаний обслуживающего персонала проводится в следующих случаях:

- а) периодически, не реже одного раза в 12 месяцев;
- б) при переходе работника на другое место работы;
- в) по требованию инженерно-технического работника по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных кранов или

инспектора Госгортехнадзора. Участие инспектора Госгортехнадзора в повторной проверке знаний обслуживающего персонала не обязательно.

Результаты аттестации и периодической проверки знаний обслуживающего персонала должны оформляться протоколом. Лицам, выдержавшим экзамены, выдаются соответствующие удостоверения по специальной форме за подписью председателя квалификационной комиссии, а крановщикам, их помощникам, наладчикам приборов безопасности и представителя органов Госгортехнадзора. В удостоверении крановщика указываются типы кранов, к управлению которыми он допущен. В удостоверение крановщика и стропальщика должна быть вклеена фотокарточка и это удостоверение во время работы они должны иметь при себе. Допуск к работе крановщиков, их помощников, слесарей, электромонтеров, наладчиков приборов безопасности и стропальщиков оформляется приказом (распоряжением) по организации.

Для управления кранами и их обслуживания владелец обязан назначить крановщиков, их помощников, слесарей и наладчиков приборов безопасности, а для обслуживания кранов с электрическим приводом, кроме того, и электромонтеров.

Управление автомобильным краном может быть поручено водителю автомобиля после обучения его по программе для подготовки крановщиков и аттестации квалификационной комиссией.

Для зацепки, обвязки (строповки) и навешивания груза на крюк крана должны назначаться стропальщики. Для подвешивания на крюк груза без предварительной обвязки (груз, имеющий петли, рымы, цапфы, а также находящийся в ковшах, бадьях, контейнерах или другой таре) или если груз захватывается полуавтоматическими захватными устройствами, могут, допускаться рабочие основных профессий, дополнительно обученные профессии стропальщика по сокращенной программе. К этим рабочим должны предъявляться те же требования, что и к стропальщикам.

В тех случаях, когда зона, обслуживаемая краном, полностью не просматривается из кабины крановщика, и при отсутствии между крановщиком и стропальщиком радио- или телефонной связи для передачи сигналов крановщику должен быть назначен сигнальщик из числа стропальщиков. Такие сигнальщики назначаются лицом, ответственным за безопасное производство работ кранами.

Рабочие основных профессий, обслуживающие краны, управляемые с пола или со стационарного пульта, и производящие

зацепку грузов, должны проходить повторный инструктаж каждые 3 мес.

### **3.2 Регистрация и разрешение на пуск в работу грузоподъемных машин**

Регистрация грузоподъемных машин в органах Госгортехнадзора производится по письменному заявлению владельца и паспорту грузоподъемной машины и проводится до пуска в работу. Регистрации подлежат следующие грузоподъемные машины:

- а) краны всех типов;
- б) экскаваторы, предназначенные для работ с крюком или электромагнитом;
- в) грузовые электрические тележки с кабиной управления, передвигающиеся по надземным рельсовым путям.

Не подлежат регистрации в органах Госгортехнадзора следующие грузоподъемные машины:

- а) краны с ручным приводом механизмов;
- б) краны мостового типа и передвижные или поворотные консольные краны грузоподъемностью до 10 т включительно, управляемые с пола посредством кнопочного аппарата;
- в) краны стрелового типа грузоподъемностью до 1 т включительно;
- г) краны стрелового типа с постоянным вылетом или не снабженные механизмом поворота;
- д) переставные краны для монтажа мачт, башен, труб, устанавливаемые на монтируемом сооружении;
- е) краны мостового типа и башенные, установленные на полигонах профтехучилищ и технических курсов для учебных целей;
- ж) краны, установленные на экскаваторах, дробильно-перегрузочных агрегатах, отвалообразователях и других технологических машинах, используемые только для ремонта этих машин;
- з) электрические тали и лебедки для подъема груза и (или) людей.

При регистрации крана мостового типа, башенного или portalного крана к паспорту должен быть приложен акт, подтверждающий выполнение монтажных работ в соответствии с инструкцией по монтажу крана, подписанный ответственным представителем организации, производившей монтаж крана.

При регистрации грузоподъемной машины, перемещающейся по надземному рельсовому пути, должна быть представлена справка о том, что крановый путь рассчитан на работу этой грузоподъемной машины. Если плиты противовеса и балласта для

башенных и порталных кранов изготовлены владельцем крана, то должен быть представлен акт о приемке плит с указанием их фактической массы. При регистрации грузоподъемных кранов, изготовленных за рубежом, представляется заключение сертификационного центра Госгортехнадзора России.

При регистрации стреловых самоходных кранов, кроме гусеничных, орган Госгортехнадзора делает отметку об этом на заявлении владельца в государственную автомобильную инспекцию для регистрации машин.

Дополнительно паспорт грузоподъемной машины должен содержать следующие сведения:

а) заключение, составленное на основании расчета соответствия грузоподъемности машины и ее отдельных элементов полезной грузоподъемности;

б) свидетельство лаборатории о химическом анализе и механических свойствах материала металлоконструкций грузоподъемной машины с определением ближайшего аналога отечественной стали;

в) расчет крюка, если размеры его не соответствуют государственному стандарту или он не снабжен клеймом предприятия-изготовителя;

г) акт проверки металлоконструкций и качества сварных соединений.

Грузоподъемные машины подлежат перерегистрации после:

а) реконструкции;

б) ремонта, если на машину, был составлен новый паспорт;

в) передачи машины другому владельцу;

г) перестановки крана мостового типа на новое место.

При отказе в регистрации грузоподъемной машины должны быть письменно указаны причины отказа со ссылкой на соответствующие статьи настоящих Правил и нормативную документацию.

При направлении кранов для работы в другие области (округа) на срок более 3 мес. владелец обязан сообщить об этом органу Госгортехнадзора, о котором зарегистрированы краны. По прибытии кранов на место производства работ руководитель работ обязан поставить их на временный учет в органе Госгортехнадзора, на территории которого будут производиться работы, и получить разрешение на работу кранов.

Грузоподъемная машина подлежит снятию с регистрации в органах Госгортехнадзора в следующих случаях:

а) при ее списании;

б) при передаче ее другому владельцу;

в) при переводе ее в разряд нерегистрируемых.

Разрешение на пуск в работу грузоподъемной машины, подлежащей регистрации в органах Госгортехнадзора, должно быть получено от этих органов в следующих случаях:

а) перед пуском в работу вновь зарегистрированной грузоподъемной машины;

б) после монтажа, вызванного установкой грузоподъемной машины на новом месте (кроме стреловых самоходных кранов);

в) после реконструкции грузоподъемной машины;

г) после ремонта с заменой расчетных элементов или узлов металлоконструкций грузоподъемной машины с применением сварки;

д) после установки портального крана на новом месте работы.

Разрешение на пуск в работу грузоподъемной машины, подлежащей регистрации, выдается инспектором Госгортехнадзора или специалистом инженерного центра по согласованию с органом Госгортехнадзора на основании результатов технического освидетельствования, проведенного владельцем. При этом проверяются состояние грузоподъемной машины и кранового пути, а также система организации на предприятии надзора за машинами и их обслуживания. О предстоящем пуске в работу грузоподъемной машины владелец обязан уведомить орган Госгортехнадзора (инспектора) не менее чем за 5 дней.

Разрешение на пуск в работу гусеничных и пневмоколесных кранов после перестановки их на новый объект выдается инженерно-техническим работником по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин после проверки состояния грузоподъемной машины и обеспечения безопасных условий ее работы.

Разрешение на пуск в работу вновь изготовленного стрелового самоходного крана, поставленного владельцу в собранном виде, выдается органом Госгортехнадзора на основании результатов испытания крана на предприятии-изготовителе и технического освидетельствования, проведенного владельцем грузоподъемной машины, с записью в паспорте.

Разрешение на пуск в работу грузоподъемных машин, не подлежащих регистрации в органах Госгортехнадзора, выдается инженерно-техническим работником по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин на основании документации предприятия-изготовителя и результатов технического освидетельствования.

Разрешение на работу грузоподъемных машин, подлежащих регистрации в органах Госгортехнадзора, записывается в их паспорт инспектором Госгортехнадзора или специалистом инженерного центра, а других грузоподъемных машин – инженерно-техническим работником по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин. Разрешение на эксплуатацию съемных грузозахватных приспособлений и тары записывается в журнал их учета и осмотра лицом, выдавшим разрешение.

### 3.3 Технический осмотр машин и механизмов

Владельцам кранов, грузозахватных приспособлений и тары следует установить такой порядок, чтобы обслуживающий персонал вел наблюдение за порученным ему оборудованием путем осмотра, проверки действия и поддерживал его в исправном состоянии.

Крановщики должны производить осмотр кранов перед началом работы. Результаты осмотра и проверки кранов крановщиками должны записываться в вахтенный журнал. Стропальщики должны производить осмотр грузозахватных приспособлений и тары перед их применением.

Визуальный контроль производится в соответствии с ГОС Р [23]. В процессе визуального контроля обязательно проводят проверку крана на предмет соответствия технических характеристик и требований, предъявляемых ко всем критическим узлам и системам, влияющих на безопасность, включая:

- механическую часть, электрическое и гидравлическое оборудование, защитные устройства, тормозные механизмы, средства управления, осветительное оборудование и сигнальные устройства; металлоконструкции крана, их соединительные узлы, лестницы, средства доступа, кабины, платформы;
- все ограждения;
- крюки или другие приспособления для крепления груза и их соединительные узлы;
- канаты и их крепежный элемент;
- канатные блоки, их опорные шарниры и крепежный элемент, соединительный элемент стрелы крана.

Визуальный контроль не предусматривает необходимость демонтажа каких-либо составных частей крана. Тем не менее визуальный контроль включает в себя в целях проверки открывание крышек (например, крышек конечных выключателей), которые открывают и закрывают в процессе эксплуатации в нормальном режиме. Визуальный контроль предусматривает также



проведение экспертизы технической документации, которая должна подтверждать, что кран соответствует требованиям технического задания на проектирование образца и техническим условиям, национальным стандартам.

Краны до пуска в работу должны быть подвергнуты полному техническому освидетельствованию. Краны, подлежащие регистрации в органах Госгортехнадзора, должны подвергаться техническому освидетельствованию до их регистрации. Техническое освидетельствование должно проводиться согласно руководству по эксплуатации крана. Краны в течение нормативного срока службы должны подвергаться периодическому техническому освидетельствованию:

- а) частичному – не реже одного раза в 12 месяцев;
- б) полному – не реже одного раза в 3 года, за исключением редко используемых кранов (не реже одного раза в 5 лет – краны для обслуживания машинных залов, электрических и насосных станций, компрессорных установок).

Внеочередное полное техническое освидетельствование крана должно проводиться после:

- а) монтажа, вызванного установкой крана на новом месте (кроме стреловых и быстромонтируемых башенных кранов);
- б) реконструкции крана;
- в) ремонта расчетных металлоконструкций крана с заменой элементов или узлов с применением сварки;
- г) установки сменного стрелового оборудования или замены стрелы;
- д) капитального ремонта или замены грузовой или стреловой лебедки;
- е) замены крюка или крюковой подвески;
- ж) замены несущих или вантовых канатов кранов кабельного типа.

После замены изношенных грузовых, стреловых или других канатов, а также во всех случаях перепасовки канатов должна производиться проверка правильности запасовки и надежности крепления концов канатов, а также обтяжка канатов рабочим грузом, о чем делается запись в паспорте крана инженерно-техническим работником, ответственным за содержание грузоподъемных кранов в исправном состоянии.

Техническое освидетельствование крана должно проводиться инженерно-техническим работником по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных кранов при участии инже-

инженерно-технического работника, ответственного за содержание грузоподъемных кранов в исправном состоянии. Кран, отремонтированный на специализированном ремонтном предприятии и доставленный на место эксплуатации в собранном виде, должен пройти полное техническое освидетельствование на ремонтном предприятии перед отправкой его владельцу.

*Техническое освидетельствование* имеет целью установить, что:

а) грузоподъемная машина и ее установка соответствуют Правилам [21], паспортным данным и представленной для регистрации документации;

б) грузоподъемная машина находится в исправном состоянии, обеспечивающем ее безопасную работу;

в) организация надзора и обслуживания грузоподъемной машины соответствует требованиям Правил.

Грузоподъемные машины должны подвергаться *техническому освидетельствованию* до их регистрации. Техническое освидетельствование грузоподъемных машин, подлежащих регистрации в органах Госгортехнадзора, должно проводиться согласно инструкции по эксплуатации грузоподъемной машины, составленной с учетом стандарта ИСО 4310:2009 [23]. При отсутствии в инструкции соответствующих указаний освидетельствование кранов проводится согласно Правилам [21].

Грузоподъемные машины, находящиеся в работе, должны подвергаться периодическому техническому освидетельствованию:

а) частичному – не реже одного раза в 12 месяцев;

б) полному – не реже одного раза в 3 года, за исключением редко используемых машин. Редко используемые грузоподъемные машины (краны для обслуживания машинных залов электрических и насосных станций, компрессорных установок, используемые только при ремонте оборудования) должны подвергаться полному техническому освидетельствованию не реже одного раза в 5 лет.

В отдельных случаях может проводиться внеочередное полное техническое освидетельствование грузоподъемной машины.

После замены изношенных грузовых, стреловых или других канатов, а также во всех случаях перепасовки канатов должна производиться проверка правильности запасовки и надежности крепления концов канатов, а также обтяжка канатов рабочим грузом, о чем должна быть сделана запись в паспорте крана инженерно-техническим работником, ответственным за содержание грузоподъемных машин в исправном состоянии.

При *полном техническом освидетельствовании* кран должен подвергаться осмотру, статическим и динамическим испытаниям.

При *частичном техническом освидетельствовании* статические и динамические испытания крана не проводятся.

При техническом освидетельствовании крана должны быть осмотрены и проверены в работе его механизмы, тормоза, гидро- и электрооборудование, приборы и устройства безопасности. Проверка исправности действия ограничителя грузоподъемности крана стрелового типа должна проводиться с учетом его грузовой характеристики. Кроме того, при техническом освидетельствовании крана должны быть проверены:

а) состояние металлоконструкций крана и его сварных (клепаных) соединений (отсутствие трещин, деформаций, утонения стенок вследствие коррозии, ослабления клепаных соединений и др.), а также кабины, лестниц, площадок и ограждений;

б) состояние крюка, блоков;

в) состояние изоляции проводов и заземления электрического крана с определением их сопротивления;

г) соответствие массы противовеса и балласта у крана стрелового типа значениям, указанным в паспорте;

д) состояние кранового пути;

е) состояние канатов и их крепления;

ж) состояние освещения и сигнализации.

Статические испытания крана проводятся нагрузкой, на 25% превышающей его паспортную грузоподъемность.

Статические испытания крана стрелового типа, имеющего одну или несколько грузовых характеристик, при периодическом или внеочередном техническом освидетельствовании проводятся в положении, соответствующем наибольшей грузоподъемности крана и/или наибольшему грузовому моменту. Испытания кранов, имеющих сменное стреловое оборудование, могут проводиться с установленным на них оборудованием. После установки на кран сменного стрелового оборудования испытание проводится в положении, соответствующем наибольшей грузоподъемности крана при установленном оборудовании. У крана, оборудованного двумя и более механизмами подъема, должен быть испытан каждый механизм.

Статические испытания мостового крана проводятся следующим образом. Кран устанавливается над опорами кранового пути, а его тележка (тележки) – в положение, отвечающее наибольшему прогибу моста. Контрольный груз поднимается краном на высоту

100–200 мм и выдерживается в таком положении в течение 10 минут. По истечении 10 минут груз опускается, после чего проверяется отсутствие остаточной деформации моста крана. При наличии остаточной деформации, явившейся следствием испытания крана грузом, кран не должен допускаться к работе до выяснения причин деформации крана.

При *статических испытаниях кранов стрелового типа* стрела устанавливается относительно ходовой опорной части в положение, отвечающее наименьшей расчетной устойчивости крана, и груз поднимается на высоту 100–200 мм. Кран считается выдержавшим статические испытания, если в течение 10 мин поднятый груз не опустится на землю, а также не будет обнаружено трещин, остаточных деформаций и других повреждений металлоконструкций и механизмов.

*Динамические испытания крана* проводятся грузом, масса которого на 10 процентов превышает его паспортную грузоподъемность, и имеют целью проверку действия ее механизмов и тормозов. При динамических испытаниях кранов (кроме кранов кабельного типа) производятся многократные (не менее трех раз) подъем и опускание груза, а также проверка действия всех других механизмов при совмещении рабочих движений, предусмотренных руководством по эксплуатации крана. Если кран используется только для подъема и опускания груза (подъем затворов на гидроэлектростанции), динамические испытания могут быть проведены без передвижения самого крана или его тележки.

Для проведения статических и динамических испытаний владелец крана должен обеспечить наличие комплекта испытательных (контрольных) грузов с указанием их фактической массы. Результаты технического освидетельствования крана записываются в его паспорт инженерно-техническим работником по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных кранов, проводившим освидетельствование, с указанием срока следующего освидетельствования. При освидетельствовании вновь смонтированного крана запись в паспорте должна подтверждать, что кран смонтирован и установлен в соответствии с действующими Правилами, руководством по эксплуатации и выдержал испытания. Записью в паспорте действующего крана, подвергнутого периодическому техническому освидетельствованию, должно подтверждаться, что кран находится в исправном состоянии и выдержал испытания. Разрешение на дальнейшую работу крана в этом случае выдается инженерно-техническим работником по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных кранов. Проведение технического

освидетельствования может осуществляться специализированной организацией.

### 3.4 Надзор за безопасным выполнением работ

Производственный контроль за безопасной эксплуатацией кранов должен осуществляться в соответствии с Правилами организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте, утвержденными Постановлением Правительства РФ от 10.03.99 № 263 [22].

Руководители организаций и индивидуальные предприниматели – владельцы кранов, грузозахватных приспособлений, крановых путей, а также руководители организаций и индивидуальные предприниматели, эксплуатирующие краны, обязаны обеспечить содержание их в исправном состоянии и безопасные условия работы путем организации надлежащего освидетельствования, осмотра, ремонта, надзора и обслуживания. В этих целях должны быть:

а) назначен инженерно-технический работник по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных кранов, грузозахватных приспособлений и тары, инженерно-технический работник, ответственный за содержание грузоподъемных кранов в исправном состоянии, и лицо, ответственное за безопасное производство работ кранами;

б) установлен порядок периодических осмотров, технических обслуживаний и ремонтов, обеспечивающих содержание кранов, крановых путей, грузозахватных приспособлений и тары в исправном состоянии;

в) установлен порядок обучения и периодической проверки знаний у персонала, обслуживающего краны, а также проверки знаний Правил [22] у ответственных специалистов;

г) разработаны должностные инструкции для ответственных специалистов и производственные инструкции для обслуживающего персонала, журналы, проекты производства работ, технологические карты, технические условия на погрузку и разгрузку, схемы строповки, складирования грузов и другие регламенты по безопасной эксплуатации кранов;

д) обеспечено снабжение ответственных специалистов правилами безопасности, должностными инструкциями и руководящими указаниями по безопасной эксплуатации кранов, а обслуживающего персонала – производственными инструкциями;

е) обеспечено выполнение ответственными специалистами Правил, должностных и производственных инструкций.

Должностные инструкции для ответственных специалистов и производственные инструкции для обслуживающего персонала должны быть составлены на основании типовых инструкций, утвержденных Госгортехнадзором России.

Для осуществления надзора за безопасной эксплуатацией кранов владелец должен назначить инженерно-технических работников после обучения и проверки знания ими правил, должностных инструкций для ответственных специалистов и производственных инструкций для обслуживающего персонала экзаменационной комиссией с участием инспектора Госгортехнадзора и выдачи им соответствующего удостоверения.

Численность службы надзора и ее структура должны определяться владельцем кранов с учетом их количества, условий эксплуатации и письменно согласовываться с органами Госгортехнадзора.

Для обеспечения содержания кранов в исправном состоянии владелец должен назначить инженерно-технического работника соответствующей квалификации после обучения и проверки знания экзаменационной комиссией с участием инспектора Госгортехнадзора и выдачи ему соответствующего удостоверения и должностной инструкции. Номер и дата приказа о назначении инженерно-технического работника, ответственного за содержание грузоподъемных кранов в исправном состоянии, а также его должность, фамилия, имя, отчество, номер удостоверения и подпись должны содержаться в паспорте крана. Эти сведения должны заноситься в паспорт до регистрации крана в органах Госгортехнадзора, а также каждый раз после назначения нового ответственного специалиста.

На время отпуска, командировки, болезни или в других случаях отсутствия инженерно-технического работника, ответственного за содержание грузоподъемных кранов в исправном состоянии, выполнение его обязанностей возлагается приказом на работника, заменившего его по должности, имеющего соответствующую квалификацию, прошедшего обучение и проверку знаний Правил [21] (без занесения его фамилии в паспорт крана). Владелец крана должен создать условия для выполнения ответственным специалистом возложенных на него обязанностей. Обязанности ответственных специалистов устанавливаются в должностных инструкциях.

В каждом цехе, на строительной площадке или другом участке работ кранов в каждой смене должно быть назначено при-

казом лицо, ответственное за безопасное производство работ кранами, из числа мастеров, прорабов, начальников цехов, участков. На складах материалов и других участках работы в качестве лиц, ответственных за безопасное производство работ кранами, по согласованию с органами Госгортехнадзора, могут быть назначены заведующие складами, бригадиры. Назначение указанных работников в качестве лиц, ответственных за безопасное производство работ кранами, должно производиться после обучения и проверки знания ими соответствующих разделов Правил [21], должностной инструкции, производственных инструкций для крановщиков и стропальщиков. Проверку знаний проводит экзаменационная комиссия с участием инспектора Госгортехнадзора. Лицам, прошедшим проверку знаний, выдаются удостоверение и должностная инструкция.

Для предприятий с малым числом кранов (до трех), на которых не могут быть назначены все ответственные специалисты, по согласованию с органами Госгортехнадзора выполнение обязанностей инженерно-технического работника, ответственного за содержание грузоподъемных кранов в исправном состоянии и ответственного за безопасное производство работ, может возлагаться на одного инженерно-технического работника или на специалиста инженерного центра, или на работников специализированной организации.

Периодическая проверка знаний инженерно-технических работников по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных кранов, должна проводиться не реже одного раза в 3 года комиссией предприятия или учебной организацией с участием инспектора Госгортехнадзора после обучения их по соответствующим программам.

### 3.5 Приборы безопасности

Приборы и устройства безопасности кранов должны соответствовать Правилам [21], государственным стандартам и другим нормативным документам.

Краны должны быть оборудованы ограничителями рабочих движений для автоматической остановки:

- а) механизма подъема грузозахватного органа в его крайних верхнем и нижнем положениях;
- б) механизма изменения вылета;
- в) механизма передвижения рельсовых кранов и их грузовых тележек, если скорость крана (тележки) при подходе к крайнему положению может превысить 30 м/мин.

Механизмы

передвижения башенных, козловых кранов и мостовых кранов-перегрузателей должны быть оборудованы ограничителями независимо от скорости передвижения

Концевые выключатели, устанавливаемые на кране, должны включаться так, чтобы была обеспечена возможность движения механизма в обратном направлении.

Ограничитель механизма подъема груза или стрелы должен обеспечить остановку грузозахватного органа при подъеме без груза и зазор между грузозахватным органом и упором у электрических талей должен составлять не менее 50 мм, у других кранов – не менее 200 мм. При скорости подъема груза более 40 м/мин на кране должен быть установлен дополнительный ограничитель, срабатывающий до основного ограничителя, переключающий схему на пониженную скорость подъема.

У грейферных кранов с отдельным приводом подъемной и замыкающей лебедок ограничитель должен отключать одновременно оба двигателя при достижении грейфером крайнего верхнего положения.

Ограничители механизмов передвижения должны обеспечить отключение двигателей механизмов на следующем расстоянии до упора:

для башенных, порталных, козловых кранов и мостовых перегрузателей – не менее полного пути торможения, для остальных кранов – не менее половины пути торможения. Путь торможения механизма должен быть указан предприятием – изготовителем в паспорте крана.

Краны стрелового типа должны быть оборудованы ограничителем грузоподъемности (грузового момента), автоматически отключающим механизмы подъема груза и изменения вылета в случае подъема груза, масса которого превышает грузоподъемность для данного вылета более чем на:

15% – для башенных и порталных кранов;

10% – для остальных кранов.

Стреловые краны должны быть оборудованы ограничителями рабочих движений для автоматического отключения механизмов подъема, поворота и выдвижения стрелы на безопасном расстоянии от крана до проводов линии электропередачи.

Краны мостового типа должны быть оборудованы ограничителями грузоподъемности, если возможна их перегрузка по технологии производства. Ограничитель грузоподъемности кранов мостового типа не должен допускать перегрузку более чем на 25%. После срабатывания ограничителя грузоподъемности должно быть



возможно опускание груза или включение других механизмов для уменьшения грузового момента.

Краны мостового типа грузоподъемностью более 10 т, башенные краны грузоподъемностью более 5 т, порталные, железнодорожные и стреловые краны должны быть оборудованы регистраторами параметров их работы. Башенные краны грузоподъемностью до 5 т включительно должны быть оснащены устройствами для учета наработки в моточасах.

Также краны должны быть снабжены звуковым сигнальным устройством, звук которого должен быть хорошо слышен в зоне работы крана. При управлении краном с нескольких постов включение сигнала должно быть возможно с любого из них.

У кранов с электроприводом должна быть предусмотрена защита от падения груза и стрелы при обрыве любой из трех фаз питающей электрической сети. Краны мостового типа должны быть оборудованы устройством для автоматического снятия напряжения с крана при выходе на галерею. Дверь для входа в кабину управления, передвигающуюся вместе с краном, со стороны посадочной площадки должна быть снабжена электрической блокировкой, запрещающей движение крана при открытой двери. Если кабина имеет тамбур, то такой блокировкой снабжается дверь тамбура.

У башенных кранов с неповоротной башней и у других кранов при расположении кабины на поворотной части крана для предупреждения возможности зажатия людей при переходе с поворотной части на неповоротную должно быть предусмотрено устройство, автоматически отключающее двигатель механизма поворота при открытом люке или двери. Краны, грузоподъемность которых меняется с изменением вылета стрелы, должен быть предусмотрен указатель грузоподъемности, соответствующей вылету. Шкала (табло) указателя грузоподъемности должна быть отчетливо видна с рабочего места крановщика. Указатель грузоподъемности может входить в состав электронного ограничителя грузоподъемности. При градуировании шкалы указателя грузоподъемности крана необходимо замер вылета производить на горизонтальной площадке с грузом на крюке, соответствующим определенному вылету, а нанесение отметки на шкале производить после снятия груза. В кабине стрелового крана должны быть установлены указатели угла наклона крана (креномеры, сигнализаторы). В случае, когда управление выносными опорами крана осуществляется вне кабины, на неповоротной раме крана должен быть установлен дополнительный указатель угла наклона крана.

Башенные краны с высотой до верха оголовка башни более 15 м, козловые краны с пролетом более 16 м, мостовые краны-перегрузатели должны быть снабжены прибором (анемометром), автоматически включающим звуковой сигнал при достижении скорости ветра, указанной в паспорте для рабочего состояния крана. Краны, передвигающиеся по крановому пути на открытом воздухе, должны быть оборудованы противоугонными устройствами в соответствии с нормативными документами. При использовании в качестве противоугонного устройства рельсовых захватов их конструкция должна позволять закрепление крана на всем пути его перемещения.

Краны и грузовые тележки, передвигающиеся по крановому пути, должны быть снабжены опорными деталями на случай поломки колес и осей ходовых устройств.

У стреловых кранов с изменяющимся вылетом и гибкой подвеской стрелы должны быть установлены упоры или другие устройства, предотвращающие запрокидывание стрелы.

У башенных кранов такие устройства должны быть установлены, если при минимальном вылете угол между горизонталью и стрелой превышает  $70^\circ$ .

Места опломбирования приборов безопасности указываются в конструкторских и эксплуатационных документах.

### 3.6 Требования к оснастке и приспособлениям

При работе крана к оснастке и приспособлениям предъявляются особые требования. Краны могут быть допущены к перемещению грузов, масса которых не превышает паспортную грузоподъемность. Находящиеся в работе краны должны быть снабжены табличками с обозначением регистрационного номера, паспортной грузоподъемности и даты следующего частичного и полного технического освидетельствования. Неисправные грузозахватные приспособления, а также приспособления, не имеющие бирок (клейм), не должны находиться в местах производства работ. Не допускается нахождение в местах производства работ немаркированной и поврежденной тары.

Строительно-монтажные работы должны выполняться по проекту производства работ кранами (ППРк), в котором должны предусматриваться:

а) грузовая характеристика крана, т.е. соответствие устанавливаемых кранов условиям строительно-монтажных работ по грузоподъемности, высоте подъема и вылету;

б) обеспечение безопасных расстояний от сетей и воздушных линий электропередачи, мест движения городского транспорта и пешеходов, а также безопасных расстояний приближения кранов к строениям и местам складирования строительных деталей и материалов;

в) условия установки и работы кранов вблизи откосов котлованов;

г) условия безопасной работы нескольких кранов на одном пути и на параллельных путях;

д) перечень применяемых грузозахватных приспособлений и графическое изображение (схема) строповки грузов;

е) места и габариты складирования грузов, подъездные пути и т.д.;

ж) мероприятия по безопасному производству работ с учетом конкретных условий на участке, где установлен кран (ограждение строительной площадки, монтажной зоны и т.п.);

з) погрузочно-разгрузочные работы и складирование грузов кранами на базах, складах, площадках должны выполняться по технологическим картам, разработанным с учетом требований ГОСТ 12.3.009-76\* [24] и утвержденным в установленном порядке;

В процессе эксплуатации съемных грузозахватных приспособлений и тары владелец должен периодически производить их осмотр в следующие сроки:

траверс, клещей и других захватов и тары – каждый месяц;  
стропов (за исключением редко используемых) – каждые 10 дней;

редко используемых съемных грузозахватных приспособлений – перед выдачей их в работу.

Осмотр съемных грузозахватных приспособлений и тары должен производиться по инструкции, разработанной специализированной организацией и определяющей порядок и методы осмотра, браковочные показатели. Выявленные в процессе осмотра поврежденные съемные грузозахватные приспособления должны изыматься из работы. Результаты осмотра съемных грузозахватных приспособлений и тары заносятся в журнал осмотра грузозахватных приспособлений

Краны, отработавшие нормативный срок службы, должны подвергаться экспертному обследованию (диагностированию), включая полное техническое освидетельствование, проводимому



специализированными организациями в соответствии с нормативными документами. Разрешение (лицензия) на право ведения работ по обследованию определенного типа кранов выдается органами Госгортехнадзора на основании заключения (экспертизы) инженерного центра на срок не более трех лет. Результаты обследования должны заноситься в паспорт крана инженерно-техническим работником, ответственным за содержание грузоподъемных кранов в исправном состоянии.

## 4. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ПРОИЗВОДСТВУ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

### 4.1 Земляные работы

Организация безопасности проведения земляных работ обеспечивается выполнением требований п.5 СНиП 12-04-2002 [25]. При выполнении земляных и других работ, связанных с размещением рабочих мест в выемках и траншеях, необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- обрушающиеся горные породы (грунты);
- падающие предметы (куски породы);
- движущиеся машины и их рабочие органы, а также перемещаемые ими предметы;
- расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;
- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- химически опасные и вредные производственные факторы.

При наличии опасных и вредных производственных факторов, указанных выше, безопасность земляных работ должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации (ПОС, ППР и др.) следующих решений по охране труда:

- определение безопасной крутизны незакрепленных откосов котлованов, траншей (далее – выемки) с учетом нагрузки от машин и грунта;
- определение конструкции крепления стенок котлованов и траншей;
- выбор типов машин, применяемых для разработки грунта и мест их установки;
- дополнительные мероприятия по контролю и обеспечению устойчивости откосов в связи с сезонными изменениями;
- определение мест установки и типов ограждений котлованов и траншей, а также лестниц для спуска работников к месту работ.

С целью исключения размыва грунта, образования оползней, обрушения стенок выемок в местах производства земляных работ до их начала необходимо обеспечить отвод поверхностных и подземных вод.

Место производства работ должно быть очищено от валунов, деревьев, строительного мусора.

Производство земляных работ в охранной зоне кабелей высокого напряжения, действующего газопровода, других коммуникаций, а также на участках с возможным патогенным заражением почвы (свалки, скотомогильники, кладбище и т.п.) необходимо осуществлять по наряду-допуску после получения разрешения от организации, эксплуатирующей эти коммуникации или органа санитарного надзора.

Производство работ в этих условиях следует осуществлять под непосредственным наблюдением руководителя работ, а в охранной зоне кабелей, находящихся под напряжением, или действующих газопроводов, кроме того, под наблюдением работников организаций, эксплуатирующих эти коммуникации.

Разработка грунта в непосредственной близости от действующих подземных коммуникаций допускается только при помощи лопат, без использования ударных инструментов.

Применение землеройных машин в местах пересечения выемок с действующими коммуникациями, не защищенными от механических повреждений, разрешается по согласованию с организациями – владельцами коммуникаций.

В случае обнаружения в процессе производства земляных работ не указанных в проекте коммуникаций, подземных сооружений или взрывоопасных материалов земляные работы должны быть приостановлены, до получения разрешения соответствующих органов.

При размещении рабочих мест в выемках их размеры, принимаемые в проекте, должны обеспечивать размещение конструкций, оборудования, оснастки, а также проходы на рабочих местах и к рабочим местам шириной в свету не менее 0,6 м, а на рабочих местах – также необходимое пространство в зоне работ.

Выемки, разрабатываемые на улицах, проездах, во дворах населенных пунктов, а также в других местах возможного нахождения людей, должны быть ограждены защитными ограждениями с учетом требований государственных стандартов. На ограждении необходимо устанавливать предупредительные надписи, а в ночное время – сигнальное освещение.

Для прохода людей через выемки должны быть устроены переходные мостики в соответствии с требованиями СНиП 12-03-2001 [17].

Для прохода на рабочие места в выемки следует устанавливать трапы или маршевые лестницы шириной не менее 0,6 м с ограждениями или приставные лестницы (деревянные – длиной не более 5 м).

Производство работ, связанных с нахождением работников в выемках с вертикальными стенками без крепления в песчаных, пылеватоглинистых и талых грунтах выше уровня грунтовых вод и при отсутствии вблизи подземных сооружений, допускается при их глубине не более, м:

- 1,0 – в несслежавшихся насыпных и природного сложения песчаных грунтах;
- 1,25 – в супесях;
- 1,5 – в суглинках и глинах.

Производство работ, связанных с нахождением работников в выемках с откосами без креплений в насыпных, песчаных и пылеватоглинистых грунтах выше уровня грунтовых вод (с учетом капиллярного поднятия) или грунтах, осушенных с помощью искусственного водопонижения, допускается при глубине выемки и крутизне откосов, указанных в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Зависимость крутизны откоса при различной глубине выемки от вида грунта

№ п. п.	Виды грунтов	Крутизна откоса (отношение его высоты к заложению) при глубине выемки, м, не более		
		1,5	3,0	5,0
1.	Насыпные несслежавшиеся	1:0,67	1:1	1:1,25
2.	Песчаные	1:0,5	1:1	1:1
3.	Супесь	1:0,25	1:0,67	1:0,85
4.	Суглинок	1:0	1:0,5	1:0,75
5.	Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
6.	Лессовые	1:0	1:0,5	1:0,5

**Примечания:** 1. При напластовании различных видов грунта крутизну откосов назначают по наименее устойчивому виду от обрушения откоса;

2. К неслежавшимся насыпным относятся грунты с давностью отсыпки до двух лет для песчаных; до пяти лет – для пылевато-глинистых грунтов.

Конструкция крепления вертикальных стенок выемок глубиной до 3 м в грунтах естественной влажности должна быть, как правило, выполнена по типовым проектам. При большей глубине, а также сложных гидрогеологических условиях крепление должно быть выполнено по индивидуальному проекту.

При установке креплений верхняя часть их должна выступать над бровкой выемки не менее чем на 15 см.

Перед допуском работников в выемки глубиной более 1,3 м ответственным лицом должны быть проверены состояние откосов, а также надежность крепления стенок выемки. Валуны и камни, а также отслоения грунта, обнаруженные на откосах, должны быть удалены.

Допуск работников в выемки с откосами, подвергшимся увлажнению, разрешается только после тщательного осмотра лицом, ответственным за обеспечение безопасности производства работ, состояние грунта откосов и обрушение неустойчивого грунта в местах, где обнаружены "козырьки" или трещины (отслоения).

Выемки, разработанные в зимнее время, при наступлении оттепели должны быть осмотрены, а по результатам осмотра должны быть приняты меры к обеспечению устойчивости откосов и креплений.

Разработка роторными и траншейными экскаваторами в связных грунтах (суглинках и глинах) выемок с вертикальными стенками без крепления допускается на глубину не более 3 м. В местах, где требуется пребывание работников, должны устраиваться крепления или разрабатываться откосы.

При извлечении грунта из выемок с помощью бадей необходимо устраивать защитные навесы-козырьки для защиты работающих в выемке.

Устанавливать крепления необходимо в направлении сверху вниз по мере разработки выемки на глубину не более 0,5 м.

Разрабатывать грунт в выемках "подкопом" не допускается.

Извлеченный из выемки грунт необходимо размещать на расстоянии не менее 0,5 м от бровки этой выемки.

При разработке выемок в грунте одноковшовым экскаватором высота забоя должна определяться ППР с таким расчетом, чтобы в процессе работы не образовывались "козырьки" из грунта.



При работе экскаватора не разрешается производить другие работы со стороны забоя и находиться работникам в радиусе действия экскаватора плюс 5 м.

Разборку креплений в выемках следует вести снизу вверх по мере обратной засыпки выемки, если иное не предусмотрено ППР.

При механическом ударном рыхлении грунта не допускается нахождение работников на расстоянии ближе 5 м от мест рыхления.

Односторонняя засыпка пазух при устройстве подпорных стен и фундаментов допускается в соответствии с ППР после осуществления мероприятий, обеспечивающих устойчивость конструкции, при принятых условиях, способах и порядке засыпки.

При разработке, транспортировании, разгрузке, планировке и уплотнении грунта двумя или более самоходными или прицепными машинами (скреперами, грейдерами, катками, бульдозерами), идущими одна за другой, расстояние между ними должно быть не менее 10 м.

Автомобили-самосвалы при разгрузке на насыпях, а также при засыпке выемок следует устанавливать не ближе 1 м от бровки естественного откоса; разгрузка с эстакад, не имеющих защитных (отбойных) брусьев, запрещается.

Места разгрузки автотранспорта должны определяться регулировщиком.

Запрещается разработка грунта бульдозерами и скреперами при движении на подъем или под уклон, с углом наклона более указанного в паспорте машины.

Не допускается присутствие работников и других лиц на участках, где выполняются работы по уплотнению грунтов свободно падающими трамбовками, ближе 20 м от базовой машины.

При необходимости использования машин в сложных условиях (срезка грунта на уклоне, расчистка завалов) следует применять машины, оборудованные средствами защиты, предупреждающими воздействие на работающих опасных производственных факторов, возникающих в этих условиях (падение предметов и опрокидывание).

## 4.2. Бетонные работы

Организация безопасного производства бетонных работ производится в соответствии с требованиями п.7 СНиП 12-04-2002 [25]. При приготовлении, подаче, укладке и уходе за бетоном, заготовке и установке арматуры, а также установке и разборке опалубки (далее – выполнении бетонных работ) необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- расположение рабочих мест вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;
- движущиеся машины и передвижаемые ими предметы;
- обрушение элементов конструкций;
- шум и вибрация;
- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

При наличии опасных и вредных производственных факторов, указанных выше, безопасность бетонных работ должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации (ПОС, ППР и др.) следующих решений по охране труда:

- определение средств механизации для приготовления, транспортирования, подачи и укладки бетона;
- определение несущей способности и разработка проекта опалубки, а также последовательности ее установки и порядка разборки;
- разработка мероприятий и средств по обеспечению безопасности рабочих мест на высоте;
- разработка мероприятий и средств по уходу за бетоном в холодное и теплое время года.

При монтаже опалубки, а также установке арматурных каркасов следует руководствоваться требованиями раздела 8 "Монтажные работы" СНиП 12-04-2002 [25].

Цемент необходимо хранить в силосах, бункерах, ларях и других закрытых емкостях, принимая меры против распыления в процессе загрузки и выгрузки. Загрузочные отверстия должны быть закрыты защитными решетками, а люки в защитных решетках закрыты на замок.

При использовании пара для прогрева инертных материалов, находящихся в бункерах или других емкостях, следует применять

меры, предотвращающие проникновение пара в рабочие помещения.

Спуск рабочих в камеры, обогреваемые паром, допускается после отключения подачи пара, а также охлаждения камеры и находящихся в ней материалов и изделий до 40 °С.

Организация рабочих мест и размещение на опалубке оборудования и материалов, не предусмотренных ППР, а также нахождение людей, непосредственно не участвующих в производстве работ на установленных конструкциях опалубки, не допускаются.

Для перехода работников с одного рабочего места на другое необходимо применять лестницы, переходные мостики и трапы, соответствующие требованиям СНиП 12-03-2001 [17].

При устройстве сборной опалубки стен, ригелей и сводов необходимо предусматривать устройство рабочих настилов шириной не менее 0,8 м с ограждениями.

Опалубка перекрытий должна быть ограждена по всему периметру. Все отверстия в рабочем полу опалубки должны быть закрыты. При необходимости оставлять эти отверстия открытыми их следует затягивать проволоочной сеткой.

После отсечения части скользящей опалубки и подвесных лесов торцевые стороны должны быть ограждены.

Для защиты работников от падения предметов на подвесных лесах по наружному периметру скользящей и переставной опалубки следует устанавливать козырьки шириной не менее ширины лесов.

Ходить по уложенной арматуре допускается только по специальным настилам шириной не менее 0,6 м, уложенным на арматурный каркас.

Съемные грузозахватные приспособления, стропы и тара, предназначенные для подачи бетонной смеси грузоподъемными кранами, должны быть изготовлены и освидетельствованы.

На участках натяжения арматуры в местах прохода людей должны быть установлены защитные ограждения высотой не менее 1,8 м.

Устройства для натяжения арматуры должны быть оборудованы сигнализацией, приводимой в действие при включении привода натяжного устройства.

Запрещается пребывание людей на расстоянии ближе 1 м от арматурных стержней, нагреваемых электротоком.

При применении бетонных смесей с химическими добавками следует использовать защитные перчатки и очки.

Работники, укладывающие бетонную смесь на поверхности, имеющей уклон более  $20^\circ$ , должны пользоваться предохранительными поясами.

Эстакада для подачи бетонной смеси автосамосвалами должна быть оборудована отбойными брусками. Между отбойными брусками и ограждениями должны быть предусмотрены проходы шириной не менее 0,6 м. На тупиковых эстакадах должны быть установлены поперечные отбойные бруска.

При очистке кузовов автосамосвалов от остатков бетонной смеси работникам запрещается находиться в кузове транспортного средства.

Заготовка и укрупнительная сборка арматуры должны выполняться в специально предназначенных для этого местах.

Зона электропрогрева бетона должна иметь защитное ограждение, удовлетворяющее требованиям государственных стандартов, световую сигнализацию и знаки безопасности.

Работа смесительных машин должна осуществляться при соблюдении следующих требований:

- очистка приемков для загрузочных ковшей должна осуществляться после надежного закрепления ковша в поднятом положении;

- очистка барабанов и корыт смесительных машин допускается только после остановки машины и снятия напряжения.

При выполнении работ по заготовке арматуры необходимо:

- устанавливать защитные ограждения рабочих мест, предназначенных для разматывания бухт (мотков) и выправления арматуры;

- при резке станками стержней арматуры на отрезки длиной менее 0,3 м применять приспособления, предупреждающие их разлет;

- устанавливать защитные ограждения рабочих мест при обработке стержней арматуры, выступающей за габариты верстака, а у двусторонних верстаков, кроме того, разделять верстак посередине продольной металлической предохранительной сеткой высотой не менее 1 м;

- складывать заготовленную арматуру в специально отведенных для этого местах;

- закрывать щитами торцевые части стержней арматуры в местах общих проходов, имеющих ширину менее 1 м.

Элементы каркасов арматуры необходимо пакетировать с учетом условий их подъема, складирования и транспортирования к месту монтажа.

Бункеры (бадьи) для бетонной смеси должны соответствовать требованиям государственных стандартов. Перемещение загруженного или порожнего бункера разрешается только при закрытом затворе.

При укладке бетона из бункера расстояние между нижней кромкой бункера и ранее уложенным бетоном или поверхностью, на которую укладывается бетон, должно быть не более 1 м, если иные расстояния не предусмотрены ППР.

Ежедневно перед началом укладки бетона в опалубку необходимо проверять состояние тары, опалубки и средств подмащивания. Обнаруженные неисправности следует незамедлительно устранять.

Перед началом укладки бетонной смеси виброхоботом необходимо проверять исправность и надежность закрепления всех его звеньев между собой и к страховочному канату.

При подаче бетона с помощью бетононасоса необходимо:

- осуществлять работы по монтажу, демонтажу и ремонту бетоноводов, а также удалению из них пробок только после снижения давления до атмосферного;
- удалять всех работающих от бетоновода на время продувки на расстояние не менее 10 м;
- укладывать бетоноводы на прокладки для снижения воздействия динамической нагрузки на арматурный каркас и опалубку при подаче бетона.

Удаление пробки в бетоноводе сжатым воздухом допускается при условии:

- наличия защитного щита у выходного отверстия бетоновода;
- нахождения работающих на расстоянии не менее 10 м от выходного отверстия бетоновода;
- осуществления подачи воздуха в бетоновод равномерно, не превышая допустимого давления.

При невозможности удаления пробки следует снять давление в бетоноводе, простукиванием найти место нахождения пробки в бетоноводе, расстыковать бетоновод и удалить пробку или заменить засоренное звено.

При установке элементов опалубки в несколько ярусов каждый последующий ярус следует устанавливать после закрепления нижнего яруса.

Разборка опалубки должна производиться после достижения бетоном заданной прочности.

Минимальная прочность бетона при распалубке загруженных конструкций, в том числе от собственной нагрузки, определяется ППР и согласовывается с проектной организацией.

При разборке опалубки необходимо принимать меры против случайного падения элементов опалубки, обрушения поддерживающих лесов и конструкций.

При уплотнении бетонной смеси электровибраторами перемещать вибратор за токоведущие кабели не допускается, а при перерывах в работе и при переходе с одного места на другое электровибраторы необходимо выключать.

При электропрогреве бетона монтаж и присоединение электрооборудования к питающей сети должны выполнять только электрики, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже III.

Открытая (незабетонированная) арматура железобетонных конструкций, связанная с участком, находящимся под электропрогревом, подлежит заземлению (занулению).

После каждого перемещения электрооборудования, применяемого при прогреве бетона, на новое место следует измерять сопротивление изоляции мегаомметром.

### 4.3 Монтажные работы

Организация безопасного производства бетонных работ производится в соответствии с требованиями п.8 СНиП 12-04-2002 [25]. При монтаже железобетонных и стальных элементов конструкций, трубопроводов и оборудования (далее – выполнении монтажных работ) необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы [1]:

- расположение рабочих мест вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;
- передвигающиеся конструкции, грузы;
- обрушение незакрепленных элементов конструкций зданий и сооружений;
- падение вышерасположенных материалов, инструмента;
- опрокидывание машин, падение их частей;
- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

При наличии опасных и вредных производственных факторов, указанных выше, безопасность монтажных работ

должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации (ПОС, ППР и др.) следующих решений по охране труда:

- определение марки крана, места установки и опасных зон при его работе;
- обеспечение безопасности рабочих мест на высоте;
- определение последовательности установки конструкций;
- обеспечение устойчивости конструкций и частей здания в процессе сборки;
- определение схем и способов укрупнительной сборки элементов конструкций.

На участке (захватке), где ведутся монтажные работы, не допускается выполнение других работ и нахождение посторонних лиц.

При возведении зданий и сооружений запрещается выполнять работы, связанные с нахождением людей в одной захватке (участке) на этажах (ярусах), над которыми производятся перемещение, установка и временное закрепление элементов сборных конструкций и оборудования.

При невозможности разбивки зданий и сооружений на отдельные захватки (участки) одновременное выполнение монтажных и других строительных работ на разных этажах (ярусах) допускается только в случаях, предусмотренных ППР, при наличии между ними надежных (обоснованных соответствующим расчетом на действие ударных нагрузок) междуэтажных перекрытий.

Использование установленных конструкций для прикрепления к ним грузовых полиспастов, отводных блоков и других монтажных приспособлений допускается только с согласия проектной организации, выполнившей рабочие чертежи конструкций.

Монтаж конструкций зданий (сооружений) следует начинать, как правило, с пространственно-устойчивой части: связевой ячейки, ядра жесткости и т.п.

Монтаж конструкций каждого вышележащего этажа (яруса) многоэтажного здания следует производить после закрепления всех установленных монтажных элементов по проекту и достижения бетоном (раствором) стыков несущих конструкций прочности, указанной в ППР.

Окраску и антикоррозионную защиту конструкций и оборудования в случаях, когда они выполняются на строительной площадке, следует производить, как правило, до их подъема на проектную отметку. После подъема производить окраску или

антикоррозионную защиту следует только в местах стыков и соединений конструкций.

Распаковка и расконсервация подлежащего монтажу оборудования должны производиться в зоне, отведенной в соответствии с ППР, и осуществляться на специальных стеллажах или прокладках высотой не менее 100 мм.

При расконсервации оборудования не допускается применение материалов с взрывопожароопасными свойствами.

При монтаже каркасных зданий устанавливать последующий ярус каркаса допускается только после установки ограждающих конструкций или временных ограждений на предыдущем ярусе.

Монтаж лестничных маршей и площадок зданий (сооружений), а также грузопассажирских строительных подъемников (лифтов) должен осуществляться одновременно с монтажом конструкций здания. На смонтированных лестничных маршах следует незамедлительно устанавливать ограждения.

В процессе монтажа конструкций зданий или сооружений монтажники должны находиться на ранее установленных и надежно закрепленных конструкциях или средствах подмащивания.

Запрещается пребывание людей на элементах конструкций и оборудования во время их подъема и перемещения.

Навесные монтажные площадки, лестницы и другие приспособления, необходимые для работы монтажников на высоте, следует устанавливать на монтируемых конструкциях до их подъема.

Для перехода монтажников с одной конструкции на другую следует применять лестницы, переходные мостики и трапы, имеющие ограждения.

Запрещается переход монтажников по установленным конструкциям и их элементам (фермам, ригелям и т.п.), на которых невозможно обеспечить требуемую ширину прохода при установленных ограждениях, без применения специальных предохранительных приспособлений (натянутого вдоль фермы или ригеля каната для закрепления карабина предохранительного пояса).

Места и способ крепления каната и длина его участков должны быть указаны в ППР.

При выполнении монтажа ограждающих панелей необходимо применять предохранительный пояс совместно со страховочным приспособлением. Типовое решение должно быть указано в ППР.



Не допускается нахождение людей под монтируемыми элементами конструкций и оборудования до установки их в проектное положение.

При необходимости нахождения работающих под монтируемым оборудованием (конструкциями) должны осуществляться специальные мероприятия, обеспечивающие безопасность работающих.

Навесные металлические лестницы высотой более 5 м должны удовлетворять требованиям СНиП 12-03-2001 [17]. или быть ограждены металлическими дугами с вертикальными связями и надежно прикреплены к конструкциям или оборудованию. Подъем рабочих по навесным лестницам на высоту более 10 м допускается в том случае, если лестницы оборудованы площадками отдыха не реже чем через каждые 10 м по высоте.

Расчалки для временного закрепления монтируемых конструкций должны быть прикреплены к надежным опорам. Количество расчалок, их материалы и сечение, способы натяжения и места закрепления устанавливаются проектом производства работ.

Расчалки должны быть расположены за пределами габаритов движения транспорта и строительных машин. Расчалки не должны касаться острых углов других конструкций. Перегибание расчалок в местах соприкосновения их с элементами других конструкций допускается лишь после проверки прочности и устойчивости этих элементов под воздействием усилий от расчалок.

Элементы монтируемых конструкций или оборудования во время перемещения должны удерживаться от раскачивания и вращения гибкими оттяжками.

Строповку конструкций и оборудования необходимо производить средствами, удовлетворяющими требованиям СНиП 12-03-2001 [17]. и обеспечивающими возможность дистанционной расстроповки с рабочего горизонта в случаях, когда высота до замка грузозахватного средства превышает 2 м.

До начала выполнения монтажных работ необходимо установить порядок обмена сигналами между лицом, руководящим монтажом и машинистом.

Все сигналы подаются только одним лицом (бригадиром, звеньевым, такелажником-стропальщиком), кроме сигнала "Стоп", который может быть подан любым работником, заметившим явную опасность.

В особо ответственных случаях (при подъеме конструкций с применением сложного такелажа, метода поворота, при надвигке крупногабаритных и тяжелых конструкций, при подъеме их двумя

или более механизмами и т.п.) сигналы должен подавать только руководитель работ.

Строповку монтируемых элементов следует производить в местах, указанных в рабочих чертежах, и обеспечить их подъем и подачу к месту установки в положении, близком к проектному.

Запрещается подъем элементов строительных конструкций, не имеющих монтажных петель, отверстий или маркировки и меток, обеспечивающих их правильную строповку и монтаж.

Очистку подлежащих монтажу элементов конструкций от грязи и наледи необходимо производить до их подъема.

Монтируемые элементы следует поднимать плавно, без рывков, раскачивания и вращения.

Поднимать конструкции следует в два приема: сначала на высоту 20 – 30 см, затем после проверки надежности строповки производить дальнейший подъем.

При перемещении конструкций или оборудования расстояние между ними и выступающими частями смонтированного оборудования или других конструкций должно быть по горизонтали не менее 1 м, по вертикали – не менее 0,5 м.

Во время перерывов в работе не допускается оставлять поднятые элементы конструкций и оборудования на весу.

Установленные в проектное положение элементы конструкций или оборудования должны быть закреплены так, чтобы обеспечивалась их устойчивость и геометрическая неизменяемость.

Расстроповку элементов конструкций и оборудования, установленных в проектное положение, следует производить после постоянного или временного их закрепления согласно проекту. Перемещать установленные элементы конструкций или оборудования после их расстроповки, за исключением случаев использования монтажной оснастки, предусмотренных ППР, не допускается.

До окончания выверки и надежного закрепления установленных элементов не допускается опирание на них вышерасположенных конструкций, если это не предусмотрено ППР.

Запрещается выполнять монтажные работы на высоте в открытых местах при скорости ветра 15 м/с и более, при гололеде, грозе или тумане, исключающих видимость в пределах фронта работ.

Работы по перемещению и установке вертикальных панелей и подобных им конструкций с большой парусностью необходимо прекращать при скорости ветра 10 м/с и более.

При надвижке (передвижке) конструкций и оборудования лебедками грузоподъемность тормозных лебедок и полиспастов

должна быть равна грузоподъемности тяговых средств, если иные требования не установлены проектом.

При монтаже конструкций из рулонных заготовок должны приниматься меры против самопроизвольного сворачивания рулона.

Укрупнительная сборка и доизготовление подлежащих монтажу конструкций и оборудования должны выполняться, как правило, на специально предназначенных для этого местах.

Перемещение конструкций или оборудования несколькими подъемными или тяговыми средствами необходимо осуществлять согласно ППР, под непосредственным руководством лиц, ответственных за безопасное производство работ кранами, при этом нагрузка, приходящаяся на каждый из них, не должна превышать грузоподъемности крана.

#### 4.4 Каменные работы

Организация безопасного производства бетонных работ производится в соответствии с требованиями п.9 СНиП 12-04-2002 [25]. При выполнении каменных работ необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работающих следующих опасных и вредных производственных факторов:

- расположение рабочих мест вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;
- падение вышерасположенных материалов, конструкций и инструмента;
- самопроизвольное обрушение элементов конструкций;
- движущиеся части машин и передвигаемые ими конструкции и материалы.

При наличии опасных и вредных производственных факторов, указанных выше, безопасность каменных работ должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации (ПОС, ППР и др.) следующих решений по охране труда:

- организация рабочих мест с указанием конструкции и места установки необходимых средств подмачивания, грузозахватных устройств, средств контейнеризации и тары;
- последовательность выполнения работ с учетом обеспечения устойчивости возводимых конструкций;
- определение конструкции и мест установки средств защиты от падения человека с высоты и падения предметов вблизи здания;

– дополнительные меры безопасности по обеспечению устойчивости каменной кладки в холодное время года.

Кладка стен каждого вышерасположенного этажа многоэтажного здания должна производиться после установки несущих конструкций междуэтажного перекрытия, а также площадок и маршей в лестничных клетках.

При необходимости возведения каменных стен вышерасположенного этажа без укладки перекрытий или покрытий необходимо применять временные крепления этих стен.

При монтаже перекрытий и других конструкций необходимо выполнять требования раздела 8 СНиП 12-04-2002 [25].

При кладке наружных стен зданий высотой более 7 м с внутренних подмостей необходимо по всему периметру здания устраивать наружные защитные козырьки, удовлетворяющие следующим требованиям:

– ширина защитных козырьков должна быть не менее 1,5 м, и они должны быть установлены с уклоном к стене так, чтобы угол, образуемый между нижележащей частью стены здания и поверхностью козырька, был  $110^\circ$ , а зазор между стеной здания и настилом козырька не превышал 50 мм;

– защитные козырьки должны выдерживать равномерно распределенную снеговую нагрузку, установленную для данного климатического района, и сосредоточенную нагрузку не менее 1600 Н (160 кгс), приложенную в середине пролета;

– первый ряд защитных козырьков должен иметь защитный настил на высоте не более 6 м от земли и сохраняться до полного окончания кладки стен, а второй ряд, изготовленный сплошным или из сетчатых материалов с ячейкой не более  $50 \times 50$  мм, устанавливаться на высоте 6 – 7 м над первым рядом, а затем по ходу кладки переставляться через 6 – 7 м.

Кладку необходимо вести с междуэтажных перекрытий или средств подмащивания. Высота каждого яруса стены назначается с таким расчетом, чтобы уровень кладки после каждого перемасливания был не менее чем на два ряда выше уровня нового рабочего настила.

Средства подмащивания, применяемые при кладке, должны отвечать требованиям СНиП 12-03-2001 [17]. Конструкция подмостей и допустимые нагрузки должны соответствовать предусмотренным в ППР.

Запрещается выполнять кладку со случайных средств подмащивания, а также стоя на стене.

Кладку карнизов, выступающих из плоскости стены более чем на 30 см, следует осуществлять с наружных лесов или навесных подмостей, имеющих ширину рабочего настила не менее 60 см. Материалы следует располагать на средствах подмащивания, установленных с внутренней стороны стены.

При кладке стен здания на высоту до 0,7 м от рабочего настила и расстоянии от уровня кладки с внешней стороны до поверхности земли (перекрытия) более 1,3 м необходимо применять ограждающие (улавливающие) устройства, а при невозможности их применения – предохранительный пояс.

При перемещении и подаче на рабочие места грузоподъемными кранами кирпича, керамических камней и мелких блоков необходимо применять поддоны, контейнеры и грузозахватные устройства, предусмотренные в ППР, имеющие приспособления, исключающие падение груза при подъеме и изготовленные в установленном порядке.

Рабочие, занятые на установке, очистке или снятии защитных козырьков, должны работать с предохранительными поясами.

Ходить по козырькам, использовать их в качестве подмостей, а также складывать на них материалы не допускается.

Обрабатывать естественные камни в пределах территории строительной площадки необходимо в специально выделенных местах, где не допускается нахождение лиц, не участвующих в данной работе. Рабочие места, расположенные на расстоянии менее 3 м друг от друга, должны быть разделены защитными экранами.

Кладка стен ниже и на уровне перекрытия, устраиваемого из сборных железобетонных плит, должна производиться с подмостей нижележащего этажа.

Не допускается монтировать плиты перекрытия без предварительно выложенного из кирпича бортика на два ряда выше укладываемых плит.

Расшивку наружных швов кладки необходимо выполнять с перекрытия или подмостей после укладки каждого ряда. Запрещается находиться рабочим на стене во время проведения этой операции.

Установка креплений карниза, облицовочных плит, а также опалубки кирпичных перемычек должна выполняться в соответствии с рабочей документацией. Снимать временные крепления элементов карниза, а также опалубки кирпичных перемычек допускается после достижения раствором прочности, установленной ППР.

При облицовке стен крупными бетонными плитами необходимо соблюдать следующие требования:

- облицовку следует начинать с укладки в уровне междуэтажного перекрытия опорного Г-образного ряда облицовочных плит, заделываемых в кладку, а затем устанавливать рядовые плоские плиты с креплением их к стене;
- при толщине облицовочных плит более 40 мм облицовочный ряд должен ставиться раньше, чем выполняется кладка, на высоту ряда облицовки;
- не допускается установка облицовочных плит любой толщины выше кладки стены более чем на два ряда плит.

При кладке или облицовке наружных стен многоэтажных зданий запрещается производство работ во время грозы, снегопада, тумана, исключаяющих видимость в пределах фронта работ, или при скорости ветра более 15 м/с.

Способом замораживания на обыкновенных растворах разрешается возводить здания не более 4 этажей и не выше 15 м.

Для каменных конструкций, выполненных способом замораживания, в ППР должен быть определен способ оттаивания конструкций (искусственный или естественный) и указаны мероприятия по обеспечению устойчивости и геометрической неизменяемости конструкций на период оттаивания и набора прочности раствора.

В период естественного оттаивания и твердения раствора в каменных конструкциях, выполненных способом замораживания, следует установить постоянное наблюдение за ними. Пребывание в здании или сооружении лиц, не участвующих в мероприятиях по обеспечению устойчивости указанных конструкций, не допускается.

#### 4.5. Отделочные работы

При выполнении отделочных работ (штукатурных, малярных, облицовочных, стекольных) необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы [25]:

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях отделочных материалов и конструкций;

- недостаточная освещенность рабочей зоны.

При наличии опасных и вредных производственных факторов, указанных выше, безопасность отделочных работ должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации (ПОС, ППР и др.) следующих решений по охране труда:

- способы и средства подачи материалов на рабочие места;
- организация рабочих мест, обеспечение их необходимыми средствами подмащивания и другими средствами малой механизации, необходимыми для производства работ;
- при применении составов, содержащих вредные и пожароопасные вещества, должны быть приняты решения по обеспечению вентиляции и пожаробезопасности.

При выполнении отделочных работ следует выполнять требования настоящих норм и правил, при выполнении окрасочных работ следует выполнять требования межотраслевых правил по охране труда.

Отделочные составы и мастики следует готовить, как правило, централизованно. При их приготовлении на строительной площадке необходимо использовать для этих целей помещения, оборудованные вентиляцией, не допускающей превышение предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Помещения должны быть обеспечены безвредными моющими средствами и теплой водой.

Эксплуатация мобильных малярных станций для приготовления окрасочных составов, не оборудованных принудительной вентиляцией, не допускается.

Рабочие места для выполнения отделочных работ на высоте должны быть оборудованы средствами подмащивания и лестницами-стремянками для подъема на них, соответствующими требованиям СНиП 12-03-2001 [17]. Средства подмащивания, применяемые при штукатурных или малярных работах, в местах, под которыми ведутся другие работы или есть проход, должны иметь настил без зазоров.

При работе с вредными или огнеопасными и взрывоопасными материалами следует непрерывно проветривать помещения во время работы, а также в течение 1 ч после ее окончания, применяя естественную или искусственную вентиляцию.

Места, над которыми производятся стекольные или облицовочные работы, необходимо ограждать.

Запрещается производить остекление или облицовочные работы на нескольких ярусах по одной вертикали.

В местах применения окрасочных составов, образующих взрывоопасные пары, электропроводка и электрооборудование должны быть обесточены или выполнены во взрывобезопасном исполнении, работа с использованием огня в этих помещениях не допускается.

Запрещается обогревать и сушить помещения, жаровнями и другими устройствами, выделяющими в помещения продукты сгорания топлива.

При выполнении работ с растворами, имеющими химические добавки, необходимо использовать средства индивидуальной защиты (резиновые перчатки, защитные мази, защитные очки) согласно инструкции завода-изготовителя применяемого состава.

При сухой очистке поверхностей и других работах, связанных с выделением пыли и газов, а также при механизированной шпательке и окраске необходимо пользоваться респираторами и защитными очками.

При очистке поверхностей с помощью кислоты или каустической соды необходимо работать в предохранительных очках, резиновых перчатках и кислотостойком фартуке с нагрудником.

При нанесении раствора на потолочную или вертикальную поверхность следует пользоваться защитными очками.

При выполнении всех работ по приготовлению и нанесению окрасочных составов, включая импортные, следует соблюдать требования инструкций предприятий-изготовителей в части безопасности труда.

Все поступающие исходные компоненты и окрасочные составы должны иметь гигиенический сертификат с указанием наличия вредных веществ, параметров, характеризующих пожаровзрывоопасность, сроков и условий хранения, рекомендуемого метода нанесения, необходимости применения средств коллективной и индивидуальной защиты.

Не допускается применять растворители на основе бензола, хлорированных углеводородов, метанола.

При выполнении окрасочных работ с применением окрасочных пневматических агрегатов необходимо:

- до начала работы осуществлять проверку исправности оборудования, защитного заземления, сигнализации;
- в процессе выполнения работ не допускать перегибания шлангов и их прикосновения к подвижным стальным канатам;



- отключать подачу воздуха и перекрывать воздушный вентиль при перерыве в работе или обнаружении неисправностей механизма агрегата.

Отогревать замерзшие шланги следует в теплом помещении. Не допускается отогревать шланги открытым огнем или паром.

Тару с взрывоопасными материалами (лаками, нитрокрасками и т. п.) во время перерывов в работе следует закрывать пробками или крышками и открывать инструментом, не вызывающим искрообразования.

При работе с растворонасосом необходимо:

- следить, чтобы давление в растворонасосе не превышало допустимых норм, указанных в его паспорте;

- удалять растворные пробки, осуществлять ремонтные работы только после отключения растворонасоса от сети и снятия давления;

- осуществлять продувку растворонасоса при отсутствии людей в зоне 10 м и ближе;

- держать форсунку при нанесении раствора под небольшим углом к оштукатуриваемой поверхности и на небольшом расстоянии от нее.

Подъем и переноску стекла к месту его установки следует производить с применением соответствующих приспособлений или в специальной таре.

Раскрой стекла следует осуществлять в горизонтальном положении на специальных столах при положительной температуре.

## 4.6 Изоляционные работы

При выполнении изоляционных работ (гидроизоляционных, теплоизоляционных, антикоррозионных) необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы [1,25]:

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;

- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха рабочей зоны;

- расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;

- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях оборудования, материалов.

При наличии опасных и вредных производственных факторов, указанных выше, безопасность изоляционных работ должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации (ПОС, ППР и др.) следующих решений по охране труда:

- организация рабочих мест с указанием методов и средств для обеспечения вентиляции, пожаротушения, защиты от термических ожогов, освещения, выполнения работ на высоте;
- особые меры безопасности при выполнении работ в закрытых помещениях, аппаратах и емкостях;
- меры безопасности при приготовлении и транспортировании горячих мастик и материалов.

На участках работ, в помещениях, где ведутся изоляционные работы с выделением вредных и пожароопасных веществ, не допускаются выполнение других работ и нахождение посторонних лиц.

Изоляционные работы на технологическом оборудовании и трубопроводах должны выполняться, как правило, до их установки или после постоянного закрепления в соответствии с проектом.

При производстве антикоррозионных работ, кроме требований настоящих норм и правил, следует выполнять требования государственных стандартов.

При производстве теплоизоляционных работ с использованием изделий из асбеста и асбестосодержащих материалов необходимо соблюдать требования ПОТ РМ-010.

Рабочие места при приготовлении горячих мастик, проведении изоляционных работ с выделением пожароопасных веществ должны быть оборудованы первичными средствами пожаротушения.

При проведении изоляционных работ внутри аппаратов или закрытых помещений рабочие места должны быть обеспечены вентиляцией (проветриванием) и местным освещением от электросети напряжением не выше 12 В с арматурой во взрывобезопасном исполнении.

Рабочие места для выполнения изоляционных работ на высоте должны быть оборудованы средствами подмащивания с ограждениями и лестницами-стремянками для подъема на них, соответствующими требованиям СНиП 12-03-2001 [17].

Перед началом изоляционных работ в аппаратах и других закрытых емкостях все электродвигатели необходимо отключить, а

на подводящих технологических трубопроводах поставить заглушки и в соответствующих местах повесить плакаты (надписи), предупреждающие о проведении работ внутри аппаратов.

При производстве изоляционных работ с применением горячего битума работники должны использовать специальные костюмы с брюками, выпущенными поверх сапог.

Битумную мастику следует доставлять к рабочим местам, как правило, по битумопроводу или в емкостях при помощи грузоподъемного крана.

При перемещении горячего битума на рабочих местах вручную, следует применять металлические бачки, имеющие форму усеченного конуса, обращенного широкой частью вниз, с плотно закрывающимися крышками и запорными устройствами.

При спуске горячего битума в котлован или подъеме его на подмости или перекрытие необходимо использовать бачки с закрытыми крышками, перемещаемые внутри короба, закрытого со всех сторон.

Запрещается подниматься (спускаться) по приставным лестницам с бачками с горячим битумом.

Котлы для варки и разогрева битумных мастик должны быть оборудованы приборами для замера температуры мастик и плотно закрывающимися крышками.

Не допускается превышение температуры варки и разогрева битумных мастик выше 180 °С.

Заполнение битумного котла допускается не более 3/4 его вместимости.

Загружаемый в котел наполнитель должен быть сухим. Недопустимо попадание в котел льда и снега.

Для подогрева битумных мастик внутри помещений запрещается применение устройств с открытым огнем.

При приготовлении грунтовки (праймера), состоящего из растворителя и битума, следует битум вливать в растворитель с перемешиванием его деревянными мешалками. Температура битума в момент приготовления грунтовки не должна превышать 70 °С.

Запрещается вливать растворитель в расплавленный битум, а также готовить грунтовку на этилированном бензине или бензоле.

При выполнении работ с применением горячего битума несколькими рабочими звеньями расстояние между ними должно быть не менее 10 м.

При приготовлении и заливке пенополиуретана должны быть выполнены следующие требования:

- подогрев компонентов пенополиуретана должен производиться с помощью закрытых нагревателей и без применения открытого пламени;
- при выполнении технологических операций должно быть исключено попадание компонентов на кожный покров работников;
- при выполнении работ по приготовлению рабочих составов и заливки не допускается в зоне радиусом 25 м курить и разводить огонь, выполнять сварочные работы.

Стекловату и шлаковату следует подавать к месту работы в контейнерах или пакетах, соблюдая условия, исключающие распыление.

Для закрепления сеток под штукатурку поверхностей строительных конструкций необходимо применять вязальную проволоку.

На поверхностях конструкций или оборудования после покрытия их теплоизоляционными материалами, закрепленными вязальной проволокой с целью подготовки под обмазочную изоляцию, не должно быть выступающих концов проволоки.

При производстве теплоизоляционных работ зазор между изолируемой поверхностью и рабочим настилом лесов не должен превышать двойной толщины изоляции плюс 50 мм.

## 4.7. Кровельные работы

При выполнении кровельных работ по устройству мягкой кровли из рулонных материалов и металлической или асбестоцементной кровли необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы [1,25]:

- расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;
- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха рабочей зоны;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях оборудования, материалов;

– повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека.

При наличии опасных и вредных производственных факторов, указанных выше, безопасность кровельных работ должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации (ПОС, ППР и др.) следующих решений по охране труда:

– организация рабочих мест на высоте, пути прохода работников на рабочие места, особые меры безопасности при работе на крыше с уклоном;

– меры безопасности при приготовлении и транспортировании горячих мастик и материалов;

– методы и средства для подъема на кровлю материалов и инструмента, порядок их складирования, последовательность выполнения работ.

Производство кровельных работ газопламенным способом следует осуществлять по наряду-допуску, предусматривающему меры безопасности.

При применении в конструкции крыш горючих и трудногорючих утеплителей наклейка битумных рулонных материалов газопламенным способом разрешается только по устроенной на них цементно-песчаной или асфальтовой стяжке.

Места производства кровельных работ, выполняемых газопламенным способом, должны быть обеспечены не менее чем двумя эвакуационными выходами (лестницами), а также первичными средствами пожаротушения.

Подниматься на кровлю и спускаться с нее следует только по лестничным маршам и оборудованными для подъема на крышу лестницами. Использовать в этих целях пожарные лестницы запрещается.

При производстве работ на плоских крышах, не имеющих постоянного ограждения, рабочие места необходимо ограждать в соответствии с требованиями СНиП 12-03-2001 [17].

Для прохода работников, выполняющих работы на крыше с уклоном более 20°, а также на крыше с покрытием, не рассчитанным на нагрузки от веса работающих, необходимо применять трапы шириной не менее 0,3 м с поперечными планками для упора ног. Трапы на время работы должны быть закреплены.

При выполнении работ на крыше с уклоном более 20° работники должны применять предохранительные пояса согласно требованиям СНиП 12-03-2001 [17].

Применяемые для подачи материалов при устройстве кровель краны малой грузоподъемности должны устанавливаться и эксплуатироваться в соответствии с инструкцией завода-изготовителя. Подъем груза следует осуществлять в контейнерах или таре.

Вблизи здания в местах подъема груза и выполнения кровельных работ необходимо обозначить опасные зоны, границы которых определяются согласно СНиП 12-03-2001 [17].

Размещать на крыше материалы допускается только в местах, предусмотренных ППР, с применением мер против их падения, в том числе от воздействия ветра.

Запас материала не должен превышать сменной потребности.

Во время перерывов в работе технологические приспособления, материалы и инструмент должны быть закреплены или убраны с крыши.

Порядок производства работ с применением горячих мастик определяется разделом 12 СНиП 12-04-2002 [25].

Не допускается выполнение кровельных работ во время гололеда, тумана, исключаяющего видимость в пределах фронта работ, грозы и ветра со скоростью 15 м/с и более.

Элементы и детали кровель, в том числе компенсаторы в швах, защитные фартуки, звенья водосточных труб, сливы, свесы и т.п. следует подавать на рабочие места в заготовленном виде.

Заготовка указанных элементов и деталей непосредственно на крыше не допускается.

Выполнение кровельных работ по установке (подвеске) готовых водосточных желобов, воронок, труб, а также колпаков и зонтов для дымовых и вентиляционных труб и покрытие парапетов, сандриков, отделке свесов следует осуществлять с применением подмостей.

Запрещается использование для указанных работ приставных лестниц.

При выполнении кровельных работ газопламенным способом необходимо выполнять следующие требования безопасности:

- баллоны должны быть установлены вертикально и закреплены в специальных стойках;

- тележки-стойки с газовыми баллонами разрешается устанавливать на поверхностях крыши, имеющих уклон до 25 %. При выполнении работ на крышах с большим уклоном для стоек с баллонами необходимо устраивать специальные площадки;

- во время работы расстояние от горелок (по горизонтали) до групп баллонов с газом должно быть не менее 10 м, до

газопроводов и резиноканевых рукавов – 3 м, до отдельных баллонов – 5 м.

Запрещается держать в непосредственной близости от места производства работ с применением горелок легковоспламеняющиеся и огнеопасные материалы.

## **4.8. Разборка зданий и сооружений при их реконструкции или сносе**

### **4.8.1. Организация работ**

При разборке зданий и сооружений (далее – разборке строений) в процессе их реконструкции или сноса необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы [36]:

- самопроизвольное обрушение элементов конструкций строений и падение вышерасположенных незакрепленных конструкций, материалов, оборудования;
- движущиеся части строительных машин, передвигаемые ими предметы;
- острые кромки, углы, торчащие штыри;
- повышенное содержание в воздухе рабочей зоны пыли и вредных веществ;
- расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более.

До начала проведения работ по разборке строений необходимо выполнить подготовительные мероприятия, связанные с отселением проживающих в них граждан или выездом расположенных там организаций, а также с отключением от сетей водо-, тепло-, газо- и электроснабжения, канализации, технологических продуктопроводов и принятием мер против их повреждения.

Все необходимые согласования по проведению подготовительных мероприятий должны быть сделаны на стадии разработки ПОС.

Разборку зданий необходимо осуществлять на основе решений, предусмотренных в организационно-технологической документации (ПОС, ППР и др.). Указанные решения должны быть разработаны после проведения обследования общего состояния здания (сооружения), а также фундаментов, стен, колонн, сводов и прочих конструкций. По результатам обследования составляется акт, на основании которого осуществляется решение следующих вопросов:

- выбор метода проведения разборки;
- установление последовательности выполнения работ;
- установление опасных зон и применение при необходимости защитных ограждений;
- временное или постоянное закрепление или усиление конструкций разбираемого здания с целью предотвращения случайного обрушения конструкций;
- мероприятия по пылеподавлению;
- меры безопасности при работе на высоте;
- схемы строповки при демонтаже конструкций и оборудования.

Перед началом работ необходимо ознакомить работников с решениями, предусмотренными в ППР, и провести инструктаж о безопасных методах работ.

Удаление неустойчивых конструкций при разборке здания следует производить в присутствии руководителя работ.

При разборке строений доступ к ним посторонних лиц, не участвующих в производстве работ, запрещен. Участки работ по разборке зданий необходимо оградить согласно СНиП 12-03-2001 [37].

Проход людей в помещения во время разборки должен быть закрыт.

При разборке строений механизированным способом необходимо установить опасные для людей зоны, а машины (механизмы) разместить вне зоны обрушения конструкций.

Кабина машиниста должна быть защищена от возможного попадания отколовшихся частиц, а рабочие должны быть обеспечены защитными очками.

При разборке строений, а также при уборке отходов, мусора необходимо применять меры по уменьшению пылеобразования.

Работающие в условиях запыленности должны быть обеспечены средствами защиты органов дыхания от находящихся в воздухе пыли и микроорганизмов (плесени, грибков, их спор).

Перед допуском работающих в места с возможным появлением газа или вредных веществ их необходимо проветрить. При неожиданном появлении газа работы следует прекратить и вывести работников из опасной зоны.

Работающие в местах с возможным появлением газа должны быть обеспечены защитными средствами (противогазами) [36].

Разборку строений (демонтаж конструкций) необходимо осуществлять последовательно сверху вниз.



Запрещается разборка строений одновременно в нескольких ярусах по одной вертикали.

При разборке строений необходимо оставлять проходы на рабочие места.

При разборке кровли и наружных стен работники должны применять предохранительный пояс.

При разборке карнизов и свисающих частей здания находиться на стене запрещается.

Не допускается выполнение работ во время гололеда, тумана, дождя, исключающего видимость в пределах фронта работ, грозы и ветра со скоростью 15 м/с и более.

При разборке строений необходимо предотвратить самопроизвольное обрушение или падение конструкций.

Неустойчивые конструкции, находящиеся в зоне выполнения работ, следует удалять или закреплять, или усиливать согласно ППР.

Запрещается подрубать дымовые трубы, каменные столбы и простенки вручную, а также производить обрушение их на перекрытие.

При разборке строений способом "валки" длина прикрепленных тросов (канатов) должна быть в 3 раза больше высоты здания.

При разборке строений взрывным способом необходимо соблюдать требования Приказа Ростехнадзора от 16.12.2013 N 605 [38].

При демонтаже конструкций и оборудования с помощью грузоподъемных кранов необходимо соблюдать требования 8 раздела [36].

Способы освобождения, а также схемы строповки демонтируемых конструкций должны соответствовать предусмотренным в ППР.

Материалы, получаемые от разборки строений, а также строительный мусор необходимо опускать по закрытым желобам или в закрытых ящиках или контейнерах при помощи грузоподъемных кранов. Нижний конец желоба должен находиться не выше 1 м над землей или входить в бункер.

Сбрасывать мусор без желобов или других приспособлений разрешается с высоты не более 3 м. Опасные зоны в этих местах необходимо ограждать. Размеры опасной зоны устанавливаются согласно СНиП 12-03-2001 [37].

Материалы, получаемые при разборке зданий, необходимо складировать на специально отведенных площадках.

#### **4.8.2. Ликвидация и снос зданий и сооружений**

Работы по ликвидации и сносу зданий и сооружений должны выполняться в соответствии с проектом организации работ по сносу или демонтажу, включающим в себя перечень зданий и сооружений, подлежащих сносу, а также необходимые технические решения по сносу, обеспечивающие безопасность строителей, населения, окружающей природной среды и инженерной инфраструктуры, в том числе действующих подземных коммуникаций [38].

Ликвидируемые здания и сооружения с момента вывода их из эксплуатации до момента их ликвидации (сноса) должны быть приведены в безопасное, исключаящее случайное причинение вреда населению и окружающей среде, состояние (должны быть отключены коммуникации, опорожнены имеющиеся емкости, удалены опасные или ядовитые вещества, закреплены или обрушены неустойчивые конструкции и т.п.). Должны быть приняты меры, препятствующие несанкционированному доступу в эти здания (сооружения) людей и животных.

О моменте взрыва, сжигания или обрушения сносимого здания или сооружения должны быть оповещены все находящиеся на стройплощадке, а также организация, эксплуатирующая прилегающую территорию. В случае необходимости должно быть выставлено оцепление.

О факте ликвидации или сноса здания или сооружения должны быть поставлены в известность соответствующие учетные и административные органы. При этом органы – держатели территориальных геофондов в установленном ими порядке должны быть поставлены в известность об оставшихся в земле коммуникациях, помещениях, конструкциях и сооружениях.

### **4.9. Монтаж инженерного оборудования зданий и сооружений**

#### **4.9.1. Организация работ**

При монтаже инженерного оборудования зданий и сооружений (прокладке трубопроводов, монтаже сантехнического, отопительного, вентиляционного и газового оборудования) необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;

- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- обрушающиеся горные породы.

При наличии опасных и вредных производственных факторов, указанных выше, безопасность при монтаже инженерного оборудования зданий и сооружений должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации (ПОС, ППР и др.) следующих решений по охране труда:

- организация рабочих мест с указанием методов и средств для обеспечения вентиляции, пожаротушения, выполнения работ на высоте;
- методы и средства доставки и монтажа оборудования;
- меры безопасности при выполнении работ в траншеях и колодцах;
- особые меры безопасности при травлении и обезжиривании трубопроводов.

Заготовка и подгонка труб должны выполняться в заготовительных мастерских. Выполнение этих работ на подмостях, предназначенных для монтажа трубопроводов, запрещается. При монтаже оборудования и трубопроводов грузоподъемными кранами следует руководствоваться требованиями раздела 8 [36].

Установка и снятие перемычек (связей) между смонтированным и действующим оборудованием, а также подключение временных установок к действующим системам (электрическим, паровым, техническим и т.д.) без письменного разрешения генерального подрядчика и заказчика не допускаются.

#### **4.9.2. Организация рабочих мест**

Монтаж трубопроводов и воздухопроводов на эстакадах производится с инвентарных подмостей, снабженных лестницами для подъема и спуска работников. Подъем и спуск по конструкциям эстакад не допускается.

Запрещается нахождение людей под устанавливаемым оборудованием, монтажными узлами оборудования и трубопроводов до их окончательного закрепления.

Опускание труб в закрепленную траншею следует производить с принятием мер против нарушения креплений траншеи.

Не разрешается скатывать трубы в траншею с помощью ломов и ваг, а также использовать распорки крепления траншей в качестве опор для труб.

В помещениях, где производится обезжиривание, запрещается пользоваться открытым огнем и допускать искрообразование.

Электроустановки в указанных помещениях должны быть во взрывобезопасном исполнении.

Работы по обезжириванию трубопроводов должны выполняться в помещениях, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией. При выполнении работ на открытом воздухе работники должны находиться с наветренной стороны.

Место, где проводится обезжиривание, необходимо оградить и обозначить знаками безопасности.

Работники, занятые на работах по обезжириванию трубопроводов, должны быть обеспечены соответствующими противогазами, спецодеждой, рукавицами и резиновыми перчатками.

#### **4.9.3. Порядок производства работ**

Монтаж оборудования, трубопроводов и воздухопроводов вблизи электрических проводов (в пределах расстояния, равного наибольшей длине монтируемого узла или звена трубопровода) производится при снятом напряжении или при защите электропроводов от механического повреждения диэлектрическими коробами.

При невозможности снятия напряжения работы следует производить по наряду-допуску, утвержденному в установленном порядке.

При продувке труб сжатым воздухом запрещается находиться в камерах и колодцах, где установлены задвижки, вентили, краны и т.п.

При продувке трубопроводов необходимо установить у концов труб щиты для защиты глаз от окалины, песка.

Запрещается находиться против или вблизи незащищенных концов продуваемых труб.

В процессе выполнения сборочных операций трубопроводов и оборудования совмещение отверстий и проверка их совпадения в монтируемых деталях должны производиться с использованием специального инструмента (конусных оправок, сборочных пробок

и др.). Проверять совпадение отверстий в монтируемых деталях пальцами рук не допускается.

При монтаже оборудования должна быть исключена возможность самопроизвольного или случайного его включения.

При монтаже оборудования с использованием домкратов должны быть приняты меры, исключающие возможность перекоса или опрокидывания домкратов.

#### **4.9.4. Испытание оборудования и трубопроводов**

При проведении пневматических и гидравлических испытаний оборудования и трубопроводов необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- разрушающиеся конструкции;
- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- обрушающиеся горные породы.

При наличии опасных и вредных производственных факторов, указанных выше, безопасность испытания оборудования и трубопроводов должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации (ПОС, ППР и др.) следующих решений по охране труда:

- определение программы проведения испытания;
- меры безопасности при выполнении работ в траншеях, колодцах и на высоте;
- особые меры безопасности при проведении пневматических испытаний оборудования и трубопроводов, а также опробование оборудования под нагрузкой.

Испытания оборудования и трубопроводов должны проводиться под непосредственным руководством специально выделенного лица из числа специалистов монтажной организации.

Перед испытанием оборудования необходимо:

- руководителю работ ознакомить персонал, участвующий в испытаниях, с порядком проведения работ и с мероприятиями по безопасному их выполнению;
- предупредить работающих на смежных участках о времени проведения испытаний;
- провести визуальную, а при необходимости с помощью приборов проверку крепления оборудования, состояния изоляции

и заземления электрической части, наличия и исправности арматуры, пусковых и тормозных устройств, контрольно-измерительных приборов и заглушек;

оградить и обозначить соответствующими знаками зону испытаний;

- при необходимости установить аварийную сигнализацию;

- обеспечить возможность аварийного выключения испытуемого оборудования;

- проверить отсутствие внутри и снаружи оборудования посторонних предметов;

- обозначить предупредительными знаками временные заглушки, люки и фланцевые соединения;

- установить посты из расчета один пост в пределах видимости другого, но не реже чем каждые 200 м друг от друга, для предупреждения об опасной зоне;

- определить места и условия безопасного пребывания лиц, занятых испытанием;

- привести в готовность средства пожаротушения и обслуживающий персонал, способный к работе по ликвидации пожара;

- обеспечить освещенность рабочих мест не менее 50 лк;

- определить лиц, ответственных за выполнение мероприятий по обеспечению безопасности, предусмотренных программой испытаний.

Устранение недоделок на оборудовании, обнаруженных в процессе испытания, следует производить после его отключения и полной остановки.

Одновременное гидравлическое испытание нескольких трубопроводов, смонтированных на одних опорных конструкциях или эстакаде, допускается в случае, если опорные конструкции или эстакады рассчитаны на соответствующие нагрузки.

При нахождении трубопроводов вблизи жилых или эксплуатируемых общественных или промышленных зданий их пневматические испытания можно производить при условии, что оконные и дверные проемы этих зданий, находящиеся в пределах опасной зоны, определяемой согласно п. 15.2.8 [36], должны быть закрыты защитными ограждениями (щитами, решетками).

Не допускается производить пневматические испытания трубопроводов в действующих цехах, а также на эстакадах, в каналах и лотках, где уложены действующие трубопроводы.

Осмотр оборудования при проведении испытания разрешается производить после снижения испытательного давления до рабочего.

При продувке оборудования и трубопроводов после испытания перед открытыми люками и штуцерами должны быть установлены защитные ограждения (экраны).

Испытание оборудования и трубопроводов под нагрузкой следует производить после испытания его вхолостую.

Начинать испытание оборудования разрешается только после своевременного предупреждения окружающих лиц и получения разрешения руководителя испытаний.

В процессе проведения испытаний оборудования не допускается:

- снимать защитные ограждения;
- открывать люки, ограждения, чистить и смазывать оборудование, прикасаться к его движущимся частям;
- производить проверку и исправление электрических цепей, электрооборудования и приборов автоматики.

При пневматическом испытании трубопроводов предохранительные клапаны должны быть отрегулированы на соответствующее давление.

Обстукивание сварных швов непосредственно во время испытаний трубопроводов и оборудования не допускается.

Присоединение и разъединение линий, подводящих воздух от компрессора к испытываемому трубопроводу, разрешается только после прекращения подачи воздуха и снижения давления до атмосферного.

На время проведения пневматических испытаний трубопроводов, находящихся в траншеях, должна быть установлена опасная зона, величина которой указана в таблице 4.2. Границы опасной зоны должны быть обозначены сигнальными ограждениями или знаками безопасности. Нахождение лиц в опасной зоне в период нагнетания в трубопровод воздуха и при выдерживании трубопровода под давлением при испытании на прочность не допускается.

Таблица 4.2

Материал труб	Испытательное давление (предварительное или приемочное), МПа	Диаметр трубопровода, мм	Расстояние от бровки траншеи и торцов трубопроводов до границы опасной зоны, м	
Сталь	0,6 – 1,6	До 300 300 – 1000	7,0 10,0	
Чугун	0,15	св. 1000	20,0	
	0,6	До 500	10,0	
	0,15	" 500	15,0	
	0,6	Св. 500	20,0	
Асбестоцемент	0,15	" 500	25,0	
	0,6	До 500	15,0	
	0,15	" 500	20,0	
	0,6	Св. 500	20,0	
Полиэтилен низкого давления ПНД, типа:	Т С СЛ Л	63 – 120	6,0	
				1,0
				0,6
				0,4
	0,35			
Полиэтилен высокого давления ПВД, типа:	Т С	63 – 160	4,0	
				1,0
				0,6
				0,4
СЛ Л (ПВХ, ПП, ПНД, ПВД) <*>	0,25	110 – 1200	1,0	
	0,06			
Пластмассы: непластифицированный поливинилхлорид ПВХ, типа:	ОТ Т С СЛ	63 – 315	10,0	
				1,6
				1,0
				0,6
	0,4			
Полипропилен ПП, типа:	Т СЛ Л	63 – 315	8,0	
				0,1
				0,6
0,25				

&lt;\*&gt; В самотечных сетях канализации.



Осмотр трубопроводов разрешается производить только после снижения давления, МПа:

- в стальных и пластмассовых трубопроводах – до 0,3;
- в чугунных, железобетонных и асбестоцементных трубопроводах – до 0,1.

Дефекты трубопроводов следует устранять после снижения давления до атмосферного.

## **4.10. Требования безопасности при выполнении электросварочных и газопламенных работ**

### **4.10.1. Общие требования**

При выполнении сварочных работ на высоте необходимо обеспечить выполнение требований 4.10 и 4.14 [37]. Электросварщики должны иметь группу по электробезопасности не менее II.

Места производства электросварочных и газопламенных работ на данном, а также на нижерасположенных ярусах (при отсутствии несгораемого защитного настила или настила, защищенного несгораемым материалом) должны быть освобождены от сгораемых материалов в радиусе не менее 5 м, а от взрывоопасных материалов и оборудования (газогенераторов, газовых баллонов и т.п.) – не менее 10 м.

При резке элементов конструкций должны быть приняты меры против случайного обрушения отрезанных элементов.

Производить сварку, резку и нагрев открытым пламенем аппаратов, сосудов и трубопроводов, содержащих под давлением любые жидкости или газы, заполненных горючими или вредными веществами или относящихся к электротехническим устройствам, не допускается без согласования с эксплуатирующей организацией мероприятий по обеспечению безопасности и без наряда-допуска. Пайка, сварка емкостей из-под горючих и легковоспламеняющихся жидкостей без соответствующей обработки их до удаления следов этих жидкостей и контроля состояния воздушной среды в них запрещается.

Пайка и сварка таких емкостей должна производиться с наполнением и подпиткой их во время пайки или сварки нейтральными газами и обязательно при открытых пробках (крышках).

#### **4.10.2. Требования безопасности к технологическим процессам и местам производства сварочных и газопламенных работ**

Крепление газопроводящих рукавов на ниппелях горелок, резаков и редукторов, а также в местах соединения рукавов необходимо осуществлять стяжными хомутами.

Для дуговой сварки необходимо применять изолированные гибкие кабели, рассчитанные на надежную работу при максимальных электрических нагрузках с учетом продолжительности цикла сварки.

Соединение сварочных кабелей следует производить опрессовкой, сваркой или пайкой с последующей изоляцией мест соединений.

Подключение кабелей к сварочному оборудованию должно осуществляться при помощи спрессованных или припаянных кабельных наконечников.

При прокладке или перемещении сварочных проводов необходимо принимать меры против повреждения их изоляции и соприкосновения с водой, маслом, стальными канатами и горячими трубопроводами. Расстояние от сварочных проводов до горячих трубопроводов и баллонов с кислородом должно быть не менее 0,5 м, а с горючими газами — не менее 1 м.

Рабочие места сварщиков в помещении при сварке открытой дугой должны быть отделены от смежных рабочих мест и проходов несгораемыми экранами (ширмами, щитами) высотой не менее 1,8 м.

При сварке на открытом воздухе ограждения следует ставить в случае одновременной работы нескольких сварщиков вблизи друг от друга и на участках интенсивного движения людей.

Сварочные работы на открытом воздухе во время дождя, снегопада должны быть прекращены.

Места производства сварочных работ вне постоянных сварочных постов должны определяться письменным разрешением руководителя или специалиста, отвечающего за пожарную безопасность.

Места производства сварочных работ должны быть обеспечены средствами пожаротушения.

При выполнении электросварочных и газопламенных работ внутри емкостей или полостей конструкций рабочие места надлежит обеспечивать вытяжной вентиляцией. Скорость движения воздуха внутри емкости (полости) должна быть при этом 0,3—1,5 м/с.

В случаях выполнения сварочных работ с применением сжиженных газов (пропана, бутана, аргона) и углекислоты вытяжная вентиляция должна иметь отсос снизу.

Одновременное производство электросварочных и газопламенных работ внутри емкостей не допускается.

При производстве сварочных работ в плохо проветриваемых помещениях малого объема, в закрытых емкостях, колодцах и т.п. необходимо применение средств индивидуальной защиты глаз и органов дыхания.

Не допускается применять бензорезы при выполнении газопламенных работ в резервуарах, колодцах и других замкнутых емкостях.

Освещение при производстве сварочных работ внутри металлических емкостей должно осуществляться с помощью светильников, установленных снаружи, или ручных переносных ламп напряжением не более 12 В.

Сварочный трансформатор, ацетиленовый генератор, баллоны с сжиженным или сжатым газом должны размещаться вне емкостей, в которых производится сварка.

#### **4.10.3. Требования безопасности при ручной сварке**

В электросварочных аппаратах и источниках их питания элементы, находящиеся под напряжением, должны быть закрыты ограждающими устройствами.

Электрододержатели, применяемые при ручной дуговой электросварке металлическими электродами, должны соответствовать требованиям ГОСТ на эти изделия.

Электросварочная установка (преобразователь, сварочный трансформатор и т.п.) должна присоединяться к источнику питания через рубильник и предохранители или автоматический выключатель, а при напряжении холостого хода более 70 В должно применяться автоматическое отключение сварочного трансформатора.

Металлические части электросварочного оборудования, не находящиеся под напряжением, а также свариваемые изделия и конструкции на все время сварки должны быть заземлены, а у сварочного трансформатора, кроме того, заземляющий болт корпуса должен быть соединен с зажимом вторичной обмотки, к которому подключается обратный провод.

В качестве обратного провода или его элементов могут быть использованы стальные шины и конструкции, если их сечение

обеспечивает безопасное по условиям нагрева протекание сварочного тока.

Соединение между собой отдельных элементов, применяемых в качестве обратного провода, должно быть надежным и выполняться на болтах, зажимах или сваркой.

Запрещается использовать провода сети заземления, трубы санитарно-технических сетей (водопровод, газопровод и др.), металлические конструкции зданий, технологическое оборудование в качестве обратного провода электросварки [37].

#### **4.10.4. Требования безопасности при хранении и применении газовых баллонов**

Газовые баллоны надлежит хранить и применять в соответствии с требованиями правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

При хранении баллонов на открытых площадках навесы, защищающие их от воздействия осадков и прямых солнечных лучей, должны быть выполнены из негорючих материалов.

Баллоны с горючим газом, имеющие башмаки, должны храниться в вертикальном положении в специальных гнездах, клетях и других устройствах, исключающих их падение.

Баллоны, не имеющие башмаков, должны храниться в горизонтальном положении на рамах или стеллажах. Высота штабеля в этом случае не должна превышать 1,5 м, а клапаны должны быть закрыты предохранительными колпаками и обращены в одну сторону.

Пустые баллоны следует хранить отдельно от баллонов, наполненных газом.

Газовые баллоны разрешается перевозить, хранить, выдавать и получать только лицам, прошедшим обучение по обращению с ними и имеющим соответствующее удостоверение.

Перемещение газовых баллонов необходимо производить на специально предназначенных для этого тележках, в контейнерах и других устройствах, обеспечивающих устойчивое положение баллонов.

Размещение ацетиленовых генераторов в проездах, местах массового нахождения или прохода людей, а также вблизи мест забора воздуха компрессорами или вентиляторами не допускается.



При эксплуатации, хранении и перемещении баллонов с кислородом должны быть обеспечены меры защиты баллонов от соприкосновения с материалами, одеждой работников и обтирочными материалами, имеющими следы масел.

Газовые баллоны должны быть предохранены от ударов и действий прямых солнечных лучей. От отопительных приборов баллоны должны устанавливаться на расстоянии не менее 1 м.

При перерывах в работе, в конце рабочей смены сварочная аппаратура должна отключаться. Шланги должны быть отсоединены, а в паяльных лампах давление – полностью снято.

По окончании работы баллоны с газом должны размещаться в специально отведенном для хранения баллонов месте, исключая доступ к ним посторонних лиц [37].

## 5. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

### 5.1. Общие сведения

Электрическая энергия широко применяется во всех отраслях промышленности. Устройства, предназначенные для производства или преобразования, передачи, распределения или потребления электрической энергии, называются электроустановками (в дальнейшем – ЭУ) [26].

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей и животных от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества [26].

Электрический ток является одним из наиболее опасных производственных факторов. Опасность электрического тока усугубляется тем обстоятельством, что работник не может обнаружить наличие опасности дистанционно, без специальных приборов, поскольку находящиеся под опасным напряжением конструкции и элементы оборудования не подают сигналов о наличии опасности, на которые работник может своевременно отреагировать. Поэтому, исходя из условий обеспечения электробезопасности, следует предполагать, что любой токопроводящий элемент здания, конструкции, оборудования может в результате какой-либо аварийной ситуации в любой момент времени оказаться под напряжением, опасным для жизни.

Наиболее распространенными аварийными ситуациями в ЭУ являются электрическое замыкание на корпус (аварийное электрическое соединение токоведущей части ЭУ с металлическими нетоковедущими частями электроустановки) и электрическое замыкание на землю (аварийное электрическое соединение токоведущей части ЭУ непосредственно с землей или нетоковедущими проводящими конструкциями или предметами, не изолированными от земли) [26].

По условиям обеспечения электробезопасности электроустановки разделяются по действующему значению рабочего напряжения на ЭУ напряжением до 1 кВ (1000 В) и ЭУ напряжением выше 1 кВ [2]. Большинство (более 90%) ЭУ, применяемых в промышленности, имеют рабочее напряжение менее 1 кВ. ЭУ выше 1 кВ применяются, в основном, для преобразования электроэнергии и передачи ее на большие расстояния, поэтому к эксплуатации и об-

служиванию данных ЭУ допускается персонал, прошедший специальное обучение, а также применяются комплексы специальных мер по обеспечению недоступности посторонних лиц к токоведущим частям.

Помимо действующего значения напряжения и совокупно с ним, ЭУ по режиму нейтрали энергоснабжения также разделяются на ЭУ с глухозаземленной нейтралью и с изолированной нейтралью [2]. Нейтралью называется общая точка обмоток источников питания. Глухозаземленная нейтраль присоединена к заземляющему устройству непосредственно. Изолированная нейтраль, соответственно, не присоединена к заземляющему устройству или присоединена к нему через большое сопротивление (более 0,5 МОм). Заземляющее устройство – совокупность заземлителя и заземляющих проводников. Заземлитель – проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду.

## **5.2. Действие электрического тока на организм человека**

Электротравмой называется травма, вызванная воздействием электрического тока или электрической дуги, а также электромагнитного поля [26].

Согласно статистическим данным, электротравмы составляют незначительную долю – 1–1,5% от общего числа подлежащих официальному учету травм на производстве. Однако от 20 до 40% электротравм приводят к смертельному исходу, при этом до 80–90% смертельных случаев происходят в ЭУ до 1 кВ.

Следует отметить, что при статистическом анализе электротравматизма не учитываются несчастные случаи, в которых электрический ток явился косвенной причиной травмы. К таким случаям относятся, например, падение с высоты, травмирование движущимися частями машин и механизмов, термический ожог и другие травмы неэлектрической природы, произошедшие в результате произвольных движений или действий работника, инициированных воздействием электрического тока. Например, при контакте с оголенным проводом работник получил незначительное, но ощутимое воздействие электрического тока, в результате чего совершил произвольные движения, которые привели к его падению с высоты.

Электрический ток производит на человеческий организм электрическое, тепловое, механическое и биологическое воздействие.

**Термическое действие** проявляется в виде тепловых ожогов, а также в нагреве внутренних органов по пути прохождения тока. Электрическое действие заключается в электролитическом разложении живых тканей, что сопровождается значительными нарушениями физико-химических процессов в организме. **Механическое действие** выражается в механических повреждениях тканей организма, вызванных мгновенным вскипанием жидкостей организма при тепловом действии электрического тока, а также в результате действия электродинамических сил. **Биологическое действие** заключается в комплексном воздействии на нервную систему и внутренние биоэлектрические процессы в человеческом организме.

Весь комплекс воздействий электрического тока на человека можно разделить на местные травмы (локальные повреждения кожных покровов и ниже расположенных тканей) и электрические удары (поражения внутренних органов, паралич дыхания, нервной системы, сердца и т.п.).

**Местная электротравма** – это локальное поражение тканей. Может включать как поверхностные поражения кожного покрова, так и глубокие повреждения мягких тканей и костей. К местным электротравмам относятся электрические ожоги, электрические знаки, электрометаллизация кожи, механические повреждения и электроофтальмия. Как правило, местные электротравмы подлежат успешному лечению, за исключением глубоких и обширных ожогов, которые могут привести к гибели пострадавшего, а также повреждений глаз.

**Электрические ожоги** – наиболее распространенная электротравма. Различают контактные и дуговые ожоги.

Контактный ожог возникает при непосредственном контакте с токоведущим элементом и является следствием преобразования электрической энергии в тепловую. Значения тока через человека невелики (до нескольких ампер). Дуговой ожог образуется при возникновении электрической дуги между электрооборудованием и человеком. Дуга сопровождается прохождением через человека больших токов (в десятки ампер) и вызывает значительные поверхностные ожоги, выгорание тканей на большую глубину. Как правило, такие поражения носят летальный характер.

**Электрические знаки** представляют собой резко очерченные пятна серого или бледно-желтого цвета размерами 1-5 мм в



месте воздействия тока. На пораженном участке кожа отмирает и со временем восстанавливается.

**Металлизация кожи** возникает при внедрении в верхние слои кожи мельчайших частиц металла проводника, расплавленного в электрической дуге. По причине малых размеров и энергии частицы внедряются неглубоко и поражают, в основном, открытые участки тела. С течением времени пораженная кожа восстанавливается. Одновременно с металлизацией в большинстве случаев возникает дуговой ожог, который вызывает гораздо более тяжелые поражения.

**Механические повреждения** являются следствием произвольных судорожных сокращений мышц под действием тока. В результате могут произойти разрывы мышц и сухожилий, вывихи суставов и даже переломы костей.

**Электроофтальмия** – повреждение глаз (роговицы и слизистой оболочки глазного яблока – конъюнктивы). Возникает в результате воздействия мощного ультрафиолетового излучения электрической дуги. При электроофтальмии возникают воспаление слизистых оболочек век, слезотечение, гнойные выделения из глаз, частичная потеря зрения. Болезнь продолжается несколько дней, при поражении роговицы лечение более длительное.

**Электрический удар** – это поражение внутренних органов, в т.ч., нервной системы по пути прохождения электрического тока. Различают четыре стадии электрического удара:

- I. – судорожные сокращения мышц без потери сознания;
- II. – потеря сознания с сохранением сердечной и дыхательной деятельности;
- III. – нарушение сердечной или дыхательной деятельности;
- IV. – отсутствие дыхания и кровообращения (клиническая смерть).

Следует отметить, что более 50% электротравм являются смешанными, т.е. сочетают признаки местных электротравм и электрических ударов.

### 5.3. Основные причины электротравматизма

Основными причинами электротравматизма являются:

1. Появление опасного напряжения на металлических нетоковедущих в нормальных условиях работы частях ЭУ (металлических корпусах) в результате аварийных ситуаций;

2. Появление шагового напряжения на поверхности земли в результате замыкания токоведущих проводников на землю;

3. Возникновение электрической дуги между токоведущей частью и человеком (также в результате аварийных ситуаций, либо нарушения требований безопасности);

4. Прочие причины, обусловленные, в том числе:

- нарушением требований нормативных документов при проектировании, монтаже, эксплуатации, обслуживании и ремонте электрооборудования;

- несогласованностью или ошибочными действиями персонала в штатных и аварийных ситуациях в ЭУ;

- выполнением работ без применения электрозащитных средств или использованием электрозащитных средств, не прошедших своевременные испытания.

- неудовлетворительной организацией работ в ЭУ.

Следует отметить, что подавляющее большинство электротравм так или иначе обусловлено так называемым "человеческим фактором", а именно грубыми нарушениями работниками правил обращения с ЭУ.

### 5.4. Факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током

Основным фактором, оказывающим влияние на исход поражения человека электрическим током, является величина тока  $I_h$ , А, проходящего через человека. Согласно закону Ома, ток  $I_h$  зависит от

- электрического сопротивления человеческого организма по пути прохождения тока  $R_h$ , Ом;

- напряжения прикосновения – разности потенциалов между точками касания человеком токопроводящих частей  $U_{np}$ ,

В [26, 27].

Электрическое сопротивление человека в зависимости от физиологических особенностей организма составляет в среднем от

300 Ом до 0,5 МОм (известны случаи, когда сопротивление человека достигало 10 МОм и более).

Сопротивление человеческого организма резко уменьшается:

- при увлажнении, загрязнении и повреждении кожи человека в месте контакта с проводником;
- при воздействии электрического тока с течением времени, поскольку под действием тока в организме происходят химические и биологические процессы, снижающие электрическое сопротивление;
- при общем ослаблении организма, нервном напряжении, под влиянием алкоголя, наркотических веществ и пр.
- при увеличении площади контакта человека с токоведущим элементом.

Для практических расчетов сопротивление тела человека условно принимают равным 1000 Ом.

Напряжение прикосновения зависит от рабочего напряжения электрической сети, схемы включения человека в электрическую сеть и множества других факторов и может принимать значения от нуля до максимального действующего значения напряжения данной электрической сети (в большинстве промышленных электросетей переменного тока – от 0 до 380 В).

В таблице 5.1 приведены максимально допустимые значения напряжений прикосновения и токов, которые могут воздействовать на человека при нормальных режимах работы ЭУ [28].

Таблица 5.1 – Максимально допустимые значения напряжений прикосновения и токов

Род тока	U, В, не более	I, мА, не более
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Постоянный	8,0	1,0

Таким образом, величина тока, проходящего через человека, может меняться в очень широких пределах в зависимости от конкретных условий.

По опасности воздействия на человека выделяют 3 пороговых значения тока (приведены примерные действующие значения для переменного тока напряжением 380 В частотой 50 Гц):

1. **Пороговый осязаемый ток.** Наименьшее значение тока, вызывающего при прохождении через организм осязаемые раздражения [26]. Значения тока 0,5–1,5 мА не опасны для жизни, однако

могут вызвать произвольные действия, которые могут привести к травме неэлектрической природы.

2. **Пороговый неотпускающий ток.** Минимальное значение электрического тока заданных частоты и формы, вызывающее произвольное непреодолимое сокращение мышц [26], в результате чего человек не может самостоятельно оторваться от токоведущих проводников. Значения тока составляют примерно 10 – 25 мА и также не опасны для жизни. Однако при прохождении тока через человека в течении времени (достаточно нескольких секунд) в месте контакта с проводником электрическое сопротивление человека резко падает, ток возрастает и может достичь опасных значений.

3. **Пороговый фибрилляционный ток.** Минимальная величина тока, которая вызывает фибрилляцию сердца – состояние сердца, при котором отдельные волокна сердечной мышцы сокращаются разрозненно, вследствие чего сердце теряет способность поддерживать кровообращение. Значение тока – около 100 мА – является опасным для жизни.

Дополнительные факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током:

1. **Продолжительность воздействия тока.** При воздействии электрического тока с течением времени сопротивление тела человека резко снижается. Поэтому зависимости предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов от времени их воздействия нормативно определены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов от времени их воздействия

Продолжительность воздействия $t$ , с	Нормируемая величина		Продолжительность воздействия $t$ , с	Нормируемая величина	
	U, В	I, мА		U, В	I, мА
От 0,01 до 0,08	220	220	0,6	40	40
0,1	200	200	0,7	35	35
0,2	100	100	0,8	30	30
0,3	70	70	0,9	27	27
0,4	55	55	1,0	25	25
0,5	50	50	Св. 1,0	12	2

2. **Путь тока в организме человека** или «петля тока». Путь тока зависит от способа включения человека в электрическую цепь, а опасность поражения человека определяется тем, какую

роль в обеспечении жизнеспособности человеческого организма играют органы, которые находятся на пути прохождения тока. Например, при касании проводников одновременно двумя руками образуется «петля рука–рука», на пути прохождения тока находятся сердце, легкие. При касании проводника правой рукой, стоя на земле, образуется «петля рука–нога», при этом поражаются правое легкое, печень.

3. **Род тока** – постоянный или переменный. Постоянный ток менее опасен при напряжении менее 300 В; при напряжении 300 – 600 В опасность примерно одинакова; при напряжении более 600 В постоянный ток значительно опаснее переменного.

4. **Частота переменного тока.** Наиболее опасны частоты в диапазоне 50 – 500 Гц. При меньших значениях частоты ток постепенно переходит к постоянному, с увеличением частоты значительную роль начинает играть реактивная составляющая, а при высоких частотах – эффект вытеснения тока.

5. **Условия внешней среды.** Внешняя среда может значительно усиливать или ослаблять опасность поражения током. Например, при повышенной температуре, влажности и пр. опасность поражения током резко возрастает.

Согласно ПУЭ [27] в отношении опасности поражения людей электрическим током все помещения подразделяются на следующие:

а) Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

б) Помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием в них одного из следующих условий:

– сырость (относительная влажность воздуха более 75%) или токопроводящая пыль;

– токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, и т.п.);

– высокая температура (температура постоянно или периодически превышает +35°C);

– возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землей, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям), с другой.

в) Особо опасные помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

– особая сырость (относительная влажность воздуха близка к 100%, потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).

– химически активная или органическая среда (агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования);

– одновременно два или более условий повышенной опасности.

г) Территория открытых электроустановок (электроустановки, незащищенные зданием от атмосферных воздействий) в отношении опасности поражения людей электрическим током приравнивается к особо опасным помещениям.

## 5.5. Схемы включения человека в электрическую сеть

### 1. Двухполюсное прикосновение к токоведущим частям (рис.5.1).

Человек одновременно касается двух разноименных фаз или полюсов источника тока, при этом оказывается под рабочим напряжением сети. В однофазной сети напряжение прикосновения

$U_{np} = U_{раб}$ , ток через человека  $I_h = U_{раб} / R_h$ ; в трехфазной

сети  $U_{np} = \sqrt{3} \cdot U$ , ток  $I_h = \sqrt{3} \cdot U / R_h$ .

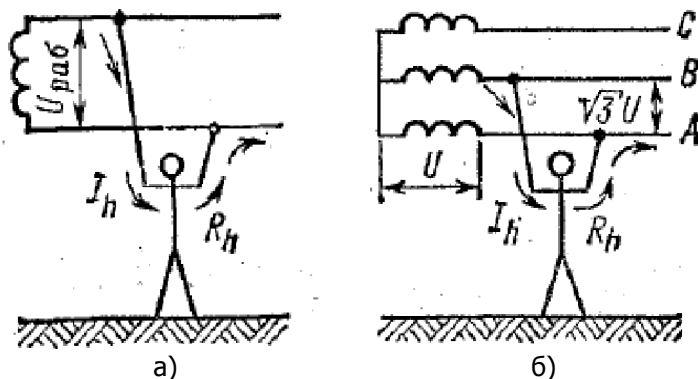


Рисунок 5.1. – Двухполюсное прикосновение к токоведущим частям.  
а) в однофазной сети. б) в трехфазной сети

Подставив применяемые в промышленных электросетях до 1 кВ значения напряжений, получим:  $I_h = 220/1000 = 0,22 > 0,1 \text{ А}$  – в однофазной сети и  $I_h = 380/1000 = 0,38 > 0,1 \text{ А}$  – в трехфазной сети. Видно, что значения токов превышают фибрилляционный ток, следовательно, опасны для жизни.

## 2. **Однополюсное прикосновение к токоведущим частям.**

Человек касается одной из фаз или полюсов источника тока, стоя при этом на земле или заземленных конструкциях (рис.5.2). Напряжение прикосновения равно фазному напряжению сети  $U_{np} = U_{\phi}$ . Цепь тока замыкается через землю, сопротивление изоляции и емкости фаз в сети с изолированной нейтралью или через заземление нейтрали в сети с глухозаземленной нейтралью. Величина тока через человека  $I_h = U_{\phi} / R_{с.нр.}$ , где  $R_{с.нр.}$  – сумма сопротивлений по пути прохождения тока, которое включает сопротивления человека ( $R_h$ ); средств индивидуальной защиты ( $R_{СИЗ}$ ) – перчатки, коврики, боты и пр.; обуви ( $R_{об}$ ); грунта ( $R_{гр}$ ). Кроме того, в сети с изолированной нейтралью дополнительно включается суммарное сопротивление изоляции фаз ( $R_{из} = f(r_i; C_i)$ ), которое в нормальном режиме работы должно составлять не менее 0,5 МОм, в сети с глухозаземленной нейтралью – сопротивление заземления нейтрали ( $R_0$ ), которое при линейном напряжении 380 В должно составлять не более 30 Ом [27].

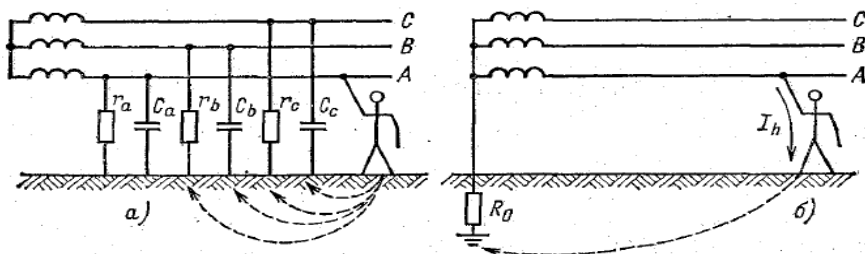


Рисунок.5.2. Однополюсное прикосновение к токоведущим частям.  
а) в сети с изолированной нейтралью. б) в сети с глухозаземленной нейтралью

Приняв случай,  $R_{СИЗ} = R_{об} = R_{сп} \approx 0$  (нет СИЗ, влажные обувь и грунт) и пренебрегая емкостными токами, получим: в сети с изолированной нейтралью  $I_h = 3 \cdot U_\phi / (3 \cdot R_h + R_{из}) = 3 \cdot 220 / (3 \cdot 1000 + 500000) \approx 1,31 \cdot 10^{-3} \ll 0,1$  А – ток значительно меньше опасных значений; в сети с глухозаземленной нейтралью  $I_h = U_\phi / (R_h + R_0) = 220 / (1000 + 30) \approx 0,21 > 0,1$  А – ток опасен для жизни.

Следовательно, в нормальном режиме работы сети с изолированной нейтралью более безопасны, чем с глухозаземленной нейтралью. Однако при снижении сопротивления изоляции в сети с изолированной нейтралью, например, при замыкании фазного провода на землю, ток возрастает и может стать опасным для жизни.

### 3. Прикосновение к корпусу ЭУ.

Человек касается корпуса ЭУ стоя при этом на земле или заземленных конструкциях. При электрическом замыкании на корпус в ЭУ (см. п.5.1.), корпус приобретает электрический потенциал  $\varphi$ , равный потенциалу фазного провода. Возможны следующие варианты:

**3.1. Заземление корпуса ЭУ отсутствует.** В этом случае потенциал земли равен 0 и напряжение прикосновения  $U_{np} = \varphi - 0 = U_\phi$ , т.е. равно фазному напряжению сети (



рис.5.3). Условия включения человека в сеть аналогичны однополюсному прикосновению к токоведущим частям (см.п.5.5 и Рис.5.2).

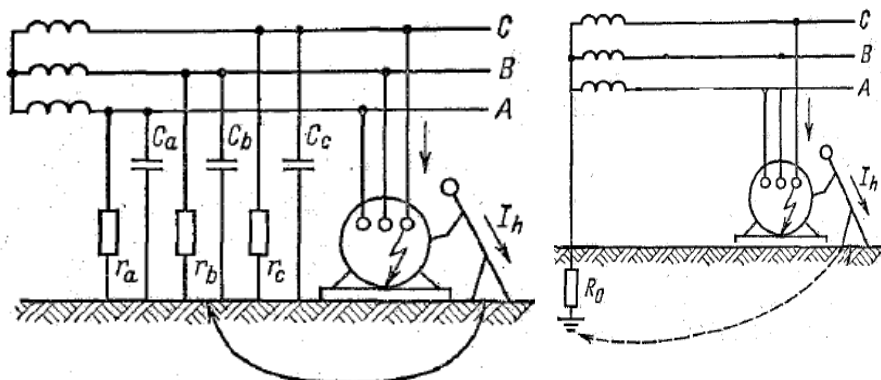


Рисунок 5.3. – Прикосновение к корпусу ЭУ при отсутствии заземления корпуса.  
а) в сети с изолированной нейтралью. б) в сети с глухозаземленной нейтралью

**3.2. Корпус ЭУ заземлен.** В этом случае возникает замыкание между разноименными полюсами источника тока через землю, которое вызывает явление стекания тока с заземлителя и растекания тока по земле. В результате в месте контакта заземляющего устройства с землей возникает потенциальное поле, при этом земля приобретает потенциал больше 0. В месте расположения заземлителя потенциал максимален и равен  $\varphi$  (потенциалу фазы). По мере удаления от заземлителя потенциал земли постепенно снижается, и на расстоянии более 20 м от заземлителя принимается равным нулю (рис.5.4).

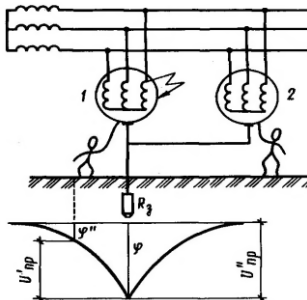
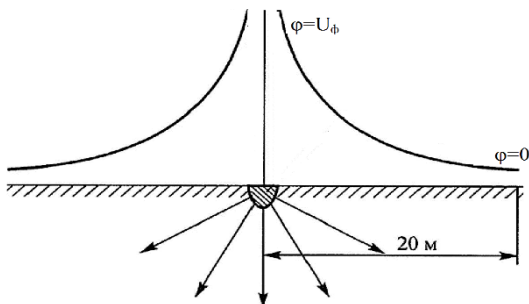


Рисунок 5.4. – Растекание тока с одиночного заземлителя.

Рисунок.5.5 – Напряжение прикосновения на разных расстояниях от заземлителя

При касании заземленного корпуса ЭУ человек окажется под напряжением прикосновения, равным разности потенциалов между корпусом электроустановки и точкой контакта человека с землей. На рис. 5.5. показаны характерные случаи такого включения.

В случае 1 при прикосновении к корпусу человек окажется под напряжением прикосновения, равным разности потенциалов заземлителя  $\varphi$  и точки земли, которой касается человек  $\varphi''$ , т.е.  $U'_{np} = \varphi - \varphi'' < U_{\phi}$ . Чем ближе человек находится к заземлителю, тем больше потенциал  $\varphi''$ , тем меньше  $U'_{np}$  и, соответственно, ток через человека. Если человек стоит непосредственно на заземлителе,  $U'_{np} = 0$ .

При касании корпуса ЭУ в случае 2 человек находится на большом расстоянии от заземлителя (более 20 м), потенциал точки касания человеком земли равен 0, поэтому напряжение прикосновения  $U''_{np} = \varphi - 0 = U_{\phi}$ , и ток через человека принимает максимальное значение.

Допустимые значения напряжений прикосновения в нормальном и аварийном режимах работы приведены в табл. 5.1 и 5.2.

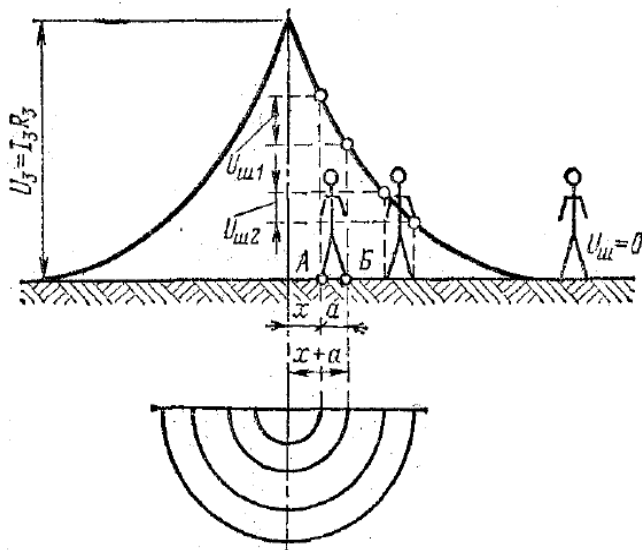


Рисунок 5.6 – Напряжение шага

#### 4. Напряжение шага.

Как было указано выше, при стекании тока в землю (с заземлителя, с оборванного провода, находящегося под напряжением и пр.) образуется потенциальное поле, которое обуславливает опасность поражения человека воздействием "напряжения шага"

Напряжение шага – это разность потенциалов между точками земли, которых человек касается ногами в зоне растекания тока. На рис. 5.6 приведены примеры возникновения напряжения шага. Здесь принято, что потенциальное поле образовано одиночным заземлителем, и потенциал снижается по мере удаления от заземлителя по указанной на рис.5.6 кривой. Человек касается земли в точках А и Б. Длина шага человека  $a$ , для расчетов может быть принята равной 0,8 м.

Тогда напряжение шага  $U_{ш} = \varphi_A - \varphi_B$ . По рис.5.6 видно, что при одной и той же длине шага  $U_{ш}$  возрастает по мере приближения к заземлителю –  $U_{ш1} > U_{ш2}$ . При выходе из зоны растекания тока  $U_{ш} = 0$ . Отсюда следует, что при попадании в область действия напряжения шага выходить из опасной зоны следует шагами минимальной длины (так наз. "гусиным шагом", когда

пятка шагающей ноги, не отрываясь от земли, приставляется к носку другой) или прыжками на одной ноге.

## 5.6. Мероприятия по предупреждению поражения человека электрическим током

**Недоступность токоведущих частей.** ЭУ следует устраивать таким образом, что их токоведущие части, нормально находящиеся под опасным напряжением, были недоступны случайному прикосновению. Основными мероприятиями в этой области являются:

- ограждение токоведущих частей (например, применение защитных неэлектропроводящих кожухов на электрооборудовании);
- размещение токоведущих частей на недоступной без специальных средств высоте;
- размещение токоведущих частей в недоступных местах (например, запирающихся на ключ шкафах, электрощитках и пр.);
- применение блокировок, автоматически отключающих электроэнергию при доступе человека в зоны возможного поражения его электрическим током;
- изоляция токоведущих частей электроустановок;
- изоляция нетоковедущих частей электроустановок, которых может коснуться человек (например, выполнение рукояток и корпусов электроинструмента из нетокопроводящих материалов – пластмасс и других изоляционных материалов). Одновременное использование в электроинструментах изоляции токоведущих и нетоковедущих частей называется двойной изоляцией.

**Использование безопасного напряжения.** С целью обеспечения электробезопасности на производстве применяются электроустановки таким напряжением питания, которое не создает опасных значений тока. Рабочее напряжение питания электроустановок, эксплуатируемых в помещениях с повышенной опасностью по степени опасности поражения людей электрическим током должно быть не более 42 В, эксплуатируемых в особо опасных помещениях по степени опасности поражения людей электрическим током – не более 12 В.

**Защитное заземление.** Преднамеренное электрическое соединение металлических нетоковедущих частей электрооборудования (корпусов), которых может коснуться человек, с землей или ее эквивалентом.

**Защитное зануление.** Преднамеренное электрическое соединение металлических нетоковедущих частей электрооборудования (корпусов), которых может коснуться человек, с нулевым проводом сети.

**Устройства защитного отключения (УЗО).** Устройства быстрогодействующего отключения неисправного участка сети (электроустановки) при возникновении опасности поражения человека электрическим током

**Средства индивидуальной защиты.** Переносимые и перевозимые изделия, служащие для защиты людей, работающих с электроустановками, от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля.

### 5.6.1. Защитное заземление

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение металлических нетоковедущих частей электрооборудования (корпусов), которых может коснуться человек, с землей или ее эквивалентом.

Принцип действия защитного заземления заключается в снижении до безопасных значений напряжения прикосновения и шагового напряжения при замыкании фазного проводника на корпус. Это достигается уменьшением потенциала заземленной ЭУ и выравниванием потенциалов между заземленной ЭУ и землей (см. рис.5.7 и п.5.5).

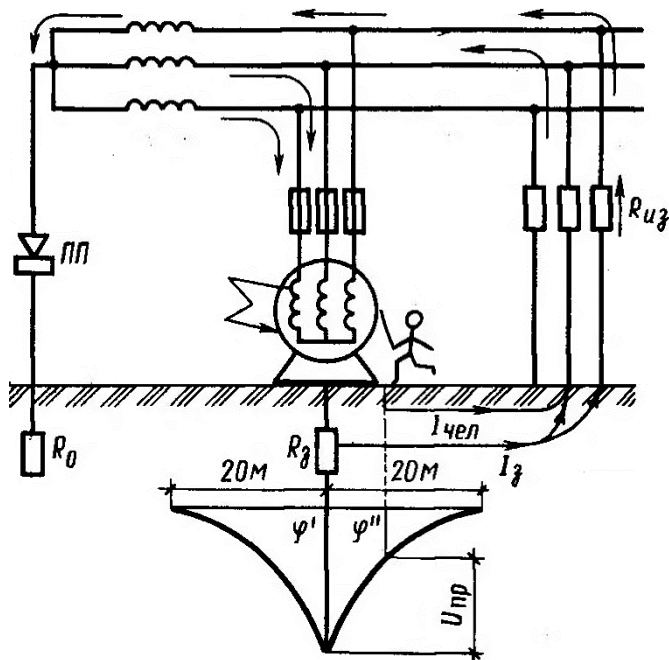


Рисунок.5.7 – Принцип действия защитного заземления

При аварии на корпусе заземленной ЭУ возникает потенциал  $\varphi_{об} = I_з R_з$ , где  $I_з$  и  $R_з$  – ток замыкания на землю и сопротивление заземлителя. Для уменьшения потенциала должно быть малым сопротивление заземляющего устройства (ЗУ) (принимается не более 4 ... 10 Ом).

Ток распределяется по двум параллельным ветвям: ток через человека  $I_{чел}$  и ток через заземлитель  $I_з$ . Величины токов обратно пропорциональны сопротивлениям ветвей  $R_з = 4...10$  Ом и  $R_ч = 1000$  Ом, поэтому большая часть тока проходит через заземлитель. Напряжение ветвей  $U_{нр} = \varphi' - \varphi''$  меньше фазного

и определяется условиями растекания тока с заземлителя и сопротивлением грунта растеканию тока. Следовательно, величина тока через человека не превышает безопасных значений.

Заземлители могут быть естественными и искусственными. Искусственные предназначены исключительно для целей заземления. В качестве естественных могут использоваться любые находящиеся в земле металлические предметы (водопроводные трубы, опоры, железобетонные фундаменты и пр.). Правилами [27] рекомендуется использовать естественные заземлители.

Искусственное заземляющее устройство (рис.5.8) включает вертикальные заземлители (стержни) 1, соединенные между собой горизонтальной заземляющей магистралью (соединительной полосой) 2. Кроме того, в его состав входят заземляющие проводники 3, соединяющие заземлитель с заземляемой электроустановкой 4.

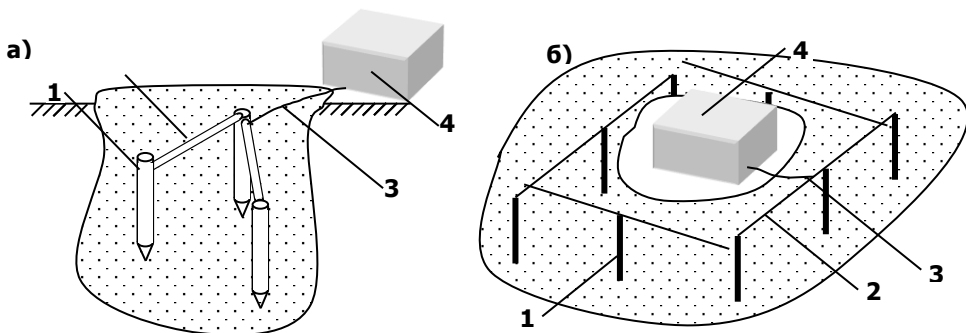


Рисунок.5.8. – Искусственное заземляющее устройство:

(а) – выносное, (б) – контурное

1 – вертикальные заземлители; 2 – соединительная полоса;  
3 – заземляющий проводник, 4 – заземляемое оборудование.

Различают выносные заземлители, сосредоточенные в некоторой зоне (рис.5.8 а), и контурные (распределенные), электроды которого размещаются по периметру площадки с оборудованием или внутри нее (рис.5.8 б). Выносные заземлители используют для заземления временно устанавливаемого оборудования, контурные – для стационарного. При контурном размещении заземлителей обеспечивается выравнивание потенциала на всей площадке, поэтому они обеспечивают лучшую защиту человека от поражения

электрическим током. Соединительные полосы могут быть размещены в один или несколько рядов (рис.5.8 а), либо по периметру замкнутого контура (рис.5.8 б).

Для вертикальных стержней искусственных заземлителей применяют стальные трубы с толщиной стенки не менее 3 мм, прутковую сталь диаметром не менее 12 мм, либо уголки с толщиной полки не менее 4 мм. В качестве горизонтальных заземлителей используют полосовую сталь сечением не менее 4х12 мм или стальной пруток диаметром не менее 6 мм. Все соединения вертикальных стержней с полосой выполняются сваркой, а заземлителя с электроустановкой – сваркой или болтовыми соединениями.

Защитное заземление следует применять:

1. При напряжении выше 1 кВ – во всех случаях, независимо от рода тока и вида электрической сети.

2. При напряжении 1 кВ и ниже – в следующих электрических сетях:

- трехфазные трехпроводные переменного тока с изолированной нейтралью;
- однофазные двухпроводные переменного тока, изолированные от земли;
- постоянного тока с изолированной средней точкой источника тока.

Для этих сетей предусмотрено выполнять защитное заземление в следующих случаях:

- при напряжении 380 В и выше переменного тока или 440 В и выше постоянного тока – во всех случаях;
- при напряжении от 42 до 380 В переменного тока или от 110 до 440 В постоянного тока – только в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, а также в наружных установках;
- при любых напряжениях постоянного и переменного тока – во взрывоопасных помещениях.

Для ЭУ напряжением до 1 кВ с изолированной нейтралью при мощности трансформатора более 100 кВА сопротивление ЗУ должно составлять не более 4 Ом, при мощности 100 кВА и менее – 10 Ом.

Защитному заземлению подлежат корпуса электрических машин, аппаратов, светильников и т.п.; металлические конструкции, предназначенные для размещения электрических кабелей и электропроводки (оболочки, трубы); металлические конструкции, на которых устанавливается электрооборудование; металлические корпуса передвижных и переносных электроустановок;



электрооборудование, размещенное на движущихся частях машин и механизмов.

Заземление может применяться и в сетях с заземленной нейтралью, однако в этом случае оно не является защитной мерой, а служит для обеспечения работоспособности других способов защиты, например, защитного отключения.

### 5.6.2. Защитное зануление

Защитное зануление – это преднамеренное электрическое соединение металлических нетоковедущих частей электрооборудования (корпусов), которых может коснуться человек, с нулевым защитным проводником сети (рис.5.9 а).

Область применения зануления – трехфазные четырехпроводные сети напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью и напряжением 380/220, 220/127 и 660/ 380 В. Необходимость применения зануления вызвана тем, что в таких сетях защитное заземление неэффективно и даже опасно, т.к. ток замыкания на землю зависит от сопротивления заземлителя.

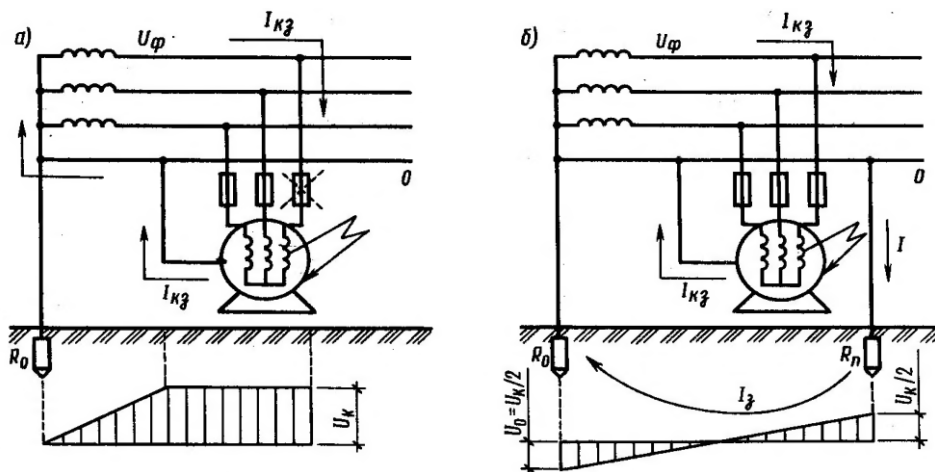


Рисунок.5.9. – Схема и принцип действия зануления

а) без повторного заземлителя, б) при наличии повторного заземлителя

Принцип действия зануления – превращение пробоя на корпус в однофазное короткое замыкание (КЗ), при этом образуется цепь КЗ (корпус – нулевой провод – обмотка трансформатора – фазный провод), обладающая малым сопротивлением. В цепи КЗ возникает ток КЗ  $I_{КЗ}$ , вызывающий срабатывание аппаратов защиты электрической сети (автоматические устройства, реагирующие на токи КЗ и отключающие поврежденный участок за малое время – не более 1...2 с).

При занулении человек, касающийся поврежденного оборудования, некоторое время, определяемое скоростью срабатывания защиты, находится под фазным напряжением. Если защита не срабатывает, то человек может быть поражен электрическим током. Для надежного срабатывания защиты необходимо выполнение условий:  $I_{КЗ} \geq 3I_{н.вст}$  и  $I_{КЗ} \geq 1,25I_{н.авт}$ , где  $I_{н.вст}$  – номинальный ток плавкой вставки;  $I_{н.авт}$  – номинальный ток автоматического выключателя.

В схеме зануления необходимо наличие нулевого провода. Его назначение – создание цепи с малым сопротивлением для получения больших токов КЗ и надежного срабатывания защиты. Нулевой провод должен иметь проводимость не менее 0,5 от проводимости фазного провода.

С целью повышения безопасности зануления необходимо наличие повторного заземления нулевого провода сопротивлением  $R_{II}$  (рис. 5.9 б). Его наличие позволяет снизить напряжение на корпусе пропорционально соотношению сопротивлений  $R_{II}$  и  $R_0$ . Если  $R_{II} = R_0$ , то напряжение на корпусе уменьшится в 2 раза. Кроме того, повторное заземление нулевого провода позволяет сохранить работоспособность зануления при обрыве нулевого провода и замыкания фазы на корпус за местом обрыва. При отсутствии повторного заземления в случае аварии опасное напряжение на корпусах ЭУ за местом обрыва будет существовать длительное время, т.к. отсутствует цепь КЗ. Наличие повторного заземления позволяет сохранить цепь тока КЗ. По этой причине в нулевом проводе запрещается установка предохранителей и других коммутационных аппаратов.

Сопротивление повторных заземлителей должно быть не более 15, 30 и 60 Ом при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В

источника трехфазного тока или 380, 220 и 127 В — источника однофазного тока.

При наличии нулевого провода в сети с глухозаземленной нейтралью возможно совместное выполнение зануления и защитного заземления. В этом случае зануление обеспечивает большое значение тока КЗ и срабатывание защиты, а заземление снижает напряжение на корпусе ЭУ пропорционально соотношению сопротивлений заземляющего устройства и заземлителя нулевого провода.

### 5.6.3. Устройство защитного отключения.

Устройство защитного отключения (УЗО) – это быстродействующее устройство, которое отключает ЭУ при возникновении опасности поражения человека электрическим током. Такая опасность может возникнуть при замыкании фазы на корпус электрооборудования; при снижении сопротивления изоляции фаз относительно земли ниже определенного предела; при появлении в сети более высокого напряжения; при прикосновении человека к токоведущей части, находящейся под напряжением. В этих случаях в сети происходит изменение некоторых электрических параметров. Например, может измениться напряжение корпуса относительно земли, ток замыкания на землю, напряжение фаз относительно земли и др. Изменение любого из этих параметров до предела, при котором возникает опасность поражения человека током, может служить импульсом, вызывающим срабатывание УЗО, т. е. автоматическое отключение опасного участка сети.

УЗО может применяться в сетях с любым напряжением и любым режимом нейтрали. Наибольшее распространение УЗО получили в ЭУ напряжением до 1 кВ с заземленной или изолированной нейтралью.

Принцип действия УЗО заключается в том, что оно постоянно контролирует входной сигнал и сравнивает его с наперед заданной величиной (уставкой). Если входной сигнал превышает уставку, то устройство срабатывает и отключает защищенную электроустановку от сети. В качестве входных сигналов УЗО могут использовать следующие параметры электрических сетей:

- потенциал корпуса относительно земли;
- дифференциальный (остаточный) ток;
- ток замыкания на землю;
- напряжение нулевой последовательности;
- оперативный ток;

– комбинированный входной сигнал.

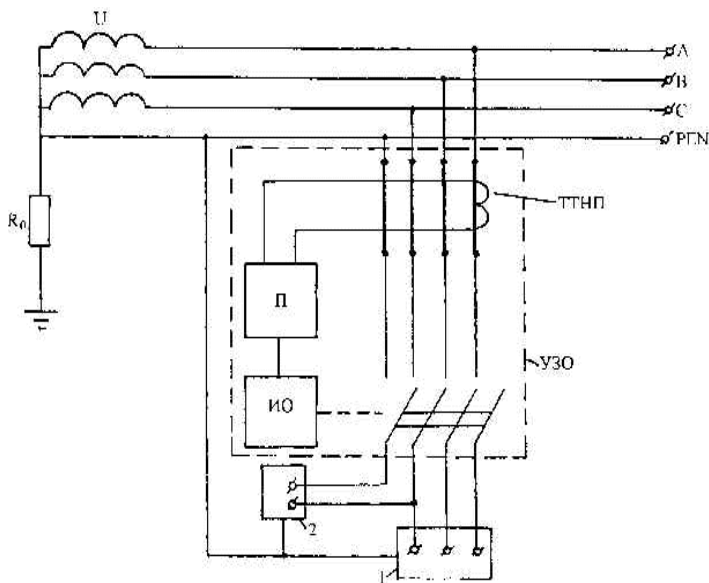


Рисунок.5.10 – Принцип действия УЗО дифференциального типа

Широкое распространение получили УЗО, реагирующее на дифференциальный (остаточный) ток. Они могут осуществлять защиту человека от поражения электрическим током при прямом прикосновении, при косвенном прикосновении, при несимметричном снижении изоляции проводов относительно земли в зоне защиты устройства, при замыканиях на землю и пр.

Область применения УЗО дифференциального типа – сети с заземленной нейтралью напряжением до 1 кВ (система TN – S).

Принцип действия УЗО дифференциального типа в сети с заземленной нейтралью показана на рис. 5.10. Датчиком такого устройства является трансформатор тока нулевой последовательности (ТТНП), на выходных обмотках которого формируется сигнал, пропорциональный току через тело человека  $I_{\text{ч}}$ . Преобразователь УЗО (П) сравнивает значение входного сигнала с уставкой, значение которой определяется допустимым током через человека, усиливает входной сигнал до уровня, необходимого для управления исполнительным органом (ИО). Исполнительный орган,

например, контактор, отключает электроустановку от сети в случае возникновения опасности поражения электрическим током в зоне защиты УЗО.

По условиям функционирования УЗО делятся на следующие типы:

- УЗО–Д типа АС – устройство защитного отключения, реагирующее на переменный синусоидальный дифференциальный ток, возникающий внезапно, либо медленно возрастающий;
- УЗО–Д типа А – устройство защитного отключения, реагирующее на переменный синусоидальный дифференциальный ток и пульсирующий постоянный дифференциальный ток, возникающие внезапно, либо медленно возрастающие;
- УЗО–Д типа В. УЗО реагирует на переменный, постоянный и выпрямленный дифференциальные токи.
- УЗО–Д типа S – селективное (с выдержкой по времени отключения), это может быть необходимо там, где используется АВР.
- УЗО–Д типа G – то же что и S, но с меньшей выдержкой времени.

#### **5.6.4. Средства индивидуальной защиты**

Электрозачитными средствами называются переносимые и перевозимые изделия, служащие для защиты людей, работающих с электроустановками, от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля [28, 29].

Электрозачитные средства на следующие группы:

- а) штанги изолирующие (оперативные, измерительные, для наложения заземления), клещи изолирующие (для операций с предохранителями) и электроизмерительные, указатели напряжения, указатели напряжения для фазировки;
- б) изолирующие средства для ремонтных работ под напряжением выше 1000 В и слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками;
- в) диэлектрические перчатки, боты, галоши, коврики, изолирующие накладки, изолирующие подставки;
- г) индивидуальные экранирующие комплекты;
- д) переносные заземления;
- е) временные ограждения, предупредительные плакаты;
- ж) защитные очки, рукавицы, противогазы, предохранительные монтерские пояса и когти, страховочные канаты, защитные каски.

Изолирующие электрозащитные средства подразделяются на основные и дополнительные.

Основными называются такие изолирующие электрозащитные средства, изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановки и которые позволяют прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Основные электрозащитные средства испытываются повышенным напряжением, значение которого зависит от рабочего напряжения электроустановки, в которой они применяются. К основным электрозащитным изолирующим средствам в ЭУ напряжением выше 1 кВ относятся оперативные и измерительные штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения и изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ (изолирующие лестницы, площадки, тяги, непосредственно соприкасающиеся с проводом, щитовые габаритники, захваты для переноски гирлянд изоляторов, изолирующие штанги для укрепления зажимов и для установки габаритников).

Дополнительными называются такие изолирующие электрозащитные средства, которые являются лишь дополнительной мерой защиты к основным средствам, а также служащие для защиты от напряжения прикосновения и напряжения шага. Дополнительные защитные средства испытываются повышенным напряжением, не зависящим от рабочего напряжения ЭУ, в которой они должны применяться. К дополнительным защитным средствам, применяемым в ЭУ напряжением выше 1 кВ относятся диэлектрические перчатки, диэлектрические боты, диэлектрические резиновые коврики, изолирующие подставки фарфоровых изоляторах, диэлектрические колпаки, переносные заземления, оградительные устройства.

Основными изолирующими электрозащитными средствами применяемыми в ЭУ напряжением до 1 кВ, являются изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолированными рукоятками. В ЭУ напряжением до 1 кВ дополнительными защитными средствами являются диэлектрические галоши, диэлектрические резиновые коврики и изолирующие подставки.

Изолирующая штанга – стержень, изготовленный из изоляционного материала, которым человек может касаться частей электроустановки, находящихся под напряжением, без опасности поражения током.

В зависимости от назначения штанги делятся на 4 вида:

а) оперативные, применяемые для операций с однополюсными разъединителями и наложение временных переносных защитных заземлений;

б) измерительные, предназначенные для измерений в электроустановках, находящихся в работе (проверка распределения напряжения по изоляторам гирлянды, определение сопротивления контактных соединений на проводах и ошиновке и т. п.);

в) ремонтные, служащие для производства ремонтных и монтажных работ вблизи токоведущих частей, находящихся под напряжением, или непосредственно на них: очистки изоляции от пыли, присоединения к проводам потребителей и др.;

г) универсальные, конструкция которых позволяет выполнять различные операции.

Назначение изолирующих клещей – выполнение операций под напряжением с предохранителями, снятие изолирующих накладок, перегородок и тому подобные работы. Применяют клещи в установках до 35 Кв включительно.

Конструкции клещей различны, но во всех случаях они имеют три основные части: рабочую часть, или губки, изолирующую часть и рукоятки.

Электроизмерительные клещи – прибор, предназначенный для измерения электрических величин – тока, напряжения, мощности, фазового угла и др. – без разрыва токовой цепи и нарушения ее работы.

Указатель напряжения – переносный прибор, предназначенный для проверки наличия или отсутствия напряжения на токоведущих частях. Такая проверка необходима, например, при работе непосредственно на отключенных токоведущих частях, контроле исправности электроустановок, отыскания повреждений в электроустановке и т. п.

Указатели бывают для электроустановок до 1 кВ и выше. Указатели, предназначенные для электроустановок до 1000 В, делятся на двухполюсные и однополюсные.

Средства индивидуальной защиты должны проверяться внешним осмотром на отсутствие видимых повреждений перед каждым использованием. Кроме того, СИЗ следует периодически испытывать в установленные сроки. Так, для диэлектрических перчаток испытания проводятся не реже одного раза в 6 месяцев. СИЗ, не прошедшие проверку и испытания к использованию не допускаются [28, 29].

### 5.6.5. Защита от статического электричества

Возникновение статического электричества – сложный процесс, зависящий от множества факторов. Наиболее распространенной является гипотеза о контактной электризации веществ, согласно которой, электризация возникает при соприкосновении двух разнородных веществ, обладающих различными атомными и молекулярными силами притяжения на поверхности соприкосновения. При контакте происходит перераспределение электронов или ионов веществ, образующее двойной электрический слой с зарядами противоположных знаков.

При оценке статического электричества пользуются удельной поверхностной или объемной плотностью заряда, а в некоторых случаях удельным зарядом, приходящимся на единицу длины.

Контактная разность потенциалов зависит от диэлектрических свойств материалов, их физического состояния, величины контактного давления и пр. При разделении поверхностей с возникшей контактной электризацией каждая из них сохраняет свой заряд, а контактная разность потенциалов по мере уменьшения емкости между поверхностями может достигать десятков и сотен киловольт. Например, при окрасочных работах методом пневмораспыления разность потенциалов может составлять до 10 кВ, при движении резиновой ленты транспортера – до 45 кВ. Величина токов при статической электризации составляет не более нескольких микроампер.

Статическое электричество может накапливаться на работах, особенно если человеку нетокопроводящая обувь, одежда из шерсти, шелка и искусственного волокна, а при выполнении ручных операций с диэлектриками. Потенциал изолированного от земли тела человека может достигать 10 кВ.

В пожаро- и взрывоопасных производствах опасность представляет «контактная» электризация людей, работающих с движущимися диэлектрическими материалами. При соприкосновении человека с заземленным предметом статическое электричество вызывает искры с энергией разряда до 5 -7 мДж, что может вызвать воспламенение взрывопожароопасных веществ и газовых смесей.

Статическое электричество оказывает неприятное физиологическое воздействие на человека, вызывая уколы или удары, воздействие которых зависит от энергии разряда. Величина тока при этом незначительна, поэтому непосредственной опасности для человека нет. Однако разряд между человеком и заряженным объек-



том вызывает испуг, сопровождающийся произвольными нескорординированными движениями и соприкосновением с неогороженными вращающимися частями машин, падение с высоты и т.п. Кроме того, длительное воздействие статического электричества может стать причиной ряда заболеваний.

Основными способами устранения опасности от статического электричества являются:

- заземление оборудования, коммуникаций, аппаратов и сосудов, а также обеспечение постоянного электрического контакта человека с заземлением;
- уменьшение удельного объемного и поверхностного электрического сопротивления путем повышения влажности воздуха или применения антистатических примесей;
- ионизация воздуха или среды, в частности, внутри аппарата, сосуда и т.д.

Кроме этих способов прибегают к дополнительным, дающим в конкретных случаях нужный эффект при операциях с жидкими, газообразными и сыпучими материалами и веществами: предотвращение образования взрывоопасных концентраций, ограничение скорости движения жидкости, замена ЛВЖ на негорючие растворители и т.д.

**Заземление** – наиболее часто применяемое мероприятие, которое устраняет формирование электрических разрядов с проводящих элементов оборудования. Все проводящие части оборудования и электропроводные неметаллические предметы подлежат обязательному заземлению, независимо от того, применяются ли другие способы защиты от статического электричества. Заземлять следует все без исключения части оборудования из-за опасности наведенного заряда.

Для оборудования из проводящих материалов заземление является основным и почти всегда достаточным способом защиты. Неметаллическое оборудование считается электростатически заземленным, если сопротивление растеканию тока на землю с любых точек его внешней и внутренней поверхности не превышает  $10^7$  Ом при относительной влажности воздуха не выше 60 %.

**Уменьшение объемного и поверхностного удельных электрических сопротивлений** обеспечивает соответствующую электропроводность и способность диэлектрика отводить заряды статического электричества. Устранение опасности статической электризации диэлектриков этим способом является весьма эффективным и может быть достигнуто повышением влажности воздуха,

химической обработкой поверхности, применением электропроводных покрытий и антистатических веществ (присадок).

**Повышение относительной влажности воздуха.** При высокой влажности воздуха повышается скорость стекания электростатических зарядов с диэлектриков. Связано это явление с образованием на поверхности диэлектриков тонкой пленки влаги, которая увеличивает поверхностную электропроводность диэлектрика и способствуют утечке зарядов. Однако если материал находится при высокой температуре, поверхность диэлектрика гидрофобна, скорость ее перемещения больше, чем скорость образования поверхностной пленки, то увлажнение воздуха не даст желаемого эффекта.

Увеличение влажности воздуха достигается распылением водяного пара или воды, циркуляцией влажного воздуха, а иногда свободным испарением с поверхности воды.

**Химическая обработка поверхности, электропроводные покрытия.** Снижение удельного поверхностного сопротивления полимерных материалов может быть достигнуто химической обработкой поверхности кислотами, в результате чего поверхности окисляются или сульфидируются, при этом удельное поверхностное сопротивление снижается.

Снижение удельного поверхностного сопротивления достигается также нанесением на диэлектрик хорошо проводящей поверхностной пленки. Например, распылением, разбрызгиванием или испарением в вакууме проводящих материалов, наклеиванием металлической фольги и пр.

**Применение антистатических веществ.** Введение антистатических веществ – один из наиболее эффективных методов, позволяющих устранить электризацию нефтепродуктов. Добавление присадок в тысячных и десятитысячных долях процента позволяет на несколько порядков уменьшить удельное сопротивление нефтепродуктов и обезопасить операции с ними.

Антистатические присадки применяют также для получения проводящих растворов полимеров. Положительные результаты достигаются при использовании антистатических веществ на предприятиях по переработке синтетических волокон. Наиболее важным свойством антистатических веществ является способность увеличивать ионную проводимость и тем самым снижать электрическое сопротивление волокнистых материалов. Обработку волокнистых материалов антистатическими веществами производят до процесса либо непосредственно в процессе их изготовления.

**Ионизация воздуха.** Ионизация воздуха осуществляется двумя способами: электрическим полем с высокой напряженностью и радиоактивным излучением. Принцип работы нейтрализаторов состоит в том, что они создают вблизи наэлектризованного диэлектрика положительные и отрицательные ионы. Ионы, имеющие полярность, противоположную полярности зарядов наэлектризованного материала, под действием электрического поля оседают на поверхности диэлектрика, нейтрализуя его.

Ионизация воздуха электрическим полем с высокой напряженностью получается от нейтрализаторов двух типов: индукционных и высоковольтных.

Индукционные нейтрализаторы очень просты и давно применяются. Их действие основано на использовании электрического поля наэлектризованного тела, и постороннего источника напряжения для них не требуется. Под действием сильного электрического поля вблизи разрядного электрода происходит ударная ионизация, в результате которой образуются ионы обоих знаков. Преимущества индукционных нейтрализаторов заключаются в простоте конструкции, низкой стоимости, минимальных эксплуатационных затратах и отсутствии источников питания.

Высоковольтные нейтрализаторы могут работать на переменном, постоянном и токе высокой частоты. Конструктивно состоят из высоковольтного трансформатора и игольчатого разрядника. Достоинство всех трех типов нейтрализаторов – достаточное ионизирующее действие и при низком потенциале тела. Недостатком является большая энергия искр, способных воспламенить любые взрывоопасные смеси. При использовании высоковольтных нейтрализаторов должна быть предусмотрена надежная защита обслуживающего персонала от высокого напряжения.

**Радиоизотопные нейтрализаторы** просты по устройству, не требуют источника питания, достаточно эффективны и безопасны при использовании в пожаровзрывоопасных средах. При их использовании необходимо предусматривать надежную защиту людей, оборудования и выпускаемой продукции от радиоактивного излучения.

## 6. МОЛНИЕЗАЩИТА

### 6.1 Основные термины и определения в области молниезащиты

**Удар молнии в землю** – электрический разряд атмосферного происхождения между грозовым облаком и землей, состоящий из одного или нескольких импульсов тока. Удар молнии может иметь несколько точек поражения.

**Защищаемый объект** – здание или сооружение, их часть или пространство, для которых выполнена молниезащита, отвечающая требованиям настоящего норматива.

**Устройство молниезащиты** – система, позволяющая защитить здание или сооружение от воздействий молнии. Она включает в себя внешние и внутренние устройства. В частных случаях молниезащита может содержать только внешние или только внутренние устройства.

**Устройства защиты от прямых ударов молнии** (молниеотводы) – комплекс, состоящий из молниеприемников, токоотводов и заземлителей.

**Устройства защиты от вторичных воздействий молнии** – устройства, ограничивающие воздействия электрического и магнитного полей молнии.

**Молниеприемник** – часть молниеотвода, предназначенная для перехвата молний.

**Токоотвод (спуск)** – часть молниеотвода, предназначенная для отвода тока молнии от молниеприемника к заземлителю.

**Заземляющее устройство** – совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

**Заземлитель** – проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через проводящую среду.

**Заземляющий контур** – заземляющий проводник в виде замкнутой петли вокруг здания в земле или на ее поверхности.

**Сопротивление заземляющего устройства** – отношение напряжения на заземляющем устройстве к току, стекающему с заземлителя в землю.

**Напряжение на заземляющем устройстве** – напряжение, возникающее при стекании тока с заземлителя в землю между точкой ввода тока в заземлитель и зоной нулевого потенциала.

**Зона защиты молниеотвода** – пространство в окрестности молниеотвода заданной геометрии, отличающееся тем, что вероятность удара молнии в объект, целиком размещенный в его объеме, не превышает заданной величины.

**Допустимая вероятность прорыва молнии** – предельно допустимая вероятность  $P$  удара молнии в объект, защищаемый молниеотводами. Надежность защиты определяется как  $1 - P$  [31, 32].

## 6.2 Образование молнии

Определенные атмосферные условия, например, высокая температура или влажность, способствуют образованию грозовых облаков. Эти огромные, имеющие форму наковальни массы облаков, обычно являются разновидностью кучево-дождевых облаков, нижняя часть которых состоит из капелек воды, а верхняя – из кристаллов льда.

Сильные восходящие потоки в таком облаке приводят к тому, что электрические заряды водных капелек разделяются, в результате чего на верхних концентрируются положительные заряды, а в основании облака – отрицательные заряды. Иногда "карман" положительно заряженных электронов оказывается в нижней части облака, в окружении отрицательных зарядов. Верхняя часть грозового облака образует гигантский диполь с землей и под влиянием отрицательно заряженного основания облака постоянно существующее в атмосфере у земли электрическое поле внезапно меняет своё направление и быстро нарастает до  $10 - 15$  кВ на метр. В результате электрический разряд между облаком и землей становится неизбежным.

Первый этап образования молнии включает в себя первоначальный разряд низкой яркости, известный как *нисходящий лидер*. Он формируется в центре облака и двигается вниз к земле ступенями в нескольких десятках метров.

Одновременно, по мере снижения нисходящего лидера, электрический заряд в атмосфере на уровне земли увеличивается. В любой расположенной поблизости *возвышенной* точке, типа *опоры электропередач* или *молниеотвода*, немедленно начинается естественная ионизация в виде электрических разрядов голубого цвета. Это явление объясняется эффектом истечения заряда с острия или эффектом короны, наблюдаемым, например, моряками в грозу (известным как огонь Святого Элмо), или альпинистами, сообщавшими о том, что перед грозой они слышали характерный звук, похожий на жужжание пчел.

Как только нисходящий лидер окажется достаточно близко к земле, ионизация вследствие *эффекта короны* усиливается, особенно около любой возвышенной точки, и в конечном счете превращается в направленный вверх разряд, *восходящий лидер*, поднимающийся к облаку. Когда один из этих направленных вверх разрядов встречается с нисходящим лидером, образуется проводящая дорожка, по которой пробегает мощный ток. Это и есть молния, характеризующаяся яркой вспышкой и оглушительным звуком грома. Удар молнии может состоять из множества последовательных обратных молний, разделенных несколькими сотыми долями секунды, следующих по тому же высокоионизированному пути. Продолжительность молнии около *0,001 с*.

В условиях умеренного климата большинство (около 90%) молний являются молниями отрицательного нисходящего типа, где разряд происходит от отрицательно заряженного основания облака вниз к земле. Иногда (обычно зимой) нисходящий лидер может зародиться внутри положительно заряженного "кармана" в основании облака и разрядиться вниз к земле. Этот тип молнии известен как положительный нисходящий. При определенных электрических условиях атмосферы у высокорасположенной точки (например, вершины горы, телекоммуникационной башни или высокого здания) может спонтанно возникнуть восходящий лидер. В результате, в зависимости от электрического заряда облака, образуется положительно восходящая молния или, реже, отрицательно восходящая молния. Сила тока в разряде молнии на Земле достигает *10-500 тыс.А*, напряжение — от десятков миллионов до *миллиарда вольт*. Мощность разряда — *от 1 до 1000 ГВт*. Количество электричества, расходуемого молнией при разряде — *от 2 до 10 Кл*. Гром возникает от того, что во время разряда молнии возникают не только звуковые, но и взрывные волны, образующиеся за счёт ряда взрывов по пути молнии и распространяющиеся со сверхзвуковой скоростью.

### 6.3 Классификация зданий и сооружений по устройству молниезащиты

Классификация объектов защиты определяется *по опасности ударов молнии* для самого объекта и его окружения. Последствиями удара молнии могут быть взрывы и выделение опасных продуктов – радиоактивных и ядовитых химических веществ, а также бактерий и вирусов.

Объекты защиты подразделяются на *обычные и специальные*.

*Обычные объекты* – жилые и административные строения, а также здания и сооружения, высотой не более 60 м, предназначенные для торговли, промышленного производства, сельского хозяйства.

*Специальные объекты:*

– объекты, представляющие опасность для непосредственного окружения;

– объекты, представляющие опасность для социальной и физической окружающей среды (объекты, которые при поражении молнией могут вызвать вредные биологические, химические и радиоактивные выбросы);

– прочие объекты, для которых может предусматриваться специальная молниезащита, например, строения высотой более 60 м, игровые площадки, временные сооружения, строящиеся объекты.

В табл. 6.1 даны примеры разделения объектов на четыре класса.

При строительстве и реконструкции для каждого класса объектов требуется определить необходимые уровни надежности защиты от *прямых ударов молнии* (ПУМ) [31, 34]. Например, для обычных объектов может быть предложено четыре уровня надежности защиты, указанные в табл. 6.2.

Для специальных объектов минимально допустимый уровень надежности защиты от ПУМ устанавливается в пределах 0,9-0,999 в зависимости от степени его общественной значимости и тяжести ожидаемых последствий от ПУМ по согласованию с органами государственного контроля.

Для расчета механических и термических воздействий молнии, а также для нормирования средств защиты от электромагнитных воздействий, необходимо знать параметры токов. Для каждого уровня молниезащиты должны быть определены предельно допустимые параметры тока молнии.

Таблица 6.1 – Классификация объектов защиты

Объект	Тип объекта	Последствия удара молнии
Обычный	Жилой дом	Отказ электроустановок, пожар и повреждение имущества. Обычно небольшое повреждение предметов, расположенных в месте удара молнии или задетых ее каналом
	Ферма	Первоначально – пожар и занос опасного напряжения, затем – потеря электропитания с риском гибели животных из-за отказа электронной системы управления вентиляцией, подачи корма и т. д.
	Театр; школа; универмаг; спортивное сооружение	Отказ электроснабжения (например, освещения), способный вызвать панику. Отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных мероприятий
	Банк; страховая компания; коммерческий офис	Отказ электроснабжения (например, освещения), способный вызвать панику. Отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных мероприятий. Потери средств связи, сбои компьютеров с потерей данных
	Больница; детский сад; дом для престарелых	Отказ электроснабжения (например, освещения), способный вызвать панику. Отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных мероприятий. Потери средств связи, сбои компьютеров с потерей данных. Необходимость помощи тяжелобольным и неподвижным людям
	Промышленные предприятия	Дополнительные последствия, зависящие от условий производства – от незначительных повреждений до больших ущербов из-за потерь продукции
	Музеи и археологические памятники	Невосполнимая потеря культурных ценностей
Специальный с ограниченной опасностью	Средства связи; электростанции; пожароопасные производства	Недопустимое нарушение коммунального обслуживания (телекоммуникаций). Косвенная опасность пожара для соседних объектов
Специальный, представляющий опасность для непосредственного окружения	Нефтеперерабатывающие предприятия; заправочные станции; производства петард и фейерверков	Пожары и взрывы внутри объекта и в непосредственной близости
Специальный, опасный для экологии	Химический завод; атомная электростанция; биохимические фабрики и лаборатории	Пожар и нарушение работы оборудования с вредными последствиями для окружающей среды



Плотность ударов молнии в землю, выраженная через число поражений 1 км<sup>2</sup> земной поверхности за год (рис. 6.1), определяется по данным метеорологических наблюдений в месте размещения объекта.

Если же плотность ударов молнии в землю  $N_g$  неизвестна, ее можно рассчитать по следующей формуле, 1/(км<sup>2</sup>·год):

$$N_g = 6,7 T_d / 100, \quad (6.1)$$

где  $T_d$  – средняя продолжительность гроз в часах, определенная по региональным картам интенсивности грозовой деятельности.

Таблица 6.2 – Уровни защиты от ПУМ для обычных объектов

Уровень защиты	Надежность защиты от ПУМ
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

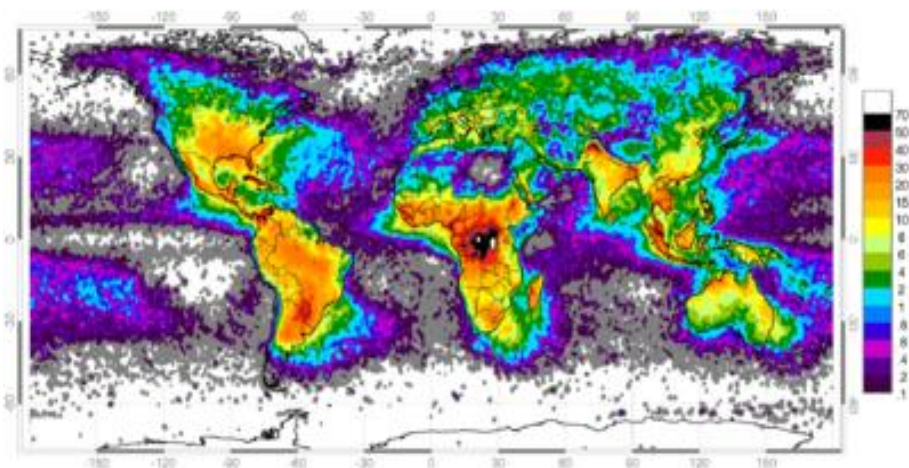


Рисунок 6.1 - Глобальная частота ударов молний (шкала показывает число ударов в год на 1 км<sup>2</sup>)

Кроме механических и термических воздействий ток молнии создает мощные импульсы электромагнитного излучения, которые

могут быть причиной повреждения систем, включающих оборудование связи, управления, автоматики, вычислительные и информационные устройства.

## 6.4 Подбор комплекса средств молниезащиты для зданий или сооружений

*Комплекс средств молниезащиты* зданий или сооружений включает в себя устройства защиты от прямых ударов молнии (внешняя молниезащитная система – МЗС) и устройства защиты от вторичных воздействий молнии (внутренняя МЗС). В частных случаях молниезащита может содержать только внешние или только внутренние устройства. В общем случае часть токов молнии протекает по элементам внутренней молниезащиты.

*Внешняя МЗС* может быть изолирована от сооружения (отдельно стоящие молниеотводы – стержневые или тросовые, а также соседние сооружения, выполняющие функции естественных молниеотводов) или может быть установлена на защищаемом сооружении и даже быть его частью. Внешняя МЗС в общем случае состоит из молниеприемников, токоотводов и заземлителей.

*Внутренние устройства молниезащиты* предназначены для ограничения электромагнитных воздействий тока молнии и предотвращения искрений внутри защищаемого объекта [31].

Токи молнии, попадающие в молниеприемники, отводятся в заземлитель через систему токоотводов (спусков) и растекаются в земле.

Молниеприемники могут быть специально установленными, в том числе на объекте, либо их функции выполняют конструктивные элементы защищаемого объекта; в последнем случае они называются естественными молниеприемниками.

Молниеприемники могут состоять из произвольной комбинации следующих элементов: стержней, натянутых проводов (тросов), сетчатых проводников (сеток) [31].

### 6.4.1 Естественные молниеприемники

К естественным молниеприемникам относятся:

а) металлические кровли защищаемых объектов при условии, что:

- электрическая непрерывность между разными частями обеспечена на долгий срок;

- толщина металла кровли составляет не менее 0,5 мм, если ее необязательно защищать от повреждений и нет опасности воспламенения находящихся под кровлей горючих материалов;

- кровля не имеет изоляционного покрытия. При этом небольшой слой антикоррозионной краски или слой 0,5 мм асфальтового покрытия, или слой 1 мм пластикового покрытия не считается изоляцией;

- неметаллические покрытия на или под металлической кровлей не выходят за пределы защищаемого объекта;

б) металлические конструкции крыши (фермы, соединенная между собой стальная арматура);

в) металлические элементы типа водосточных труб, украшений, ограждений по краю крыши и т. п., если их сечение не меньше значений, предписанных для обычных молниеприемников;

г) технологические металлические трубы и резервуары, если они выполнены из металла толщиной не менее 2,5 мм и проплавление или прожог этого металла не приведет к опасным или недопустимым последствиям.

В целях снижения вероятности возникновения опасного искрения токоотводы должны располагаться таким образом, чтобы между точкой поражения и землей:

а) ток растекался по нескольким параллельным путям;

б) длина этих путей была ограничена до минимума.

Если молниеприемник состоит из стержней, установленных на отдельно стоящих опорах (или одной опоре), на каждую опору должен быть предусмотрен минимум один токоотвод.

Если молниеприемник состоит из *отдельно стоящих горизонтальных* проводов (тросов) или из одного провода (троса), на каждый конец троса требуется минимум по *одному* токоотводу.

Если молниеприемник представляет собой *сетчатую конструкцию*, подвешенную над защищаемым объектом, на каждую ее опору требуется не менее одного токоотвода. Общее количество токоотводов должно быть не менее *двух*.

Желательно, чтобы токоотводы равномерно располагались по периметру защищаемого объекта. По возможности они прокладываются вблизи углов зданий. Токоотводы соединяются горизонтальными поясами вблизи поверхности земли и через каждые 20 м по высоте здания.

Не изолированные от защищаемого объекта токоотводы прокладываются следующим образом:

- если стена выполнена из негорючего материала, токоотводы могут быть закреплены на поверхности стены или проходить в стене;

- если стена выполнена из горючего материала, токоотводы могут быть закреплены непосредственно на поверхности стены, так чтобы повышение температуры при протекании тока молнии не представляло опасности для материала стены;

- если стена выполнена из горючего материала и повышение температуры токоотводов представляет для него опасность, токоотводы должны располагаться таким образом, чтобы расстояние между ними и защищаемым объектом всегда превышало 0,1 м. Металлические скобы для крепления токоотводов могут быть в контакте со стеной.

Не следует прокладывать токоотводы в водосточных трубах. Рекомендуется размещать токоотводы на максимально возможных расстояниях от дверей и окон [31].

#### 6.4.2 Заземлители

Целесообразно использовать следующие *типы заземлителей*: один или несколько контуров, вертикальные (или наклонные) электроды, радиально расходящиеся электроды или заземляющий контур, уложенный на дне котлована, заземляющие сетки.

Сильно заглубленные заземлители оказываются эффективными, если удельное сопротивление грунта уменьшается с глубиной и на большой глубине оказывается существенно меньше, чем на уровне обычного расположения.

Заземлитель в виде наружного контура предпочтительно прокладывать на глубине не менее 0,5 м от поверхности земли и на расстоянии не менее 1 м от стен. Заземляющие электроды должны располагаться на глубине не менее 0,5 м за пределами защищаемого объекта и быть как можно более равномерно распределенными; при этом надо стремиться свести к минимуму их взаимное экранирование.

Глубина закладки и тип заземляющих электродов выбираются из условия обеспечения минимальной коррозии, а также возможно меньшей сезонной вариации сопротивления заземления в результате высыхания и промерзания грунта.

Молниеприемники и токоотводы жестко *закрепляются*, так чтобы исключить любой разрыв или ослабление крепления проводников под действием электродинамических сил или случайных

механических воздействий (например, от порыва ветра или падения снежного пласта). *Соединения* выполняются сваркой, пайкой, допускается также вставка в зажимной наконечник или болтовое крепление.

### 6.4.3 Выбор молниеотводов

Объект считается *защищенным*, если совокупность всех его молниеотводов обеспечивает надежность защиты.

В общем случае выбор молниеотводов должен производиться при помощи соответствующих компьютерных программ, способных вычислять зоны защиты или вероятность прорыва молнии в объект (группу объектов) любой конфигурации при произвольном расположении практически любого числа молниеотводов различных типов.

При прочих равных условиях высоту молниеотводов можно снизить, если вместо стержневых конструкций применять тросовые, особенно при их подвеске по внешнему периметру объекта.

Если защита объекта обеспечивается простейшими молниеотводами (*одиночным стержневым, одиночным тросовым, двойным стержневым, двойным тросовым, замкнутым тросовым*), размеры молниеотводов можно определять, пользуясь заданными зонами защиты [31]. В случае проектирования молниезащиты для обычного объекта, возможно определение зон защиты по защитному углу или методом катящейся сферы согласно *стандарту Международной электротехнической комиссии (IEC 1024)*.

Стандартной зоной защиты *одиночного стержневого молниеотвода* высотой  $h$  является круговой конус высотой  $h_0 < h$ , вершина которого совпадает с вертикальной осью молниеотвода (рис. 6.2). Габариты зоны определяются двумя параметрами: высотой конуса  $h_0$  и радиусом конуса на уровне земли  $r_0$ . Приведенные ниже расчетные формулы (табл. 6.3) пригодны для молниеотводов высотой до 150 м. При более высоких молниеотводах следует пользоваться специальной методикой расчета.

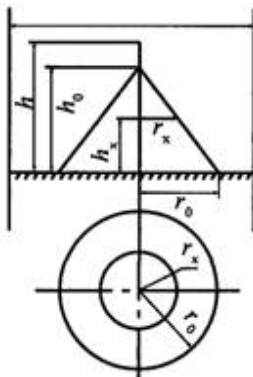


Рисунок 6.2 – Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

Для зоны защиты требуемой надежности  $P_z$  (рис. 6.2) радиус горизонтального сечения  $r_x$  на высоте  $h_x$  определяется по формуле:

$$r_x = r_0(h_0 - h_x) / h_0. \quad (6.2)$$

Таблица 6.3 – Расчет зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода

Надежность защиты $P_z$	Высота молниеотвода $h$ , м	Высота конуса $h_0$ , м	Радиус конуса $r_0$ , м
0,9	От 0 до 100	0,85h	1,2h
	От 100 до 150	0,85h	$[1,2 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$
0,99	От 0 до 30	0,8h	0,8h
	От 30 до 100	0,8h	$[0,8 - 1,43 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$
	От 100 до 150	$[0,8 - 10^{-3}(h-100)]h$	0,7h
0,999	От 0 до 30	0,7h	0,6h
	От 30 до 100	$[0,7 - 7,14 \cdot 10^{-4}(h-30)]h$	$[0,6 - 1,43 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$
	От 100 до 150	$[0,65 - 10^{-3}(h-100)]h$	$[0,5 - 2 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$

Стандартные зоны защиты *одиночного тросового молниеотвода* высотой  $h$  ограничены симметричными двускатными поверхностями, образующими в вертикальном сечении равнобедренный треугольник с вершиной на высоте  $h_0 < h$  и основанием на уровне земли  $2r_0$  (рис. 6.3).

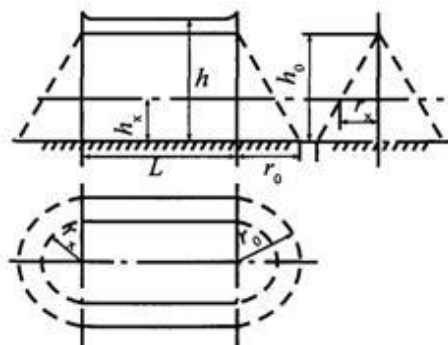


Рисунок 6.3 – Зона защиты одиночного тросового молниеотвода:  
L – расстояние между точками подвеса тросов; h – минимальная высота троса над уровнем земли (с учетом провеса)

Полуширина  $r_x$  зоны защиты требуемой надежности (рис. 6.3) на высоте  $h_x$  от поверхности земли определяется выражением (6.2).

При необходимости расширить защищаемый объем к торцам зоны защиты собственно тросового молниеотвода могут добавляться зоны защиты несущих опор, которые рассчитываются по формулам одиночных стержневых молниеотводов, представленным в табл. 6.3.

Молниеотвод считается *двойным*, когда расстояние между стержневыми молниеприемниками L не превышает предельной величины  $L_{max}$ . В противном случае оба молниеотвода рассматриваются как одиночные.

Конфигурация вертикальных и горизонтальных сечений стандартных зон защиты *двойного стержневого молниеотвода* (высотой h и расстоянием L между молниеотводами) представлена на рис. 6.4. Построение внешних областей зон двойного молниеотвода (полуконусов с габаритами  $h_0$ ,  $r_0$ ) производится по формулам табл. 6.3 для одиночных стержневых молниеотводов. Размеры внутренних областей определяются параметрами  $h_0$  и  $h_c$ , первый из которых задает максимальную высоту зоны непосредственно у молниеотводов, а второй – минимальную высоту зоны посередине между молниеотводами [31].

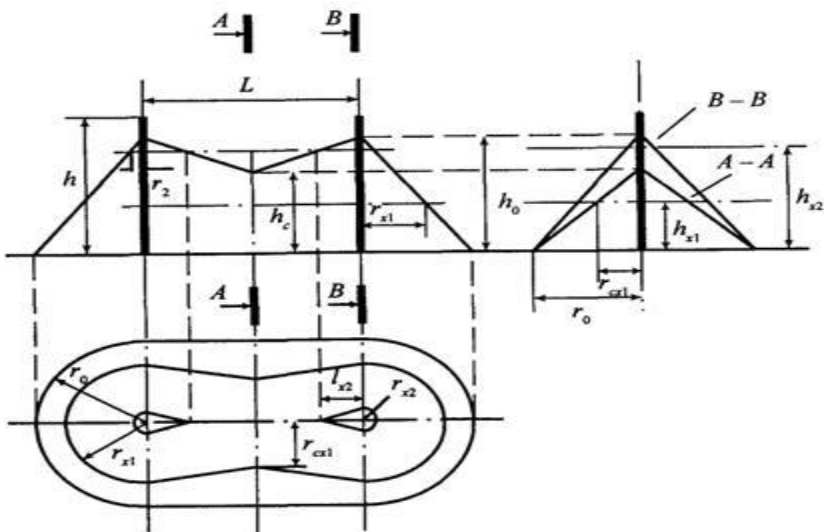


Рисунок 6.4 – Зона защиты двойного стержневого молниеотвода

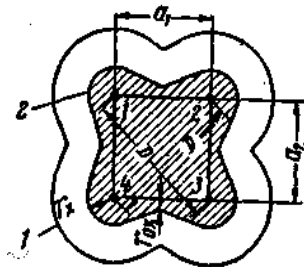


Рисунок 6.5 -Зона защиты четырехкратного стержневого молниеотвода: 1 – граница зоны защиты на уровне земли; 2 – граница зоны защиты на высоте  $h_x$

При расстоянии между молниеотводами  $L \leq L_c$  граница зоны не имеет провеса ( $h_c = h_0$ ). Для расстояний  $L_c \leq L \leq L_{max}$  высота  $h_c$  определяется по выражению:

$$h_c = h_0(L_{max} - L) / (L_{max} - L_c). \quad (6.3)$$

Максимальная полуширина зоны  $r_x$  в горизонтальном сечении (рис. 6.4) на высоте  $h_x$  определяется по формуле (6.2).



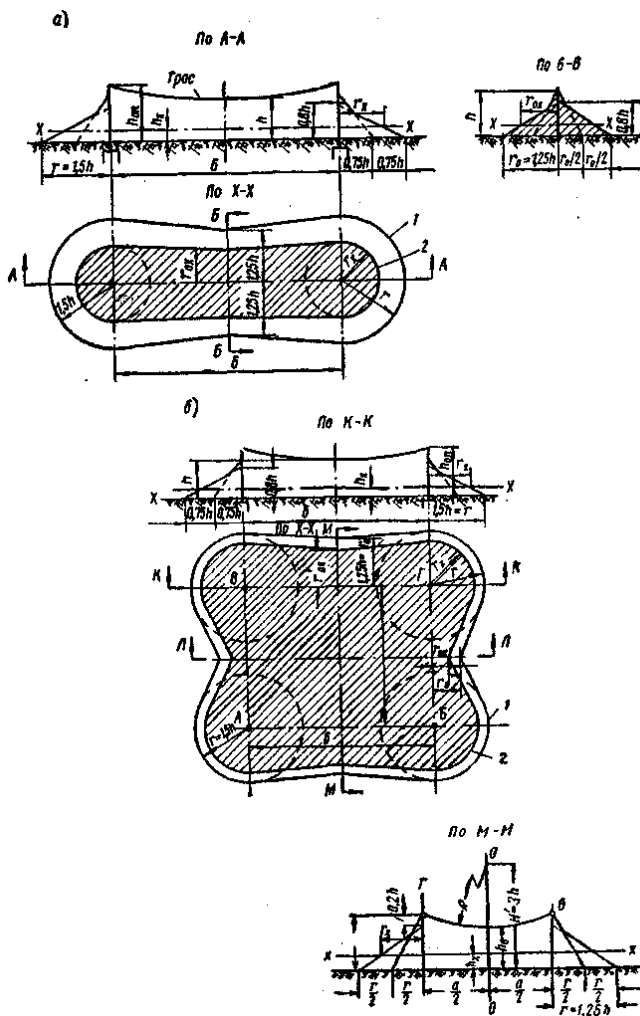


Рисунок 6.6 – Зона защиты одиночного (а) и двойного (б) тросового молниеотвода: 1 — граница зоны защиты на уровне земли; 2 — граница зоны защиты на высоте  $h_x$

Зона защиты четырехкратного стержневого молниеотвода, а также одиночного (а) и двойного (б) тросового определяется аналогичным способом и представлена на рис. 6.5, 6.6 [30].

## 7. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СОСУДОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

При осуществлении различных технологических процессов, проведении ремонтных работ, в быту и т.д. широко используются различные системы повышенного давления: трубопроводы, баллоны и емкости для хранения или перевозки сжатых, сжиженных и растворенных газов, паровые и водяные котлы, газгольдеры и др. Основная характеристика этого оборудования состоит в том, что давление газа или жидкости здесь превышает атмосферное. Указанное оборудование принято называть ***сосудами, работающими под давлением.***

### 7.1. Виды сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Классификация. Требования к обозначениям

**Степень опасности** сосудов определяется в соответствии с Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» – по Приложению №1 ФЗ, сосуды работающие под давлением отнесены к категории технических устройств на опасных производственных объектах, на которых, – «используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 °С», в том числе это относится и к баллонам, бочкам, цистернам в которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества» [10].

Рассмотрим основные виды сосудов и аппаратов, работающих под давлением.

**Сосуд** – герметически закрытая емкость, предназначенная для ведения химических, тепловых и других технологических процессов, а также для хранения и транспортировки газообразных, жидких и других веществ. Границей сосуда являются входные и выходные штуцера.

**Резервуар** – стационарный сосуд, предназначенный для хранения газообразных, жидких и других веществ.

**Баллон** – сосуд, имеющий одну или две горловины для установки вентилей, фланцев или штуцеров, предназначенный для транспортировки, хранения и использован сжатых, сжиженных или растворенных под давлением газов.

**Бочка** – сосуд цилиндрической или другой формы, который можно перекатывать с одного места на другое и ставить на торцы без дополнительных опор, предназначенный для транспортировки и хранения жидких и других веществ.

**Барокамера** – сосуд, оснащенный приборами и оборудованием и предназначенный для размещения в нем людей.

**Цистерна** – передвижной сосуд, постоянно установленный на раме железнодорожного вагона, на шасси автомобиля (прицепа) или на других средствах передвижения, предназначенный для транспортировки и хранения газообразных, жидких и других веществ.

**Трубопроводы** — устройства для транспортировки жидкостей и газов. По ГОСТ все жидкости и газы, транспортируемые по ним, разбиты на десять групп. Для определения вида вещества, транспортируемого по трубопроводам, их окрашивают в соответствующие цвета (опознавательная окраска):

Вода	— зеленый
Пар	— красный
Воздух	— синий
Газы горючие и негорючие	— желтый
<b>Кислоты</b>	— <b>оранжевый</b>
<b>Щелочи</b>	— <b>фиолетовый</b>
Жидкости горючие и негорючие	— коричневый
Прочие вещества	— серый

Кроме опознавательной окраски на трубопроводы наносят так же предупредительные (сигнальные) цветные кольца:

Цвет наносимого на трубопровод кольца	Транспортируемые вещества
Красный	Взрывоопасные, огнеопасные, легковоспламеняющиеся
Зеленый	Безопасные или нейтральные
Желтый	Токсичные или иной вид опасности, например глубокий вакуум, высокое давление, наличие радиации

Количество сигнальных колец определяет степень опасности.

**Баллоны** — сосуды для транспортировки и хранения сжатых и растворенных газов. Различают (согласно ГОСТ) баллоны малой

(0,4—12 л), средней (20—50 л) и большой (80—500 л) вместимости. В зависимости от содержащихся газов баллоны окрашивают в соответствующие сигнальные цвета, а также на их поверхность наносят надпись, указывающую вид газа, а в ряде случаев — отличительные полосы.

В верхней части каждого стального баллона выбиты: товарный знак предприятия-изготовителя; дата (месяц и год) изготовления (последнего испытания) и год следующего испытания; вид термообработки материала баллона; рабочее и пробное гидравлическое давление, МПа; емкость баллона, л; масса баллона, кг; клеймо ОТК; обозначение действующего стандарта.

**Криогенные сосуды** предназначены для хранения и транспортировки различных сжиженных газов: воздуха, кислорода, аргона и др. В соответствии с ГОСТ их выпускают шести типоразмеров: 6; 3; 10; 16; 25 и 40 л. Эти сосуды маркируются следующим образом: СК-40 — сосуд криогенный емкостью 40 л. Снаружи их окрашивают серебристой или белой эмалью и посередине наносят отличительную полосу с названием сжиженного газа, находящегося в сосуде. Кроме рассмотренных сосудов для хранения больших количеств сжиженных газов используют стационарные резервуары (объемом до 500 тыс. л и более), а для их перевозки — транспортные сосуды (цистерны), имеющие объем до 35 тыс. л.

**Газгольдеры** предназначены для хранения и выдачи больших количеств сжатых газов, отделения от них механических примесей и других целей. Различают газгольдеры высокого и низкого давления. В первых из них сжатый газ находится под одним из следующих давлений: менее 25; 32 и 40 МПа. Газгольдеры низкого давления рассчитаны на большой объем хранимых газов:  $10^5$ — $3 \cdot 10^7$  л.

К установкам, работающим под давлением, относятся также паровые, водогрейные котлы, компрессоры, воздухохранилища, газовые баллоны, паропроводы, газопроводы, автоклавы и др. Названные установки и устройства используются для генерирования и распределения горячего пара, хранения и перевозки сжатых газов и жидкостей.

## 7.2. Основные опасности и причины аварий при эксплуатации сосудов, работающих под давлением

**Сосудами, работающими под давлением** называются герметически закрытые емкости, предназначенные для ведения химических и тепловых процессов, а также для хранения и перевозки сжатых, сжиженных и растворенных газов и

жидкостей под давлением. Основная опасность при работе таких сосудов заключается в возможности их разрушения при физическом взрыве среды.

Под физическим взрывом понимается мгновенное проявление действия силы внезапного адиабатического (т. е. происходящего без подвода или отвода тепла) расширения газов или паров, сопровождающееся выделением механической энергии и образованием взрывной и ударной волн.

Работа, производимая адиабатическим расширением газа при взрыве сосуда, и мощность взрыва зависят от давления в аппарате, его объема, продолжительности действия взрыва (обычно около 0,1 с), показателя адиабаты (отношения теплоемкостей при постоянном объеме, для воздуха равным 1,41) и могут быть подсчитаны по эмпирическим формулам.

Расчеты показывают, что мощность физических (адиабатических) взрывов весьма велика. Например, мощность взрыва (разрыва) сосуда емкостью  $1 \text{ м}^3$ , находящегося под давлением воздуха, равным 1 МПа ( $10 \text{ кг/см}^2$ ), составляет 13164 кВт. В случае водяного пара мощность взрыва в тех же условиях составляет уже около 200000 кВт.

**Наиболее частыми причинами аварий и взрывов** сосудов, работающих под давлением, являются: несоответствие конструкции максимально допустимому давлению и температурному режиму, превышение давления сверх предельного, потеря механической прочности аппарата (коррозия, внутренние дефекты металла, местные перегревы), несоблюдение установленного режима, отсутствие необходимого технического надзора.

### 7.3. Нормативные требования к конструкции, изготовлению и эксплуатации сосудов, работающих под давлением

Эксплуатация сосудов, работающих под давлением, и баллонов с газом регламентируется следующим основным документом:

Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением ПБ 03-576-03, утвержденные Постановлением Госгортехнадзора России от 11 июня 2003 г. №91. [40].

Правила устанавливают специальные требования к конструкции и материалам сосудов, к их изготовлению, монтажу, установке, регистрации, техническому освидетельствованию, содержанию и обслуживанию.

К сосудам, **на которые распространяются эти правила**, относятся:

- сосуды, работающие под давлением свыше 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>);
- цистерны и бочки для перевозки сжиженных газов, давление паров которых при температуре до 50 °С превышает 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>);
- сосуды и цистерны для хранения и перевозки сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел без давления, но опорожняемые под давлением газа свыше 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>);
- баллоны, предназначенные для перевозки и хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов с рабочим давлением свыше 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>).

**Правила не распространяются** на приборы парового и водяного отопления; сосуды емкостью свыше 25 л, для которых производство емкости в литрах на рабочее давление в кгс/см<sup>2</sup> не превышает 200; части машин, не представляющие собой самостоятельных сосудов (цилиндры двигателей паровых и воздушных машин и компрессоров, неотключаемые промежуточные холодильники и масловодоотделители компрессорных установок, воздушные колпаки насосов и др.); трубчатые печи и некоторые другие виды сосудов.

Все сосуды высокого давления должны отвечать требованиям к конструкции, изготовлению, монтажу, арматуре, контролю-измерительным приборам, предохранительным устройствам, установке, регистрации, техническому освидетельствованию и обслуживанию, определяемым «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

Установки воздухохранивателей, холодильников воздуха и других сосудов, рабочей средой которых является сжатый воздух, должны удовлетворять требованиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации воздушных компрессоров и воздухопроводов».

Установки баллонов насосно-аккумуляторных станций должны удовлетворять требованиям инструкций по монтажу и безопасной эксплуатации, разработанных заводами-поставщиками указанных сосудов и оборудования.

Электрическая часть оборудования сосудов должна удовлетворять «Правилам технической эксплуатации электротехнических установок потребителей», «Правилам техники безопасности при эксплуатации электротехнических установок потребителей», утвержденным Госэнергонадзором, и «Правилам устройства электроустановок».

#### **7.4. Общие принципы обеспечения безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением**

***Требования безопасности к конструкции сосудов, работающих под давлением:***

1) Конструкция сосудов и аппаратов, работающих под давлением, должна быть надежной, обеспечивать безопасность при эксплуатации и предусматривать возможность осмотра, очистки, промывки и ремонта сосудов.

2) Сосуды с внутренним диаметром более 800 мм (за исключением теплообменников) снабжают овальными или круглыми лазами для доступа внутрь аппарата. Размеры лазов овальной формы по наименьшей и наибольшей осям должны быть соответственно не менее 325 и 400 мм, диаметр круглых лазов в свету не менее 400 мм.

3) Сосуды диаметром 800 мм и менее вместо лазов оборудуют круглыми или овальными лючками размером по наименьшей оси 80 мм, через которые можно очищать и осматривать внутренние стенки сосудов.

4) Внутренние устройства в сосудах (мешалки, змеевики, тарелки, перегородки и другие приспособления), препятствующие внутреннему осмотру сосуда, выполняют, как правило, съемными.

5) Сосуды, цистерны, бочки и баллоны, работающие под давлением, изготавливают только на тех предприятиях, которые располагают необходимыми техническими средствами и могут обеспечить качественное изготовление указанных сосудов в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации

сосудов, работающих под давлением», ГОСТами, нормами и техническими условиями.

6) При изготовлении сосудов особое внимание уделяют правильному подбору материалов, качественной сварке и термообработке.

7) После изготовления сосуда все сварные соединения, а также отдельные части и элементы подвергают контролю внешним осмотром, механическим и металлографическим испытаниям, просвечиванию, гидравлическому испытанию.

8) На всех вновь изготовленных сосудах и аппаратах на видном месте заводом – изготовителем крепится металлическая пластинка с нанесенными клеймением со следующими паспортными данными: наименование завода – изготовителя, заводской номер сосуда, год изготовления, рабочее давление, пробное давление, допустимая температура стенок сосуда.

9) На каждый изготовленный сосуд составляются паспорт установленной формы и инструкция по монтажу и безопасной эксплуатации сосуда, которые в дальнейшем передаются заказчику.

10) Установка сосудов и аппаратов должна исключать возможность их опрокидывания, обеспечивать доступ ко всем частям и элементам, а также возможность их осмотра, ремонта и очистки как с внутренней, так и с наружной сторон. Для удобства обслуживания, осмотра и ремонта сосуда оборудуют площадкам и лестницами, причем эти устройства не должны нарушать прочности и устойчивости сосудов. [41].

### ***Организационные требования по безопасному содержанию и обслуживанию сосудов, работающих под давлением:***

К основным организационным мерам по безопасному содержанию и обслуживанию сосудов под давлением относятся:

1) *Назначение приказом по предприятию из числа наиболее опытных инженерно-технических работников, аттестованных в установленном порядке комиссией и имеющих соответствующее удостоверение:*

– лиц, ответственных за исправное содержание и безопасную эксплуатацию сосудов, работающих под давлением;

– лиц, осуществляющих надзор за технически исправным состоянием и безопасной эксплуатацией сосудов.

*Количество ответственных лиц для осуществления производственного контроля должно определяться исходя из расчета вре-*



мени, необходимого для своевременного и качественного выполнения обязанностей, возложенных на указанных лиц должностным положением.

Приказом по организации могут быть назначены специалисты, ответственные за исправное состояние сосудов и ответственные за их безопасную эксплуатацию; назначить необходимое количество *лиц обслуживающего персонала*, обученного и имеющего удостоверения на право обслуживания сосудов, а также установить такой порядок, чтобы *персонал, на который возложены обязанности по обслуживанию сосудов, вел тщательное наблюдение за порученным ему оборудованием путем его осмотра, проверки действия арматуры, КИП, предохранительных и блокировочных устройств и поддержания сосудов в исправном состоянии*. Результаты осмотра и проверки должны записываться в сменный журнал;

Переаттестация инженерно-технических работников проводится один раз в 3 года.

На предприятии на основе Правил должны быть разработаны, изданы, доведены под расписку до указанных выше лиц положения об их обязанностях, правах, ответственности.

Эти положения широко доводятся до всех работников, связанных в работе с сосудами.

2) *Допуск к обслуживанию сосудов только лиц:*

- достигших 18-летнего возраста;
- прошедших по специальной программе теоретическое и практическое обучение;
- аттестованных комиссией, назначенной приказом по предприятию, и имеющих соответствующее удостоверение на право работы;
- прошедших инструктаж на рабочем месте в установленном порядке и получивших инструкцию по режиму работы и безопасному обслуживанию сосудов.

При обучении, аттестации и переаттестации рабочих (проводятся через каждые 12 месяцев) и в ходе производства работающие обязаны четко знать и выполнять:

- правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением;
- требования к устройству, назначению и особенностям работы всех обслуживаемых сосудов, аппаратов, приборов;
- инструкцию по режиму работы и безопасному обслуживанию сосудов, утвержденную главным инженером предприятия и председателем заводского комитета профсоюза. Инструкцию

следует выдавать на руки инструктируемым под расписку и размещать на рабочих местах, доступных для ознакомления.

3) обеспечить *проведение технических освидетельствований, диагностики сосудов в установленные сроки;*

4) обеспечить порядок и периодичность проверки знаний руководящими работниками и специалистами «Правил»;

5) организовать *периодическую проверку знаний персоналом инструкций по режиму работы и безопасному обслуживанию сосудов;*

6) *обеспечить специалистов Правилами и руководящими указаниями по безопасной эксплуатации сосудов, а персонал – инструкциями;*

7) обеспечить выполнение специалистами Правил, а обслуживающим персоналом – инструкций.

8) *В организации, эксплуатирующей сосуды, работающие под давлением, должны быть разработаны и утверждены инструкции для ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию сосудов и ответственного за осуществление производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов.*

9) *При эксплуатации сосудов следует руководствоваться нормативными документами, ежегодно утверждаемого Госгортехнадзором России Перечня действующих нормативных документов Госгортехнадзора России.*

10) Организацией *должна быть разработана и утверждена в установленном порядке инструкция по режиму работы и безопасному обслуживанию сосудов.* Для сосудов (автоклавов) с быстроразъемными крышками в указанной инструкции должен быть отражен порядок хранения и применения ключа-марки. Инструкция должна находиться на рабочих местах: и выдаваться под расписку обслуживающему персоналу. [42].

### ***Требования безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением:***

Эксплуатация сосудов, работающих под давлением, и баллонов с газом регламентируется следующим основным документом:

Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением ПБ 03-576-03, утвержденные Постановлением Госгортехнадзора России от 11 июня 2003г N91 [40].

1) Для обеспечения нормальных и безопасных условий эксплуатации *сосуды снабжают.*

– приборами для измерения давления и температуры среды (манометрами, термометрами и пирометрами различных конструкций);

– предохранительными устройствами (предохранительными клапанами и мембранами);

– запорной арматурой, устанавливаемой на трубопроводах, подводящих к сосуду или отводящих из него пар, газ или жидкость;

– обратными клапанами, автоматически закрывающимися под давлением из сосуда;

– указателями уровня жидкости в сосуде и др.

2) При эксплуатации сосудов и аппаратов, работающих под давлением, *основное условие безопасности* заключается в *точном соблюдении установленных норм технологического режима, особенно давления и температуры*. Если давление или температура поднимается выше допустимого значения, несмотря на соблюдение всех требований, указанных в инструкции по обслуживанию, то сосуд выключают из системы и проверяют его техническое состояние.

3) При эксплуатации сосудов *необходимо следить за исправностью предохранительных клапанов, манометров и крепежных деталей крышек и люков; за отсутствием пропусков и потения в сварных швах, болтовых и заклепочных соединениях; за состоянием прокладок, а также за уровнем жидкости*, особенно в аппаратах с огневым обогревом и т. д.

4) *Схемы включения сосудов должны быть вывешены на рабочих местах*.

Сосуд должен быть остановлен в случаях, предусмотренных инструкцией, в частности:

а) при повышении давления в сосуде выше разрешенного, несмотря на соблюдение всех требований, указанных в инструкции;

б) при неисправности предохранительных клапанов;

в) при обнаружении в основных элементах сосуда трещин, выпучин, значительного утончения стенок, пропусков или потения в сварных швах, течи в заклепочных и болтовых соединениях, разрыва прокладок;

г) при возникновении пожара, непосредственно угрожающего сосуду под давлением;

д) при неисправности манометра и невозможности определить давление по другим приборам;

- е) при снижении уровня жидкости ниже допустимого в сосудах с огневым обогревом;
  - ж) при неисправности или неполном количестве крепежных деталей крышек и люков;
  - з) при неисправности указателя уровня жидкости;
  - и) при неисправности предохранительных блокировочных устройств;
  - к) при неисправности (отсутствии) предусмотренных проектом контрольно-измерительных приборов и средств автоматики.
- 5) *Запрещается наполнять газом баллоны, у которых:*
- а) истек срок периодического освидетельствования;
  - б) отсутствуют установленные клейма;
  - в) неисправны вентили;
  - г) поврежден корпус (трещины, сильная коррозия, заметное изменение формы);
- д) окраска и надписи не соответствуют Правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.
- 6) *Ремонт баллонов* (пересадка башмаков и колец для колпаков) и вентилях должен производиться на заводах-наполнителях. По разрешению местных органов Госгортехнадзора ремонт баллонов и вентилях может быть допущен в специальных мастерских. Вентиль после ремонта, связанного его разборкой, должен быть проверен на плотность при рабочем давлении.
- 7) Производить насадку башмаков на баллоны разрешается только после выпуска газа, вывертывания вентилях и соответствующей дегазации баллонов.
- 8) Очистка и окраска наполненных газом баллонов, а также укрепление колец на их горловинах запрещаются.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пушенко С.Л., Нихаева А.В., Пушенко А.С., Руденко В.В., Стасева Е.В., Безопасность жизнедеятельности, часть 1 Организационные правовые основы охраны труда: учебное пособие. Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2013. 97с.
2. Пушенко С.Л., Деундяк Д.В., Омельченко Е.В., Нихаева А.В., Пушенко А.С., Трушкова Е.А., Стасева Е.В., Федина Е. В., Филь Е.С., Безопасность жизнедеятельности, часть 2 Производственная санитария и гигиена труда: учебное пособие. Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. 164с.
3. Постановление правительства РФ от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»
4. Постановление правительства РФ от 5.03.2007 № 145 «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий».
5. Постановление правительства РФ от 25.04.2003 № 244 «Об утверждении Положения о проведении государственной экспертизы условий труда в РФ».
6. СП 18.13330.2011 Свод правил. Генеральные планы промышленных предприятий.
7. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ.
8. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ «О техническом регулировании».
9. Федеральный закон РФ от 29.12.2004 № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс РФ».
10. Федеральный закон от 21.07.97 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изменениями и дополнениями).
11. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
12. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (новая редакция), пост. глав. госуд. санит. врача РФ от 25.09.2007 г. №74.

13. Санитарно-эпидемиологические правила «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий. СП 2.2.1.1312-03», утв. пост. Минздравсоцразвития РФ от 30.04.2003 г №88.

14. СП 20.13330.2011. «СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия»

15. СП 56.13330.2011. Свод правил. Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001.

16. СП 44.13330.2011. «СНиП 2.09.04-87\* Административные и бытовые здания».

17. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. СП 49.13330.2012. Безопасность труда в строительстве. Часть 1.

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

19. Федеральный закон РФ от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

20. ГОСТ Р 12.4.026-2001, утвержденный Постановлением Госстандарта России от 19.09.2001 N 387-ст.

21. ПБ 10-382-00. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. М.: Утв. Постановлением Госгортехнадзора России от 31.12.99 №98 (с изменениями от 28.10.2008 г.).

22. Постановление Правительства РФ от 10 марта 1999 г. N 263 «Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте» (с изменениями и дополнениями от: 1 февраля 2005 г., 21 июня 2013 г., 30 июля 2014 г.)

23. ГОСТ Р (ИСО 4310:2009). Национальный стандарт РФ. Краны грузоподъемные. Правила и методы испытаний. М.: Стандартиформ 2012.

24. ГОСТ 12.3.009-76\*. ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.

25. СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. СП 49.13330.2012. Безопасность труда в строительстве. Часть 2.

26. ГОСТ 12.1.009 – 2009. ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения.

27. Правила устройства электроустановок (ПУЭ): утв. приказом Министерства энергетики РФ от 20.06.2003 г. № 242. Вводятся в действие с 01.11.2003 г. – 7-е изд.

28. ГОСТ 12.1.038 – 82 (2001). ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

29. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. Утв. приказом Минтруда России от 24.07.2013 N 328н

30. РД 34.21.122-87\*(2003). Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений.

31. СО-153-34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций.

32. Стандарт по молниезащите МЭК 62305:2006.

33. СТО Газпром 2-1.11-170-2007 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и коммуникаций» ОАО «ГАЗПРОМ».

34. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности/

35. Фролов А.В., Лепихова В.А., Ляшенко Н.В., Пушенко С.Л., Чибинев Н.Н., Шевченко А.С. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда в строительстве. – Ростов н/Д.: Феникс, 2010. – 704 с.

36. Постановление Госстроя России от 17.09.2002 N 123 "О принятии строительных норм и правил Российской Федерации "Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. СНиП 12-04-2002" (Зарегистрировано в Минюсте России 18.10.2002 N 3880).

37. Постановление Госстроя РФ от 23.07.2001 N 80 "О принятии строительных норм и правил Российской Федерации "Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. СНиП 12-03-2001" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 09.08.2001 N 2862).

38. Приказ Ростехнадзора от 16.12.2013 N 605 "Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности при взрывных работах" (Зарегистрировано в Минюсте России 01.04.2014 N 31796).

39. СП 48.13330.2011. Свод правил. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 (утв. Приказом Минрегиона РФ от 27.12.2010 N 781).

40. ПБ 03-576-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (утв. Постановлением Госгортехнадзора России от 11 июня 2003 г N91).

41. Айзман Р.И. и др. Теоретические основы безопасности жизнедеятельности. Новосибирск: 2011.

42. Чулков Н.А. Безопасность жизнедеятельности, Томск: ТПУ; 2010.

43. Сердюк, В.С. Производственная санитария и гигиена труда: учеб. пособие для вузов/ В.С. Сердюк, Л.Г. Стищенко, Е.Г. Бардина. – Омск: Изд-во ОмГТУ. 2010 – 79 с.