

**В.М. ДМИТРИЕВ, В.Ф. ЕГОРОВ, В.Н. МАКАРОВА,  
Е.А. СЕРГЕЕВА, Л.А. ХАРКЕВИЧ**

**СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ  
БЕЗОПАСНОСТИ  
В КВАЛИФИКАЦИОННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ  
РАБОТАХ**

◆ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ ◆

УДК 614.8  
ББК 20.1  
С568

Рецензенты:

Проректор по международным связям, заведующий кафедрой  
«Природопользование и защита окружающей среды»,  
доктор технических наук, профессор ТГТУ

*Н.С. Попов*

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Экология и  
безопасность жизнедеятельности» ТГУ им. Г.Р. Державина

*И.В. Макарчук*

С568

Современные решения задач безопасности в квалификационных инженерных работах : учебное пособие / В.М. Дмитриев, В.Ф. Егоров, В.Н. Макарова, Е.А. Сергеева, Л.А. Харкевич. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2010. – 140 с. – 300 экз. – ISBN 978-5-8265-0959-3.

Рассмотрены вопросы повышения безопасности человека в техногенной сфере в штатных режимах работы и в чрезвычайных ситуациях. Представлены основные положения по вопросам защиты объектов экономики в чрезвычайных ситуациях; даны методики расчёта параметров негативных факторов окружающей среды и рекомендации по снижению уровней опасных воздействий.

Предназначено для оказания учебно-методической помощи преподавателям, осуществляющим планирование преддипломной практики и дипломного проектирования, консультирование по вопросам гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций, производственной санитарии, электробезопасности и пожарной безопасности, и для студентов технических специальностей, выполняющих квалификационные работы.

УДК 614.8

ББК 20.1

ISBN 978-5-8265-0959-3

© ГОУ ВПО «Тамбовский государственный  
технический университет» (ТГТУ), 2010

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»

**В.М. ДМИТРИЕВ, В.Ф. ЕГОРОВ, В.Н. МАКАРОВА,  
Е.А. СЕРГЕЕВА, Л.А. ХАРКЕВИЧ**

**СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ  
ЗАДАЧ БЕЗОПАСНОСТИ  
В КВАЛИФИКАЦИОННЫХ  
ИНЖЕНЕРНЫХ РАБОТАХ**

*Рекомендовано Учёным советом ТГТУ  
в качестве учебного пособия*



---

Тамбов  
Издательство ТГТУ  
2010

Учебное издание

ДМИТРИЕВ Вячеслав Михайлович,  
ЕГОРОВ Василий Фёдорович,  
МАКАРОВА Валентина Николаевна,  
СЕРГЕЕВА Елена Анатольевна,  
ХАРКЕВИЧ Лев Антонович

**СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БЕЗОПАСНОСТИ  
В КВАЛИФИКАЦИОННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ РАБОТАХ**

Учебное пособие

Редактор Л.В. Комбарова

Инженер по компьютерному макетированию М.Н. Рыжкова

Подписано в печать 26.03.2010  
Формат 60 × 84 / 16. 8,13 усл. печ. л. Тираж 300 экз. Заказ № 173

Издательско-полиграфический центр ТГТУ  
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

Современное производство представляет собой сложный многоуровневый механизм, состоящий из огромного количества взаимосвязанных элементов, многие из которых представляют собой источники повышенной опасности. В таких условиях серьёзно возрастает потребность в специалистах, вооружённых глубокими знаниями и техническими возможностями для решения задач обеспечения безопасности производства в штатном режиме работы и в условиях чрезвычайных ситуаций.

Таковыми знаниями студенты овладевают при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», в которой соединены тематика безопасного взаимодействия человека со средой обитания (производственной, бытовой, городской, природной) и вопросы защиты от негативных факторов чрезвычайных ситуаций. Изучением дисциплины достигается формирование у специалистов представления о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности с требованиями к безопасности и защищённости человека.

В результате изучения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» специалист должен освоить теоретические основы безопасности жизнедеятельности в системе «человек–среда обитания»; правовые, нормативно-технические и организационные основы безопасности жизнедеятельности; основы физиологии человека и рациональные условия деятельности; анатомио-физиологические последствия воздействия на человека травмирующих, вредных и поражающих факторов; идентификацию травмирующих, вредных и поражающих факторов чрезвычайных ситуаций; средства и методы повышения безопасности, экологичности и устойчивости технических средств и технологических процессов; методы исследования устойчивости функционирования производственных объектов и технических систем в чрезвычайных ситуациях; методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций и разработки моделей их последствий.

Специалист должен уметь проводить контроль параметров и уровня негативных воздействий на их соответствие нормативным требованиям; эффективно применять средства защиты от негативных воздействий; разрабатывать мероприятия по повышению безопасности и экологичности производственной деятельности; планировать и осуществлять мероприятия по повышению устойчивости производственных систем и объектов; планировать мероприятия по защите производственного персонала и населения в чрезвычайных ситуациях и при необходимости принимать участие в проведении спасательных и других неотложных работ при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Полученные знания и умения студенты демонстрируют в выпускных квалификационных работах.

Раздел «Безопасность жизнедеятельности», разрабатываемый в квалификационных инженерных работах бакалавров и специалистов, состоит из двух подразделов («Производственная безопасность» (включающий вопросы пожарной безопасности, производственной санитарии и техногенной безопасности) и «Защита объектов экономики в чрезвычайных ситуациях (ЧС)») и содержит расчётно-пояснительную записку и графическую часть (по указанию консультанта). На чертеже рекомендуется показывать оригинальные конструктивные решения.

Подраздел «**Производственная безопасность**» содержит характеристику условий труда на объекте; анализ опасных и вредных факторов; разработанные в дипломном проекте мероприятия по гигиене труда, производственной санитарии, пожарной безопасности, обеспечивающие максимально возможную безопасность и безвредность производственного процесса как для самих работающих, так и для окружающей среды, а также комфортные условия жизнедеятельности в техносфере.

Все разработки по охране труда и окружающей среды, предлагаемые в проекте, должны соответствовать действующим стандартам системы безопасности труда (ССБТ) и стандартам норм и требований по видам опасности.

Предлагаемые инженерные решения следует подтверждать соответствующими расчётами, графическим материалом и обязательными ссылками на литературные или нормативные источники.

При разработке раздела необходимо обосновать обеспечение полной безопасности и безвредности работы обслуживающего персонала, а также создание благоприятных, высокопроизводительных условий труда.

Раздел не должен содержать общих рассуждений, нормативных положений, правил, инструкций и других нормативных материалов.

На первой консультации студенту необходимо иметь материалы и чертежи по преддипломной практике и план построения дипломного проекта.

В перечне литературы должны быть приведены источники по безопасности жизнедеятельности, использованная студентом при разработке раздела. Перечень литературы должен быть оформлен в соответствии с правилами ГОСТ 7.1–2003.

В тезисах выступления для защиты дипломного проекта необходимо кратко осветить вопросы и конкретные решения по безопасности жизнедеятельности.

В подразделе «**Защита объектов экономики в чрезвычайных ситуациях**» студентами разрабатываются вопросы защиты в чрезвычайных ситуациях применительно к ЧС техногенного или военного характера, возможных в местах размещения объектов производственной или иной деятельности.

Студенту вопрос определяется руководителем дипломного проектирования от профилирующей кафедры и отражается в задании. Целесообразно тему вопроса определять с учётом общей темы исследования. Перечень примерных вопросов приведён в следующем разделе.

Студент-дипломник, получив от руководителя задание на разработку вопроса, должен уяснить: место вопроса в общей структуре дипломного проекта; цель разработки вопроса; метод исследования и ожидаемые результаты; какие дополнительные материалы необходимо собрать в период преддипломной практики.

В ходе преддипломной практики студент собирает исходные данные для производства расчётов и другие материалы по исследуемому вопросу на предприятии, изучает нормативные документы и необходимую литературу. После практики студент приступает к разработке вопроса дипломного проекта, используя собранный материал.

Разработанный материал излагается в пояснительной записке дипломного проекта. Он должен содержать краткое вступление, основную часть и выводы.

Во *вступлении*: обосновывается актуальность защиты промышленных объектов в ЧС техногенного (военного) характера и значимость исследуемого вопроса.

В *основной части* разрабатываются вопросы прогнозирования развития и оценки последствий чрезвычайных ситуаций; обеспечения устойчивости функционирования объектов экономики (ОЭ) и их элементов в сложившихся условиях чрезвычайных ситуаций; разработки и реализации своевременных мер защиты персонала в условиях чрезвычайных ситуаций, а также принятия мер по ликвидации их последствий.

*Выводы* должны содержать предложения по инженерным решениям исследуемого вопроса, рекомендации по защите персонала и ликвидации последствий ЧС, указывать возможность внедрения их в практику.

В ходе разработки вопроса дипломник должен проявить самостоятельность, инициативу и творчество. Не следует дословно копировать приведённые в учебной литературе примеры и общие положения. Следует обоснованно и конкретно подходить к решению проблемных вопросов, использовать достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области защиты от ЧС, а также материалы, собранные в ходе преддипломной практики.

Объём разработанных материалов – 5 – 10 страниц машинописного текста, графические материалы (планы, графики, схемы, чертежи) при необходимости разрабатываются отдельно или отражаются на общем иллюстрационном материале дипломного проекта.

## **ВОПРОСЫ, ПРЕДЛАГАЕМЫЕ К РАССМОТРЕНИЮ В КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТАХ**

### **1. Подраздел «ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

Подраздел «Производственная безопасность» в квалификационной работе включает вопросы пожарной безопасности, производственной санитарии и техногенной безопасности проекта.

Материал рекомендуется излагать в следующем порядке:

1. Введение к разделу.

2. Общие санитарно-технические требования к устройству промышленных предприятий.

2.1. Санитарный класс и размеры санитарно-защитной зоны (определить, к какому классу относится промышленное предприятие по составу и количеству выделяющихся производственных вредностей и условиям технологического процесса производства, привести обоснование; определить необходимый для предприятий такого класса размер санитарно-защитной зоны).

2.2. Основные требования к конструкции здания, вспомогательных и подсобных помещений с учётом нормативов площадей для работающих и оборудования.

3. Характеристики сырья, опасностей и вредностей на проектируемом объекте.

3.1. Токсичность веществ и материалов:

– физико-химические и токсикологические характеристики: плотность, молярная масса, температура кипения, растворимость в воде, агрегатное состояние в рабочем помещении (пары, газы, аэрозоли), характер токсического действия, предельно допустимая концентрация в рабочей зоне, класс опасности вредных веществ, допустимые выбросы в атмосферу и водоёмы, дисперсность (для пылей). Могут быть указаны дополнительные токсикометрические характеристики (зона острого действия, зона хронического действия, коэффициент возможности ингаляционного отравления и др.). Для удобства анализа характеристики могут быть сведены в таблицу;

– меры защиты работающих от воздействия вредных веществ;

– мероприятия по очистке и нейтрализации выбросов вредных веществ в атмосферу и водоёмы.

3.2. Взрывопожароопасные свойства применяемых веществ, основные показатели взрывопожароопасности.

3.3. Другие вредные факторы:

– шум (классификация по источнику возникновения – ударный, механический, аэродинамический; классификация по временным характеристикам – постоянный, непостоянный (прерывистый и импульсный); классификация по характеру спектра – широкополосный, тональный; предельно допустимые уровни, меры защиты);

– вибрация (местная или общая, амплитуда смещения, колебательная скорость, предельно допустимые уровни, меры защиты);

– ультра- и инфразвук (источники возникновения, предельно допустимые уровни, защитные мероприятия);

– ионизирующее и лазерное излучение (источники возникновения, предельно допустимые уровни, защитные мероприятия);

– электромагнитные поля (источники возникновения, предельно допустимые уровни, защитные мероприятия);

– лучистая теплота (нагретые поверхности, температура, интенсивность облучения, мероприятия по уменьшению теплового облучения).

3.4. Опасные места производства (открытые токоведущие части оборудования, движущиеся детали машин и механизмов, раскалённые тела, возможность падения с высоты самого работающего или различных предметов, наличие ёмкостей со сжатыми или вредными веществами и другое; защитные мероприятия).

3.5. Анализ потенциальных опасностей при проведении технологического процесса.

4. Общие требования безопасности к производственному оборудованию (безопасность, надёжность, эргономичность).

4.1. Машины и аппараты, работающие под давлением (конструкция, изготовление, эксплуатация).

4.2. Выбор и расчёт предохранительных устройств (клапаны, мембраны).

4.3. Герметичность оборудования и её контроль.

4.4. Ограждения, блокировочные и предохранительные устройства.

5. Классификация помещений и зданий по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности.

5.1. Признаки и категория помещений и зданий по нормам пожарной безопасности (обосновать), класс взрывопожароопасных зон по Правилам устройства электроустановок (ПУЭ).

6. Электробезопасность.

6.1. Характеристика используемой электроэнергии (вид, частота, напряжение).

6.2. Класс помещения по опасности поражения работающих электрическим током (особо опасные, с повышенной опасностью, без повышенной опасности).

6.3. Меры электробезопасности, используемые в проекте.

6.4. Расчёт защитного устройства.

6.5. Статическое электричество (источники возникновения, опасность, защитные мероприятия).

7. Расчёт общеобменной (для цеха или отделения) или местной (для отдельного аппарата, машины, установки) вентиляции.

8. Расчёт производственного освещения. Требования к освещению, выбор типа светильников.

8.1. Расчёт общего равномерного освещения цеха, участка или линии (метод светового потока).

8.2. Расчёт местного освещения отдельного аппарата (точечный метод).

8.3. Расчёт освещения площадки (прожекторное освещение для наружных установок).

8.4. Аварийное освещение (организация, источники питания, включение).

9. Пожарная профилактика (количество пожарных постов, средства пожаротушения, пожарная сигнализация).

10. Микроклимат. Выбор параметров (оптимальные или допустимые). Способы поддержания микроклимата в установленных пределах.

11. Молниезащита.

11.1. Определение категории объекта по молниезащите.

11.2. Выбор исполнения молниезащиты, расчёт зоны защиты.

12. Индивидуальное задание по указанию консультанта.

Студентам специальности «Промышленное и гражданское строительство» предлагается следующий порядок изложения раздела «Безопасность жизнедеятельности» в дипломном проекте:

1. *Общие положения безопасности жизнедеятельности, отражаемые в основных разделах дипломного проекта.* В данном пункте необходимо дать краткую информацию о всех принятых в проекте мероприятиях, обеспечивающих БЖ при возведении или эксплуатации объекта.

2. *Генеральный план.* Обоснование принятого варианта с точки зрения соответствия функциональным (технологическим), санитарно-гигиеническим, противопожарным требованиям:

- зонирование территории по санитарным и противопожарным требованиям;
- ориентация зданий по отношению к господствующему ветру;
- обеспечение равномерной освещённости;
- класс производства, размеры санитарных противопожарных разрывов;
- ограждение территории, размещение въезда и выезда;
- сеть наружного водопровода с пожарными гидрантами;
- размещение пожарных водоёмов;
- молниезащита зданий и сооружений;
- пожарное депо и стационарные посты.

3. *Объёмно-планировочные решения.*

- краткое описание технологического процесса;
- категория производства;
- степень долговечности и огнестойкости;
- обоснование принятого размера здания;
- размеры его пролётов;
- высота помещений;
- расположение по этажам;
- взаимное расположение рабочих и обслуживающих помещений;
- количество и расположение лестниц;
- сети внутреннего противопожарного водоснабжения;
- пути безопасной эвакуации людей при пожаре;
- противопожарные преграды;
- противодымная защита;
- легко сбрасываемые конструкции;
- расстановка приборов искусственного освещения;
- размещение световых проёмов, фонарей;
- способы звукоизоляции;
- места расположения первичных средств пожаротушения;
- вентиляция помещений;
- заземление, зануление, молниезащита здания или сооружения.

4. *Специальные вопросы БЖ, раскрываемые в дипломном проекте.*

В данном разделе дипломник выполняет расчёты и проектирует мероприятия, обеспечивающие БЖ в процессе строительства или функционирования объекта.

4.1. Расчёт естественного освещения помещения.

4.2. Расчёт искусственного освещения помещения.

- 4.3. Расчёт прожекторного освещения стройплощадки с построением линий изолюкс.
- 4.4. Расчёт защитного заземления электрооборудования, установленного в здании.
- 4.5. Расчёт зануления электрооборудования.
- 4.6. Расчёт защитного заземления башенного крана.
- 4.7. Расчёт молниезащиты зданий и сооружений.
- 4.8. Расчёт общеобменной вентиляции помещений.
- 4.9. Расчёт аварийной вентиляции помещений.
- 4.10. Расчёт местной вытяжной вентиляции.
- 4.11. Расчёт виброгасящего основания.
- 4.12. Расчёт виброизоляции рабочих мест.
- 4.13. Расчёт звукоизоляции ограждающих конструкций.
- 4.14. Расчёт звукогасящих облицовок.
- 4.15. Устойчивость кранов.
- 4.16. Определение расчётных параметров стропов и чалочных канатов.
- 4.17. Определение расчётных параметров траверс.
- 4.18. Расчёт трубчатой винтовой распорки для крепления вертикальной стенки траншеи.
- 4.19. Расчёт толщины доски для крепления вертикальной стенки траншеи (котлована).
- 4.20. Расчёт выемки с равноустойчивыми откосами.
- 4.21. Расчёт вертикальной стойки крепления траншеи.
- 4.22. Расчёт горизонтальной деревянной распорки для крепления вертикальной стенки траншеи.
- 4.23. Расчёт времени эвакуации людей из помещений.
- 4.24. Расчёт предела огнестойкости сплошной железобетонной стены.

## 2. Подраздел «ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ»

*Чрезвычайная ситуация* – это обстановка на определённой территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности (ст. 1 № 68-ФЗ).

*Защита населения в ЧС* включает совокупность взаимосвязанных по времени, ресурсам и месту проведения мероприятий, направленных на предотвращение или предельное снижение потерь населения и угрозы его жизни и здоровью от поражающих факторов и воздействия источников ЧС (ГОСТ Р 22.0.02–94).

Опасное природное явление, аварию или техногенное происшествие, широко распространённую инфекционную болезнь людей, животных или растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может произойти ЧС, принято называть *источниками ЧС*.

Составляющие опасного явления или процесса, вызванные источником ЧС и характеризующиеся физическим, химическим или биологическим воздействием на объект, являются *поражающими факторами (ПФ)*. ПФ определяются или выражаются соответствующими *параметрами*.

Поражающие факторы источников ЧС имеют барический, тепловой, токсический, радиационный или механический характер. В большинстве своём ЧС характеризуется одновременным воздействием на человека и среду его обитания нескольких ПФ. При расчёте последствий ЧС принимают фактор, вызывающий основные разрушения и поражения.

Наряду с поражающими при прогнозировании ЧС учитываются пространственно-временные факторы, оказывающие влияние на их последствия:

- размещение объекта экономики относительно очага воздействия;
- конструктивные решения и прочностные характеристики зданий, сооружений и других элементов объекта;
- плотность застройки территории и условия нахождения персонала и т.д.

*Прогнозирование чрезвычайных ситуаций* является важнейшим направлением как в части их предотвращения (снижения рисков их возникновения), так и в плане уменьшения потерь и ущерба от них (смягчения последствий).

Целью прогнозирования является выявление и оценка обстановки, складывающейся в зонах ЧС.

*Зона ЧС* – территория, на которой сложилась чрезвычайная ситуация.

В зоне ЧС может образоваться один или несколько очагов поражения, очертанием которых являются границы населённых пунктов.

**ОЧАГ ПОРАЖЕНИЯ (ОЧП) – ТЕРРИТОРИЯ, В ПРЕДЕЛАХ КОТОРОЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ ИСТОЧНИКА ЧС, А ТАКЖЕ ВТОРИЧНЫХ ФАКТОРОВ ПРОИЗОШЛИ МАССОВЫЕ ПОРАЖЕНИЯ ЛЮДЕЙ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И РАСТЕНИЙ, РАЗРУШЕНИЯ И ПОВРЕЖДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.**

**ВЫЯВЛЕНИЕ ОБСТАНОВКИ ВКЛЮЧАЕТ СБОР И ОБРАБОТКУ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ЧС, ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЗОН ЧС И НАНЕСЕНИЕ ИХ НА КАРТУ (СХЕМУ).**

Под *оценкой обстановки* понимается решение основных задач по определению влияния поражающих факторов источников ЧС на работу ОЭ, жизнедеятельность населения и действия сил ликвидации ЧС.



Результаты прогнозирования необходимы для заблаговременного планирования мероприятий по защите персонала ОЭ и населения (оповещения, эвакуации, укрытия в убежищах, использования средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи, индивидуальных медицинских средств защиты и т.д.), а при внезапном возникновении источника ЧС для принятия решения должностным лицом ОЭ по экстренной защите людей и производства.

В структурах МЧС РФ разработаны модели воздействий поражающих факторов для различных видов ЧС. Данные, так называемые «точные» методы прогнозирования последствий ЧС, можно значительно упростить и свести их к оперативным методам. В этом случае *воздействия поражающих факторов источников ЧС* мирного и военного времени описываются в виде аналитических, табличных и графических зависимостей, что широко и используется в практике оперативных расчётов оценки обстановки в чрезвычайных ситуациях.

Защита объектов экономики (а также и территорий) от ЧС обеспечивается путём проведения комплекса предупредительных и защитных мер в мирное время в рамках Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС, а в военное время в системе Гражданской обороны (ГО), что в существующей на сегодня терминологии определяется как гражданская оборона и защита от чрезвычайных ситуаций (ГОЧС).

*Основные задачи ГОЧС* на объектах экономики (ОЭ):

- защита работающего персонала и населения от ЧС;
- проведение аварийно-спасательных работ и других неотложных работ в очагах поражения и зонах катастрофического затопления;
- обеспечение устойчивости функционирования ОЭ в условиях ЧС.

Предлагаемый перечень вопросов отражает содержание мероприятий ГОЧС, выполнением которых реализуется решение задач ГОЧС на производственных, а также и непроизводственных объектах.

### **Вопросы по защите персонала объекта экономики в условиях ЧС**

*Защита населения* (работающего и неработающего) в ЧС включает совокупность взаимосвязанных по времени, ресурсам и месту проведения мероприятий ГОЧС, направленных на предотвращение или предельное снижение потерь населения и угрозы его жизни и здоровью от поражающих факторов и воздействий источников чрезвычайной ситуации (ГОСТ Р 22.0.02–94).

1. Оповещение персонала цеха (объекта) об опасности при угрозе (возникновении) ЧС мирного (военного) времени.
2. Инженерная защита персонала цеха (объекта) в условиях ЧС военного времени.
3. Химическая защита персонала цеха (объекта) в условиях ЧС мирного (военного) времени.
4. Радиационная защита персонала цеха (объекта) в условиях ЧС мирного (военного) времени.
5. Защита сельскохозяйственных животных, продуктов животноводства от радиоактивных веществ.
6. Защита сельскохозяйственных животных, продуктов животноводства от аварийно химически опасных веществ.
7. Защита сельскохозяйственных растений, продуктов сельскохозяйственного производства от радиоактивных веществ.
8. Защита сельскохозяйственных растений, продуктов сельскохозяйственного производства от аварийно химически опасных веществ.
9. Защита питьевой воды от радиоактивных веществ (по опыту аварии на ЧАЭС).
10. Защита питьевой воды от аварийно химически опасных веществ.
11. Эвакуация персонала цеха (объекта) в условиях ЧС мирного (военного) времени в безопасный район.
12. Медицинские мероприятия защиты персонала цеха (объекта) в условиях ЧС военного времени.
13. Обеспечение средствами индивидуальной защиты персонала цеха (объекта) в условиях ЧС мирного (военного) времени.
14. Подготовка персонала цеха (объекта) к действиям в условиях ЧС мирного (военного) времени.

### **Вопросы по ликвидации последствий ЧС на объектах экономики**

*Ликвидация чрезвычайных ситуаций* – это аварийно-спасательные и другие неотложные работы (АСДНР), проводимые при возникновении ЧС и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь, а также на локализацию зон чрезвычайных ситуаций, прекращение действий характерных для них опасных факторов.

1. Организация и ведение химической разведки и химического контроля в условиях химической аварии (химического заражения противником) на объекте экономики.
2. Организация и ведение разведки и поиска пострадавших при разрушении здания цеха (объекта экономики).
3. Организация связи и оповещения при ведении АСДНР.
4. Вывод и эвакуация производственного персонала и населения из зон химического заражения.
5. Организация и ведение АСДНР при аварии на объекте экономики с выбросом (выливом) опасных химических веществ (ОХВ).
6. Обеззараживание оборудования и территории при химической аварии на объекте экономики.
7. Рассеивание (поглощение) парогазовой фазы ОХВ с помощью водяных завес при химической аварии на объекте экономики.
8. Поглощение жидкой фазы ОХВ слоем сыпучих адсорбирующих материалов при химической аварии на объекте экономики.
9. Способы укрепления конструкций зданий, угрожающих обвалом (применительно к конкретному объекту).
10. Способы обрушения конструкций зданий, угрожающих обвалом (применительно к конкретному объекту).
11. Устройство проездов в завалах (применительно к конкретному цеху (объекту)).
12. Устройство проходов в зонах заражения (применительно к конкретному объекту).

13. Способы восстановления линий электропередачи при ЧС мирного (военного) времени (применительно к конкретному объекту).
14. Прокладка колонных путей при проведении АСДНР (применительно к конкретному объекту).
15. Определение возможности использования душевых (банных) комнат цеха (объекта) под санпропускники.
16. Определение возможности использования моченных транспортных средств цеха (объекта) под пункты специальной обработки.
17. Определение возможности использования технических средств (применительно к конкретному объекту) для обеззараживания местности.
18. Определение возможности использования технических средств (применительно к конкретному объекту) для проделывания проходов в завалах при ликвидации ЧС.
19. Пути устранения повреждений технологических трубопроводов цеха (объекта).
20. Дезактивация воды в условиях ЧС.
21. Силы и средства ГОЧС для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (применительно к конкретному цеху (объекту)).

### **Вопросы по обеспечению устойчивости функционирования объекта экономики в условиях ЧС**

Под *устойчивостью функционирования* объекта экономики понимают способность его в ЧС выпускать продукцию в запланированном объёме и номенклатуре (для непроектируемых объектов – выполнять свои функции в соответствии с назначением), а в случае аварии (повреждения) восстанавливать производство в минимально короткие сроки.

1. Оценка устойчивости автоматизированных систем управления цеха (объекта) к воздействию ионизирующих излучений и пути её повышения.
2. Оценка устойчивости автоматизированных систем управления цеха (объекта) к воздействию электромагнитного импульса и пути её повышения.
3. Оценка радиационной стойкости проектируемого радиоэлектронного средства и пути её повышения.
4. Защита проектируемого радиоэлектронного средства от воздействия ЭМИ.
5. Разработка графика безаварийной остановки работы цеха по сигналу «Внимание всем» при воздушной опасности.
6. Разработка средств автоматического регулирования режимов и отключения аварийных участков при воздействии поражающих факторов ЧС (применительно к конкретной проектируемой технологической системе или коммуникации).
7. Уменьшение опасности возгорания здания (оборудования) цеха от воздействия светового излучения.
8. Защита продукции цеха (объекта) от заражения (радиоактивными и химическими веществами, биологическими средствами).
9. Определение мероприятий по световой маскировке цеха (объекта) или другим видам маскировки.
10. Пути сохранения технологического оборудования цеха по производству ... от воздействия ударной воздушной волны и осколков разрушившихся зданий.
11. Оценка защитных свойств здания цеха (объекта) от ионизирующих излучений и пути их повышения.
12. Определение возможности использования автономных источников электропитания цеха (объекта) для освещения объектов, мест работ в очагах поражения, убежищ, а также для обеспечения питанием электроинструментов в условиях ЧС.
13. Определение возможности использования подземных сооружений объекта (цеха) по двойному назначению (в мирное время использовать для бытовых и хозяйственных нужд, а в военное время – для укрытия персонала объекта).
14. Повышение устойчивости систем электроснабжения от воздействия ЭМИ.
15. Определение возможности оборудования убежища в производственном (вспомогательном) здании цеха (объекта).
16. Обеспечение устойчивости функционирования системы водоснабжения цеха (объекта) в условиях ЧС.
17. Обеспечение устойчивости функционирования системы канализации цеха (объекта) в условиях ЧС.
18. Обеспечение устойчивости функционирования системы электроснабжения цеха (объекта) в условиях ЧС.
19. Обеспечение устойчивости функционирования системы теплоснабжения цеха (объекта) в условиях ЧС.
20. Обеспечение устойчивости функционирования системы газоснабжения цеха (объекта) в условиях ЧС.
21. Подготовка цеха (объекта) к восстановлению нарушенного производства.
22. Защитные сооружения гражданской обороны. Расчёт несущих и ограждающих конструкций убежищ.
23. Защитные сооружения гражданской обороны. Расчёт параметров противорадиационной защиты защитных сооружений гражданской обороны.

## **1. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

### **1.1. ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ЗРИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Требования к освещению помещений промышленных предприятий определяются СНиП 23-05-95. Коэффициент естественной освещённости (КЕО), нормируемая освещённость, допустимые сочетания показателей ослеплённости и коэффициента пульсации освещённости принимаются по табл. П1.1.

#### **Естественное освещение**

Целью расчёта естественного освещения является определение площади световых проёмов, т.е. количества и геометрических размеров окон, обеспечивающих нормированное значение КЕО.

Нормированное значение коэффициента естественной освещённости вычисляется по формуле

$$e_N = e_H m_N,$$

где  $N$  – номер группы административно-территориального района по обеспеченности естественным светом (табл. П1.4);  $e_H$  – значение коэффициента естественной освещённости (табл. П1.1);  $m_N$  – коэффициент светового климата (табл. П1.3).

При боковом одностороннем освещении суммарная площадь световых проёмов определяется по формуле

$$S_0 = S_n \frac{e_N \eta_0 K_3 K_{зд}}{100 \tau_0 r_1}, \text{ м}^2,$$

где  $S_0$  – суммарная площадь всех световых проёмов,  $\text{м}^2$ ;  $S_n$  – площадь пола помещения,  $\text{м}^2$ ;  $e_N$  – нормированное значение КЕО;  $\eta_0$  – световая характеристика окна (табл. П1.5);  $K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светопропускающего материала светового проёма (табл. П1.2);  $K_{зд}$  – коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями (табл. П1.6);  $r_1$  – коэффициент, учитывающий отражённый свет (табл. П1.9);  $\tau_0$  – общий коэффициент светопропускания светового проёма:

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4;$$

где  $\tau_1$  – коэффициент светопропускания материала (табл. П1.7);  $\tau_2$  – коэффициент, учитывающий потери света в переплётках окна (табл. П1.7);  $\tau_3$  – коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях (табл. П1.7), при отсутствии несущих конструкций принимается равным 1;  $\tau_4$  – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах (табл. П1.8).

Количество световых проёмов определяется по формуле

$$n = \frac{S_0}{S_1},$$

где  $S_1$  – площадь одного светового проёма,  $\text{м}^2$ .

## Искусственное освещение

Наиболее распространённым является общее и комбинированное (общее + местное) освещение. Применение одного местного освещения внутри зданий не допускается. В зависимости от расположения оборудования общее освещение может быть равномерным или локализованным.

Для нормирования освещённости рабочих мест все работы разбиты на разряды, учитывающие их точность, связанную с наименьшими размерами объектов различения и угловых размеров объекта (табл. П1.1).

При расчёте искусственного освещения необходимо учитывать размеры освещаемого помещения, характер среды в нём, точность выполняемой работы, контраст объекта различения.

Расчёт общего искусственного освещения рекомендуется проводить в следующем порядке.

1. Выбор типа источника света. Если температура в помещении не понижается ниже  $10^\circ\text{C}$  и нет опасности стробоскопического эффекта, то следует использовать наиболее экономичные газоразрядные лампы.

2. Обоснованно выбирают систему освещения (общее или комбинированное). При выборе необходимо учитывать, что система комбинированного освещения экономичнее, а система общего освещения равномернее распределяет световую энергию. Для освещения рабочих мест высоких зрительных разрядов следует применять комбинированное освещение.

3. Выбор типа светильника. Основанием для выбора светильника являются требования взрыво- и пожароопасности, загрязнённости воздушной среды, требования к распределению яркости в поле зрения.

4. Распределение светильников по помещению. При этом необходимо учитывать неравномерность освещения, высоту подвеса и способ крепления светильников. Выполняется графическим способом:

– вычерчиваются в масштабе эскизы плана и разреза помещения (см. рис. П2.1. и П2.2);

– светильники устанавливаются по вершинам квадратных полей, расположенных параллельно стене, или по вершинам квадратных полей, расположенных диагонально. Расстояние между светильниками  $l$  определяется из условия обеспечения равномерного распределения освещённости:

$$l/h = \lambda,$$

где  $h$  – расстояние от оси лампы до рабочей освещаемой поверхности;  $\lambda$  – коэффициент распределения света данным типом светильника [4];

– расстояние от крайних светильников до стены принимается равным  $b = (0,3 \dots 0,5) l$ , при этом  $b = 0,5l$  принимают при наличии у стены прохода.

5. Определение нормированной освещённости на рабочем месте. В расчёте освещения этот момент является самым ответственным. Вначале устанавливают разряд выполняемой работы по наименьшему размеру объекта различения. Затем оценивают фон и контраст объекта с фоном и в соответствии с выбранным источником света и системой освещения выбирают нормированную освещённость (табл. П1.1).

6. Расчёт светового потока одного светильника. По установленной величине освещённости с учётом коэффициентов запаса и неравномерности освещения по методу светового потока определяют световой поток одного светильника:

$$F_{л} = \frac{E_{н} SZK}{N\eta}, \text{ лм,}$$

где  $E_{н}$  – нормируемая освещённость рабочей поверхности, лк;  $S$  – площадь освещаемой поверхности, м<sup>2</sup>;  $Z$  – коэффициент минимальной освещённости (принимается равным 1,15 для ламп накаливания и 1,1 для люминесцентных);  $K$  – коэффициент запаса (табл. П1.2);  $N$  – количество ламп, размещённых на плане помещения;  $\eta$  – коэффициент использования светового потока (табл. П1.10).

7. Выбор ближайшей стандартной лампы проводят по данным табл. П1.11, при этом необходимо учитывать, что люминесцентные лампы допускают установку нескольких единиц в одном светильнике.

8. Обратным расчётом проверяют фактическую освещённость и отклонение от расчётного значения. Допустимые отклонения (–10 ... +20)%. При больших отклонениях изменяют схему расположения светильников или мощность ламп.

9. Определение электрической мощности осветительной установки:

$$P = P_{л.таб} N, \text{ Вт,}$$

где  $P_{л.таб}$  – электрическая мощность одной лампы, Вт (табл. П1.11).

### Расчёт прожекторного освещения территории

Освещённость рабочей площадки должна составлять не менее 2 лк. Для общего равномерного освещения следует предусматривать:

- светильники с лампами накаливания – при ширине площадки до 20 м;
- осветительные приборы с лампами типа ДРЛ – при ширине площадки до 150 м;
- прожекторы с лампами накаливания и ДРИ – при ширине площадки от 150 до 300 м.

Расчёт проводится методом компоновки изолукс [9].

1. Принимают минимальную нормируемую освещённость  $E_{н}$  (лк) горизонтальной поверхности освещаемой рабочей площадки в зависимости от участка или вида работ [24 – 26].

2. По таблице П1.12 выбирают тип прожектора, тип лампы и минимально допустимую высоту установки прожекторов  $h_0$  (м) при нормируемой освещённости  $E_{н}$ .

3. По таблицам П1.13 и П1.14 принимают рекомендуемую высоту мачты  $h > h_0$ .

4. Вычисляют расчётную освещённость  $e$  горизонтальной освещаемой поверхности рабочей площадки

$$e = 0,5 E_{н} K,$$

где  $K$  – коэффициент запаса, равный 1,5 для прожекторов с лампами накаливания и 1,7 – с газоразрядными источниками света.

5. Вычисляют значение  $eh^2$  и по табл. П1.15 определяют оптимальный угол наклона оси прожектора в вертикальной плоскости

$\theta$ , град, который соответствует максимальной площади, охватываемой изолуксой.

6. Вычисляют радиус «мёртвого пространства» у основания мачты  $R$ , м:

$$R = h \operatorname{tg} (45 - \theta).$$

Если радиус попадает в пределы площади, требующей освещения, то устанавливают дополнительные светильники или сильно наклонённые прожекторы.

7. Рассчитывают и строят в масштабе рабочей площадки изолуксу горизонтальной освещённости  $e$ .

1) Задаться величиной  $x$ , кратной  $h/2$  ( $x$  – расстояние от основания мачты до освещаемой точки горизонтальной поверхности) и найти ряд значений  $x' = x/h$  (значения  $x$  должны охватывать всю площадку).

2) Заполнить таблицу значений, выполнив следующие пункты:

$x$ , м	$x'$	$\xi$	$\rho$	$\rho^3$	$\epsilon$ , клк	$\eta$	$y$ , м
...	0,25	...	...	...	...	...	...
...	0,5	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...

а) выписать из табл. П1.16 значения  $\xi$ ,  $\rho$ ,  $\rho^3$  для первого значения  $x'$ . Найти освещённость на условной поверхности  $\epsilon$ :

$$\epsilon = \epsilon \rho^3 h^2;$$

б) по графику изолукс [9] на условной плоскости найти  $\eta$  как абсциссу точки, ордината которой равна  $\xi$ , а освещённость  $\epsilon$ ;

в) вычислить  $y$ :

$$y = \eta \rho h;$$

- г) построить две точки изолюксы:  $M_1^1(x, y)$  и  $M_1^2(x, -y)$ ;
- д) найти координаты точек изолюксы для оставшихся значений  $x'$ .
- 3) По полученным значениям  $x$  и  $y$  построить изолюксу горизонтальной освещаемой рабочей площадки в координатах  $y = f(x)$ , соединив точки  $M_1^1, M_1^2, \dots, M_n^1, M_n^2$  плавной линией.
8. Начертить план освещаемой горизонтальной площадки в том же масштабе, что и масштаб изолюксы.
9. Компонуют изолюксы на освещаемой рабочей площадке. Для этого вырезают из кальки изолюксы, накалывают в намеченные места мачты и, поворачивая изолюксы, выбирают вариант размещения, обеспечивающий хорошее заполнение площадки при наименьшем количестве прожекторов. При этом в точках пересечения или касания изолюк освещённость равна  $2e$ , а внутри изолюк обеспечивается более высокая освещённость.

## 1.2. НОРМАЛИЗАЦИЯ МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Требования к вентиляции и кондиционированию воздуха, а также отоплению производственных зданий определяются «Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий – СН 245–71». Вытяжная или приточно-вытяжная общеобменная вентиляция позволяет удалить загрязнённый и перегретый воздух из всего объёма помещения. Количество воздуха, необходимого для обеспечения требуемых параметров среды в рабочей зоне, определяется по количеству вредных веществ, избыточных влаговыделений и тепловыделений. При наличии в помещении одновременно вредных выделений, выделений тепла и влаги за расчётную величину требуемого расхода воздуха принимают наибольшую из полученных для каждого вида производственных вредностей.

При локальных вредных выделениях чаще всего целесообразно применять местную вентиляцию. В ряде случаев местная вентиляция выполняется в качестве дополнения к общеобменной. При расчёте местной вентиляции могут быть выбраны пылеотделители и трубопроводы; стружкоотделитель (циклон); пылеотделитель (фильтр).

Задачей расчёта вентиляции является определение мощности электродвигателя вентилятора:

$$N = \frac{V \Delta p \beta}{1000 \eta}, \text{ кВт},$$

где  $V$  – объёмный расход воздуха,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $\Delta p$  – полное гидравлическое сопротивление сети, Па;  $\eta$  – общий КПД вентиляционной установки;  $\beta$  – коэффициент запаса мощности.

### 1. Определение объёмного расхода воздуха.

1) При расчёте *местной вентиляции* для удаления пыли определённого размера задаются площадью сечения приёмника (зонта) с учётом дополнительных отверстий и длиной воздуховода; устанавливают расположение и конструктивный состав вентиляционной установки; определяют плотность и динамическую вязкость удаляемого воздуха при температуре рабочей зоны. Вычисляют критерий Архимеда  $Ar$ , характеризующий силу, необходимую для перевода частиц пыли во взвешенное состояние:

$$Ar = \frac{d^3 \rho \rho_c g}{\mu_c^2},$$

где  $d$  – диаметр частицы пыли, м;  $\rho$  – плотность частицы,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\rho_c$  – плотность воздуха,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\mu_c$  – динамическая вязкость воздуха, Па·с.

По найденному значению  $Ar$  определяются критерий Рейнольдса  $Re_{\text{внт}}$  и скорость, при которой частицы пыли переходят во взвешенное состояние:

$$Re_{\text{внт}} = \frac{Ar}{18 + 0,61 \sqrt{Ar}},$$

$$w_{\text{внт}} = \frac{Re_{\text{внт}} \mu_c}{d \rho_c}, \text{ м/с}.$$

Вычисляется объёмный расход удаляемого запылённого воздуха:

$$V = w_{\text{пр}} (F_{\text{раб}} + F_{\text{доп}}) \alpha + V_t, \text{ м}^3/\text{с},$$

где  $w_{\text{пр}} = 1,2 w_{\text{внт}}$ , м/с;  $\alpha$  – коэффициент запаса ( $\alpha = 1,1 \dots 1,3$ );  $V_t$  – объёмный расход образующихся в сечении приёмника газообразных веществ,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $F_{\text{раб}}, F_{\text{доп}}$  – площади сечения вытяжного отверстия и дополнительных отверстий,  $\text{м}^2$ .

2) При расчёте *общеобменной вентиляции* необходимо учесть все факторы, ухудшающие качество воздуха рабочей зоны (избыточная теплота, избыточная влажность, выделение вредных веществ).

Количество воздуха  $V$ , которое надо подать в помещение для *поглощения избыточной теплоты*, определяется формулой

$$V = \frac{Q_{\text{изб}}}{c \rho (t_{\text{уд}} - t_{\text{нар}})}, \text{ м}^3/\text{с},$$

где  $Q_{изб}$  – количество выделяющегося избыточного тепла, Вт;  $c$  – удельная теплоёмкость воздуха, Дж/(кг·°C);  $\rho$  – плотность поступающего (наружного) воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $t_{уд}$ ,  $t_{нар}$  – температура удаляемого и наружного воздуха, соответственно, °C.

Выделяющееся избыточное тепло определяется как сумма тепла, поступающего в помещение от работающих электрооборудования

$Q_{эл}$ , нагретых поверхностей  $Q_{обор}$ , осветительных приборов  $Q_{осв}$ , солнечной радиации через остеклённые проёмы  $Q_{ос}$

$$Q_{изб} = Q_{обор} + Q_{осв} + Q_{люд} + Q_{эл} + Q_{ос}.$$

а) тепловыделения от нагретых поверхностей (рассчитываются для поверхностей, нагретых до 35°C и выше)

$$Q_{обор} = \alpha F (t_{ап} - t_1),$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи от нагретой поверхности к окружающей среде, Вт/м<sup>2</sup>·K (принимается при свободной конвекции из интервала 5 ... 10 Вт/м<sup>2</sup>·K);  $F$  – общая площадь теплоотдачи, м<sup>2</sup>;  $t_{ап}$  – температура нагретой поверхности, °C;  $t_1$  – температура воздуха в месте установки оборудования, °C (принимается равной температуре воздуха в рабочей зоне  $t_{р.з}$ , определяемой с учётом категории выполняемой работы и времени года по СН 245–71);

б) тепловыделения от осветительных приборов

$$Q_{осв} = (1 - \eta) n_{осв} P_{осв},$$

где  $n_{осв}$  – число осветительных приборов;  $P_{осв}$  – мощность одного осветительного прибора, Вт;  $\eta$  – коэффициент полезного действия (принять 0,02 ... 0,05 для ламп накаливания и 0,2 ... 0,3 для люминесцентных ламп);

в) тепловыделения от работающих

$$Q_{люд} = n q_1,$$

где  $n$  – число работающих;  $q_1$  – тепловыделения от одного работающего, Вт;

г) тепловыделения от электрооборудования

$$Q_{эл} = (1 - \eta) n_{эл} P_{эл},$$

где  $n_{эл}$  – число единиц электрооборудования;  $P_{эл}$  – мощность одной единицы, Вт;  $\eta$  – коэффициент полезного действия;

д) тепло от солнечной радиации

$$Q_{ос} = qFK_1K_2,$$

где  $q$  – суммарная поверхностная плотность теплового потока, Вт/м<sup>2</sup>, через остеклённый световой проём от прямой и рассеянной солнечной радиации (табл. П1.38, П1.39);  $K_1$  – коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств (шторы, карнизы, жалюзи и другие изделия заводского изготовления) (табл. П1.40);  $K_2$  – коэффициент теплопропускания заполнения световых проёмов (табл. П1.41);  $F$  – площадь светового проёма (остекления), м<sup>2</sup>.

Суммарный тепловой поток через световые проёмы помещения определяется как сумма световых потоков через отдельные световые проёмы.

Температура удаляемого воздуха определяется по формуле

$$t_{уд} = t_{рз} + \Delta t (H - h_{рз}), \text{ } ^\circ\text{C},$$

где  $t_{рз}$  – температура рабочей зоны, определяемая с учётом категории работы и времени года по СН 245–71, °C;  $\Delta t$  – температурный градиент по высоте помещения,  $\Delta t = 0,5 \dots 1,5^\circ\text{C/м}$ ;  $H$  – расстояние от пола до центра вытяжных проёмов, м;  $h_{рз}$  – высота рабочей зоны, м (обычно принимается равной 2 м).

Температура наружного воздуха принимается равной средней температуре июля для данного населённого пункта;

$c$  – теплоёмкость воздуха, Дж/кг·°C; принять равным 1000 Дж/кг·°C;  $\rho_{пр}$  – плотность поступающего воздуха, кг/м<sup>3</sup>

$$\rho_{пр} = 1,293 \cdot 273 / (273 + t_{пр}).$$

Количество воздуха  $V$ , которое надо подать в помещение для компенсации избыточной влажности, определяется формулой

$$V = \frac{M_{изб}}{\rho (x_{вн} - x_{нар})}, \text{ м}^3/\text{с},$$

где  $M_{изб}$  – количество выделяющейся избыточной влаги, кг/с;  $\rho$  – плотность поступающего воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $x_{вн}$ ,  $x_{нар}$  – влагосодержание удаляемого и поступающего воздуха, кг влаги/кг воздуха, определяются по температурам и относительным влажностям в помещении и вне его с использованием  $I$ - $x$ -диаграммы воздуха (рис. П2.3).

$M_{изб}$  – массовый расход паров воды, поступающих в рабочую зону, кг/с;  $M_{изб}$  складывается из влаги  $M_1$ , испаряющейся

с открытой поверхности, и влагоотделений от людей  $M_2$ .

$$а) M_1 = F m,$$

где  $F$  – площадь испарения,  $m^2$ ;  $m$  – скорость испарения,  $кг / (м^2 \cdot с)$ , вычисляется по формуле

$$m = (760/B) (p_n - p_n) \beta,$$

где  $p_n$  – давление насыщения паров воды при температуре рабочей зоны, мм рт. ст.;  $p_n$  – парциальное давление водяного пара в условиях рабочей зоны, мм рт. ст.;  $B$  – барометрическое давление, мм рт. ст.;  $\beta$  – коэффициент массоотдачи при испарении,  $кг/(м^2 \cdot с \cdot мм рт. ст.)$ ; для приближённых расчётов может быть определён как

$$\beta = 0,00168 + 0,00128 w,$$

где  $w$  – скорость воздуха над поверхностью испарения, 0,1 ... 0,3 м/с. Значение коэффициента  $\beta$  в этой формуле выражено в  $кг/(м^2 \cdot с \cdot мм вод. ст.)$  [27].

$$б) M_2 = n m_1,$$

где  $n$  – количество работающих;  $m_1$  – влагоотделения от одного работающего,  $кг/с$  (табл. П1.28).

Количество воздуха  $V$ , которое надо подать в помещение для *разбавления вредных веществ* до безопасных концентраций, определяется по формуле

$$V = \frac{G}{q_{пдк} - q_0}, \text{ м}^3/\text{с},$$

где  $G$  – количество выделяющихся вредных веществ,  $кг/с$ ;  $q_{пдк}$  – предельно допустимая концентрация,  $мг/м^3$ ;  $q_0$  – концентрация вредного вещества в поступающем воздухе,  $мг/м^3$  (не должна превышать 30% от ПДК).

В случаях, когда количество выделяемых вредных веществ в воздух помещений трудно определить, допускается рассчитывать количество вентиляционного воздуха по кратности воздухообмена, установленного ведомственными нормативными документами. *Кратность воздухообмена  $K$*  показывает, сколько раз в течение часа воздух в помещении должен быть заменён полностью:

$$K = 3600 \frac{V}{V_n}, \text{ ч}^{-1},$$

где  $V$  – объём воздуха для вентиляции,  $м^3/с$ ;  $V_n$  – объём помещения,  $м^3$ .

Расходы воздуха, необходимые для корректировки параметров микроклимата по избыточному теплу, влаговыделениям и выделениям вредных веществ, рассчитываются отдельно, причём для дальнейших расчётов используют максимальную из полученных величин.

## 2. Определение полного гидравлического сопротивления производят следующим образом:

а) вычерчивают схему вентиляционной сети с поворотами, переходами, воздухораспределительными устройствами, разбивают её на участки;

б) с учётом оптимальной скорости движения воздуха в воздуховодах  $w_b$  (5 ... 12 м/с) рассчитывают их поперечное сечение по участкам:

$$d_b = \sqrt{V/0,785 w_b};$$

в) определяют гидродинамические константы воздуха при температуре удаляемого воздуха для вытяжной вентиляции и при температуре поступающего воздуха – для приточной;

г) рассчитывают потери напора на создание скорости потока:

$$\Delta p_{ск} = \frac{\rho_c w_b^2}{2},$$

где  $\rho_c$  – плотность перемещаемого воздуха,  $кг/м^3$ ;

д) рассчитывают потери напора на прямых участках труб, учитывая шероховатость материала воздуховодов [8]:

$$\Delta p_{тр} = \lambda \frac{l}{d_b} \Delta p_{ск},$$

где  $\lambda$  – коэффициент потерь на трение по длине воздуховода;

е) определяют местные потери напора в фасонных частях воздуховода (переходы, колена, жалюзи) [8]:

$$\Delta p_{\text{м.с}} = \sum_{i=1}^n \xi_i \Delta p_{\text{ск}},$$

где  $\xi_i$  – коэффициент  $i$ -го местного сопротивления;

ж) определяют полное гидравлическое сопротивление сети (Па):

$$\Delta p = \Delta p_{\text{ск}} + \Delta p_{\text{тр}} + \Delta p_{\text{м.с}} + \Delta p_{\text{под}} + \Delta p_{\text{доп}} + \Delta p_{\text{оч}},$$

где  $\Delta p_{\text{ск}}$  – затраты давления на создание скорости потока;  $\Delta p_{\text{тр}}$  – потери давления на преодоление сопротивления трения по длине трубы;  $\Delta p_{\text{м.с}}$  – потери давления на преодоление местных сопротивлений;  $\Delta p_{\text{под}}$  – затраты давления на подъём жидкости ( $\rho g h_{\text{под}}$ );  $\Delta p_{\text{доп}}$  – разность давлений в пространстве нагнетания ( $p_2$ ) и в пространстве всасывания ( $p_1$ );  $\Delta p_{\text{оч}}$  – гидравлическое сопротивление очистного устройства (фильтра, циклона).

3. **Мощность электродвигателя вентилятора  $N$ , кВт:**

$$N = \frac{V \Delta p \beta}{1000 \eta},$$

где  $V$  – наибольший из расходов воздуха,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $\Delta p$  – полное гидравлическое сопротивление сети, Па;  $\eta$  – КПД вентиляционной установки [8],  $\eta = \eta_n \eta_{\text{п}} \eta_{\text{д}}$ , где  $\eta_n$  – КПД вентилятора;  $\eta_{\text{п}}$  – КПД передачи;  $\eta_{\text{д}}$  – КПД двигателя;  $\beta$  – коэффициент запаса мощности, выбирается по справочным данным [8].

### 1.3. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Организационные и технические мероприятия по обеспечению безопасности при эксплуатации электроустановок указаны в «Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также в «Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок».

Технические способы и средства обеспечения электробезопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.019–79 разделены на две группы: обеспечивающие защиту от случайного прикосновения к токоведущим частям и защищающие от поражения током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции или по иным причинам.

В промышленности повышенное внимание уделяют качеству изоляции и контролю её состояния, а также мерам защиты от поражения током в случае перехода напряжения на токоведущие части электроприёмников, прежде всего вследствие повреждения (недопустимого снижения сопротивления) изоляции. Согласно Правилам устройства электроустановок для защиты от поражения током в случае повреждения изоляции необходимо применять, по крайней мере, одну из следующих мер: заземление, зануление, защитное отключение, разделительный трансформатор, малое напряжение, двойную изоляцию, выравнивание потенциалов.

Для оценки опасности поражения работающих электрическим током необходимо определить, к какому классу по характеру окружающей среды и по степени опасности поражения током относится данное помещение.

#### Классификация помещений по характеру окружающей среды (ПУЭ)

**Нормальное** – сухое помещение, в котором отсутствуют признаки, свойственные помещениям жарким, пыльным и с химически активной средой.

**Сухое** – помещение, относительная влажность воздуха в котором не превышает 60%.

**Влажное** – помещение, в котором пары или конденсирующаяся влага выделяются лишь временно и притом в небольших количествах. Относительная влажность воздуха в помещении более 60%, но не превышает 75%.

**Сырое** – помещение, относительная влажность воздуха в котором длительно превышает 75%.

**Особо сырое** – помещение, относительная влажность воздуха в котором близка к 100% (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).

**Жаркое** – помещение, температура воздуха в котором длительно превышает 30°C.

**Пыльное** – помещение, в котором по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т.п. Пыльные помещения подразделяются на помещения с проводящей пылью и на помещения с непроводящей пылью.

**Помещение с химически активной средой** – помещение, в котором по условиям производства содержатся (постоянно или длительно) пары или образуются отложения, действующие разрушающе на изоляцию и токоведущие части оборудования.

#### Классификация помещений

по степени опасности поражения током (ПУЭ)



1. **Помещения без повышенной опасности** характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность.

2. **Помещения с повышенной опасностью** характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:

- а) сырости (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%);
- б) токопроводящей пыли;
- в) токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и др.);
- г) высокой температуры (выше +35°C);

д) возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землёй металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

3. **Особо опасные помещения** характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

- а) особой сырости (относительная влажность воздуха близка к 100% – потолок, стены, пол и предметы в помещении покрыты влагой);
- б) химически активной или органической среды (разрушающей изоляцию и токоведущие части электрооборудования);
- в) одновременно двух или более условий повышенной опасности.

### **Применение и устройство защитного заземления и зануления**

Заземление следует применять в сетях напряжением до 1 кВ переменного тока – трёхфазных трёхпроводных с изолированной нейтралью, однофазных двухпроводных, изолированных от земли, а также постоянного тока двухпроводных с изолированной средней точкой обмоток источника тока; в сетях напряжением выше 1 кВ переменного и постоянного тока с любым режимом нейтральной или средней точки обмоток источников тока.

Зануление следует выполнять в трёхфазных четырёхпроводных сетях напряжением до 1 кВ с глухозаземлённой нейтралью, в однофазных двухпроводных сетях переменного тока с глухозаземлённым выводом источника тока, а также в трёхпроводных сетях постоянного тока с глухозаземлённой средней точкой источника. Применение в таких электроустановках заземления корпусов электроприёмников без их зануления не допускается.

Заземление или зануление электроустановок следует выполнять при напряжении 380 В и выше переменного тока и 440 В и выше постоянного тока – во всех электроустановках, при минимальных напряжениях выше 42 В, но ниже 380 В переменного тока и выше 110 В, но ниже 440 В постоянного тока – только в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках.

Заземлению или занулению подлежат следующие части:

- а) корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т.п.;
- б) приводы электрических аппаратов;
- в) вторичные обмотки измерительных трансформаторов;
- г) каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов, а также съёмные и открывающиеся части,

если на последних установлено электрооборудование напряжением выше 42 В переменного или более 110 В постоянного тока;

д) металлические конструкции распределительных устройств, металлические кабельные соединительные муфты, металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей, металлические оболочки проводов, металлические рукава и трубы электропроводки;

е) металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей и проводов напряжением до 42 В переменного или до 110 В постоянного тока, проложенных на общих металлических конструкциях;

ж) металлические корпуса передвижных и переносных электроприёмников;

з) оборудование, размещённое на движущихся частях станков, машин и механизмов.

Не требуется преднамеренно заземлять или занулять:

а) корпуса электрооборудования, аппаратов и электромонтажных конструкций, установленных на заземлённых (занулённых) металлических конструкциях;

б) конструкции при условии надёжного электрического контакта между этими конструкциями и установленным на них заземлённым или занулённым электрооборудованием;

в) корпуса электроприёмников с двойной изоляцией;

г) металлические скобы, закрепы, отрезки труб механической защиты кабелей в местах их прохода через стены.

Для заземления электроустановок, получающих энергию от одной сети, целесообразно устраивать общее заземляющее устройство. Если выполняется несколько заземляющих устройств, то они должны быть электрически соединены между собой.

### **Расчёт защитного заземления**

Расчёт заземлителей электроустановок напряжением до 1 кВ, а также свыше 1 до 35 кВ включительно выполняют обычно методом коэффициентов использования по допустимому сопротивлению заземлителя растеканию тока. При этом допускают, что заземлитель размещён в однородной земле.

Цель расчёта защитного заземления – определение количества электродов заземлителя и заземляющих проводников, их размеров и схемы размещения в земле, при которых сопротивление заземляющего устройства растеканию тока или

напряжение прикосновения при замыкании фазы на заземлённые части электроустановок не превышают допустимых значений.

Для расчёта используются следующие исходные данные:

- характеристика установки (тип, вид оборудования, рабочие напряжения, суммарная мощность генераторов или трансформаторов, питающих данную сеть, режим нейтрали сети, способы её заземления и т.п.);
- план электроустановки с указанием размеров и размещения оборудования;
- удельное электрическое сопротивление земли на участке размещения заземлителя;
- вид, форма, размеры, материал электродов и заземляющих проводников, предназначенных для сооружения искусственного заземляющего устройства.

### Расчёт группового заземлителя в однородной земле

Для заземления стационарных электроустановок наибольшее распространение получили групповые искусственные заземлители, размещённые в земле на определённой глубине. Они представляют собой систему одиночных электродов (вертикальных или горизонтальных), соединённых между собой горизонтальным проводником связи.

Одиночные вертикальные электроды располагают в ряд или по контуру. Расстояние  $a$  между соседними вертикальными электродами (если позволяют размеры отведённой под заземлитель площадки) рекомендуется брать не менее 2,5 м. Для заземлителей, расположенных в ряд, отношение  $a$  к длине  $l$  вертикального электрода предпочтительно выбирать равным 2–3, а при расположении электродов по контуру – равным 3.

Определяют сопротивление одиночного электрода с помощью соответствующих расчётных зависимостей (табл. П1.17, П1.22 – П1.25).

По напряжению сети и суммарной мощности используемого электрооборудования по ПУЭ определяют и обосновывают величину

нормируемого сопротивления заземления  $R_n$ . При  $R_3 \leq R_n$  расчёт заканчивается.

При  $R_3 > R_n$  найти минимальное количество параллельно расположенных заземлителей:

$$n_1 = R_3 / R_n.$$

Определяют коэффициент использования параллельно расположенных заземлителей  $\eta$  (табл. П1.18, П1.20, П1.21).

Вычисляют количество параллельных заземлителей:

$$n = R_3 / (R_n \eta).$$

Уточняют коэффициент использования  $\eta$  для числа параллельно расположенных заземлителей  $n$ .

С учётом схемы размещения заземлителя в грунте рассчитывают длину  $L$  и сопротивление  $R_r$  горизонтальной полосы, соединяющей параллельные электроды (табл. П1.17).

Определяют коэффициент использования горизонтальной полосы  $\eta_r$  (табл. П1.19).

Результирующее сопротивление рассчитывается как параллельное соединение всех вертикальных электродов с соединительной полосой с учётом коэффициентов экранирования (коэффициентов использования):

$$R = R_3 R_r / (R_r n \eta + R_3 \eta_r).$$

Полученное значение сопротивления не должно превышать нормируемое значение ( $R \leq R_n$ ).

В то же время сопротивление  $R$  не должно быть значительно меньше предельно допустимого во избежание неоправданно больших экономических затрат на сооружение заземляющего устройства.

Если результаты расчёта не удовлетворяют установленным ограничениям, то изменяют параметры заземлителя, которыми предпочтительно варьировать в каждом конкретном случае, и расчёт повторяют заново. Таким образом, методом последовательного приближения добиваются выполнения указанных выше требований к сопротивлению заземляющего устройства.

### Расчёт зануления

Цель расчёта зануления – определить условия, при которых оно надёжно и быстро отключает повреждённую электроустановку от сети и одновременно обеспечивает безопасность прикосновения человека к занулённым частям установки в аварийный период (при замыкании фазы на корпус электроустановки или нулевой защитный проводник). Расчёт зануления включает расчёт на отключающую способность, расчёт заземления нейтрали, исходя из условия безопасности при замыкании фазы на землю, и расчёт повторных заземлений нулевого защитного проводника для обеспечения безопасности при замыкании фазы на корпус электроустановки.

1. *Расчёт на отключающую способность.* Согласно ПУЭ проводимость фазных и нулевых защитных проводников должна быть выбрана такой, чтобы при замыкании фазы на корпус или на нулевой защитный проводник возник ток короткого замыкания  $I_{к.з.}$ , превышающий не менее чем в 3 раза номинальный ток плавкого элемента ближайшего предохранителя (во взрывоопасных зонах в 4 раза); в 3 раза номинальный ток нерегулируемого расцепителя или уставку тока регулируемого расцепителя автоматического выключателя, имеющего обратную зависимость от тока характеристику (во взрывоопасных зонах в 6 раз). Номинальный ток плавкойставки  $I_{ном}$  указан непосредственно на ней заводом-изготовителем.

При защите сетей автоматическими выключателями, имеющими только электромагнитный расцепитель, проводимость проводников должна обеспечивать ток не ниже уставки тока мгновенного срабатывания, умноженной на коэффициент,

учитывающий разброс (по заводским данным), и на коэффициент запаса 1,1. При отсутствии заводских данных для автоматических выключателей с силой номинального тока до 100 А кратность тока короткого замыкания относительно уставки следует принимать не менее 1,4, а для автоматических выключателей с силой номинального тока более 100 А – не менее 1,25.

Требования к току короткого замыкания  $I_{к.3}$  соответствуют условию

$$I_{к.3} \geq kI_n,$$

где  $k$  – коэффициент кратности номинального тока  $I_n$  автоматической защиты.

Сила однофазного тока короткого замыкания  $I_{к.3}$ , А, без учёта тока, проходящего через землю, значение которого незначительно, может быть определена по формуле

$$I_{к.3} = \frac{U_\phi}{Z_T/3 + Z_\phi + Z_{н.3} + jx_n},$$

где  $U_\phi$  – фазное напряжение сети, В;  $Z_T$  – комплексное полное сопротивление обмоток трёхфазного источника тока (трансформатора), Ом;  $Z_\phi = R_\phi + jx_\phi$  – комплексное сопротивление фазного проводника, Ом;  $Z_{н.3} = R_{н.3} + jx_{н.3}$  – комплексное полное сопротивление нулевого защитного проводника, Ом;  $R_\phi$  и  $R_{н.3}$  – активные сопротивления фазного и нулевого защитного проводников, Ом;  $x_\phi$  и  $x_{н.3}$  – внутренние индуктивные сопротивления фазного и нулевого защитного проводников, Ом;  $x_n$  – внешнее индуктивное сопротивление петли фаза – нуль (фазный проводник – нулевой защитный проводник), Ом.

Модуль тока короткого замыкания, А, вычисляют по приближённой формуле (неточность около 5% в сторону ужесточения требований безопасности):

$$I_{к.3} = U_\phi / (Z_T/3 + Z_n),$$

где  $Z_T$  и  $Z_n$  – модули сопротивления обмоток источника питания и полного сопротивления цепи фаза–нуль, Ом, причём

$$Z_n = \sqrt{(R_\phi + R_{н.3})^2 + (x_\phi + x_{н.3} + x_n)^2}.$$

Активное сопротивление цепи фаза–нуль ( $R_\phi + R_{н.3}$ ), Ом, для проводников из цветных металлов определяют по формуле

$$(R_\phi + R_{н.3}) = \sum_{i=1}^n \rho_i l_i / s_i,$$

где  $\rho_i$  – удельное сопротивление материала  $i$ -го участка проводника (для меди  $\rho = 0,0175$  Ом·мм<sup>2</sup>/м, для алюминия  $\rho = 0,028$  Ом·мм<sup>2</sup>/м);

$l_i$  – длина, м,  $i$ -го участка проводника, имеющего одинаковое поперечное сечение  $s_i$ , мм<sup>2</sup>, и выполненного из одного материала;  $n$  – число  $i$ -х участков, образующих цепь фаза–нуль.

Активное  $R$  и внешнее индуктивное  $x_n$  сопротивления, Ом, фазного и нулевого защитного проводников из цветных металлов можно определить по погонным сопротивлениям  $R'$  и  $x'_n$ , Ом/км и длине  $l$ , м.

$$R = 10^{-3} R' l, \quad x_n = 10^{-3} x'_n l.$$

Внешнее индуктивное сопротивление  $x_n$ , Ом, двухпроводной линии с проводами круглого сечения одинакового диаметра  $d$ , м, находят по формуле

$$x_n = 2 f \mu \ln(2D/d),$$

где  $f$  – частота тока, Гц;  $\mu$  – абсолютная магнитная проницаемость среды, Гн/м;  $\mu = \mu_r \mu_0$ ;  $\mu_r$  – относительная магнитная проницаемость среды;  $\mu_0$  – магнитная постоянная, Гн/м;  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ ;  $l$  – длина линии, м;  $D$  – расстояние между проводами линии, м.

Для линии длиной 1 км, расположенной в воздушной среде, при частоте тока 50 Гц  $x'_n = 0,1256 \ln(2D/d)$ .

В целях уменьшения внутреннего индуктивного сопротивления нулевые защитные проводники следует прокладывать совместно с фазными или в непосредственной близости от них. В приближённых расчётах  $x'_n$  принимают равным 0,3 Ом/км для внутренней проводки и 0,6 Ом/км для ВЛ (при расстояниях между проводами, соответствующих нормам).

Предварительно необходимо задаться профилем и сечением проводника, зная его длину и ожидаемое значение силы тока однофазного короткого замыкания  $I_{к.3}$ , А. Сечение выбирают из условия, чтобы плотность тока  $i_{к.3} = 0,5 \dots 2,0$  А/мм<sup>2</sup>. Для приближённых расчётов активное  $R_c$  и внутреннее индуктивное  $x_c$  сопротивления, Ом, стальных проводников можно определить в зависимости от поверхностной плотности, А/см, тока  $i'_{к.3} = I_{к.3}/P$ , где  $P$  – периметр сечения проводника, см.

Внутреннее индуктивное погонное сопротивление медных и алюминиевых проводников сравнительно мало (около 0,0156 Ом/км), поэтому при их использовании величинами  $x_{\phi}$  и  $x_{н.з.}$ , можно пренебречь.

Модули полных сопротивлений  $Z_T$  обмоток трёхфазных трансформаторов при вторичных напряжениях 400/230 В приведены для масляных и для сухих трансформаторов. При использовании трансформаторов со вторичным напряжением  $U_{\phi}$ , отличным от 230 В, приведённые в таблицах значения  $Z_T$  необходимо умножить на коэффициент  $(U_{\phi} / 230)^2$ . Рекомендуется применять силовые трансформаторы со схемой включения обмоток «треугольник–звезда» ( $\Delta/Y_n$ ) при мощности 400 кВ·А и выше и «звезда–зигзаг» ( $Y/Z_n$ ) при мощности 250 кВ·А и ниже. Допускается устанавливать силовые трансформаторы со схемой соединения обмоток «звезда–звезда» ( $Y/Y_n$ ) независимо от мощности при условии соблюдения требований ПУЭ в отношении кратности тока однофазного короткого замыкания к номинальному току устройств максимальной токовой защиты.

Используя приведённые выше расчётные зависимости определяют ток однофазного короткого замыкания и проверяют выполнение условия безопасности для выбранных средств автоматической защиты. Если условие  $I_{к.з} \geq KI_n$  не выполняется, то необходимо увеличить сечение проводников и в первую очередь нулевого защитного проводника.

2. *Расчёт заземления нейтрали и повторных заземлителей.* Сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали источников питания (трансформаторов), не должно превышать значения, указанного в [4]. Эти сопротивления должны быть обеспечены с учётом использования естественных заземлителей и заземлителей повторных заземлений нулевого проводника ВЛ напряжением до 1 кВ при числе отходящих линий не менее двух. При этом следует устраивать искусственные заземлители, сопротивление которых приведено в [4].

На концах ВЛ или ответвлённых длиной более 200 м, а также на вводах в здания, электроустановки которых подлежат занулению, следует выполнять повторное заземление нулевого провода. При размещении электроустановок, подлежащих занулению, вне зданий расстояние электроустановки до ближайшего заземлителя повторного заземления нулевого провода ВЛ или до заземлителя нейтрали должно быть не более 100 м. Общее сопротивление заземляющих устройств всех повторных заземлений нулевого провода каждой ВЛ, а также каждого повторного заземлителя, не должно превышать значений, указанных в [4]. Рекомендации по конструктивному выполнению заземляющих устройств в системе зануления даны в [4]. Проектный расчёт заземления нейтрали источника питания и повторного заземления выполняется аналогично расчёту защитного заземления электроустановок.

#### 1.4. ЗАЩИТА ОТ АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Молниезащита включает комплекс мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, предохранения зданий, сооружений, оборудования и материалов от взрывов, загораний и разрушений, возможных при воздействии молнии.

В соответствии с назначением зданий и сооружений необходимость выполнения молниезащиты и тип зоны защиты определяют в зависимости от среднегодовой продолжительности гроз, а также от ожидаемого количества поражений здания в год.

Здания и сооружения, отнесённые к 1-й и 2-й категориям молниезащиты, должны быть защищены от прямых ударов молнии, вторичных проявлений молнии и заноса высокого потенциала через наземные, надземные и подземные металлические коммуникации. Здания и сооружения, отнесённые к 3-й категории молниезащиты, должны быть защищены от прямых ударов молнии и заноса высокого потенциала.

Наружные установки, отнесённые ко 2-й категории молниезащиты, должны быть защищены от прямых ударов и вторичных проявлений молнии, а наружные установки 3-й категории молниезащиты – от прямых ударов молнии.

При определении размеров и формы защиты необходимо учитывать высоту и форму защищаемого здания и сооружения. Для создания зон защиты применяют одиночный стержневой молниеотвод, двойной стержневой молниеотвод, многократный стержневой молниеотвод; одиночный, двойной или многократный тросовый молниеотвод.

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода представляет собой круговой конус, размер зоны защиты при этом рассчитывают исходя из высоты молниеотвода. Зона защиты двойного стержневого молниеотвода имеет две торцевые и внутреннюю области. Зона защиты многократного стержневого молниеотвода определяется как зона защиты попарно взятых соседних стержневых молниеотводов.

Габариты зоны защиты одиночного тросового молниеотвода определяются высотой подвеса троса в середине пролёта.

#### Устройство молниезащиты

Молниезащита 1-й категории от прямых ударов молнии должна выполняться отдельно стоящими стержневыми или тросовыми молниеотводами. Здания и сооружения должны вписываться в зону защиты, при этом необходимо обеспечить расположение молниеотводов от защищаемого объекта на рекомендуемом расстоянии как по воздуху, так и от подземных коммуникаций. Наименьшее допустимое расстояние определяют для любого типа молниеотвода в зависимости от высоты здания, конструкции заземлителя и эквивалентного удельного сопротивления грунта.

Молниезащита зданий и сооружений 2-й категории от прямых ударов молнии осуществляется установленными на защищаемом объекте стержневыми или тросовыми молниеотводами. При установке отдельно стоящих молниеотводов расстояние от них по воздуху и земле до защищаемого объекта и вводимых в него коммуникаций не нормируется. На зданиях с металлической кровлей её используют в качестве молниеприёмника. При этом все выступающие неметаллические элементы здания должны быть оборудованы молниеприёмниками, присоединёнными к металлической кровле.

Наружные установки, содержащие горючее и сжиженные газы или ЛВЖ, должны быть защищены следующим образом:

– корпуса установок из железобетона, металлические корпуса установок и отдельных резервуаров при толщине металла крыши менее 4 мм должны быть оборудованы молниеотводами, установленными на защищаемом объекте или отдельно стоящими;

– металлические корпуса установок и отдельных резервуаров при толщине крыши 4 мм и более, а также отдельные резервуары объёмом менее 200 м<sup>3</sup> независимо от толщины металла крыши, а также металлические кожуха теплоизолированных установок достаточно присоединить к заземлителю.

Молниезащита от прямых ударов молнии зданий и сооружений 3-й категории выполняется так же, как и молниезащита 2-й категории.

Молниезащита неметаллических труб, башен, вышек высотой более 15 м от прямых ударов молнии должна быть выполнена установкой на этих сооружениях:

- при высоте до 50 м – одного стержневого молниеприёмника высотой не менее 1 м;
- при высоте от 50 до 150 м – двух стержневых молниеприёмников высотой не менее 1 м, объединённых на верхнем торце трубы;
- при высоте более 150 м – не менее трёх молниеприёмников или стального кольца сечением не менее 160 мм<sup>2</sup>.

Для производственного здания, имеющего габаритные размеры  $L_{зд}$  (длина), м;  $B_{зд}$  (ширина), м;  $h_{зд}$  (высота), м, параметры зоны защиты определяются следующим образом.

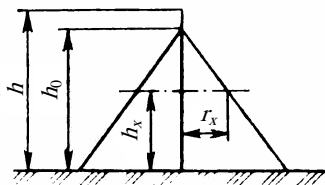
1. По таблице П1.30 определить среднегодовую продолжительность гроз, ч, в районе расположения здания.
2. Определить ожидаемое количество поражений молнией в год для зданий прямоугольной формы:

$$N = [(B_{зд} + 6h_{зд})(L_{зд} + 6h_{зд}) - 7,7 h_{зд}^2] n \cdot 10^{-6},$$

где  $n$  – среднегодовое число ударов молнии в 1 км<sup>2</sup> земной поверхности в районе расположения здания (табл. П1.31).

3. По таблице П1.32 определить категорию молниезащиты и тип зоны защиты.
4. Рассчитать параметры зоны защиты.

1) Одиночный стержневой молниеотвод. Зона защиты представляет собой конус, вершина которого находится на высоте  $h_0$ .



Зона А.  
 $h_0 = 0,85 h$   
 $r_0 = (1,1 - 0,002h) h$   
 $r_x = (1,1 - 0,002h) (h - h_{зд}/0,85)$



Зона Б.  
 $h_0 = 0,92 h$   
 $r_0 = 1,5h$   
 $r_x = 1,5(h - h_{зд}/0,92)$

2) Одиночный тросовый молниеотвод. Габариты зоны защиты определяются высотой троса  $h$  в середине пролёта. При высоте опор  $h_{оп}$  и длине пролёта  $a$  высоту троса определяют по формулам:

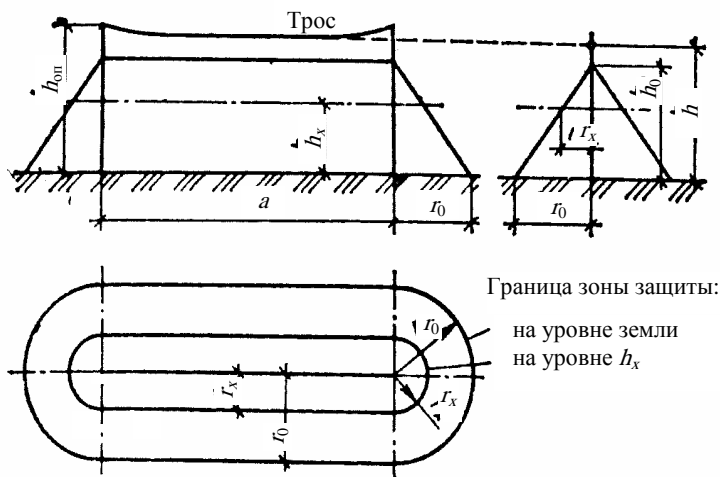
$$h = h_{оп} - 2 \text{ при } a \leq 120 \text{ м};$$

$$h = h_{оп} - 3 \text{ при } 120 < a < 150 \text{ м}.$$

Зоны защиты имеют следующие габариты:

Зона А.  
 $h_0 = 0,85h$   
 $r_0 = (1,35 - 0,0025h)h$   
 $r_x = (1,35 - 0,0025h) (h - h_{зд}/0,85)$

Зона Б.  
 $h_0 = 0,92 h$   
 $r_0 = 1,7h$   
 $r_x = 1,7(h - h_{зд}/0,92)$



5. Начертить схему молниеотвода.

6. Определить, эффективно ли рассчитанное устройство молниезащиты для обеспечения защиты производственного здания от прямых ударов молнии.

### 1.5. АППАРАТУРА ПОВЫШЕННОГО РИСКА

К этому классу производственного оборудования относятся сосуды, работающие под давлением, т.е. герметически закрытые ёмкости, предназначенные для ведения химических и тепловых процессов, а также для хранения и перевозки сжатых, сжиженных и растворённых газов и жидкостей под давлением.

Основная опасность при работе таких сосудов заключается в возможности их разрушения при физическом взрыве среды. Наиболее частыми причинами аварий и взрывов сосудов, работающих под давлением, являются: несоответствие конструкции максимально допустимому давлению и температурному режиму, повышение давления сверх предельного, потеря механической прочности аппарата (коррозия, внутренние дефекты металла, местные перегревы), несоблюдение установленного режима, отсутствие необходимого технического надзора.

Нормальные условия работы таких аппаратов регламентируются «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» (ПБ 03-576-03). Данные правила распространяются на:

- сосуды, работающие под давлением воды с температурой выше  $115^{\circ}\text{C}$  или других нетоксичных, невзрывопожароопасных жидкостей при температуре, превышающей температуру кипения при давлении  $0,07\text{ МПа}$  ( $0,7\text{ кгс/см}^2$ );
- сосуды, работающие под давлением пара, газа или токсичных взрывопожароопасных жидкостей свыше  $0,07\text{ МПа}$  ( $0,7\text{ кгс/см}^2$ );
- баллоны, предназначенные для транспортировки и хранения сжатых, сжиженных и растворённых газов под давлением свыше  $0,07\text{ МПа}$  ( $0,7\text{ кгс/см}^2$ );
- цистерны и бочки для транспортировки и хранения сжатых и сжиженных газов, давление паров которых при температуре до  $50^{\circ}\text{C}$  превышает давление  $0,07\text{ МПа}$  ( $0,7\text{ кгс/см}^2$ );
- цистерны и сосуды для транспортировки или хранения сжатых, сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в которых давление выше  $0,07\text{ МПа}$  ( $0,7\text{ кгс/см}^2$ ) создаётся периодически для их опорожнения;
- барокамеры.

Правила не распространяются на:

- сосуды атомных энергетических установок, а также сосуды, работающие с радиоактивной средой;
- сосуды вместимостью не более  $0,025\text{ м}^3$  (25 л) независимо от давления, используемые для научно-экспериментальных целей. При определении вместимости из общей ёмкости сосуда исключается объём, занимаемый футеровкой, трубами и другими внутренними устройствами. Группа сосудов, а также сосуды, состоящие из отдельных корпусов и соединённые между собой трубами с внутренним диаметром более 100 мм, рассматриваются как один сосуд;
- сосуды и баллоны вместимостью не более  $0,025\text{ м}^3$  (25 л), у которых произведение давления в МПа ( $\text{кгс/см}^2$ ) на вместимость в  $\text{м}^3$  (литрах) не превышает 0,02 (200);
- сосуды, работающие под давлением, создающимся при взрыве внутри них в соответствии с технологическим процессом или горении в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза;
- сосуды, работающие под вакуумом;
- сосуды, устанавливаемые на морских, речных судах и других плавучих средствах (кроме драг);
- сосуды, устанавливаемые на самолётах и других летательных аппаратах;
- воздушные резервуары тормозного оборудования подвижного состава железнодорожного транспорта, автомобилей и других средств передвижения;
- сосуды специального назначения военного ведомства;
- приборы парового и водяного отопления;
- трубчатые печи;
- сосуды, состоящие из труб с внутренним диаметром не более 150 мм без коллекторов, а также с коллекторами, выполненными из труб с внутренним диаметром не более 150 мм;

– части машин, не представляющие собой самостоятельных сосудов (корпуса насосов или турбин, цилиндры двигателей паровых, гидравлических, воздушных машин и компрессоров).

Правила устанавливают специальные требования к конструкции и материалам сосудов, к их изготовлению, монтажу, установке, регистрации, техническому освидетельствованию, содержанию и обслуживанию. В качестве устройств, защищающих аппараты, работающие под давлением, от взрыва, могут быть использованы предохранительные клапаны и мембраны.

### Расчёт рабочей толщины разрывной мембраны

В аппарате с рабочей средой поддерживается давление  $p_{\text{раб}}$  и температура  $t_c$ . Необходимо рассчитать толщину проката для изготовления разрывной предохранительной мембраны со сплошным куполом.

1. Используя данные (П1.33, П1.34), выбрать материал для изготовления мембраны.
2. По приложению 1.35 определить величину пробного давления  $p_n$ .
3. Определить давление срабатывания мембраны  $p_c$ , исходя из соотношения

$$p_{c \min} \leq p_c \leq p_{c \max},$$

где  $p_{c \min}$  – минимальное давление срабатывания мембраны,  $p_{c \min} = qp_{\text{раб}}$ ;  $q$  – коэффициент запаса, исключающий ложное срабатывание мембраны (П1.36);  $p_{c \max}$  – максимальное давление срабатывания мембраны.

$$p_{c \max} = p_n \left[ \frac{\sigma_T^t}{\sigma_T^{20}} \right],$$

где  $\sigma_T^t$  – допускаемое напряжение для материала аппарата по пределу текучести при рабочей температуре;  $\sigma_T^{20}$  – допускаемое напряжение для материала аппарата по пределу текучести при температуре 20°C.

Давление срабатывания  $p_c$  принимаем равным среднему арифметическому минимального и максимального давления срабатывания мембраны.

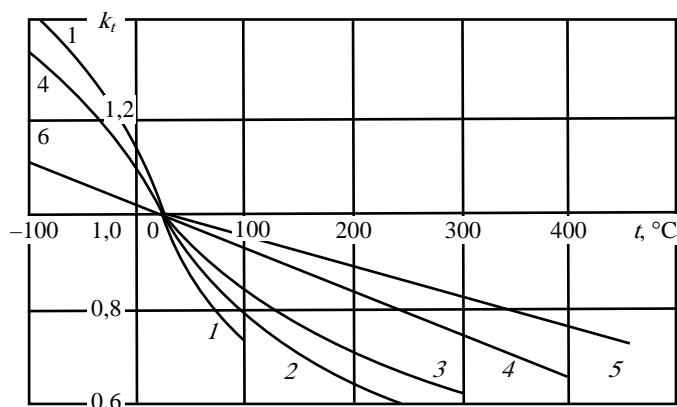
4. Для разрывных мембран со сплошным куполом (см. рис. П2.4) толщина тонколистового проката  $h$  для изготовления мембраны определяется по формуле

$$h = (p_c r) / (2 k_t \sigma_B), \text{ м,}$$

где  $r = \frac{D}{4} \sqrt{\frac{1+\delta}{\sqrt{1+\delta}-1}}$  – радиус кривизны, м;  $\delta$  – относительное удлинение при разрыве (П1.37);  $k_t$  – температурный коэффициент (рис. 1.1);  $\sigma_B$  – предел прочности при одноосном растяжении, МПа (П1.37);  $D$  – диаметр мембраны, м.

5. Для изготовления мембраны выбрать сорт металлопроката с толщиной, наиболее близкой к расчётной.
6. Определить, соответствует ли действительное давление срабатывания условию  $p_{c \min} \leq p_c \leq p_{c \max}$ :

$$p_c = (2k_t h \sigma_B) / r.$$



**Рис. 1.1. Зависимость коэффициента  $k_t$  от температуры**

**для различных материалов:**

- 1 – алюминий; 2 – коррозионно-стойкая сталь; 3 – титан; 4 – никель;  
5 – монель; 6 – бериллиевая бронза

## 2. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Пожарная безопасность обеспечивается выполнением требований Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [30]. Эти требования определяются характеристиками веществ и материалов, используемых в производстве. Технические и организационные решения по обеспечению пожарной безопасности должны приниматься с учётом категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности [21]. Применяемое электрооборудование должно иметь исполнение, соответствующее классу помещения [30, 31].

### 2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИЙ ПОМЕЩЕНИЙ, ЗДАНИЙ И НАРУЖНЫХ УСТАНОВОК ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с табл. 2.1.

#### 2.1. Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А повышенная взрывопожаро-опасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°C в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчётное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и(или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчётное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б взрывопожаро-опасность	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°C, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчётное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа

Продолжение табл. 2.1

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
В1–В4 пожароопасность	Горючие и трудногорючие жидкости, твёрдые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б
Г умеренная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскалённом или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и(или) горючие газы, жидкости и твёрдые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д пониженная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

#### Примечания.

1. Методы определения категорий помещений А и Б устанавливаются в соответствии с приложением А.
2. Отнесение помещения к категории В1, В2, В3 или В4 осуществляется в зависимости от количества и способа размещения пожарной нагрузки в указанном помещении и его объёмно-планировочных характеристик, а также от пожароопасных свойств веществ и материалов, составляющих пожарную нагрузку. Разделение помещений на категории В1–В4 регламентируется положениями в соответствии с приложением Б.

Определение категорий помещений следует осуществлять путём последовательной проверки принадлежности помещения к категориям, приведённым в табл. 2.1, от наиболее опасной (А) к наименее опасной (Д).

Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности определяются, исходя из доли и суммированной площади помещений той или иной категории опасности в этом здании.

1) Здание относится к категории А, если в нём суммированная площадь помещений категории А превышает 5% площади всех помещений или 200 м<sup>2</sup>.

2) Здание не относится к категории А, если суммированная площадь помещений категории А в здании не превышает 25% суммированной площади всех размещённых в нём помещений (но не более 1000 м<sup>2</sup>) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.



3) Здание относится к категории Б, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А и суммированная площадь помещений категорий А и Б превышает 5% суммированной площади всех помещений или 200 м<sup>2</sup>.

4) Здание не относится к категории Б, если суммированная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25% суммированной площади всех размещённых в нём помещений (но не более 1000 м<sup>2</sup>) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

5) Здание относится к категории В, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А или Б и суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 превышает 5% (10%, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммированной площади всех помещений.

6) Здание не относится к категории В, если суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 в здании не превышает 25% суммированной площади всех размещённых в нём помещений (но не более 3500 м<sup>2</sup>) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

7) Здание относится к категории Г, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А, Б или В и суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, В3 и Г превышает 5% суммированной площади всех помещений.

8) Здание не относится к категории Г, если суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, В3 и Г в здании не превышает 25% суммированной площади всех размещённых в нём помещений (но не более 5000 м<sup>2</sup>) и помещения категорий А, Б, В1, В2 и В3 оснащаются установками автоматического пожаротушения.

9) Здание относится к категории Д, если оно не относится к категории А, Б, В или Г.

*Категории наружных установок по пожарной опасности принимаются в соответствии с табл. 2.2.*

Определение категорий наружных установок следует осуществлять путём последовательной проверки их принадлежности к категориям, приведённым в табл. 2.2, от наиболее опасной (АН) к наименее опасной (ДН).

В случае, если из-за отсутствия данных представляется невозможным оценить величину пожарного риска, допускается использование вместо неё следующих критериев.

## **2.2. Категории наружных установок по пожарной опасности**

Категория наружной установки	Критерии отнесения наружной установки к той или иной категории по пожарной опасности
АН повышенная взрывопожаро- опасность	Установка относится к категории АН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°С, вещества и(или) материалы, способные гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и(или) друг с другом (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании указанных веществ с образованием волн давления превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки)
БН взрывопожаро- опасность	Установка относится к категории БН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие пыли и(или) волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°С, горючие жидкости (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании пыле- и(или) паровоздушных смесей с образованием волн давления превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки)

ВН пожароопасность	Установка относится к категории ВН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие и(или) трудногорючие жидкости, твёрдые горючие и(или) трудногорючие вещества и(или) материалы (в том числе пыли и(или) волокна), вещества и(или) материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и(или) друг с другом гореть, и если не реализуются критерии, позволяющие отнести установку к категории АН или БН (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании указанных веществ и(или) материалов превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки)
-----------------------	--

Продолжение табл. 2.2

Категория наружной установки	Критерии отнесения наружной установки к той или иной категории по пожарной опасности
ГН умеренная пожароопасность	Установка относится к категории ГН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) негорючие вещества и(или) материалы в горячем, раскаленном и(или) расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и(или) пламени, а также горючие газы, жидкости и(или) твёрдые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
ДН пониженная пожароопасность	Установка относится к категории ДН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) в основном негорючие вещества и(или) материалы в холодном состоянии и если по перечисленным выше критериям она не относится к категории АН, БН, ВН или ГН

Для категорий АН и БН:

– горизонтальный размер зоны, ограничивающей газопаровоздушные смеси с концентрацией горючего выше нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР) по ГОСТ 12.1.044, превышает 30 м (данный критерий применяется только для горючих газов и паров) и(или) расчётное избыточное давление при сгорании газо-, паро- или пылевоздушной смеси на расстоянии 30 м от наружной установки превышает 5 кПа.

Для категории ВН:

– интенсивность теплового излучения от очага пожара веществ и(или) материалов, указанных для категории ВН, на расстоянии 30 м от наружной установки превышает  $4 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$ .

Горизонтальные размеры зон, ограничивающих газопаровоздушные смеси с концентрацией горючего выше НКПР, определяются в соответствии с приложением В.

Интенсивность теплового излучения от очага пожара определяется в соответствии с [21].

### 2.1.1. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАТЕГОРИЙ ПОМЕЩЕНИЙ А И Б

1) При расчёте критериев взрывопожарной опасности в качестве расчётного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором в образовании горючих газо- паро-, пылевоздушных смесей участвует наибольшее количество газов, паров, пылей, наиболее опасных в отношении последствий сгорания этих смесей.

2) Количество поступивших в помещение веществ, которые могут образовать горючие газопаровоздушные, пылевоздушные смеси, определяется, исходя из следующих предпосылок:

а) происходит расчётная авария одного из аппаратов;

б) всё содержимое аппарата поступает в помещение;

в) происходит одновременно утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат, по прямому и обратному потокам в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов.

Расчётное время отключения трубопроводов определяют в каждом конкретном случае, исходя из реальной обстановки, и должно быть минимальным с учётом паспортных данных на запорные устройства, характера технологического процесса и вида расчётной аварии.

Расчётное время отключения трубопроводов следует принимать равным:

– времени срабатывания системы автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если вероятность отказа системы автоматики не превышает  $0,000001$  в год или обеспечено резервирование её элементов;

– 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование её элементов;

– 300 с при ручном отключении;

г) происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости; площадь испарения при разливе на пол определяется (при отсутствии справочных данных), исходя из расчёта, что 1 литр смесей и растворов, содержащих 70% и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,5 м<sup>2</sup>, а остальных жидкостей – на 1 м<sup>2</sup> пола помещения;

д) происходит также испарение жидкости из ёмкостей, эксплуатируемых с открытым зеркалом жидкости, и со свежеекрашенных поверхностей;

е) длительность испарения жидкости принимается равной времени её полного испарения, но не более 3600 с.

3) Количество пыли, которое может образовать пылевоздушную смесь, определяется из следующих предпосылок:

а) расчётной аварии предшествовало пыленакопление в производственном помещении, происходящее в условиях нормального режима работы (например, вследствие пылевыделения из негерметичного производственного оборудования);

б) в момент расчётной аварии произошла плановая (ремонтные работы) или внезапная разгерметизация одного из технологических аппаратов, за которой последовал аварийный выброс в помещение всей находившейся в аппарате пыли.

4) Свободный объём помещения определяется как разность между объёмом помещения и объёмом, занимаемым технологическим оборудованием. Если свободный объём помещения определить невозможно, то его допускается принимать условно, равным 80% геометрического объёма помещения.

### Расчёт избыточного давления для горючих газов, паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей

1) Избыточное давление  $\Delta P$  для индивидуальных горючих веществ, состоящих из атомов С, Н, О, N, Cl, Br, I, F, определяется по формуле

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \frac{100}{C_{\text{ст}}} \frac{1}{K_{\text{н}}},$$

где  $P_{\max}$  – максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовой или паровой смеси в замкнутом объёме, определяемое экспериментально или по справочным данным. При отсутствии данных допускается принимать  $P_{\max}$  равным 900 кПа;  $P_0$  – начальное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);  $m$  – масса горючего газа (ГГ) или паров легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ), вышедших в результате расчётной аварии в помещение, кг;  $Z$  – коэффициент участия горючих газов и паров в горении, который может быть рассчитан на основе характера распределения газов и паров в объёме помещения. Допускается принимать значение  $Z$  по таблице [30];  $V_{\text{св}}$  – свободный объём помещения, м<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{г,п}}$  – плотность газа или пара при расчётной температуре  $t_p$ , кг·м<sup>-3</sup>, вычисляемая по формуле

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{M}{V_0(1 + 0,00367t_p)},$$

где  $M$  – молярная масса, м<sup>3</sup>·кмоль<sup>-1</sup>;  $V_0$  – мольный объём, равный 22,413 м<sup>3</sup>·кмоль<sup>-1</sup>;  $t_p$  – расчётная температура, °С.

В качестве расчётной температуры следует принимать максимально возможную температуру воздуха в данном помещении в соответствующей климатической зоне или максимально возможную температуру воздуха по технологическому регламенту с учётом возможного повышения температуры в аварийной ситуации. Если такого значения расчётной температуры  $t_p$  по каким-либо причинам определить не удаётся, допускается принимать её равной 61°С;  $C_{\text{ст}}$  – стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, % (объёмных), вычисляемая по формуле

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84\beta},$$

где  $\beta = n_{\text{C}} + \frac{n_{\text{H}} - n_{\text{X}}}{4} - \frac{n_{\text{O}}}{2}$  – стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания;  $n_{\text{C}}$ ,  $n_{\text{H}}$ ,  $n_{\text{O}}$ ,  $n_{\text{X}}$  – число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего;  $K_{\text{н}}$  – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения. Допускается принимать  $K_{\text{н}}$  равным трём.

2) Расчёт  $\Delta P$  для смесей, а также для индивидуальных веществ, кроме состоящих из атомов С, Н, О, N, Cl, Br, I, F, может быть выполнен по формуле

$$\Delta P = \frac{mH_{\text{т}}P_0Z}{V_{\text{св}}\rho_{\text{в}}C_pT_0} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}},$$

где  $H_{\text{т}}$  – теплота сгорания, Дж·кг<sup>-1</sup>;  $\rho_{\text{в}}$  – плотность воздуха при начальной температуре  $T_0$ , кг·м<sup>-3</sup>;  $C_p$  – теплоёмкость воздуха (допускается принимать равной 1,01·10<sup>3</sup>, Дж·кг<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup>);  $T_0$  – начальная температура воздуха, К.

### 2.3. Значение коэффициента $Z$ участия горючих газов и паров в горении

Вид горючего вещества	Значение $Z$
Водород	1,0
Горючие газы (кроме водорода)	0,5
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые до температуры вспышки и выше	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при наличии возможности образования аэрозоля	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при отсутствии возможности образования аэрозоля	0

3) В случае обращения в помещении горючих газов, легковоспламеняющихся или горючих жидкостей при определении массы  $m$  допускается учитывать работу аварийной вентиляции, если она обеспечена резервными вентиляторами, автоматическим пуском при превышении предельно допустимой взрывобезопасной концентрации и электроснабжением по первой категории надёжности по Правилам устройства электроустановок (ПУЭ), при условии расположения устройств для удаления воздуха из помещения в непосредственной близости от места возможной аварии.

Допускается учитывать постоянно работающую общеобменную вентиляцию, обеспечивающую концентрацию горючих газов и паров в помещении, не превышающую предельно допустимую взрывобезопасную концентрацию, рассчитанную для аварийной вентиляции. Указанная общеобменная вентиляция должна быть оборудована резервными вентиляторами, включающимися автоматически при остановке основных. Электроснабжение указанной вентиляции должно осуществляться не ниже чем по первой категории надёжности по ПУЭ.

При этом массу  $m$  горючих газов или паров легковоспламеняющихся или горючих жидкостей, нагретых до температуры вспышки и выше, поступивших в объём помещения, следует разделить на коэффициент  $K$ , определяемый по формуле

$$K = AT + 1,$$

где  $A$  – кратность воздухообмена, создаваемого аварийной вентиляцией,  $\text{с}^{-1}$ ;  $T$  – продолжительность поступления горючих газов и паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в объём помещения, с.

4) Масса  $m$ , кг, поступившего в помещение при расчётной аварии газа определяется по формуле

$$m = (V_a + V_T) \rho_g,$$

где  $V_a$  – объём газа, вышедшего из аппарата,  $\text{м}^3$ ;  $V_T$  – объём газа, вышедшего из трубопроводов,  $\text{м}^3$ .

При этом

$$V_a = 0,01 P_1 V,$$

где  $P_1$  – давление в аппарате, кПа;  $V$  – объём аппарата,  $\text{м}^3$ ;

$$V_T = V_{1T} + V_{2T},$$

где  $V_{1T}$  – объём газа, вышедшего из трубопровода до его отключения,  $\text{м}^3$ ;  $V_{2T}$  – объём газа, вышедшего из трубопровода после его отключения,  $\text{м}^3$ ;

$$V_{1T} = qT,$$

где  $q$  – расход газа, определяемый в соответствии с технологическим регламентом в зависимости от давления в трубопроводе, его диаметра, температуры газовой среды и т. д.,  $\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ ;  $T$  – время, определяемое по [30], с;

$$V_{2T} = 0,01 \pi P_2 (r_1^2 L_1 + r_2^2 L_2 + \dots + r_n^2 L_n),$$

где  $P_2$  – максимальное давление в трубопроводе по технологическому регламенту, кПа;  $r_1, 2, \dots, n$  – внутренний радиус трубопроводов, м;  $L_1, 2, \dots, n$  – длина трубопроводов от аварийного аппарата до задвижек, м.

5) Масса паров жидкости  $m$ , поступивших в помещение при наличии нескольких источников испарения (поверхность разлитой жидкости, поверхность со свеженанесённым составом, открытые ёмкости и т.п.), определяется из выражения:

$$m = m_p + m_{\text{ёмк}} + m_{\text{св.окр}},$$

где  $m_p$  – масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива, кг;  $m_{\text{ёмк}}$  – масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых ёмкостей, кг;  $m_{\text{св.окр}}$  – масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесён применяемый состав, кг.

Масса испарившейся жидкости определяется по формуле

$$r = WF_{\text{и}}T,$$

где  $W$  – интенсивность испарения,  $\text{кг}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{м}^{-2}$ ;  $F_{\text{и}}$  – площадь испарения,  $\text{м}^2$ , определяемая в зависимости от массы жидкости  $m_{\text{и}}$ , вышедшей в помещение.

Если аварийная ситуация связана с возможным поступлением жидкости в распылённом состоянии, то она должна быть учтена в формуле для расчёта массы паров введением дополнительного слагаемого, учитывающего общую массу поступившей жидкости от распыляющих устройств, исходя из продолжительности их работ.

б) Интенсивность испарения  $W$  определяется по справочным и экспериментальным данным. Для нагретых не выше расчётной температуры (окружающей среды) ЛВЖ при отсутствии данных допускается рассчитывать  $W$  по формуле

$$W = 10^{-6} \eta \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}},$$

где  $\eta$  – коэффициент, принимаемый по табл. 2.4 в зависимости от скорости и температуры воздушного потока над поверхностью испарения;  $P_{\text{н}}$  – давление насыщенного пара при расчётной температуре жидкости  $t_{\text{р}}$ , определяемое по справочным данным, кПа.

#### 2.4. Значение коэффициента $\eta$ в зависимости от скорости и температуры воздушного потока

Скорость воздушного потока в помещении, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$	Значение коэффициента $\eta$ при температуре $t$ , °С, воздуха в помещении				
	10	15	20	30	35
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,1	3,0	2,6	2,4	1,8	1,6
0,2	4,6	3,8	3,5	2,4	2,3
0,5	6,6	5,7	5,4	3,6	3,2
1,0	10,0	8,7	7,7	5,6	4,6

7) Масса паров  $m$ , кг, при испарении жидкости, нагретой выше расчётной температуры, но не выше температуры кипения жидкости, определяется по соотношению

$$m = 0,02 \sqrt{M} P_{\text{н}} \frac{C_{\text{ж}} m_{\text{и}}}{L_{\text{исп}}},$$

где  $C_{\text{ж}}$  – удельная теплоёмкость жидкости при начальной температуре испарения,  $\text{Дж}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{К}^{-1}$ ;  $L_{\text{исп}}$  – удельная теплота испарения жидкости при начальной температуре испарения, определяемая по справочным данным,  $\text{Дж}\cdot\text{кг}^{-1}$ .

При отсутствии справочных данных допускается рассчитывать  $L_{\text{исп}}$  по формуле

$$L_{\text{исп}} = \frac{19,173 \cdot 10^3 B T_{\text{а}}^2}{(T_{\text{а}} + C_{\text{а}} - 273,2)^2 M},$$

где  $B$ ,  $C_{\text{а}}$  – константы уравнения Антуана, определяемые по справочным данным для давления насыщенных паров, измеряемого в кПа;  $T_{\text{а}}$  – начальная температура нагретой жидкости, К;  $M$  – молярная масса жидкости,  $\text{кг}\cdot\text{кмоль}^{-1}$ .

Две последние формулы справедливы для жидкостей, нагретых от температуры вспышки и выше при условии, что температура вспышки жидкости превышает значение расчётной температуры.

#### Расчёт избыточного давления взрыва для горючих пылей

1) Расчёт избыточного давления  $\Delta P$ , кПа, производится по формуле для определения избыточного давления взрыва смесей веществ (расчёт избыточного давления для горючих газов, паров легко воспламеняющихся и горючих жидкостей), где коэффициент  $Z$  участия взвешенной пыли в горении рассчитывают по формуле

$$Z = 0,5F,$$

где  $F$  – массовая доля частиц пыли размером менее критического, с превышением которого взрывзвесь становится неспособной распространять пламя. В отсутствие возможности получения сведений для оценки величины  $F$  допускается принимать  $F = 1$ .

2) Расчётную массу взвешенной в объёме помещения пыли  $m$ , кг, образовавшейся в результате аварийной ситуации, определяют по формуле

$$m = \min \left\{ \begin{array}{l} m_{вз} + m_{ав} \\ \rho_{ст} V_{ав} / Z \end{array} \right.$$

где  $T_{вз}$  – расчётная масса взвихрившейся пыли, кг;  $T_{ав}$  – расчётная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, кг;  $\rho_{ст}$  – стехиометрическая концентрация горючей пыли в аэровзвеси, кг·м<sup>-3</sup>;  $V_{ав}$  – расчётный объём пылевоздушного облака, образованного при аварийной ситуации в объёме помещения, м<sup>3</sup>.

В отсутствие возможности получения сведений для расчёта  $V_{ав}$  допускается принимать

$$T = T_{вз} + T_{ав}.$$

3) Расчётную массу взвихрившейся пыли  $m_{вз}$  определяют по формуле

$$T_{вз} = K_{вз} T_{п},$$

где  $K_{вз}$  – доля отложившейся в помещении пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате аварийной ситуации. При отсутствии экспериментальных сведений о величине  $K_{вз}$  допускается принимать  $K_{вз} = 0,9$ ;  $m_{п}$  – масса отложившейся в помещении пыли к моменту аварии, кг.

4) Расчётную массу пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации,  $m_{ав}$ , определяют по формуле

$$T_{ав} = (T_{ап} + qT) K_{п},$$

где  $m_{ап}$  – масса горючей пыли, выбрасываемой в помещение из аппарата, кг;  $q$  – производительность, с которой продолжается поступление пылевидных веществ в аварийный аппарат по трубопроводам до момента их отключения, кг·с<sup>-1</sup>;  $T$  – время отключения, с;  $K_{п}$  – коэффициент пыления, представляющий отношение массы взвешенной в воздухе пыли ко всей массе пыли, поступившей из аппарата в помещение. При отсутствии экспериментальных данных о величине  $K_{п}$  допускается принимать:

- $K_{п} = 0,5$  – для пылей с дисперсностью не менее 350 мкм;
- $K_{п} = 1,0$  – для пылей с дисперсностью менее 350 мкм.

5) Массу отложившейся в помещении пыли к моменту аварии определяют по формуле

$$m_{п} = \frac{K_{г}}{K_{у}} (m_1 + m_2),$$

где  $K_{г}$  – доля горючей пыли в общей массе отложений пыли;  $K_{у}$  – коэффициент эффективности пылеуборки. Принимают равным 0,6 при сухой и 0,7 – при влажной пылеуборке (ручной). При механизированной вакуумной пылеуборке для ровного пола  $K_{у}$  принимают равным 0,9; для пола с выбоинами (до 5% площади) – 0,7;  $m_1$  – масса пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между генеральными уборками, кг;  $m_2$  – масса пыли, оседающей на доступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между текущими уборками, кг.

Под труднодоступными для уборки площадями подразумевают такие поверхности в производственных помещениях, очистка которых осуществляется только при генеральных пылеуборках. Доступными для уборки местами являются поверхности, пыль с которых удаляется в процессе текущих пылеуборок (ежедневно, ежесуточно и т.п.).

6) Масса пыли  $m_i$  ( $i = 1; 2$ ), оседающей на различных поверхностях в помещении за межуборочный период, определяется по формуле

$$T_i = M_i(1 - \alpha)\beta_i, \quad (i = 1; 2),$$

где  $M_1 = \sum_j M_{1j}$  – масса пыли, выделяющаяся в объём помещения за период времени между генеральными пылеуборками,

кг;  $M_{1j}$  – масса пыли, выделяемая единицей пылящего оборудования за указанный период, кг;  $M_2 = \sum_j M_{2j}$  – масса пыли,

выделяющаяся в объём помещения за период времени между текущими пылеуборками, кг;  $M_{2j}$  – масса пыли, выделяемая единицей пылящего оборудования за указанный период, кг;  $\alpha$  – доля выделяющейся в объём помещения пыли, которая удаляется вытяжными вентиляционными системами. При отсутствии экспериментальных данных о величине  $\alpha$  полагают  $\alpha = 0$ ;  $\beta_1, \beta_2$  – доли выделяющейся в объём помещения пыли, оседающей соответственно на труднодоступных и доступных для уборки поверхностях помещения ( $\beta_1 + \beta_2 = 1$ ).

При отсутствии сведений о коэффициентах  $\beta_1$  и  $\beta_2$  допускается принимать  $\beta_1 = 1, \beta_2 = 0$ .

7)  $M_i$  ( $i = 1; 2$ ) могут быть также определены экспериментально (или по аналогии с действующими образцами производств) в период максимальной загрузки оборудования по формуле

$$M_i = \sum_j (G_{ij} F_{ij}) \tau_i, \quad (i = 1; 2),$$

где  $G_{1j}$ ,  $G_{2j}$  – интенсивность пылеотложений соответственно на труднодоступных  $F_{1j}$  ( $m^2$ ) и доступных  $F_{2j}$  ( $m^2$ ) площадях,  $кг \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$ ;  $\tau_1$ ,  $\tau_2$  – промежуток времени соответственно между генеральными и текущими пылеуборками, с.

### Определение избыточного давления для смесей, содержащих горючие газы (пары) и пыли

Расчётное избыточное давление  $\Delta P$  для гибридных смесей, содержащих горючие газы (пары) и пыли, определяется по формуле

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2,$$

где  $\Delta P_1$  – избыточное давление, вычисленное для горючего газа (пара) (см. расчёт выше);  $\Delta P_2$  – избыточное давление, вычисленное для горючей пыли (см. расчёт выше).

### Определение избыточного давления для веществ и материалов, способных сгорать при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом с образованием волн давления

Расчётное избыточное давление  $\Delta P$  для веществ и материалов, способных сгорать при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, определяют по формуле для смесей веществ (расчёт избыточного давления для горючих газов, паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей), полагая  $Z = 1$  и принимая в качестве  $H_f$  энергию, выделяющуюся при взаимодействии (с учётом сгорания продуктов взаимодействия до конечных соединений), или экспериментально в натуральных испытаниях. В случае, когда определить величину  $\Delta P$  не представляется возможным, следует принимать её превышающей 5 кПа.

#### 2.1.2. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАТЕГОРИЙ ПОМЕЩЕНИЙ В1–В4

Определение категорий помещений В1–В4 осуществляют путём сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки (далее – пожарная нагрузка) на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки, приведённой в табл. 2.5.

При пожарной нагрузке, включающей в себя различные сочетания (смесь) легковоспламеняющихся, горючих, трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудногорючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка пожарная нагрузка  $Q$ , МДж, определяется по формуле

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i Q_{ni}^p,$$

где  $G_i$  – количество  $i$ -го материала пожарной нагрузки, кг;  $Q_{ni}^p$  – низшая теплота сгорания  $i$ -го материала пожарной нагрузки, МДж·кг<sup>-1</sup>.

Удельная пожарная нагрузка  $g$ , МДж·м<sup>-2</sup>, определяется из соотношения

$$g = \frac{Q}{S},$$

где  $S$  – площадь размещения пожарной нагрузки, м<sup>2</sup> (но не менее 10 м<sup>2</sup>).

### 2.5. Удельная пожарная нагрузка и способы размещения для категорий В1–В4

Категория помещения	Удельная пожарная нагрузка $g$ на участке, МДж·м <sup>-2</sup>	Способ размещения
В1	Более 2200	Не нормируется
В2	1401–2200	В соответствии с формулой расчёта $g$
В3	181–1400	В соответствии с формулой расчёта $g$
В4	1–180	На любом участке пола помещения площадь каждого из участков пожарной нагрузки не более 10 м <sup>2</sup> . Способ размещения участков пожарной нагрузки определяется согласно формуле расчёта

В помещениях категорий В1–В4 допускается наличие нескольких участков с пожарной нагрузкой, не превышающей значений, приведённых в табл. 2.5. В помещениях категории В4 расстояния между этими участками должны быть более предельных. В таблице 2.6 приведены рекомендуемые значения предельных расстояний  $L_{пр}$  в зависимости от величины критической плотности падающих лучистых потоков  $q_{кр}$ , кВт·м<sup>-2</sup>, для пожарной нагрузки, состоящей из твёрдых горючих и трудногорючих материалов. Значения  $L_{пр}$ , приведённые в табл. 2.6, рекомендуются при условии, если  $H > 11$  м; если  $H < 11$

м, то предельное расстояние определяется как  $l = l_{пр} + (11 - H)$ , где  $l_{пр}$  – определяется из табл. 2.6;  $H$  – минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия), м.

Значения  $q_{кр}$  для некоторых материалов пожарной нагрузки приведены в табл. 2.7.

## 2.6. Значения предельных расстояний $l_{пр}$ в зависимости от критической плотности падающих лучистых потоков $q_{кр}$

$q_{кр}, \text{кВт}\cdot\text{м}^{-2}$	5	10	15	20	25	30	40	50
$l_{пр}, \text{м}$	12	8	6	5	4	3,8	3,2	2,8

## 2.7. Значения $q_{кр}$ для некоторых материалов пожарной нагрузки

Материал	$q_{кр}, \text{кВт}\cdot\text{м}^{-2}$
Древесина (сосна влажностью 12%)	13,9
Древесно-стружечные плиты (плотностью $417 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ )	8,3
Торф брикетный	13,2
Торф кусковой	9,8
Хлопок-волокно	7,5
Слоистый пластик	15,4
Стеклопластик	15,3
Пергамин	17,4
Резина	14,8
Уголь	35,0
Рулонная кровля	17,4
Сено, солома (при минимальной влажности до 8%)	7,0

Если пожарная нагрузка состоит из различных материалов, то  $q_{кр}$  определяется по материалу с минимальным значением  $q_{кр}$ .

Для материалов пожарной нагрузки с неизвестными значениями  $q_{кр}$  предельные расстояния принимаются  $l_{пр} \geq 12$  м.

Для пожарной нагрузки, состоящей из ЛВЖ или ГЖ, расстояние  $l_{пр}$  между соседними участками размещения (разлива) пожарной нагрузки допускается рассчитывать по формулам:

$$l_{пр} \geq 15 \text{ м при } H \geq 11 \text{ м,}$$

$$l_{пр} \geq 26 - H \text{ при } H < 11 \text{ м.}$$

Если при определении категорий В2 или В3 расчётное количество пожарной нагрузки  $Q$  отвечает неравенству

$$Q \geq 0,64 g_t H^2,$$

то помещение будет относиться к категориям В1 или В2 соответственно.

Здесь  $g_t = 2200 \text{ МДж}\cdot\text{м}^{-2}$  при  $1401 \text{ МДж}\cdot\text{м}^{-2} \leq g \leq 2200 \text{ МДж}\cdot\text{м}^{-2}$ ,  $g_t = 1400 \text{ МДж}\cdot\text{м}^{-2}$  при  $181 \text{ МДж}\cdot\text{м}^{-2} \leq g \leq 1400 \text{ МДж}\cdot\text{м}^{-2}$  и  $g_t = 180 \text{ МДж}\cdot\text{м}^{-2}$  при  $0 < g \leq 180 \text{ МДж}\cdot\text{м}^{-2}$ .

## 2.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЖАРООПАСНЫХ И ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОН

Классификация пожароопасных и взрывоопасных зон применяется для выбора электротехнического и другого оборудования по степени их защиты, обеспечивающей их пожаровзрывобезопасную эксплуатацию в указанной зоне.

### Классификация пожароопасных зон по Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности

1. Пожароопасные зоны подразделяются на следующие классы:

- 1) П-I – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки  $61^\circ\text{C}$  и более;
- 2) П-II – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна;
- 3) П-IIIа – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твёрдые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее  $1 \text{ МДж}\cdot\text{м}^{-2}$ ;



4) П-Ш – зоны, расположенные вне зданий, сооружений, строений, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61°C и более или любые твёрдые горючие вещества.

2. Методы определения классификационных показателей пожароопасной зоны устанавливаются нормативными документами по пожарной безопасности.

### **Классификация взрывоопасных зон по Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности**

1. В зависимости от частоты и длительности присутствия взрывоопасной смеси взрывоопасные зоны подразделяются на следующие классы:

1) 0-й класс – зоны, в которых взрывоопасная газовая смесь присутствует постоянно или хотя бы в течение одного часа;

2) 1-й класс – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются горючие газы или пары легко воспламеняющихся жидкостей, образующие с воздухом взрывоопасные смеси;

3) 2-й класс – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования взрывоопасные смеси горючих газов или паров легко воспламеняющихся жидкостей с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварии или повреждения технологического оборудования;

4) 20-й класс – зоны, в которых взрывоопасные смеси горючей пыли с воздухом имеют нижний концентрационный предел воспламенения менее 65 г/м<sup>3</sup> и присутствуют постоянно;

5) 21-й класс – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, способные образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при концентрации 65 г/м<sup>3</sup> и менее;

6) 22-й класс – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования не образуются взрывоопасные смеси горючих пылей или волокон с воздухом при концентрации 65 г/м<sup>3</sup> и менее, но возможно образование такой взрывоопасной смеси горючих пылей или волокон с воздухом только в результате аварии или повреждения технологического оборудования.

Классификацию взрывоопасных зон допустимо проводить по Правилам устройства электроустановок.

### **Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон по Правилам устройства электроустановок (ПУЭ)**

**Зоны класса В-I** – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы.

**Зоны класса В-Ia** – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

**Зоны класса В-Iб** – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей и которые отличаются одной из следующих особенностей:

1. Горючие газы в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15% и более) и резким запахом при предельно допустимых концентрациях (например, машинные залы аммиачных компрессорных и холодильных абсорбционных установок).

2. Помещения производств, связанных с обращением газообразного водорода, в которых по условиям технологического процесса исключается образование взрывоопасной смеси в объёме, превышающем 5% свободного объёма помещения.

К классу В-Iб относятся также зоны лабораторных и других помещений, в которых горючие газы и ЛВЖ имеются в небольших количествах, недостаточных для создания взрывоопасной смеси в объёме, превышающем 5% свободного объёма помещения, и в которых работа с горючими газами и ЛВЖ производится без применения открытого пламени. Эти зоны не относятся к взрывоопасным, если работа с горючими газами и ЛВЖ производится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами.

**Зоны класса В-Iг** – пространства у наружных установок: технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ (за исключением наружных аммиачных компрессорных установок), надземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеры), эстакад для слива и налива ЛВЖ, открытых нефтеловушек, прудов-отстойников с плавающей нефтяной плёнкой и т.п.

К зонам класса В-Iг также относятся: пространства у проёмов за наружными ограждающими конструкциями помещений со взрывоопасными зонами классов В-I, В-Ia и В-II (исключение – проёмы окон с заполнением стеклблоками); пространства у наружных ограждающих конструкций, если на них расположены устройства для выброса воздуха из систем вытяжной вентиляции помещений со взрывоопасными зонами любого класса или если они находятся в пределах наружной взрывоопасной зоны; пространства у предохранительных и дыхательных клапанов ёмкостей и технологических аппаратов с горючими газами и ЛВЖ.

**Зоны класса В-II** – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что они способны образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (например, при загрузке и разгрузке технологических аппаратов).

**Зоны класса В-IIa** – зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

**Зоны класса П-I** – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C.

**Зоны класса П-II** – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыль или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м<sup>3</sup> к объёму воздуха.

**Зоны класса П-Па** – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твёрдые горючие вещества.

**Зоны класса П-Пb** – расположенные вне помещения зоны, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C или твёрдые горючие вещества.

### 3. ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

#### 3.1. АВАРИИ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

На территории Российской Федерации сосредоточен большой объём химического производства и значительное количество химически опасных объектов (ХОО), которые потенциально опасны для жизни и здоровья людей при возможных авариях и катастрофах.

На территории Тамбовской области располагается 29 химически опасных объектов 1 – 4 степени опасности. Общее количество используемых и хранимых АХОВ в области составляет 1563,1 т, в том числе: хлора – 28,6 т, аммиака – 611 т, соляной кислоты – 613 т. Аварийно химически опасные вещества (АХОВ), как правило, находится в ёмкостях от 0,05 до 100 т.

Прогнозирование и оценка обстановки при химических авариях позволяют своевременно обеспечить организацию защиты производственного персонала и вблизи проживающего населения от воздействия АХОВ не только в военное, но и в мирное время.

Исходные данные, необходимые для производства расчётов

1. Данные по физико-химическим и токсическим свойствам АХОВ (табл. 3.1).
2. Общее количество АХОВ на ХОО и данные по размещению их запасов в технологическом оборудовании и складских ёмкостях.
3. Количество АХОВ, выброшенных в атмосферу, и характер их пролива по подстилающей поверхности («свободно», в «поддон» или «обваловку») (табл. 3.2).
4. Метеоусловия в районе аварии: температура воздуха; скорость ветра на высоте флюгера (10 м); степень вертикальной устойчивости воздуха.

Различают следующие три *степени вертикальной устойчивости воздуха* (СВУВ):

- *инверсия* – возникает обычно в вечерние часы примерно за 1 ч до захода солнца и разрушается в течение часа после его восхода. При инверсии нижние слои воздуха холоднее верхних, что препятствует рассеиванию его по высоте и создаёт наиболее благоприятные условия для сохранения высоких концентраций заражённого воздуха;
- *изотермия* – характеризуется стабильным равновесием воздуха. Она наиболее характерна для пасмурной погоды, но может также возникать в утренние и вечерние часы как переходное состояние от инверсии к конвекции (утром) и наоборот (вечером);

#### 3.1. Характеристики АХОВ и вспомогательные коэффициенты для определения глубин зон заражения

Наименование АХОВ	Плотность АХОВ, т/м <sup>3</sup>		Температура АХОВ	Пороговая токсодоза	Значение вспомогательных коэффициентов									
	газ	жидкость			K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>7</sub> ' / K <sub>7</sub> ''						
								для -40°C	для -20°C	для 0°C	для 20°C	для 40°C		
1. Аммиак: хранение под давлением	0,0008	0,681	-33,42	15	0,18	0,025	0,04	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1		
изотермическое хранение	–	0,681	-33,42	15	0,01	0,025	0,04	0/0,9	1/1	1/1	1/1	1/1		
2. Водород мышьяковистый	0,0035	1,64	-62,47	0,2	0,17	0,054	0,857	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1		
3. Водород фтористый	–	0,989	19,52	4	0	0,028	0,15	0,1	0,2	0,5	1	1		
4. Водород хлористый	0,0016	1,191	-85,10	2	0,28	0,037	0,30	0,64/1	0,6/1	0,8/1	1/1	1,2/1		
5. Водород бромистый	0,0036	1,490	-66,77	2,4	0,13	0,055	6,0	0,2/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1		
6. Метиламин	0,0014	0,699	-6,5	1,2	0,13	0,034	0,5	0/0,3	0/0,7	0,5/1	1/1	2,5/1		
7. Метил бромистый	–	1,732	3,6	1,2	0,04	0,039	0,5	0/0,2	0/0,4	0/0,9	1/1	2,3/1		

Наименование АХОВ	Плотность АХОВ, т/м <sup>3</sup>		Температура АХОВ	Пороговая токсодоза	Значение вспомогательных коэффициентов									
	газ	жидкость			K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>7</sub> ' / K <sub>7</sub> ''						
								для -40°C	для -20°C	для 0°C	для 20°C	для 40°C		
8. Метил хлористый	0,0023	0,983	-23,76	10,8	0,125	0,044	0,056	0/0,5	0,1/1	0,6/1	1/1	1,5/1		
9. Окись этилена	–	0,882	10,7	2,2	0,05	0,041	0,27	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	3,2/1		
10. Сернистый ангидрид	0,0029	1,462	-10,1	1,8	0,11	0,049	0,333	0/0,2	0/0,5	0,3/1	1/1	1,7/1		
11. Сероводород	0,0015	0,964	-60,35	16,1	0,27	0,042	0,036	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1		
12. Триметиламин	–	0,671	2,9	6	0,07	0,047	0,1	0/0,1	0/0,4	0/0,9	1/1	2,2/1		
13. Формальдегид	–	0,815	-19,0	0,6	0,19	0,034	1,0	0/0,4	0/1	0,5/1	1/1	1,5/1		
14. Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	2,7/1		
15. Фтор	0,0017	1,512	-188,2	0,2	0,95	0,038	3,0	0,7/1	0,8/1	0,9/1	1/1	1,1/1		
16. Хлор	0,0032	1,558	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1		
17. Хлорциан	0,0021	1,220	12,6	0,75	0,04	0,048	0,80	0/0	0/0	0/0,6	1/1	3,9/1		

## Примечания.

1. Плотности газообразных АХОВ приведены для атмосферного давления: при давлении в ёмкости, отличном от атмосферного, плотности газообразных АХОВ определяются путём умножения данных графы на значения давления в кгс/см<sup>2</sup>.

2. В числителе значения K<sub>7</sub>' для первичного, в знаменателе – для вторичного облака.

3. Значение K<sub>1</sub> для изотермического хранения аммиака приведено для случая разливов (выбросов) в поддон.

## 3.2. Значение глубины зоны возможного заражения АХОВ, км

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ Q <sub>3</sub> , т																	
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	70	100	300	500	700	1000	2000
1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13	52,67	65,23	81,91	166	231	288	362	572
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,2	10,83	16,44	21,02	28,79	35,35	44,09	87,79	121	150	189	295
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94	15,18	20,59	25,21	31,3	61,47	84,5	104	130	202
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62	12,18	16,43	20,05	24,8	48,18	65,92	81,17	101	157
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11	54,67	67,15	83,6	129
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,2	9,06	12,14	14,79	18,13	34,67	47,09	56,72	71,7	110
7	0,14	0,32	0,45	1,0	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73	41,63	50,93	63,16	96,3
8	0,13	0,3	0,42	0,94	1,33	2,3	2,97	4,2	5,92	7,42	9,9	11,98	14,68	27,75	37,49	45,79	56,7	86,2
9	0,12	0,28	0,4	0,88	1,25	2,17	2,8	3,96	5,6	6,86	9,12	11,03	13,5	25,39	34,24	41,76	51,6	78,3
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,5	8,5	10,23	12,54	23,49	31,61	38,5	47,53	71,9

• **конвекция** – возникает обычно через 2 ч после восхода солнца и разрушается примерно за 2–2,5 ч до его захода. Она наблюдается в летние ясные дни. При конвекции нижние слои воздуха нагреты сильнее верхних, что способствует быстрому рассеиванию заражённого воздуха и уменьшению его поражающего действия.

Степень вертикальной устойчивости воздуха определяется по табл. 3.3.

5. При заблаговременном прогнозировании рекомендуется принимать: количество выброшенного АХОВ – его содержание в максимальной по объёму единичной ёмкости (технологической, складской, транспортной и др.); метеоусловия ("наихудшие", при которых площадь зоны возможного заражения АХОВ наибольшая); степень вертикальной устойчивости воздуха – инверсия; скорость ветра 1 м/с; температура воздуха +20°C (0°C зимой).

6. Внешние границы зон заражения АХОВ рассчитываются по величине средней пороговой токсодозы PC<sub>t50</sub> (мг·мин/л) при ингаляционном воздействии на организм человека.

7. Плотность (численность) населения в зоне возможного химического заражения и обеспеченность его противогАЗами и убежищами.

Масштабы заражения АХОВ в зависимости от их физико-химических, токсических свойств и агрегатного состояния рассчитываются по первичному и вторичному облаку:

- для сжиженных газов – отдельно по первичному и вторичному облаку;
- для сжатых газов – только по первичному облаку;
- для жидкостей (с температурой кипения выше температуры окружающей среды) – только по вторичному облаку.

### 3.3. Определение степени вертикальной устойчивости воздуха (по прогнозу погоды)

Скорость ветра, м/с	Ночь		Утро		День		Вечер	
	Исно, переменная облачность	Сплошная облачность	Исно, переменная облачность	Сплошная облачность	Исно, переменная облачность	Сплошная облачность	Исно, переменная облачность	Сплошная облачность
Менее 2	Ин	Из	Из (Ин)	Из	К (Из)	Ин	Ин	Из
2 – 3,9	Из	Из	Из (Ин)	Из	Из	Из (Ин)	Из (Ин)	Из
Более 4	Из	Из	Из	Из	Из	Из	Из	Из

Примечание. Ин – инверсия, Из – изотермия, К – конвекция.

#### Методика проведения расчётов

1. *Определение эквивалентного количества выброшенного (пролившегося) АХОВ.* Количественные характеристики выброса (пролива) АХОВ для расчёта масштабов заражения определяются по их эквивалентным значениям.

Под эквивалентным количеством АХОВ ( $Q_{31}$ ) принимается такое количество хлора, масштаб заражения которым при инверсии эквивалентен масштабу заражения (при данной степени вертикальной устойчивости воздуха) количеством данного АХОВ, перешедшим в первичное (вторичное) облако.

Эквивалентное количество АХОВ по первичному облаку  $Q_{31}$ , т определяется по формуле

$$Q_{31} = K_1 K_3 K_5 K_7 Q_0,$$

где  $K_1$  – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ (табл. 3.1), для сжатых газов  $K_1 = 1$ ;  $K_3$  – коэффициент, равный отношению средней пороговой токсодозы хлора к средней пороговой токсодозе данного АХОВ (табл. 3.1);  $K_5$  – коэффициент, учитывающий СВУВ, принимается равным: для инверсии – 1, для изотермии – 0,23, для конвекции – 0,08;  $K_7$  – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха на скорость образования первичного облака (табл. 3.1), для сжатых газов  $K_7 = 1$ ;  $Q_0$  – количество пролившегося при аварии АХОВ, т.

При авариях на хранилищах сжатого газа величина  $Q_0$  рассчитывается по формуле:

$$Q_0 = d V_x,$$

где  $d$  – плотность газообразного АХОВ, т/м<sup>3</sup> (табл. 3.1);  $V_x$  – объём хранилища, м<sup>3</sup>.

2. *Определение продолжительности поражающего действия АХОВ.* Продолжительность поражающего действия АХОВ ( $T$ , ч) определяется временем испарения АХОВ с площади пролива по формуле

$$T = \frac{hd}{K_2 K_4 K_7''},$$

где  $h$  – толщина слоя АХОВ, м: при свободном разливе  $h = 0,05$  м, в обваловку  $h = H - 0,2$ , м ( $H$  – высота обваловки);  $d$  – плотность АХОВ, т/м<sup>3</sup> (табл. 3.1);  $K_2$  – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ (табл. 3.1);  $K_4$  – коэффициент, учитывающий скорость ветра (табл. 3.4);  $K_2$ ,  $K_7''$  – коэффициенты, определяемые по табл. 3.1.

3. *Определение эквивалентного количества АХОВ по вторичному облаку.* Эквивалентное количество АХОВ по вторичному облаку  $Q_{32}$ , т определяется по формуле

$$Q_{32} = (1 - K_1) K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7'' \frac{Q_0}{hd},$$

где  $K_6$  – коэффициент, зависящий от времени  $N$ , ч, прошедшего после начала аварии. Значение коэффициента  $K_6$  определяется после расчёта продолжительности испарения АХОВ с площади разлива  $T$ , ч:

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{при } N < T, \\ T^{0,8} & \text{при } N \geq T. \end{cases}$$

1) При  $T > 4$  ч  $K_6$  принимается как для 4 ч, т.е.  $K_6 = 3,04$ .

2) При  $T < 1$  ч  $K_6$  принимается как для 1 ч, т.е.  $K_6 = 1$ ;

$K_7$  – коэффициент, учитывающий влияние температуры окружающего воздуха на скорость образования вторичного облака (табл. 3.1).

4. *Определение глубины зоны заражения.* Основной задачей прогнозирования масштабов заражения АХОВ является определение глубины распространения первичного и вторичного облака заражённого воздуха.

Под *первичным облаком* понимают облако АХОВ, образующееся в результате мгновенного (1 ... 3 мин) перехода в атмосферу содержимого ёмкости с АХОВ при её разрушении.

*Вторичное облако* – это облако АХОВ, образующееся в результате испарения пролившегося АХОВ с подстилающей поверхности.

Максимальные значения глубин зон заражения по первичному  $\Gamma_1$ , км и вторичному  $\Gamma_2$ , км облакам АХОВ определяются по табл. 3.2 в зависимости соответственно от  $Q_{01}$  и(или)  $Q_{02}$  и скорости ветра.

Полная глубина зоны заражения  $\Gamma_\Sigma$ , км определяется по формуле

$$\Gamma_\Sigma = \Gamma' + 0,5\Gamma''$$

где  $\Gamma'$  – большее из двух значений  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ ;  $\Gamma''$  – меньшее из двух значений  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ .

Полученное значение  $\Gamma_\Sigma$  сравнивается с возможным предельным значением глубины переноса воздушных масс  $\Gamma_n$  (км), которое определяется по формуле

$$\Gamma_n = NV$$

#### 3.4. Значение коэффициента $K_4$ в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
$K_4$	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0	5,68

где  $N$  – время от начала аварии, ч;  $V$  – скорость переноса переднего фронта заражённого воздуха при данной скорости ветра  $U$ , м/с и степени вертикальной устойчивости воздуха (табл. 3.4).

За окончательную расчётную глубину зоны возможного заражения  $\Gamma$ , км принимается наименьшее из двух сравниваемых между собой значений  $\Gamma_\Sigma$  и  $\Gamma_n$ , т.е.

$$\Gamma = \min \begin{cases} \Gamma_\Sigma \\ \Gamma_n \end{cases}$$

5. *Определение площади зоны возможного химического заражения (ЗВХЗ).* Под площадью ЗВХЗ АХОВ,  $S_b$ , понимается территория, в пределах которой под воздействием изменения направления ветра может перемещаться облако АХОВ. Площадь ЗВХЗ первичным (вторичным) облаком АХОВ определяется по формуле

$$S_b = \frac{\pi\Gamma^2}{360^\circ}\varphi$$

где  $S_b$  – площадь ЗВХЗ, км<sup>2</sup>;  $\Gamma$  – глубина зоны заражения, км;  $\varphi$  – угловой размер зоны заражения, град.

Порядок нанесения ЗВХЗ на карты и схемы приведён на рис. 3.1.

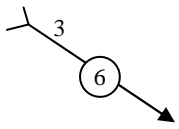
6. *Определение времени подхода облака заражённого воздуха к организациям и населённым пунктам.* Время подхода заражённого облака к объекту  $t$ , ч, расположенному на пути его движения, определяется по формуле

$$t = \frac{X}{V}$$

где  $X$  – расстояние от источника заражения до объекта, км;  $V$  – скорость переноса переднего фронта заражённого воздуха, км/ч (табл. 3.5).

7. *Определение возможных общих потерь населения в очагах поражения АХОВ.* Возможные общие потери населения  $\Pi$ , человек и их структура рассчитываются по табл. 3.6.

Метеоусловия

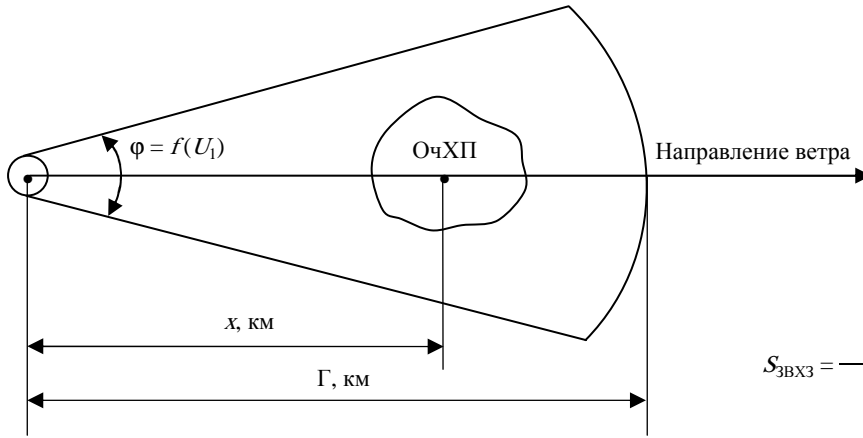


3 – скорость ветра  $U_1$ , м/с  
6 – облачность, баллы

$t_{\text{возд}} - +10^{\circ}\text{C}$   
 $t_{\text{почв}} - +11^{\circ}\text{C}$

$U_1$ , м/с	$\phi$ , град
>0,5	360
0,6 ... 1,0	180
1,1 ... 2,0	90
>2	45

Хлор – 15 т  
10.30 20.05



$$S_{\text{ЗВХЗ}} = \frac{\pi \Gamma^2 \phi}{360^{\circ}}$$

Рис. 3.1. Порядок нанесения зон возможного химического заражения (ЗВХЗ) и очагов химического поражения (ОчХП) на карты и схемы

3.5. Значения скорости переноса переднего фронта заражённого воздуха  $V$  (км/ч) в зависимости от скорости ветра  $U$  (м/с) и состояния вертикальной устойчивости воздуха

Скорость ветра $U$ , м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Скорость переноса $V$ , км/ч	Инверсия													
5		10	16	21											
Изотермия															
	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	76	82	88
Конвекция															
	7	14	21	28											

3.6. Возможные потери рабочих, служащих и населения от АХОВ в зоне заражения, %

Условия нахождения людей	Без противогазов, %	Обеспеченность людей противогазами, %								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
На открытой местности	90 ... 100	75	65	58	50	40	35	25	18	10
В простейших укрытиях, зданиях	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4

Примечание. Ориентировочная структура потерь людей составит: санитарные потери лёгкой степени – 25%; санитарные потери средней и тяжёлой степени (с выходом из строя не менее чем на 2–3 недели и нуждающихся в госпитализации) – 40%;

безвозвратные потери – 35%.

*Пример определения возможных потерь населения в населённом пункте.* Численность людей – 400 человек, обеспеченность противогазами – 60%; население на момент подхода облака АХОВ находится: в зданиях ( $n_3$ ) – 70%, на открытой местности ( $n_0$ ) – 30%

$400 \cdot 0,7 = 280 - 22\% \rightarrow 280 \cdot 0,22 = 62$  человека;

$400 \cdot 0,3 = 120 - 40\% \rightarrow 120 \cdot 0,4 = 48$  человек; всего – 110 человек.

Структура потерь:

- лёгкой степени  $110 \cdot 0,25 = 27$  человек;
- средней и тяжёлой степени  $110 \cdot 0,4 = 44$  человека;
- безвозвратные потери  $110 \cdot 0,35 = 38$  человек.

### Определение возможных мер химической защиты персонала и населения в очагах поражения АХОВ

Защитные мероприятия могут в себе предусматривать:

- порядок оповещения об угрозе заражения АХОВ (какие сигналы и по каким средствам передаются, порядок действий по данным сигналам);
- возможные режимы защиты персонала объекта и работы объекта в условиях химического заражения;
- немедленное использование персоналом объекта средств индивидуальной защиты, прекращение работы в заражённых цехах и пребывание в убежищах с фильтро-вентиляционным агрегатом (ФВА) до проведения работ, исключающих поражение после выхода людей к рабочим местам;
- немедленное использование рабочими и служащими противогазов с продолжением производственной деятельности;
- эвакуацию людей (в случае сильного химического заражения объекта) в незаражённые районы с прекращением функционирования отдельных цехов или всего объекта до проведения полной дегазации территории и помещений объекта;
- защиту продовольствия, водных источников и т.д.;
- подготовку к ликвидации последствий химического заражения и др.

### 3.2. АВАРИИ НА РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ (РОО)

Источниками радиационной опасности на земном шаре являются: природная радиоактивность, включая космическое излучение; глобальный радиационный фон, обусловленный проводившимися испытаниями ядерного оружия; эксплуатируемые радиационно опасные объекты. Последние из перечисленных источников радиационной опасности являются поднадзорным объектом системы гражданской защиты Российской Федерации.

В Тамбовской области отсутствуют атомные электростанции и другие радиационно опасные объекты. Ближайшими к ней являются Нововоронежская, Курская и Балаковская АЭС, аварии на которых могут вызвать загрязнение территории и объектов экономики радиоактивными осадками на части или всей территории области.

Наиболее опасна авария с разрушением ядерного реактора вследствие теплового взрыва. С целью определения возможных масштабов и последствий радиоактивных загрязнений, заблаговременного принятия защитных мер проводятся прогнозирования радиационной обстановки при радиационных авариях.

### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБСТАНОВКИ

#### ПРИ РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЯХ

**РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА (РО) – СОВОКУПНОСТЬ РАДИАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ РОО И ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ НА НИХ АВАРИЙ И РАЗРУШЕНИЙ. ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫМИ И ВРЕМЕННЫМИ МАСШТАБАМИ, РАДИАЦИОННЫМИ ДОЗОВЫМИ НАГРУЗКАМИ И СТЕПЕНЬЮ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ МЕСТНОСТИ (РЗМ), ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ И ПОВЕРХНОСТИ ОБЪЕКТОВ.**

Выявление радиационной обстановки *по прогнозу* осуществляется в следующей последовательности.

### 3.7. Характеристика зон радиоактивного загрязнения местности (РЗМ) при авариях на АЭС

Наименование зоны	Индекс	Цвет	Доза за первый год после аварии, рад			Мощность дозы на 1 ч после аварии, рад/ч	
			На внешней границе	В зоне	На внутренней границе	На внешней границе	На внутренней границе

Радиационная опасность	М	Красный	5	16	50	0,014	0,14
Умеренное загрязнение	А	Синий	50	160	500	0,14	1,4
Сильное загрязнение	Б	Зелёный	500	866	1500	1,4	4,2
Опасное загрязнение	В	Коричневый	1500	2740	5000	4,2	14
Чрезвычайно опасное загрязнение	Г	Чёрный	5000	9000	–	14	–

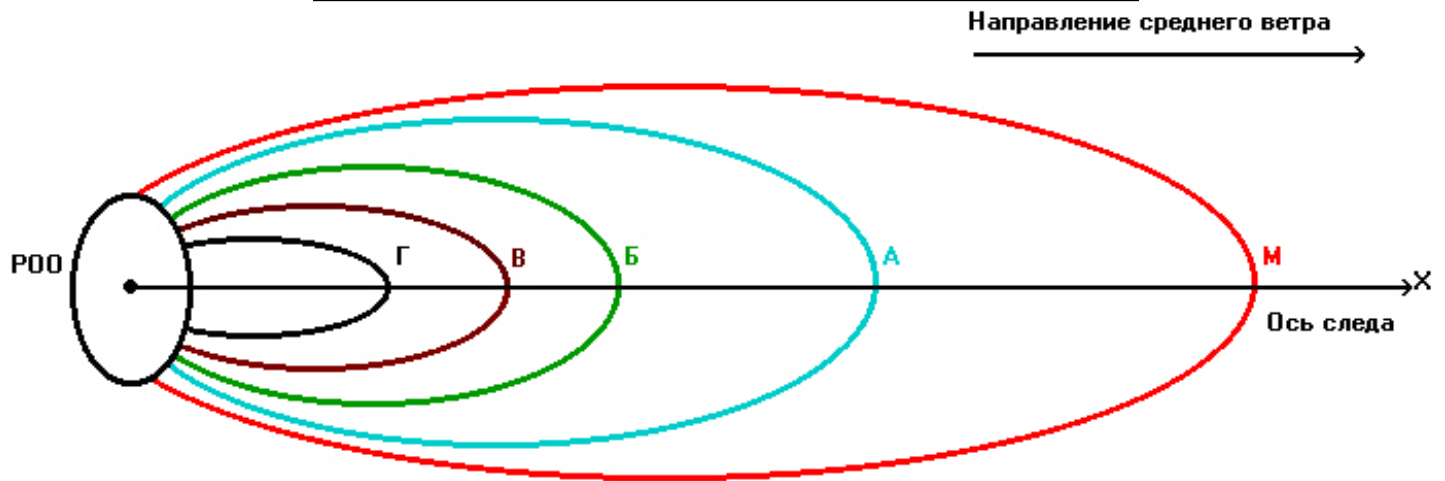


Рис. 3.2. Схема радиоактивного загрязнения местности в случае аварии на РОО

На карте (схеме) условным знаком обозначают местоположение РОО и по направлению среднего ветра проводят ось прогнозируемых зон радиоактивного загрязнения (табл. 3.7). При помощи справочных таблиц определяют размеры зон РЗМ и наносят их на карту (схему) соответствующим цветом (рис. 3.2).

Затем проводится оценка РО по прогнозу, т.е. решение типовых или других задач.

#### Последовательность проведения расчётов по оценке РО

1. Определяем время начала облучения  $t_{\text{нач}}$  персонала объекта по формуле

$$t_{\text{нач}} = R/v,$$

где  $R$  – расстояние от места аварии до ОЭ, км;  $v$  – средняя скорость ветра, км/ч.

2. Определяем дозу внутреннего облучения персонала объекта.

Различают внешнее и внутреннее облучение организма людей. Под внешним облучением понимают воздействие на организм ионизирующего излучения (ИИ) от внешних по отношению к нему источников. Внутреннее облучение осуществляется радиоактивными веществами (РВ), попавшими внутрь организма через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт или открытые раны кожных покровов. Оно длится до тех пор, пока РВ не распадутся или не будут выведены из организма в результате физиологического обмена. Использование даже простейших средств защиты (респираторов, ватно-марлевых повязок) исключает попадание РВ внутрь организма.

Дозу ингаляционного (внутреннего) облучения  $D_{\text{внт}}$ , Гр, при условии, что защитные мероприятия не были проведены, рассчитываем по формуле

$$D_{\text{внт}} = 2 W_{\text{эл}} R^{-(R/200 + 1,4)},$$

где  $W_{\text{эл}}$  – электрическая мощность реактора, МВт;  $R$  – расстояние от АЭС до ОЭ, км.

3. На схему наносим зоны вероятного ингаляционного поражения людей в соответствии с данными табл. 3.8, положение ОЭ, АЭС и другие данные (вариант отображения данных зон на карте (схеме) показан на рис. 3.3).

4. По таблице 3.9 определяем возможные потери персонала  $\Pi$ , %, на ОЭ от ингаляционных поражений, степень поражения людей на объекте для заданных условий и срок сохранения их трудоспособности.

5. Доза внешнего облучения определяется суммированием дозы внешнего облучения ( $D'_{\text{внш}}$ ) при прохождении радиоактивного облака и дозы внешнего облучения ( $D''_{\text{внш}}$ ), полученной за время нахождения людей на радиоактивно загрязнённой местности.

Находим дозу внешнего облучения при прохождении радиоактивного облака для лиц, оказавшихся: а) на открытой местности и б) в производственных зданиях или других условиях пребывания людей, по формуле



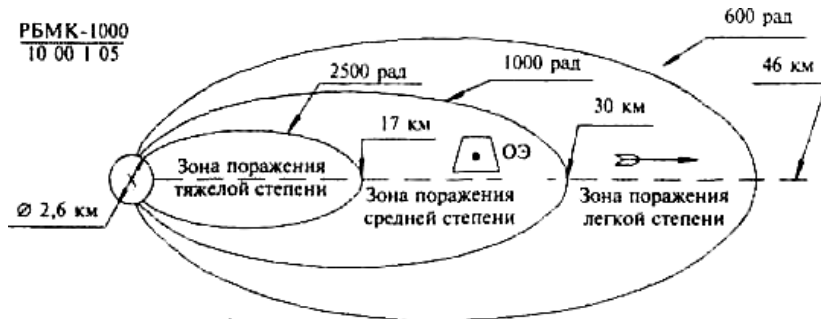
$$D'_{\text{внш}} = \frac{W_{\text{эл}}}{100 \cdot K_{\text{осл}}} R^{-1,2}, \text{ Гр},$$

где  $K_{\text{осл}}$  – коэффициент ослабления облучения для различных условий пребывания людей (табл. 3.10).

Находим уровень радиации на территории ОЭ через час после аварии:

$$P_1 = 0,54 W_{\text{эл}} e^{-0,0165 R}, \text{ рад/ч}.$$

Вычерчиваем схему зон РЗМ после выпадения РВ из облака заражённого воздуха по данным табл. 3.11.



**Рис. 3.3. Зоны вероятного ингаляционного поражения при аварии на АЭС**

Определяем дозы внешнего облучения за время нахождения людей на заражённой территории ( $t$ ): а) на открытой местности и б) в производственных зданиях и т.д., по формуле

$$D''_{\text{внш}} = \frac{P_{\text{нач}} + P_{\text{кон}}}{200 K_{\text{осл}}} t, \text{ Гр},$$

где  $P_{\text{нач}}$  и  $P_{\text{кон}}$  ( $P_i$ ) – уровни радиации на объекте в момент начала и окончания облучения людей. Определяются по формуле:

$$P_i = P_1 K_i,$$

где  $K_i$  – коэффициент для пересчёта уровней радиации на различное время после аварии (разрушения) (табл. 3.12).

Определяем суммарную дозу внешнего облучения людей, оказавшихся на открытой местности, в производственных зданиях и т.д. на расстоянии  $R$  от аварийного реактора:

$$D_{\Sigma\text{откр}} = D'_{\text{внш}} + D''_{\text{внш}} + D_{\Sigma\text{зд}} = D'_{\text{внш}} + D''_{\text{внш}} \text{ и т.д.}$$

6. Возможные потери людей, находившихся: а) на открытой местности и б) в цехах и т.д. от суммарного внешнего облучения, %, и распределение их по времени после начала облучения определяются по табл. 3.13.

### Справочные таблицы по оценке радиационной обстановки

#### 3.8. Размеры зон возможного ингаляционного радиоактивного облучения, км

Электрическая мощность реактора, МВт	Зона поражения						
	Диаметр круга	Лёгкой степени (цвет синий)		Средней степени (цвет зелёный)		Тяжёлой степени (цвет коричневый)	
		Длина	Ширина	Длина	Ширина	Длина	Ширина
440	1,9	30	3,3	20	2,5	10	1,9
1000	2,6	46	4,3	30	3,3	17	2,6
1500	2,7	55	4,8	36	3,5	21	2,7
2000	2,8	63	5,3	40	3,9	24	2,8
3000	3,3	70	5,4	50	4,5	29	3,3
4000	3,6	78	5,5	56	4,8	34	3,6

#### 3.9. Возможные потери незащищённых людей в зависимости от полученной ими дозы ингаляционного (внутреннего) облучения

Величина	Потери, %	Степень поражения;
----------	-----------	--------------------

дозы, Гр		срок сохранения работоспособности, сут.
3	1	Лёгкая; до 10
4	1,8	
5	2,8	
6	4	
7	5,5	
9	9	Средняя; до 7
10	11,3	
13	19	
16	29	
17	32,7	
18	36,6	
19	41	Тяжёлая; до 7
20	45	
25	70	
27	82	
28	88	
30	100	

7. Принятие решения по результатам оценки радиационной обстановки. Завершающим этапом оценки радиационной обстановки является формулирование выводов, в которых определяются:

1) Влияние радиоактивного загрязнения местности на производственную деятельность объекта экономики и жизнедеятельность населения.

2) Мероприятия по защите населения, производственного персонала ОЭ и формирований ГО при их действиях на местности, загрязнённой радиоактивными веществами. К таким мероприятиям можно отнести:

- оповещение об угрозе радиоактивного загрязнения;
- профилактический приём йодосодержащих препаратов;
- подготовку объекта к переводу (или перевод) на режим работы в условиях радиоактивного загрязнения;
- подготовку к использованию средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи, а также защитных сооружений и др.

Выводы из оценки радиационной обстановки находят своё отражение в *решении председателя КЧС ПБ объекта (территории)* на ведение АСДНР в зоне бедствия и являются основой организации защиты персонала, формирований ГО при их действиях в условиях радиоактивного загрязнения.

### 3.10. Коэффициенты ослабления доз радиации ( $K_{осл}$ )

На открытой местности	1
Открытые щели, траншеи	3 ... 4
Укрытия, убежища	400 ... 1000
Производственное здание, цех	5 ... 8
Дома жилые каменные:	
одноэтажные	10 ... 13 / 40 ... 50
трёхэтажные	20 ... 30 / 400 ... 600
пятиэтажные	25 ... 50 / 400 ... 600

**Примечание.** Числителем показан диапазон изменения  $K_{осл}$  для этажей дома, а знаменателем – для подвала. Нижняя граница диапазона характеризует  $K_{осл}$  нижних этажей (например, для 3-этажного цеха: 5 – для 1-го этажа, 8 – для 2-го, 6 – для 3-го). Для подвалов многоэтажных домов следует брать большее значение этого коэффициента.

### 3.11. Размеры зон радиоактивного загрязнения, км, при аварии на реакторе

Электрическая мощность реактора, МВт	Г (чрезвычайно опасного)		В (опасного заражения)		Б (сильного заражения)		А (умеренного заражения)	
	длина	ширина	длина	ширина	длина	ширина	длина	ширина
440	60	7,5	140	18	200	25	340	42
1000	120	15	190	24	250	31	400	50

Продолжение табл. 3.11

Электрическая мощность реактора, МВт	Г (чрезвычайно опасного)		В (опасного заражения)		Б (сильного заражения)		А (умеренного заражения)	
	длина	ширина	длина	ширина	длина	ширина	длина	ширина
2000	160	20	230	29	300	37	440	55
3000	180	22	260	32	320	40	460	56
4000	200	25	270	34	340	42	480	60

### 3.12. Коэффициент $K_t$ для пересчёта уровней радиации на различное время $t$ после аварии (разрушения) АЭС

$t$ , ч	$K_t$	$t$ , ч	$K_t$
0,5	1,32	8,5	0,427
1	1	9	0,417
1,5	0,85	9,5	0,408
2	0,76	10,0	0,400
2,5	0,70	10,5	0,390
3	0,645	11,0	0,385
3,5	0,610	11,5	0,377
4	0,575	12	0,370
4,5	0,545	16	0,33
5	0,525	20	0,303
5,5	0,508	1 сут.	0,282
6	0,490	2 сут.	0,213
6,5	0,474	3 сут.	0,182
7	0,465	4 сут.	0,162
7,5	0,447	5 сут.	0,145
8	0,434	6 сут.	0,137

### 3.13. Суммарные людские потери от радиации, %, в зависимости от полученной ими дозы облучения

Доза облучения, Гр	При однократном облучении до:	Продолжительность облучения $T$	Время выхода из строя после начала облучения, %						Смертность облучаемых, %
			часы			сутки			
			3	6	12	1	14	30	
1	4 сут	до 4 сут	–	–	–	–	–	–	Единичные случаи
1,25	4 сут	до 4 сут	–	–	–	–	–	–	5
1,5	4 сут	до 4 сут	–	–	–	–	–	–	15
1,75	4 сут	до 30 мин	1	3	3	3	3	3	32
		1 ч	–	3	3	3	3	3	32

		2 ч	–	1	3	3	3	32	
		3 ч	–	1	3	3	3	32	
		6 ч	–	–	3	3	3	32	
		12 ч	–	–	1	3	3	32	
		1 сут	–	–	–	2	3	32	
		4 сут	–	–	–	1	3	32	
2	4 сут	до 20 мин	3	5	5	5	5	50	Единичные случаи
		30 мин	2	5	5	5	5	50	
		1 ч	1	5	5	5	5	50	
		2 ч	–	1	5	5	5	50	
		3 ч	–	3	5	5	5	50	
		6 ч	–	–	5	5	5	50	
		12 ч	–	–	2	5	5	50	
		1 сут	–	–	–	4	5	50	
4 сут	–	–	–	2	5	50			

Продолжение табл. 3.13

Доза облучения, Гр	При однократном облучении до:	Продолжительность облучения $T$	Время выхода из строя после начала облучения, %						Смертность облучаемых, %
			часы			сутки			
			3	6	12	1	14	30	
2,5	1 ч	10 мин	8	10	10	10	10	85	10
		20 мин	7	10	10	10	10	85	
		30 мин	6	10	10	10	10	85	
		1 ч	4	10	10	10	10	85	
		2 ч	1	9	10	10	10	85	
3	–	1 ч	10	20	20	20	20	100	20
		3 ч	2	15	20	20	20	100	
		12 ч	–	6	15	20	20	100	
		4 сут	–	3	7	12	20	100	
4	–	1 ч	25	40	40	40	40	100	40
		6 ч	2	16	34	40	40	100	
		12 ч	–	7	18	28	40	100	
5	–	1 ч	45	60	60	60	60	100	70
		10 ч	12	33	53	60	60	100	
		4 сут	2	16	32	45	60	100	
6	–	1 ч	64	80	80	80	85	100	100
		6 ч	23	73	80	80	85	100	
		4 сут	9	28	48	61	85	100	

### 3.3. УСТОЙЧИВОСТЬ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ К ВЗРЫВАМ

Под устойчивостью объекта экономики понимают способность всего его комплекса, т.е. зданий, оборудования, складов, коммуникаций, транспорта, противостоять разрушающему действию поражающих факторов в условиях ЧС.

Одним из основных поражающих факторов при ЧС на взрывоопасных объектах является действие ударной взрывной волны (УВВ).

Взрывы на промышленных предприятиях и базах хранения можно разделить на две группы: а) в открытом пространстве и б) в производственных помещениях.

В *открытом пространстве* на промышленных предприятиях и базах хранения возможны взрывы ГВС, образующихся при разрушении резервуаров со сжатыми и сжиженными под давлением или охлаждением (в изотермических резервуарах) газами, а также при аварийном разливе ЛВЖ.

В *производственных помещениях*, наряду с взрывом газоздушных смесей (ГВС), возможны также взрывы пылевоздушных смесей (ПВС), образующихся при работе технологических установок.

Если предусмотреть мероприятия по повышению устойчивости объектов, то можно предотвратить опасные последствия или уменьшить нанесённый ущерб. Для этого необходимо выявить и оценить наиболее слабые, неустойчивые объекты и элементы.

Критерием устойчивости элементов объекта к воздействию УВВ принимается величина избыточного давления  $\Delta P_{\phi}$ , при которой они сохраняются либо получают слабые и средние разрушения и возможно восстановление производства. Эти значения принято считать пределом устойчивости объекта к УВВ –  $\Delta P_{\phi \text{ lim}}$ .

Пределы устойчивости зданий, коммуникаций, проложенных под землёй, определяются нижним значением  $\Delta P_{\phi}$  для их средних разрушений.

Пределы устойчивости технологического оборудования, коммуникаций, расположенных в здании, определяются нижним значением  $\Delta P_{\phi}$  для их слабых разрушений.

Критерий устойчивости людей определяется нижним пределом лёгких поражений ( $\Delta P_{\phi} = 20$  кПа), когда люди не теряют работоспособность.

### Взрывы газоздушных смесей в открытом пространстве

При взрыве ГВС различают две зоны действия: детонационной волны – в пределах облака ГВС и УВВ – за пределами облака ГВС.

В зоне облака действует детонационная волна, избыточное давление  $\Delta P_{\phi}$  во фронте которой принимается постоянным в пределах облака ГВС и приблизительно равным  $17 \text{ кг/см}^2$  (1700 кПа).

В расчётах принимают, что зона действия детонационной волны ограничена радиусом  $r_0$ , который определяется по формуле

$$r_0 \approx 10 \cdot 3 \sqrt{\frac{Qk}{m_k C}}, \text{ м,}$$

где  $Q$  – количество углеводородных газов до взрыва;  $k$  – коэффициент, учитывающий долю активного газа (долю продукта, участвующего во взрыве);  $m_k$  – молярная масса газа, кг/кмоль (табл. 3.14);  $C$  – стехиометрическая концентрация газа в процентах по объёму (табл. 3.14); значение коэффициента  $k$  в данной формуле принимают в зависимости от способа хранения продукта, равным 1 – для резервуаров с газообразным веществом; 0,6 – для газов, сжиженных под давлением.

Зона действия УВВ начинается сразу за внешней границей облака ГВС.  $\Delta P_{\phi}$ , кПа воздействующее на объект, зависит от расстояния до центра взрыва и определяется по табл. 3.15, исходя из соотношения:

$$\Delta P_{\phi} = f(r/r_0),$$

где  $r$  – расстояние от центра взрыва до рассматриваемого объекта, м.

### 3.14. Характеристики газопаровоздушной смеси

Вещество, характеризующее смесь	Формула вещества, образующего смесь	Характеристики смеси			
		$m_k$ , кг/кмоль	$\rho_{\text{стх}}$ , кг/м <sup>3</sup>	$Q_{\text{стх}}$ , МДж/кг	$C$ , об. %
<i>Газовоздушные смеси</i>					
Аммиак	CH <sub>3</sub>	15	1,180	2,370	19,72
Бутан	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58	1,328	2,776	3,13
Бутилен	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	56	1,329	2,892	3,38
Метан	CH <sub>4</sub>	16	1,232	2,763	9,45
Пропан	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44	1,315	2,801	4,03
Пропилен	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	42	3,314	2,922	4,46
Этан	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30	1,250	2,797	5,66
Этилен	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	28	1,285	3,010	6,54

Продолжение табл. 3.14

Вещество, характеризующее смесь	Формула вещества, образующего смесь	Характеристики смеси			
		$m_k$ , кг/кмоль	$\rho_{\text{стх}}$ , кг/м <sup>3</sup>	$Q_{\text{стх}}$ , МДж/кг	$C$ , об. %
<i>Паровоздушные смеси</i>					
Бензин авиационный		94	1,350	2,973	2,10
Бензол	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78	1,350	2,937	2,84
Дихлорэтан	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>	99	1,49	2,164	6,54
Метанол	CH <sub>4</sub> O	32	1,300	2,843	12,30
Пентан	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	72	1,340	2,797	2,56
Толуол	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	92	1,350	2,843	2,23

Циклогексан	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	84	1,340	2,797	2,28
Этанол	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	46	1,340	2,804	6,54

### 3.15. Зависимость $\Delta P_{\phi}$ от соотношения $r/r_0$

$r/r_0$	0 – 1	1,01	1,04	1,08	1,2	1,4	1,8	2,7
$\Delta P_{\phi}$ , кПа	1700	1232	814	568	400	300	200	100
$r/r_0$	3	4	5	6	8	12	20	–
$\Delta P_{\phi}$ , кПа	80	50	40	30	20	10	5	–

При непосредственном контакте ударной волны с преградой, расположенной перпендикулярно её распространению, на преграду действует давление отражённой волны  $\Delta P_{отр}$ , которое определяется по формуле

$$\Delta P_{отр} = 2\Delta P_{\phi} + \frac{6\Delta P_{\phi}^2}{\Delta P_{\phi} + 7P_0}, \text{ кПа,}$$

где  $P_0$  – атмосферное давление, при нормальных условиях равно 101,3 кПа.

### Взрывы паровоздушных и пылевоздушных смесей в производственных помещениях

*Взрыв газопаровоздушной смеси.* Зону действия детонационной волны, ограниченную радиусом  $r_0$ , в данном случае можно определить по формуле

$$r_0 = \frac{1}{24} \sqrt[3]{\Theta}, \text{ м,}$$

где  $\frac{1}{24}$  – коэффициент, м/кДж<sup>1/3</sup>;  $\Theta$  – энергия взрыва смеси, определяемая из выражения:

$$\Theta = \frac{100 V_0 \rho_{стх} Q_{стх}}{C}, \text{ кДж,}$$

где  $V_0$  – свободный объём помещения, равный  $V_0 = 0,8 V_{п}$ , м<sup>3</sup>;  $V_{п}$  – объём помещения;  $\rho_{стх}$  – плотность смеси стехиометрического состава, кг/м<sup>3</sup> (табл. 3.14);  $Q_{стх}$  – энергия взрывчатого превращения единицы массы смеси стехиометрического состава, кДж/кг (табл. 3.14);  $C$  – стехиометрическая концентрация горючего по объёму в процентах (табл. 3.14).

Далее, используя данные табл. 3.14, 3.15, определяется  $\Delta P_{\phi}$ , воздействующее на рассматриваемый объект.

### 3.16. Показатели взрывных явлений пыли

Вещество	$\Phi_{н. к. п. р}$ , г/м <sup>3</sup>	$Q$ , МДж/кг
Полистирол	27,5	39,8
Полиэтилен	45,0	47,1
Нафталин	2,5	39,9
Фталиевый ангидрид	12,6	21,0
Уротропин	15,0	28,1
Адипиновая кислота	35,0	19,7
Сера	2,3	8,2
Алюминий	58,0	30,13

*Взрыв пылевоздушной смеси.* Радиус  $r_0$  детонационной волны определяется аналогично радиусу зоны действия детонационной волны при взрыве газопаровоздушной смеси, причём энергия взрыва определяется из выражения:

$$\Theta = m Q, \text{ кДж,}$$

где  $m$  – расчётная масса пыли, кг;  $Q$  – удельная теплота сгорания вещества, образовавшего пыль, кДж/кг, представлена в табл. 3.16.

При оперативном прогнозировании расчётная масса пыли определяется из условия, что свободный объём помещения будет полностью заполнен взвешенным дисперсным продуктом, образуя при этом ПВС стехиометрической концентрации:

$$m = \frac{V_0 C}{1000}, \text{ кг,}$$

где  $V_0$  – свободный объём помещения ( $V_0 = 0,8 V_n$ ), м<sup>3</sup>;  $V_n$  – объём помещения;  $C$  – стехиометрическая концентрация пыли, г/м<sup>3</sup>,

$$C \approx 3\varphi_{\text{н. к. п. р}}$$

$\varphi_{\text{н. к. п. р}}$  – нижний концентрационный предел распространения пламени (минимальное содержание пыли в смеси с воздухом, при котором возможно возгорание) (табл. 3.16).

Давление во фронте УВВ  $\Delta P_{\text{ф}}$ , воздействующее на рассматриваемый объект, определяется также с использованием данных табл. 3.15.

### Некоторые рекомендации по разработке предложений по повышению устойчивости ОЭ в чрезвычайных ситуациях

К числу мероприятий, проводимых с целью повышения устойчивости объекта к воздействию поражающих факторов взрывов и уменьшения поражения, могут относиться следующие:

1. Проектирование и строительство сооружений с жёстким каркасом (металлическим или железобетонным). Такие материалы способствуют снижению степени разрушения несущих конструкций при землетрясениях, ураганах, взрывах и других бедствиях.

2. Применение при строительстве каркасных зданий облегчённых конструкций стенового заполнения и увеличение световых проёмов путём использования стекла, лёгких панелей из пластика и других легко разрушающихся материалов. Эти материалы и панели, разрушаясь, уменьшают воздействие ударной волны на сооружение, а их обломки наносят меньший ущерб оборудованию.

3. Повышение устойчивости оборудования путём усиления его наиболее слабых элементов, а также созданием запасов этих элементов, отдельных узлов и деталей, материалов и инструментов для ремонта и восстановления повреждённого оборудования. Большое значение имеет прочное закрепление на фундаментах станков, установок и другого оборудования, имеющих большую высоту и малую площадь опоры. Устройство растяжек и дополнительных опор повышает их устойчивость на опрокидывание. Тяжёлое оборудование размещают, как правило, на нижних этажах производственных зданий. Машины и агрегаты большой ценности рекомендуется размещать в зданиях, имеющих облегчённые и трудно возгораемые конструкции, обрушение которых не приведёт к разрушению этого оборудования.

4. Максимально возможное сокращение запасов АХОВ, легковоспламеняющихся и взрывоопасных жидкостей на промежуточных складах и в технологических ёмкостях предприятий.

5. Защита ёмкостей для хранения опасных веществ путём расположения их в защищённых, в том числе обвалованных хранилищах, заглублённых помещениях и т.д.

6. Заглубление линий энергоснабжения и установка автоматических отключающих устройств с целью исключения воспламенения материалов при коротких замыканиях.

7. Установка в хранилищах взрывоопасных веществ (сжатых газов, летучих жидкостей, ацетилена и др.) устройств, локализирующих разрушительный эффект взрыва, а именно: вышибных панелей, самооткрывающихся окон, фрамуг, различного рода клапанов-отсекателей.

8. Внедрение эффективных систем технического контроля и технической диагностики.

### 3.4. НАДЁЖНОСТЬ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА

Одной из основных задач обеспечения устойчивости функционирования объектов экономики в ЧС является заблаговременное принятие мер по обеспечению надёжной защиты персонала от поражающих факторов возможных ЧС.

Важнейшими мероприятиями в решении данной задачи являются своевременное оповещение персонала о возникающих опасностях, укрытие персонала в защитных сооружениях гражданской обороны, обучение способам действий при возникновении различных опасностей.

Надёжность защиты персонала объектов экономики (ОЭ) в условиях ЧС оценивается коэффициентом надёжности защиты  $K_{\text{н. з}}$ , определяющим ту часть людей, которая защищена от любых поражающих факторов. Коэффициент этой надёжности определяется следующими составляющими:

– коэффициентом инженерной защиты людей или той части персонала наибольшей работающей смены (НРС) объекта, которая может быть укрыта в ЗС ГО с соответствующим инженерным оборудованием и системами жизнеобеспечения:

$$K_{\text{н. з}} = N_{\text{з. с}} / N,$$

где  $N_{\text{з. с}}$  – число людей, укывшихся во всех ЗС ГО;  $N$  – общая численность НРС ОЭ;

– своевременностью оповещения

$$K_{\text{оп}} = N_{\text{оп}} / N,$$

где  $N_{\text{оп}}$  – количество своевременно оповещённых людей;

- обученностью людей способам защиты и правилам поведения в условиях ЧС

$$K_{\text{б}} = N_{\text{об}} / N;$$

- готовностью ЗС ГО к приёму людей

$$K_{\text{гот}} = N_{\text{мест}} / N,$$

где  $N_{\text{мест}}$  – число людей, для которых готовы места в ЗС ГО.

Коэффициент надёжности защиты людей  $K_{\text{н.з}}$  определяется по минимальному значению его составляющих. В дальнейшем разрабатываются мероприятия по повышению устойчивости объекта экономики в чрезвычайных ситуациях по показателю надёжности защиты персонала.

Содержание *выводов по результатам расчётов* представить в следующем виде

Исходя из того, что коэффициент надёжности защиты НРС ОЭ определяется минимальным значением составляющих, получаем, что надёжной защитой обеспечено лишь \_\_\_% смены, так как  $K_{\text{н.з}} = K_{\text{min}} = \underline{\hspace{2cm}}$ .

Значительно снижают коэффициент надёжности защиты:

- необеспеченность инженерной защиты следующих защитных сооружений № \_\_\_; № \_\_\_ и т.д. ( \_\_\_\_\_ человек);
- несовершенство системы оповещения ( \_\_\_\_\_ человек);
- необученность людей ( \_\_\_\_\_ человек не знают правил поведения в ЧС);
- неготовность защитных сооружений № \_\_\_\_\_, № \_\_\_\_\_ и т.д. к приёму людей в установленный срок ( \_\_\_\_\_ человек).

Предложения по повышению устойчивости объекта экономики в чрезвычайных ситуациях по показателю надёжности защиты персонала:

Коэффициент надёжности защиты можно повысить без существенных материальных затрат проведением следующих мероприятий:

1. Совершенствование системы оповещения: для работающей смены путём установки громкоговорителей в цехах № \_\_\_, № \_\_\_ и т.д.; для неработающих смен – включением в схему оповещения неработающего персонала цехов № \_\_\_\_\_ элементов сотовой связи и т.д.
2. Обучение действиям персонала цехов № \_\_\_\_\_ в чрезвычайной ситуации в ходе плановых, а также дополнительных занятий и тренировок по гражданской обороне.
3. Обеспечение своевременной подготовки защитных сооружений № \_\_\_\_\_, № \_\_\_\_\_ и т.д. к заполнению людьми за счёт повышения уровня подготовленности нештатных формирований ГО по их обслуживанию.
4. Необходимо обеспечить повышение готовности системы жизнеобеспечения ЗС № \_\_\_ и № \_\_\_ и т.д. до требуемых норм и др.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### К главе 1 и 2

1. СН 245–71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. – М. : Стройиздат, 1972. – 96 с.
2. Долин, П.А. Справочник по технике безопасности / П.А. Долин. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 823 с.
3. Охрана труда в химической промышленности / под ред. Г.В. Макарова. – М. : Химия, 1989. – 495 с.
4. Охрана труда в машиностроении / под ред. Е.Я. Юдина. – М. : Машиностроение, 1983. – 431 с.
5. Вредные вещества в промышленности : справочник / под ред. Н.В. Лазарева. – М. : Химия, 1971. – 654 с.
6. Козлов, В.Ф. Справочник по радиационной безопасности / В.Ф. Козлов. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 192 с.
7. Долин, П.А. Основы техники безопасности в электроустановках / П.А. Долин. – М. : Энергия, 1979. – 408 с.
8. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. – Л. : Химия, 1976. – 552 с.
9. Справочная книга для проектирования электрического освещения / под ред. Г.М. Кнорринга. – Л. : Энергия, 1976.
10. Баратов, А.Н. Пожаротушение на предприятиях химической и нефтехимической промышленности / А.Н. Баратов, Е.Н. Иванов. – М. : Химия, 1979. – 450 с.
11. Охрана труда в электроустановках : учебник для вузов / под ред. Б.А. Князевского. – М. : Энергия, 1977. – 319 с.
12. Рысин, С.А. Вентиляционные установки машиностроительных заводов : справочник / С.А. Рысин. – М. : Машгиз, 1961. – 541 с.
13. Средства защиты в машиностроении. Расчёт и проектирование : справочник / под ред. С.В. Белова. – М. : Машгиз, 1989.



14. ГОСТ 12.1.005–76. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.
15. ГОСТ 12.1.007–76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
16. ГОСТ 12.1.003–76. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
17. ГОСТ 12.1.003–76. ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности.
18. ГОСТ 12.1.001–83. ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности.
19. Санитарные нормы и правила при работе с источником электромагнитных полей высоких, ультравысоких и сверхвысоких частот № 848–70.
20. Водяник, В.И. Предохранительные устройства для защиты химического оборудования / В.И. Водяник. – М. : Химия, 1975. – 142 с.
21. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М., 2009.
22. Пожарная опасность веществ и материалов, применяемых в химической промышленности : справочник / под ред. И.В. Рябова. – М. : Химия, 1970. – 336 с.
23. СНиП 41-01–2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – М. : Стройиздат, 1982. – 109 с.
24. СНиП 23-05–95. Естественное и искусственное освещение. – М. : Стройиздат, 1995. – 48 с.
25. СН 81–80. Инструкция по проектированию электрического освещения строительных площадок.
26. Инженерные решения по охране труда в строительстве / под ред. Г.Г. Орлова. – М. : Стройиздат, 1985.
27. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г. Касаткин. – М. : Химия, 1973.
28. Пособие 2.91 к СНиП 2.04.05–91. Расчёт поступления теплоты солнечной радиации в помещения. – М., 1991.
29. СНиП II-3–79. Строительная теплотехника. – М., 1979.
30. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ.
31. ПУЭ. Правила устройства электроустановок. – Изд. 7. – М., 2000.

### К главе 3

1. О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера : федер. закон от 11.11.1994 № 68-ФЗ.
2. О гражданской обороне : федер. закон от 12.02.1998 № 28-ФЗ.
3. О промышленной безопасности опасных производственных объектов : федер. закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ.
4. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей : федер. закон от 22.08.1995 № 151-ФЗ.
5. О радиационной безопасности населения : федер. закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ.
6. О порядке подготовки населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций. Об утверждении положения об организации обучения населения в области гражданской обороны : постановления Правительства Российской Федерации от 4.09.2003 № 547, от 2.11.2000.
7. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера : постановление Правительства Российской Федерации от 13.09.1996 № 1094.
8. Об эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы : постановление Правительства Российской Федерации от 22.06.2004 № 303.
9. Об утверждении порядка создания нештатных аварийно-спасательных формирований гражданской обороны : приказ МЧС России от 23.12.2005 № 999.
10. Материалы по оценке состояния защиты населения и территорий Тамбовской области от ЧС природного и техногенного характера в 2007 году. – Тамбов : Главное управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям Тамбовской области, 2004.
11. Нормы радиационной безопасности НРБ-99 / Минздрав России. – М., 1999.
12. Бобок, С.А. Чрезвычайные ситуации: защита населения и территорий / С.А. Бобок. – М. : Изд-во ГНОМ, 2003.
13. Дмитриев, Н.М. Гражданская оборона на объектах агропромышленного комплекса / Н.М. Дмитриев. – М. : Агропромиздат, 1990. – 352 с.
14. Гринин, А.С. Экологическая безопасность. Защита территорий и населения при чрезвычайных ситуациях : учебное пособие / А.С. Гринин, В.И. Новиков. – М. : ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.
15. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера : учебное пособие / В.А. Акимов [и др.]. – М. : Высш. шк., 2006. – 592 с.
16. Гражданская оборона / В.Г. Атаманюк [и др.]. – М. : Высшая школа, 1986. – 207 с.
17. Методика оценки устойчивости объектов народного хозяйства / под ред. К.Ф. Величко. – М. : МИФИ, 1981. ДСП.
18. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. – М. : Изд-во АСВ, 1998.
19. Емельянов, А.С. Защита населения и территорий от ЧС / А.С. Емельянов. – М., 2003.
20. Ильяшев, А.С. Специальные вопросы архитектурно-строительного проектирования : учебное пособие для вузов / А.С. Ильяшев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1985. – 165 с.
21. Владимиров, В.А. Сильнодействующие ядовитые вещества и защита от них / В.А. Владимиров. – М. : Воениздат, 1989.
22. Обеспечение мероприятий и действий сил ликвидации ЧС. Ч. 2. Кн. 2. Оперативное прогнозирование инженерной обстановки в ЧС. – М. : ЗАО "Папирус", 1998.
23. СНиП 2.01.51–90. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны.
24. СНиП 11-11–77. Защитные сооружения Гражданской обороны.
25. Государственные стандарты. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.
26. Журналы "Гражданская защита", "Военные знания", 2005 – 2009 гг.
27. Журавлёв, В.П. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях / В.П. Журавлёв, С.Л. Пушенко, А.М. Яковлев. – М. : Изд-во АСВ, 1999.

28. Каммерер, Ю.Ю. Аварийные работы в очагах поражения / Ю.Ю. Каммерер. – М., 1990.
29. Вишняков, Я.Д. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях / Я.Д. Вишняков. – М. : ИЦ "Академия", 2007. – 304 с.
30. Гражданская оборона и защита от ЧС. – Тамбов : ТГТУ (библ. Эл МП/1590), 2007.
31. Безопасность и защита населения в ЧС : учебник для населения / Н.А. Крючек [и др.] ; под ред. Г.Н. Кириллова. – М. : Изд-во ИЦ ЭНАС, 2001.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>ВОПРОСЫ, ПРЕДЛАГАЕМЫЕ К РАССМОТРЕНИЮ В КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТАХ</b> .....	6
<b>1. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ</b> .....	16
1.1. Оптимизация условий зрительной работы .....	16
1.2. Нормализация микроклимата производственных помещений	20
1.3. Электробезопасность .....	26
1.4. Защита от атмосферного электричества .....	35
1.5. Аппаратура повышенного риска .....	38
<b>2. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ</b> .....	42
2.1. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности .....	42
2.1.1. Методы определения категорий помещений А и Б .....	46
2.1.2. Методы определения категорий помещений В1 – В4 ...	56
2.2. Классификация пожароопасных и взрывоопасных зон .....	58
<b>3. ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ</b> .....	62
3.1. Аварии на химически опасных объектах .....	62
3.2. Аварии на радиационно опасных объектах (РОО) .....	72
3.3. Устойчивость объектов экономики к взрывам .....	82
3.4. Надёжность защиты персонала .....	87
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	90
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	94
Приложение 1 .....	94
Приложение 2 .....	135

# ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

**Таблица П1.1**

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение	Совмещённое освещение		
						Освещённость, лк		Сочетание нормируемых			КЕО, е <sub>н</sub> , %			
						при системе комбинированного освещения		При системе общего освещения	величин показателя ослеплённости и коэффициента пульсации		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении
						Всего	В том числе от общего		P	K <sub>п</sub> , %				
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Тёмный	5000	500	–	20	10	–	–	6,0	2,0
					Средний	4500	500	–	10	10				
				Средний	Тёмный	4000	400	1250	20	10				
					Средний	3500	400	1000	10	10				
			в	Малый	Светлый	2500	300	750	20	10				
				Средний	Средний	2000	200	600	10	10				
				Большой	Тёмный	2000	200	600	10	10				
					Средний	Светлый	1500	200	400	20				
Большой	– " –	– " –	1250	200	300	10	10							
	– " –	Средний	1250	200	300	10	10							

Продолжение табл. П1.1

Малой точности	Св. 1 до 5	V	а	Малый	Тёмный	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6
				Средний	Средний	–	–	200	40	20				
				Средний	Светлый	–	–	200	40	20				
					Средний	Тёмный	–	–	200	40				
Большой	Средний	Светлый	–	–	200	40	20							
	– " –	– " –	–	–	200	40	20							
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI	а	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6
				– " –	Средний	–	–	200	40	20				
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII	а	То же		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное периодическое при постоянном пребывании людей в помещении		VIII	а	– " –	–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6	
				– " –	–	–	75	–	–	1	0,3	0,7	0,2	

Продолжение табл. П1.1

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение	Совмещённое освещение		
						Освещённость, лк		Сочетание нормируемых			КЕО, е <sub>н</sub> , %			
						при системе комбинированного освещения		При системе общего освещения	величин показателя ослеплённости и коэффициента пульсации		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении
						Всего	В том числе от общего		P	K <sub>п</sub> , %				

						Всего	В том числе от общего		P	K <sub>п</sub> ,%				
периодическое при периодическом пребывании людей в помещении		VIII	в	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		–	–	50	–	–	0,7	0,2	0,5	0,2
Общее наблюдение за инженерными коммуникациями			г	То же		–	–	20	–	–	0,3	0,1	0,2	0,1
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Тёмный	4000	400	–	20	10	–	–	4,2	1,5
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	3000 2500	300 300	750 600	20 10	10 10				

Продолжение табл. III.1

Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	в	Малый	Светлый	2000	200	500	20	10				
			г	Средний Большой	Средний Тёмный	1500 1500	200 200	400 400	10 10	10 10				
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	а	Малый	Тёмный	2000	200	500	40	15	–	–	3,0	1,2
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	1000 750	200 200	300 200	40 20	15 15				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	750 600 600	200 200 200	300 200 200	40 20 20	15 15 15				
			г	Средний Большой	Светлый – " – Средний	400	200	200	40	15				
Средней точности	Св. 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Тёмный	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	500	200	200	40	20				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	400	200	200	40	20				
			г	Средний Большой	Светлый – " – Средний	–	–	200	40	20				

Таблица III.2

Помещения и территории	Примеры помещений	Искусственное освещение			Естественное освещение			
		Коэффициент запаса K <sub>з</sub>			Коэффициент запаса K <sub>э</sub>			
		Количество чисток светильников в год			Количество чисток остекления светопроёмов в год			
		Эксплуатационная группа светильников по приложению Г			Угол наклона светопропускающего материала к горизонту, град			
		1 – 4	5 – 6	7	0 – 15	16 – 45	46 – 75	76 – 90
1. Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне:								
а) св. 5 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти	Агломерационные фабрики, цементные заводы и обрубные отделения литейных цехов	2,0 18	1,7 6	1,6 4	2,0 4	1,8 4	1,7 4	1,5 4
б) от 1 до 5 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти	Цехи кузнечные, литейные, мартеновские, сборного железобетона	1,8 6	1,6 4	1,6 2	1,8 3	1,6 3	1,5 3	1,4 3
в) менее 1 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти	Цехи инструментальные, сборочные, механические, механосборочные, пошивочные	1,5 4	1,4 2	1,4 1	1,6 2	1,5 2	1,4 2	1,3 2

г) значительные концентрации паров, кислот, щелочей, газов, способных при соприкосновении с влагой образовывать слабые растворы кислот, щелочей, а также обладающих большой корродирующей способностью	Цехи химических заводов по выработке кислот, щелочей, едких химических реактивов, ядохимикатов, удобрений, цехи гальванических покрытий и различных отраслей промышленности с применением электролиза	$\frac{1,8}{6}$	$\frac{1,6}{4}$	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{2,0}{3}$	$\frac{1,8}{3}$	$\frac{1,7}{3}$	$\frac{1,5}{3}$
--	---	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Таблица П1.3

Световые проёмы	Ориентация световых проёмов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата <i>m</i>				
		по группам административных районов				
		1	2	3	4	5
В наружных стенах зданий	С	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	СВ, СЗ	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	З, В	1	0,9	1,1	1,1	0,8
	ЮВ, ЮЗ	1	0,85	1	1,1	0,8
	Ю	1	0,85	1	1,1	0,75
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С-Ю	1	0,9	1,1	1,2	0,75
	СВ-ЮЗ	1	0,9	1,2	1,2	0,7
	ЮВ-СЗ	1	0,9	1,1	1,2	0,7
В фонарях типа «Шед»	С	1	0,9	1,2	1,2	0,7
В зенитных фонарях	–	1	0,9	1,2	1,2	0,75

#### П1.4. Группы административных районов по ресурсам светового климата

Номер группы	Административный район
1	Московская, Смоленская, Владимирская, Калужская, Тульская, Рязанская, Нижегородская, Свердловская, Пермская, Челябинская, Курганская, Новосибирская, Кемеровская области, Республика Мордовия, Чувашская Республика, Удмуртская Республика, Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Красноярский край (севернее 63° с. ш.), Республика Саха (Якутия) (севернее 63° с. ш.), Чукотский автон. округ, Хабаровский край (севернее 55° с. ш.)
2	Брянская, Курская, Орловская, Белгородская, Воронежская, Липецкая, Тамбовская, Пензенская, Самарская, Ульяновская, Оренбургская, Саратовская, Волгоградская области, Республика Коми, Кабардино-Балкарская Республика, Республика Северная Осетия – Алания, Чеченская Республика, Республика Ингушетия, Ханты-Мансийский автон. округ, Республика Алтай, Красноярский край (южнее 63° с. ш.), Республика Саха (Якутия) (южнее 63° с. ш.), Республика Тыва, Республика Бурятия, Читинская область, Хабаровский край (южнее 55° с. ш.), Магаданская область, Сахалинская область

Продолжение табл. П1.4

Номер группы	Административный район
3	Калининградская, Псковская, Новгородская, Тверская, Ярославская, Ивановская, Ленинградская, Вологодская, Костромская, Кировская области, Республика Карелия, Ямало-Ненецкий автон. округ, Ненецкий автон. округ
4	Архангельская, Мурманская области
5	Республика Калмыкия, Ростовская, Астраханская области, Ставропольский край, Республика Дагестан, Амурская область

### П1.5. Значения световой характеристики $\eta_0$ окон при боковом освещении

Отношение длины помещения к его глубине $I_{\text{п}}$	Значение световой характеристики $\eta_0$ при отношении глубины помещения $B$ к его высоте от уровня рабочей поверхности до верха окна $h_1$							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 и более	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	–

**П1.6. Значения коэффициента  $K_{\text{зд}}$ , учитывающего затенение окон противостоящими зданиями в зависимости от отношения расстояния между рассматриваемым и противостоящим зданием  $P$  к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником рассматриваемого окна  $H_{\text{зд}}$**

$P/H_{\text{зд}}$	$K_{\text{зд}}$
0,5	1,7
1	1,4
1,5	1,2
2	1,1
3 и более	1

### П1.7. Значения коэффициентов $\tau_1$ , $\tau_2$ и $\tau_3$

Вид светопропускающего материала	Значения $\tau_1$	Вид переплёта	Значения $\tau_2$	Несущие конструкции покрытий	Значения $\tau_3$
Стекло оконное листовое: одинарное двойное тройное	0,9	Переплёты для окон и фонарей промышленных зданий: а) деревянные: одинарные спаренные двойные раздельные	0,75	Стальные фермы Железобетонные и деревянные формы и арки	0,9
	0,8				0,8
Стекло витринное толщиной 6 – 8 мм	0,8	б) стальные: одинарные открывающиеся одинарные глухие двойные открывающиеся двойные глухие	0,7	Балки и рамы сплошные при высоте сечения: 50 см и более менее 50	0,8
	0,6		0,6		
Стекло листовое армированное	0,6		0,9		0,9
Стекло листовое узорчатое	0,65		0,6		
Стекло листовое со специальными свойствами: солнцезащитное контрастное	0,65 0,75	Переплёты для окон жилых, общественных и вспомогательных	0,8		



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
От 1 до 1,5	0,1 0,5 1	1,0 5 1,4 2,1	1,05 1,3 1,9	1,05 1,2 1,5	1,05 1,2 1,8	1,05 1,15 1,6	1 1,1 1,3	1,05 1,2 1,4	1 1,1 1,3	1 1,1 1,2	1,05 1,35 1,6	1,05 1,25 1,4	1,05 1,15 1,25	1,05 1,15 1,45	1,05 1,1 1,3	1 1,1 1,15	1,05 1,1 1,25	1 1,1 1,15	1 1,1 1,1
Более 1,5 до 2,5	0 0,3 0,5 0,7 1	1,0 5 1,3 1,8 2,5	1,05 1,2 1,6 2 3,3	1,05 1,1 1,3 1,7 2,4	1,05 1,2 1,5 1,7 2,8	1,05 1,15 1,35 1,6 2,4	1,05 1,1 1,2 1,3 1,8	1,05 1,15 1,3 1,55 2	1 1,1 1,2 1,35 1,8	1 1,05 1,1 1,2 1,5	1,05 1,3 1,8 2,1 2,35	1,05 1,2 1,45 1,75 2	1,05 1,1 1,25 1,4 1,6	1,05 1,2 1,4 1,75 1,9	1,05 1,15 1,25 1,45 1,6	1,05 1,1 1,15 1,2 1,5	1,05 1,15 1,25 1,3 1,5	1 1,1 1,15 1,25 1,35	1 1,1 1,1 1,25 1,2

Продолжение табл. III.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Более 2,5 до 3,5	0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1	1,1 1,15 1,2 1,35 1,6 2 2,6 3,6 5,3 7,2	1,05 1,1 1,15 1,25 1,45 1,75 2,2 3,1 4,2 5,4	1,05 1,1 1,15 1,2 1,35 1,45 1,7 2,4 3 4,3	1,05 1,1 1,15 1,2 1,35 1,45 1,9 2,4 2,9 3,6	1 1,1 1,15 1,2 1,35 1,45 1,7 2,4 2,45 3,1	1 1,05 1,1 1,15 1,2 1,3 1,4 1,55 1,9 2,4	1 1,05 1,1 1,15 1,2 1,3 1,4 1,55 1,9 2,2	1 1,05 1,1 1,15 1,2 1,3 1,4 1,55 1,9 2,2	1 1,05 1,1 1,15 1,2 1,3 1,4 1,55 1,9 2,2	1,1 1,15 1,2 1,35 1,6 1,9 2,25 2,8 3,65 4,45	1,05 1,1 1,15 1,2 1,4 1,9 2,45 3,35	1,05 1,1 1,15 1,2 1,4 1,9 2,6 3,35	1,05 1,1 1,15 1,2 1,4 1,9 2,2 2,9	1 1,1 1,15 1,2 1,4 1,7 1,9 2,1 2,4	1 1,05 1,1 1,15 1,2 1,4 1,6 1,9 2,1	1 1,05 1,1 1,15 1,2 1,4 1,6 1,9 2,1	1 1,05 1,1 1,15 1,2 1,4 1,6 1,9 2,1	1 1,05 1,1 1,15 1,2 1,4 1,6 1,9 2,1
Более 3,5	0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1	1,2 1,4 1,75 2,4 3,4 4,6 6 7,4 9 10	1,15 1,3 1,5 2,1 2,9 3,8 4,7 5,8 7,1 7,3	1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 1,7 1,8 1,9 2,1	1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 1,7 1,8 1,9 2,1	1,1 1,15 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 1,7 1,8 1,9	1,05 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 1,7 1,8 1,9	1,05 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 1,7 1,8	1,05 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 1,7 1,8	1 1,05 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 1,7	1,2 1,4 1,75 2,35 3,25 4,2 5,1 5,8 6,2 6,3	1,15 1,3 1,5 2 2,8 3,5 4 4,5 4,9 5	1,1 1,2 1,3 1,6 2,4 3,2 4 4,5 4,9 5	1,1 1,2 1,4 1,6 1,9 2,25 3,2 3,6 3,9 3,5	1,1 1,15 1,3 1,4 1,7 2,25 2,3 2,8 3,4 2,9	1,05 1,1 1,2 1,3 1,45 1,7 1,85 1,95 2,3 2,4	1,05 1,1 1,25 1,35 1,65 1,95 2,1 2,25 2,45 2,6	1,05 1,1 1,2 1,35 1,65 1,95 2,1 2,45 2,6	1 1,05 1,1 1,25 1,5 1,7 1,8 2 2,1 2,25

### III.10. Коэффициенты использования светового потока

Светильник	«Астра, УПМ-15»			УПД			НСП-07			ВЗГ-200			ЛСП-01			ПВЛ		
$\rho_n, \%$	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70
$\rho_c, \%$	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50
$i$	Коэффициент использования $\eta, \%$																	
0,5	17	21	25	21	24	28	14	16	22	12	14	17	23	26	31	11	13	18
0,6	23	27	31	25	28	34	19	21	27	16	18	21	30	33	37	14	17	23
0,7	30	34	39	29	32	38	23	24	29	19	21	24	35	38	42	16	20	27
0,8	34	38	44	33	36	42	25	26	33	21	24	26	39	41	45	19	23	29
0,9	37	41	47	38	40	44	27	29	35	23	25	28	42	44	48	21	27	32



1,0	39	43	49	40	42	47	29	31	37	25	27	29	44	46	49	23	28	34
1,5	41	50	55	46	51	57	34	37	44	29	30	33	52	52	56	30	36	42
2,0	51	55	60	54	58	62	38	41	48	32	33	35	55	57	60	35	40	46
3,0	58	62	66	61	64	67	44	47	54	35	37	39	60	62	66	41	45	52
4,0	62	66	70	64	67	70	46	50	59	37	39	41	63	65	68	44	48	54
5,0	64	69	73	66	69	72	48	52	61	38	40	42	64	66	70	48	51	57

Примечание.  $i$  – индекс помещения, определяемый по формуле

$$i = \frac{AB}{(A+B)h}$$

где  $h$  – расстояние от рабочей плоскости до плоскости светильников;  $A, B$  – длина и ширина помещения;  $\rho_n$  – коэффициент отражения от потолка;  $\rho_c$  – коэффициент отражения от стен.

### П1.11. Световые и электрические параметры ламп накаливания и люминесцентных ламп

Лампы накаливания		Люминесцентные лампы	
Тип	Световой поток, лм	Тип	Световой поток, лм
В 125-135-15	135	ЛДЦ20	820
В 215-225-15	105	ЛД20	920
Б 125-135-40	485	ЛБ20	1180
Б 220-230-40	460	ЛДЦ30	1450
БК 125-135-100	1630	ЛД30	1640
БК 215-225-150	1450	ЛБ30	2100
Г 125-135-150	2280	ЛДЦ40	2100
Г 215-225-150	2090	ЛД40	2340
Г 125-135-300	4900	ЛБ40	3120
Г 215-225-300	4610	ЛДЦ80	3740
Г 125-135-1000	19 100	ЛД80	4070
Г 215-225-1000	19 600	ЛБ80	5220

### П1.12. Минимально допустимая высота установки прожекторов $h_0$ , м

Тип прожектора	Тип лампы	Нормируемая освещённость $e_n$ , лк							
		0,5	1	2	3	5	10	30	50
ПСМ-50-1	Г220-1000	35	28	22	20	17	13	7	6
	ДРЛ-700	23	19	14	13	11	8	5	4
ПСМ-40-1	Г220-500	25	21	17	15	13	10	5	4
ПСМ-30-1	Г220-200	18	15	11	10	9	7	4	3
ПЗР-400	ДРЛ-400	14	11	8	8	7	5	3	3
ПЗР-250	ДРЛ-250	10	8	6	6	5	4	3	3
ПЗС-45	Г220-1000	35	29	22	20	18	13	7	6
	ДРЛ-700	17	14	11	10	8	6	4	3

**П1.13. Рекомендуемые схемы расположения осветительных приборов для создания общего равномерного освещения  $e_n = 0,5$  лк**

Ширина освещаемой площадки $a$ , м	Высота прожекторных мачт $h$ , м	Расстояние между мачтами $b$ , м	Угол наклона прожектора $\theta$ , град	Мощность лампы $P$ , Вт	Тип прожектора
<i>Прожекторы с лампами накаливания</i>					
150	20	400	12	1000	ПЗМ45
200	20	350	12	1000	ПСМ50
250	20	310	12	1000	
150	30	450	12	1000	
200	30	410	12	1000	
250	30	390	12	1000	
300	30	330	12	1000	
350	30	300	12	1000	
<i>Прожекторы с лампами типа ДРЛ</i>					
150	20	280	10	700	ПЗМ45
200	20	240	10	700	ПСМ50
250	30	400	10	700	
300	30	360	10	700	
350	30	310	10	700	

**П1.14. Рекомендуемые схемы расположения осветительных приборов для создания общего равномерного освещения  $e_n = 2$  лк**

Ширина освещаемой площадки $a$ , м	Высота прожекторных мачт $h$ , м	Расстояние между мачтами $b$ , м	Угол наклона прожектора $\theta$ , град	Мощность лампы $P$ , Вт	Тип прожектора
<i>Прожекторы с лампами накаливания</i>					
100	15	70	15	500	ПЗС35, ПСМ40
150	20	100	15	500	ПЗС35, ПСМ40
150	30	300	12 18	1000	ПЗС45 ПСМ50
<i>Прожекторы с лампами типа ДРЛ</i>					
200	30	275	12 18	1000	ПЗС45 ПСМ50
250	30	290	10	1000	ПЗС45, ПСМ50
300	30	250	10 17	1000	ПЗС45 ПСМ50
<i>Прожекторы с лампами типа ДРЛ</i>					
75	15	160	20	700	ПЗС45, ПСМ50
100	15	160	20	700	ПЗС45,

Продолжение табл. 1.14

					ПСМ50
150	20	150	15	700	ПЗС45, ПСМ50
200	30	180	15	700	ПЗС45, ПСМ50
250	30	200	15	700	ПЗС45, ПСМ50
300	30	140	15	700	ПЗС45, ПСМ50

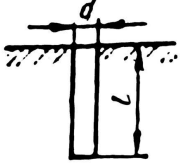
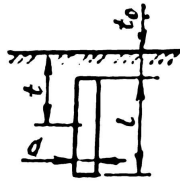
### П1.15. Оптимальные значения углов $\theta$ при различных $ef^2$

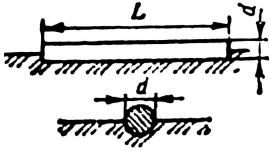
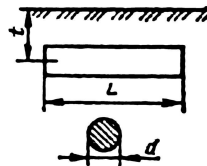
Интервал $ef^2$		$\theta$ , град
ПЗС45, 1000 Вт, 220 В	ПЗС35, 500 Вт, 220 В	
150 ... 200	75 ... 120	8
200 ... 280	120 ... 190	10
280 ... 430	190 ... 300	12
430 ... 600	300 ... 420	15
600 ... 1000	420 ... 680	18
1000 ... 1800	680 ... 900	21
1800 ... 3000	900 ... 1400	24
3000 ... 4500	1400 ... 2000	27

### П1.16. Вспомогательные данные для расчёта прожекторного освещения

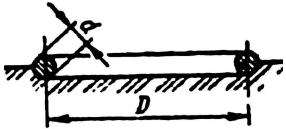
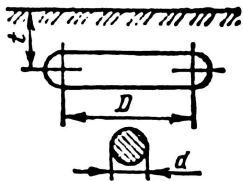
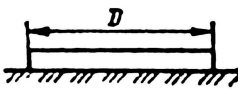
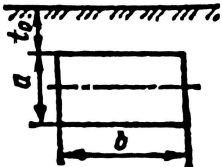
$\theta$ , град	Значения (верхнее число), (среднее число), (нижнее число) при $\lambda'$														
	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
8	2,47	1,46	1,0	0,75	0,49	0,34	0,25	0,19	0,14	0,11	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02
	0,39	0,63	0,88	1,13	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6
	0,06	0,25	0,68	1,42	4,2	9,5	18	30	46	68	97	132	173	225	284
10	2,24	1,34	0,94	0,7	0,44	0,3	0,21	0,15	0,11	0,07	0,05	0,03	0,01	0,01	0,02
	0,42	0,67	0,91	1,16	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6
	0,07	0,3	0,76	1,54	4,5	9,8	18	30	48	69	98	132	174	225	284
12	2,05	1,25	0,87	0,65	0,4	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04	0,01	0,01	0,03	0,05	0,06
	0,45	0,7	0,94	1,19	1,7	2,2	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6
	0,09	0,34	0,84	1,66	4,9	10	19	30	48	70	98	132	174	225	283
14	1,88	1,17	0,82	0,6	0,36	0,23	0,14	0,08	0,04	0	0,03	0,05	0,07	0,08	0,09
	0,48	0,73	0,97	1,21	1,7	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,5
	0,11	0,38	0,91	1,77	4,9	10	19	31	48	70	98	132	173	222	280
16	1,73	1,09	0,76	0,56	0,32	0,19	0,1	0,04	0	0,04	0,06	0,09	0,1	0,12	0,13
	0,52	0,79	1,0	1,24	1,7	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,0	6,5
	0,14	0,43	0,99	1,89	5,1	11	19	32	48	70	97	130	172	220	277
18	1,60	1,01	0,7	0,51	0,28	0,15	0,07	0,01	0,04	0,07	0,1	0,12	0,14	0,15	0,17
	0,55	0,78	1,02	1,26	1,7	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,1	5,5	6,0	6,5
	0,16	0,48	1,06	2,0	5,2	11	19	32	48	69	97	130	170	216	272
20	1,48	0,87	0,65	0,47	0,25	0,12	0,04	0,03	0,07	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,2
	0,58	0,8	1,05	1,28	1,8	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,1	5,5	6,0	6,4
	0,29	0,53	1,14	2,1	5,3	11	19	32	48	68	95	128	167	213	267

### П1.17. Сопротивление растеканию тока одиночного заземлителя

Тип заземлителя	Схема	Формула	Условия применения
Стержневой круглого сечения (трубчатый) или уголкового у поверхности земли		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln(4l/d)$ (1)	$l \gg d$ , для уголка с шириной полки $b$ $d = 0,95b$
То же в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right)$ ; (2) $t = t_0 + l/2$	$l \gg d$ , $t_0 \gg 0,5$ м; для уголка с шириной полки $b$ $d = 0,95b$

Протяжённый на поверхности земли (стержень, труба, полоса, кабель и т.п.)		$R = \frac{\rho}{\pi L} \ln(2L/d)$ (3)	$L \gg d$ , для полосы шириной $b$ $d = 0,5b$
То же в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln(L^2/dt)$ (4)	$L \gg d$ , $L \gg 4t$ , для полосы шириной $b$ $d = 0,5b$

Продолжение табл. П1.17

Тип заземлителя	Схема	Формула	Условия применения
Кольцевой на поверхности земли		$R = \frac{\rho}{\pi^2 D} \ln(8D/d)$ (5)	$D \gg d$ , $D \gg 2t$ , для полосы шириной $b$ $d = 0,5b$
То же в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \ln(4\pi D^2/dt)$ (6)	$D \gg d$ , $D \gg 2t$ , для полосы шириной $b$ $d = 0,5$
Круглая пластина на поверхности земли		$R = \rho/2D$ (7)	—
Пластинчатый в земле (пластина поставлена на ребро)		$R = \frac{\rho}{2\pi a} \left( \ln \frac{4a}{b} + \frac{a}{4t_0} \right)$ (8)	$2t_0 \geq a$

### П1.18. Коэффициенты использования вертикальных электродов группового заземлителя без учёта влияния полосы связи ( $\eta_v$ )

Число заземлителей	Отношение расстояния между электродами ( $C$ ) к их длине ( $l$ )					
	1			2		
	1	2	3	1	2	3
	Электроды размещены в ряд			Электроды размещены по контуру		
2	0,85	0,91	0,94	—	—	—
4	0,73	0,83	0,89	0,69	0,78	0,85
6	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,80
10	0,59	0,74	0,81	0,56	0,68	0,76
20	0,48	0,67	0,76	0,47	0,63	0,71
40	—	—	—	0,41	0,58	0,66
60	—	—	—	0,39	0,55	0,64
100	—	—	—	0,36	0,52	0,62

**П1.19. Коэффициенты использования горизонтального полосового электрода, соединяющего вертикальные электроды заземлителя ( $\eta_r$ )**

С/І	Число вертикальных электродов							
	2	4	6	10	20	40	60	100

*Вертикальные электроды размещены в ряд*

1	0,85	0,77	0,72	0,62	0,42	–	–	–
2	0,94	0,90	0,84	0,75	0,56	–	–	–
3	0,96	0,92	0,88	0,82	0,68	–	–	–

*Вертикальные электроды размещены по контуру*

1	–	0,45	0,40	0,34	0,27	0,22	0,20	0,19
2	–	0,55	0,48	0,40	0,32	0,29	0,27	0,23
3	–	0,70	0,64	0,56	0,45	0,39	0,36	0,33

**П1.20. Коэффициенты использования лучевых электродов группового заземлителя ( $\eta_{л}$ ) (лучи – круглая или полосовая сталь; глубина заложения  $t_0 = 0,3 \dots 0,8$  м)**

Длина луча, м	Число лучей			
	3		4	
	Диаметр проводника луча, см			
	1	2	1	2
2,5	0,76	0,74	0,63	0,61
5	0,78	0,76	0,67	0,65
10	0,81	0,79	0,70	0,69
15	0,82	0,80	0,72	0,70
30	0,84	0,82	0,75	0,73

**П1.21. Коэффициенты использования параллельно уложенных горизонтальных электродов ( $\eta_{г.п}$ ) ( $b = 20 \dots 40$  мм;  $t_0 = 0,3 \dots 0,8$  м)**

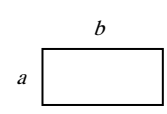
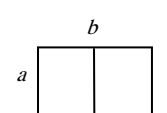
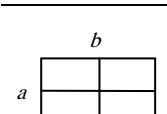
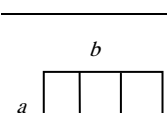
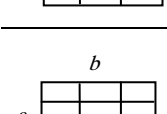
Длина полосы, м	Число параллельных полос	Расстояние между параллельными полосами, м				
		1	2,5	5,0	10,0	15,0
15	2	0,63	0,75	0,83	0,92	0,96
	5	0,37	0,49	0,60	0,73	0,79
	10	0,25	0,37	0,49	0,64	0,72
25	2	0,16	0,27	0,39	0,57	0,64
	5	0,35	0,45	0,55	0,66	0,73
	10	0,23	0,31	0,43	0,57	0,66
50	2	0,14	0,23	0,33	0,47	0,57
	5	0,60	0,69	0,78	0,88	0,93
	10	0,33	0,40	0,48	0,58	0,65
75	2	0,20	0,27	0,35	0,46	0,53
	5	0,12	0,19	0,25	0,36	0,44
	10	0,31	0,38	0,45	0,53	0,58
100	2	0,18	0,25	0,31	0,41	0,47
	5	0,11	0,16	0,22	0,31	0,38

Сопротивление растеканию тока контурного заземления в однородной земле, выполненного в виде горизонтальной прямоугольной решётки из прутков круглого сечения диаметром  $d$ , м, размещённой в земле на глубине  $t$ , м, рассчитывается по формуле

$$R = \frac{\rho}{2\pi L_r} \left( \ln \frac{L_r^2}{td} + m \right),$$

где  $L_r$  – суммарная длина всех проводников, образующих решётку, м;  $m$  – коэффициент, зависящий от конфигурации решётки, соотношения её сторон и числа ячеек.

### П1.22. Значения коэффициента $m$ для некоторых типов прямоугольных решёток

Конструкция	Отношение сторон решётки $b/a$				
	1	1,5	2,0	3,0	4,0
	1,71	1,76	1,86	2,10	2,34
	3,67	3,41	3,31	3,29	3,25
	4,95	5,16	5,44	6,00	6,52
	4,33	4,43	4,73	5,04	5,61
	8,55	8,94	9,40	10,3	11,11

### П1.23. Климатические зоны России

Характеристика климатической зоны	Климатическая зона			
	I	II	III	IV
Средняя многолетняя низшая температура (январь), °С	От –20 до –15	От –14 до –10	От –10 до 0	От 0 до +5
Средняя многолетняя высшая температура (июль), °С	От +16 до +18	От +18 до +22	От +22 до +24	От +24 до +26
Среднегодовое количество осадков, см	≈ 40	≈ 50	≈ 50	30 ... 50
Продолжительность замерзания вод, дни	190 ... 170	≈ 150	≈ 100	0

### П1.24. Коэффициенты сезонности для однородной земли ( $\psi$ )

Климатическая зона	Влажность земли во время измерения её сопротивления			Климатическая зона	Влажность земли во время измерения её сопротивления		
	Повышенная	Нормальная	Малая		Повышенная	Нормальная	Малая
Вертикальный электрод длиной 3 м				Горизонтальный электрод длиной 10 м			
I	1,9	1,7	1,5	I	9,3	5,5	4,1
II	1,7	1,5	1,3	II	5,9	3,5	2,6
III	1,5	1,3	1,2	III	4,2	2,5	2,0
IV	1,3	1,1	1,0	IV	2,5	1,5	1,1
Вертикальный электрод длиной 5 м				Горизонтальный электрод длиной 50 м			
I	1,5	1,4	1,3	I	7,2	4,5	3,6

II	1,4	1,3	1,2	II	4,8	3,0	2,4
III	1,3	1,2	1,1	III	3,2	2,0	1,6
IV	1,2	1,1	1,0	IV	2,2	1,4	1,12

### П1.25. Значения удельных электрических сопротивлений различных видов грунта

Вид грунта	$\rho$ , Ом·м	Вид грунта	$\rho$ , Ом·м
Кокс	2 ... 5	Глины	3 ... 80
Торф	10 ... 30	Суглинок	5 ... 150
Садовая земля	20 ... 60	Пахотная земля	20 ... 180
Чернозём	10 ... 50	Почва	10 ... 300
Гранит	1000 ... 1200	Супесок	100 ... 400
Каменный уголь	100 ... 150	Песок	300 ... 1500
Известняк	150 ... 200	Гравий	4000 ... 7000

### П1.26. Оптимальные параметры воздуха в помещении

Помещения и здания	Категория работ	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость, м/с
Производственные	Лёгкая I	20 ... 23	60 ... 40	0,2
		22 ... 25	60 ... 40	0,2
	Средней тяжести IIа	18 ... 20	60 ... 40	0,3
		21 ... 23	60 ... 40	0,3
Средней тяжести IIб	17 ... 19	60 ... 40	0,3	
	20 ... 22	60 ... 40	0,4	
Тяжёлая III	16 ... 18	18 ... 21	60 ... 40	0,3
		18 ... 21	60 ... 40	0,7
Жилые, общественные, вспомогательные	—	20 ... 22	45 ... 30	0,1 ... 0,15
		20 ... 25	60 ... 30	≤ 0,2

Примечание. Над чертой указаны параметры воздуха в холодный и переходный периоды года, под чертой – в тёплый период года.

### П1.27. Выделение полного $q$ и явного $q_{я}$ тепла (Вт) одним человеком

Категория работы	Температура воздуха в помещении, °С									
	15		20		25		30		35	
	$q$	$q_{я}$	$Q$	$q_{я}$	$q$	$q_{я}$	$q$	$q_{я}$	$q$	$q_{я}$
Покой	145	116	116	87	93	58	93	41	93	12
Лёгкая работа	157	122	151	99	145	64	145	41	145	6
Работа средней тяжести	209	134	204	105	198	70	198	41	198	6
Тяжёлая работа	291	163	291	128	291	93	291	52	291	12

### П1.28. Выделение влаги $g_{ч}$ (г/ч) одним человеком

Категория работы	Температура помещения, °С				
	15	20	25	30	35
	$g_{ч}$	$g_{ч}$	$g_{ч}$	$g_{ч}$	$g_{ч}$
Покой	40	40	50	75	115
Лёгкая работа	55	75	115	150	200
Работа средней тяжести	110	140	185	230	280
Тяжёлая работа	185	240	295	355	415

### П1.29. Климатические параметры некоторых населённых пунктов (тёплый период года)

Город	Параметры	
	Средняя температура воздуха наиболее тёплого месяца, °С	Среднемесячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее тёплого месяца, %
Архангельск	15,3	79
Брянск	18,2	74
Волгоград	24,7	50
Вологда	17,6	70
Воронеж	20,6	62
Иваново	18,8	71
Курск	19,4	67
Липецк	19,8	66
Москва	18,0	70
Нижний Новгород	19,4	68
Орёл	18,6	77
Псков	17,5	72
Ростов-на-Дону	23,7	59
Саратов	23,1	53
Свердловск	17,2	70
Тамбов	20,0	68
Чита	18,7	65

### П1.30. Среднегодовая продолжительность гроз на территории России

Район	Среднегодовая продолжительность гроз, ч
Анадырь, Верхоянск, Красноводск, Магадан, Мурманск, Норильск, Петропавловск-Камчатский, Хатанга, Южно-Сахалинск	Менее 10
Архангельск, Астрахань, Игарка	10 ... 20
Иркутск, Казань, Калининград, Киров, Москва, Комсомольск-на-Амуре, Красноярск, С.-Петербург, Петрозаводск, Ульяновск, Хабаровск	20 ... 40
Барнаул, Волгоград, Нижний Новгород, Кемерово, Куйбышев, Новгород, Новосибирск, Омск, Петропавловск, Псков, Ростов-на-Дону, Екатеринбург, Тула, Уфа, Челябинск, Чита	40 ... 60
Брянск, Краснодар, Курск, Орёл,	60 ... 80



**П1.31. Среднегодовое число ударов молнии в 1 км<sup>2</sup> земной поверхности (*n*)**

Среднегодовая продолжительность гроз, ч	0 ... 20	20 ... 40	40 ... 60	60 ... 80	80 ... 100	Более 100
<i>n</i>	1	2	4	5,5	7	8,5

**П1.32. Категории молниезащиты и типы зоны защиты**

Объекты защиты	Географическое положение	Тип зоны защиты при использовании стержневых и тросовых молниеотводов	Категория молниезащиты
1. Здания и сооружения, относящиеся к зонам классов В-I и В-II	На всей территории России	Зона А	I
2. Здания и сооружения, относящиеся к зонам классов В-Ia, В-Iб и В-IIa	В местностях со средней продолжительностью гроз 10 ч/год и более	При $N > 1$ – зона А При $N \leq 1$ – зона Б	II
3. Наружные установки, создающие зону класса В-Iг	На всей территории России	Зона Б	II
4. Здания и сооружения, относящиеся к зонам классов П-I, П-II, П-IIa	В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч/год и более	При $N > 2$ – зона А При $0,1 < N \leq 2$ – зона Б	III
5. Наружные установки и открытые склады, создающие зону класса П-III	– " –	При $N > 2$ – зона А При $0,1 < N \leq 2$ – зона Б	III
6. Здания и сооружения, в которых отсутствуют помещения, относимые по ПУЭ к зонам взрыво- и пожароопасных классов	– " –	При $N > 2$ – зона А При $0,1 < N \leq 2$ – зона Б	III
7. Здания вычислительных центров	– " –	Зона Б	II

Примечание. Зона защиты типа А обладает надёжностью 99,5 % и выше, типа Б – 95 % и выше.

**П1.33. Характеристика коррозионной стойкости материалов, рекомендуемых для изготовления мембран**

Материал, марка	Состав и концентрация среды, мас. %	Фаза	Температура, °С	Скорость коррозии, мм/год
<i>Аммиачно-водные растворы</i>				
20	5 ... 20	Г	20	0,001
1X13, 4X13	24	Ж	20	0,003
30ХГСА	15 ... 25	Ж	25	0,001

*Аммоний хлористый*

Титан	46,5%	Ж	115	0,0005
<i>Ацетилен безводный</i>				
Сталь углеродистая	–	Г	20	0
<i>Дихлорэтан</i>				
12X18H10T	Влага 0,1 ... 1,0	Г	80	0,003
	–	Ж	80	0,0042
	90	Ж	85 – 100	0,004
<i>Кислота азотная</i>				
12X18H10T	7 ... 10	Ж	20	0
12X18H10T	30 ... 36	Ж	20	0
12X18H12T	50 ... 56	Ж	20	0
12X18H12T	6	Ж	100	0

*Продолжение табл. П1.33*

Материал, марка	Состав и концентрация среды, мас. %	Фаза	Температура, °С	Скорость коррозии, мм/год
<i>Кислота серная</i>				
12X18H10T	5	Ж	20	0,005
<i>Сероводород</i>				
12X18H10T	90 г/100 м <sup>3</sup> СО <sub>2</sub>	Г	100	0,001
<i>Трихлорэтилен</i>				
Сталь углеродистая	Сухой	Ж	Кипение	0,001
12X18H10T	Влага 0,1	Ж	Кипение	0,001
<i>Четырёххлористый углерод</i>				
12X18H10T	Технический (влага 1)	Ж, Г	20 ... 25	0,001
		Ж, Г	77	0,001
<i>Формальдегид</i>				
12X18H10T	5; H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> – 3	Ж	100	0,002
	10; H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> – 3	Ж	100	0,002
12XM	Любая	Г	65	
Никель	Любая	Ж	117	0,005

*Продолжение табл. П1.33*

Материал, марка	Состав и концентрация среды, мас. %	Фаза	Температура, °С	Скорость коррозии, мм/год
<i>Фреон-12</i>				
12X18H10T		Ж	50	0,003
		Г	100	0,001
		Г	150 ... 200	0,002
		Г	250	0,003
Алюминий		Г	100 ... 150	0,006
Никель		Г	200 ... 250	
<i>Кислота уксусная</i>				
12X18H10T	50	Ж	70	0,001

12X18H10T	98	Ж	70	0,001
Титан	5 ... 25	Ж	165	0,001
Титан	98	Ж	165	0,001
<i>Хлор</i>				
Никель	Влага 0,007 ... 0,04	Г	20 ... 250	< 0,018
<i>Хлористый водород</i>				
12X18H10T	Сухой	Г	20 ... 100	0,001
<i>Этиленгликоль</i>				
12X18H10T		Г	20	0,002
		Ж	150	0,002
		Г	150	0,002

**Таблица П1.34**

Расчётная температура стенки аппарата или сосуда, °С	[σ], МПа для углеродистых и низколегированных сталей			
	ВСт3	20 и 20К	09Г2С, 16ГС, 17	ГС, 17Г1С, 10Г2С1
20	140	147	183	180
100	134	142	160	160
150	131	139	154	154
200	126	136	148	148
250	120	132	145	145
300	108	119	134	134
350	98	106	123	123
375	93	98	116	108
400	85	92	105	92
410	81	86	104	86
420	75	80	92	80
430	71	75	86	75
440	–	67	78	67
450	–	61	71	61
460	–	55	64	55
470	–	49	56	49
480	–	46	53	46

*Продолжение табл. П1.34*

Расчётная температура стенки аппарата или сосуда, °С	[σ], МПа для теплоустойчивых и коррозионно-стойких хромистых сталей				
	12ХМ	12МХ	15ХМ	15Х5М	15Х5М-У
20	147	147	155	146	240
100	–	–	–	141	235
150	–	–	–	138	230
200	145	145	152	134	225
250	145	145	152	127	220
300	141	141	147	120	210
350	137	137	142	114	200
375	135	135	140	110	180
400	132	132	137	105	170

410	130	130	136	103	160
420	129	129	135	101	150
430	127	127	134	99	140
440	126	126	132	96	135
450	124	124	121	94	130

Продолжение табл. П1.34

Расчётная температура стенки аппарата или сосуда, °С	[σ], МПа для теплоустойчивых и коррозионно-стойких хромистых сталей				
	12XM	12MX	15XM	15X5M	15X5M-У
460	122	122	127	91	126
470	117	117	122	89	122
480	114	114	117	86	118
490	105	105	107	83	114
500	96	96	99	79	108
510	82	82	84	72	97
520	69	69	74	66	85
530	60	57	67	60	72
540	50	47	57	54	58
550	41	–	49	47	52
560	33	–	41	40	45
570	–	–	–	35	40
580	–	–	–	30	34
590	–	–	–	28	30
600	–	–	–	25	25

Продолжение табл. П1.34

Расчётная температура стенки аппарата или сосуда, °С	[σ], МПа для жаропрочных, жаростойких и коррозионно-стойких аустенитных сталей				
	08X22H6T, 08X21H6M2T	03X21H21M4ГБ	03X18H11	03X16H15M3	06XH28MДТ, 03XH28MДТ
20	240	180	160	153	147
100	207	173	133	140	138
150	200	171	125	130	130
200	193	171	120	120	124
250	173	167	115	113	117
300	167	149	112	103	110
350	–	143	108	101	107
375	–	141	107	90	105
400	–	140	107	87	103
410	–	–	107	83	–
420	–	–	107	82	–
430	–	–	107	81	–
440	–	–	107	81	–

450	–	–	107	80	–
-----	---	---	-----	----	---

Продолжение табл. П1.34

Расчётная температура стенки аппарата или сосуда, °С	[σ], МПа, для сталей		Расчётная температура стенки аппарата или сосуда, °С	[σ], МПа, для сталей	
	08X18H10T, 08X18H12T, 08X17H13M2T, 08X17H15M3T	12X18H10T, 12X18H12T, 10X17H13M2T, 10X17H15M3T		08X18H10T, 08X18H12T, 08X17H13M2T, 08X17H15M3T	12X18H10T, 12X18H12T, 10X17H13M2T, 10X17H15M3T
20	140	160	520	79	112
100	130	152	530	79	111
150	120	146	540	78	111
200	115	140	550	76	111
250	110	136	560	73	101
300	100	130	570	69	97
350	91	126	580	65	90
375	89	124	590	61	81
400	86	121	600	57	74
410	86	120	610	–	68
420	85	120	620	–	62
430	85	119	630	–	57
440	84	118	640	–	52
450	84	117	650	–	48
460	83	116	660	–	45
470	83	115	670	–	42
480	82	115	680	–	38
490	82	114	690	–	34
500	81	114	700	–	30
510	80	112			

Таблица П1.35

Сосуды	Рабочее давление $p_p$ , МПа	Пробное давление на заводе-изготовителе $p_n$ , МПа
Все сосуды, кроме литых	Ниже 0,5	$1,5 p_p [\sigma_T^{20}] / [\sigma_T^t]$ , но не менее 0,2
	0,5 и выше	$1,25 p_p [\sigma_T^{20}] / [\sigma_T^t]$ , но не менее $p_p + 0,3$
Литые	Независимо от давления	$1,5 p_p [\sigma_T^{20}] / [\sigma_T^t]$ , но не менее 0,3

### П1.36. Значение коэффициента запаса $\varphi$

Вид мембраны	$\varphi$
Разрывные никелевые, титановые	1,05
Разрывные стальные	1,1
Разрывные алюминиевые	1,15
Хлопающие	1,05
Ломающиеся	1,05

### П1.37. Механические характеристики и сортамент металлопроката

Металл	Состояние материала	Предел прочности при одноосном растяжении $\sigma_B$ , МПа	Относительное удлинение при разрыве $\delta$	Толщина, мм	Ширина, мм
Никель	Твёрдый	550	0,02	0,12; 0,13; 0,15; 0,18;	200
				0,20; 0,22; 0,25; 0,3;	300
				0,35; 0,40; 0,45; 0,50;	

				0,55; 0,60; 0,65; 0,7; 0,75; 0,8; 0,9; 1,00.	
Алюминий	Твёрдый	100 ... 120	0,02 ... 0,03	0,014; 0,016; 0,018; 0,020; 0,025; 0,030; 0,035; 0,040; 0,045; 0,050; 0,060; 0,070; 0,080; 0,10; 0,12; 0,15; 0,18; 0,20	960
Титан	–	>1200	–	0,05 – 0,2	175
08X18H10T , 12X18H10T , стали углеродист ые	Мягкий	540	0,35 ... 0,40	0,05; 0,08; 0,10; 0,12; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55; 0,60; 0,65; 0,70; 0,75; 0,80; 0,85; 0,90; 0,95; 1,00	400
	Полунагартованный	800 ... 900	0,15 ... 0,20		
	Нагартованный	1000	0,05		

**П1.38. Суммарная солнечная радиация (прямая и рассеянная)  
на горизонтальную поверхность при безоблачном небе, МДж/м<sup>2</sup>**

Месяц	Географическая широта, град. с. ш.							
	40	44	48	52	56	60	64	68
Январь	322	261	207	164	113	68	35	–
Февраль	417	365	324	270	220	169	134	112
Март	639	603	565	528	467	406	405	282
Апрель	757	724	702	678	650	612	585	567
Май	893	872	862	850	840	825	824	809
Июнь	897	889	881	880	873	877	864	865
Июль	891	886	877	882	875	856	855	889
Август	803	768	736	719	695	660	641	639
Сентябрь	654	619	589	540	486	454	400	355
Октябрь	510	465	406	344	267	208	173	122
Ноябрь	358	308	254	194	127	84	56	34
Декабрь	298	234	184	126	84	47	–	–

**П1.39. Суммарная солнечная радиация (прямая и рассеянная)  
на вертикальную поверхность при безоблачном небе, МДж/м<sup>2</sup>**

Ориентация	Географическая широта, град. с. ш.							
	40	44	48	52	56	60	64	68
<i>Январь</i>								
В/З	233	199	174	143	104	67	41	
ЮВ/ЮЗ	511	467	423	371	313	250	192	
Ю	687	636	560	495	425	338	242	
<i>Февраль</i>								
В/З	271	249	228	210	187	156	127	
ЮВ/ЮЗ	482	475	452	424	394	359	324	

Ю	618	612	595	566	528	482	397	
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--

Продолжение табл. П1.39

Ориентация	Географическая широта, град. с. ш.							
	40	44	48	52	56	60	64	68

*Март*

СВ/СЗ	188	184	175	152	130	118	108	
В/З	389	390	381	365	327	308	282	
ЮВ/ЮЗ	546	564	579	572	556	552	546	
Ю	619	661	692	692	673	654	630	

*Апрель*

С	117	114	112	110	106	109	111	116
СВ/СЗ	257	256	254	243	236	239	242	257
В/З	432	436	443	459	480	497	487	491
ЮВ/ЮЗ	489	512	536	557	592	621	674	746
Ю	450	500	543	558	638	685	671	673

*Май*

С	165	163	165	176	183	185	194	177
СВ/СЗ	322	326	332	332	326	329	328	320
В/З	472	485	499	512	528	547	550	546
ЮВ/ЮЗ	449	487	529	573	607	649	716	745
Ю	331	383	440	497	541	592	640	681

*Июнь*

С	195	196	205	206	223	236	262	292
СВ/СЗ	344	346	362	370	375	414	452	486
В/З	462	470	492	512	541	559	607	648
ЮВ/ЮЗ	404	436	504	514	550	580	612	642
Ю	258	307	371	427	469	512	554	596

*Июль*

С	213	188	197	212	215	219	237	278
СВ/СЗ	325	330	335	340	350	359	382	440
В/З	453	478	494	518	541	554	576	643
ЮВ/ЮЗ	395	432	473	511	542	572	630	693
Ю	293	343	398	452	501	546	591	646

Продолжение табл. П1.39

Ориентация	Географическая широта, град. с. ш.							
	40	44	48	52	56	60	64	68

*Август*

С	135	134	132	130	127	130	132	
СВ/СЗ	280	274	270	268	264	264	261	
В/З	442	447	451	457	466	482	500	
ЮВ/ЮЗ	458	488	518	542	567	598	626	
Ю	387	430	477	520	552	589	600	

*Сентябрь*

СВ/СЗ	214	205	195	191	185	180	177	
В/З	378	374	372	371	366	356	345	
ЮВ/ЮЗ	475	496	529	530	547	554	544	
Ю	440	536	561	584	608	610	612	

<i>Октябрь</i>								
СВ/СЗ	173	148	125	110	95	77	62	
В/З	336	314	283	263	239	208	177	
ЮВ/ЮЗ	524	520	508	490	476	466	456	
Ю	612	625	625	611	598	584	522	
<i>Ноябрь</i>								
В/З	237	218	192	166	139	107	78	
ЮВ/ЮЗ	472	449	424	392	346	296	245	
Ю	636	617	597	543	486	412	325	
<i>Декабрь</i>								
В/З	209	180	147	121	93	65	42	
ЮВ/ЮЗ	453	410	361	305	245	179	115	
Ю	651	609	536	475	400	296	192	

### П1.40. Коэффициенты теплопропускания солнцезащитных устройств

Солнцезащитные устройства	Коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств
<i>А. Наружные</i>	
1. Штора или маркиза из светлой ткани	0,15
2. Штора или маркиза из тёмной ткани	0,20
3. Ставни-жалюзи с деревянными пластинами	0,10/0,15
4. Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,15/0,20
<i>Б. Межстекольные (непроветриваемые)</i>	
5. Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,30/0,35
6. Штора из светлой ткани	0,25
7. Штора из тёмной ткани	0,40
<i>В. Внутренние</i>	
8. Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,60/0,70
9. Штора из светлой ткани	0,40
10. Штора из тёмной ткани	0,80

Примечание. Коэффициенты теплопропускания даны дробью: до черты – для солнцезащитных устройств с пластинами под углом 45°, после черты – под углом 90° к плоскости проёма.



### П1.41. Коэффициенты теплопропускания заполнений световых проёмов (окон, балконных дверей и фонарей)

Заполнение светового проёма	Коэффициент теплопропускания заполнения светового проёма
Одинарное остекление в деревянных переплётах	0,75
Одинарное остекление в металлических переплётах	0,90
Двойное остекление в деревянных спаренных переплётах	0,60
Двойное остекление в деревянных отдельных переплётах	0,51
Двойное остекление в металлических отдельных переплётах	0,61
Двойное остекление витрин в металлических отдельных переплётах	0,68
Тройное остекление в деревянных отдельных переплётах (спаренный и одинарный)	0,41
Тройное остекление в металлических отдельных переплётах	0,57
Блоки стеклянные пустотелые размером 194×194×98 при ширине швов 6 мм	0,55
Блоки стеклянные пустотелые размером 244×244×98 при ширине швов 6 мм	0,59
Профильное стекло швеллерного сечения	0,72
Профильное стекло коробчатого сечения	0,64
Органическое стекло одинарное	1,0
Органическое стекло двойное	0,90
Органическое стекло тройное	0,82
Двухслойные стеклопакеты в деревянных переплётах	0,60
Двухслойные стеклопакеты в металлических переплётах	0,68
Одинарное остекление в отдельных деревянных переплётах и двухслойные стеклопакеты	0,41

Приложение 2

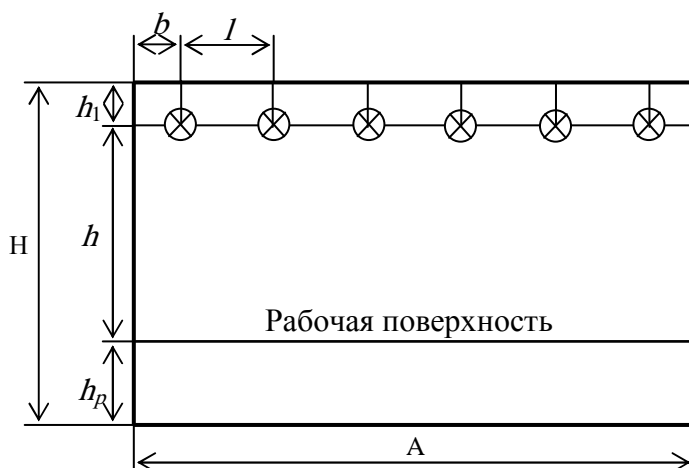


Рис. П2.1. Разрез помещения

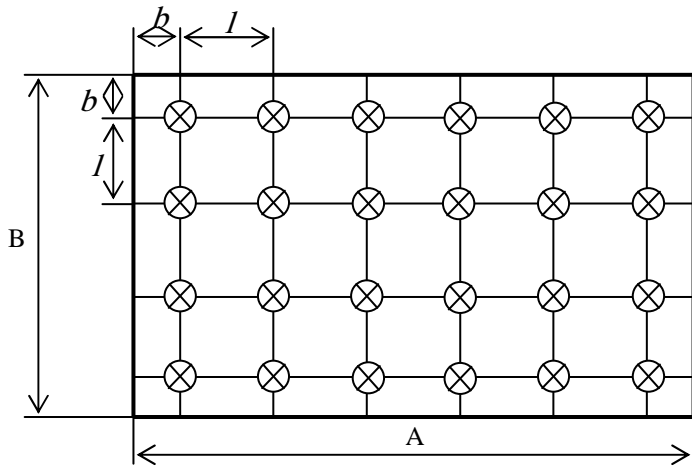


Рис. П2.2. План помещения

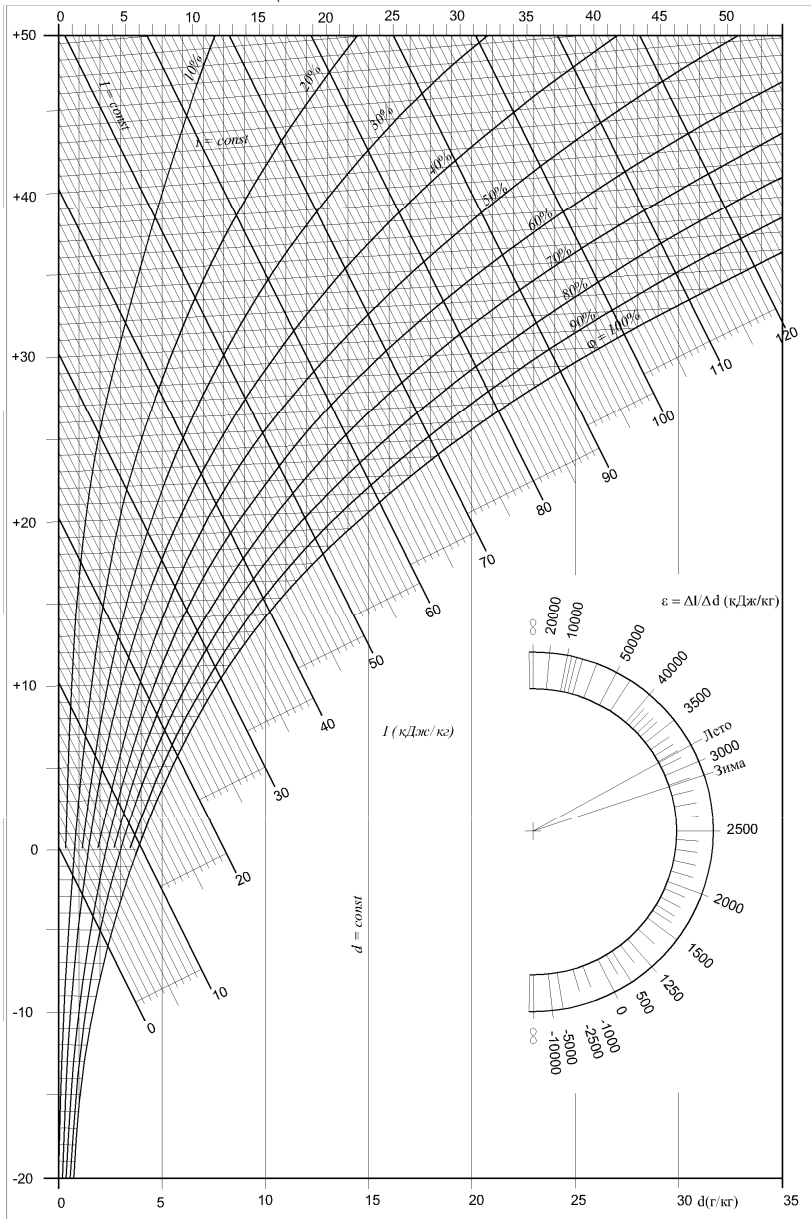
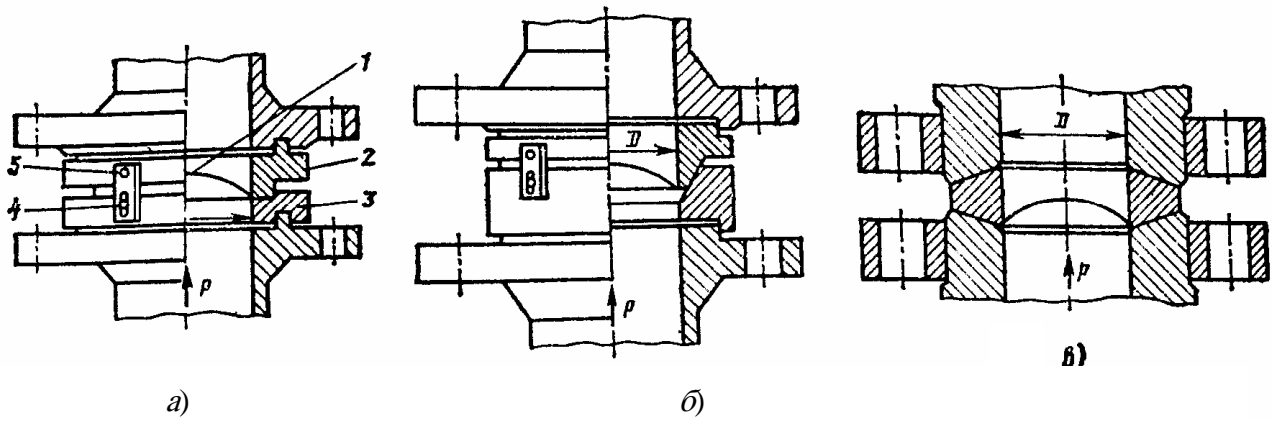
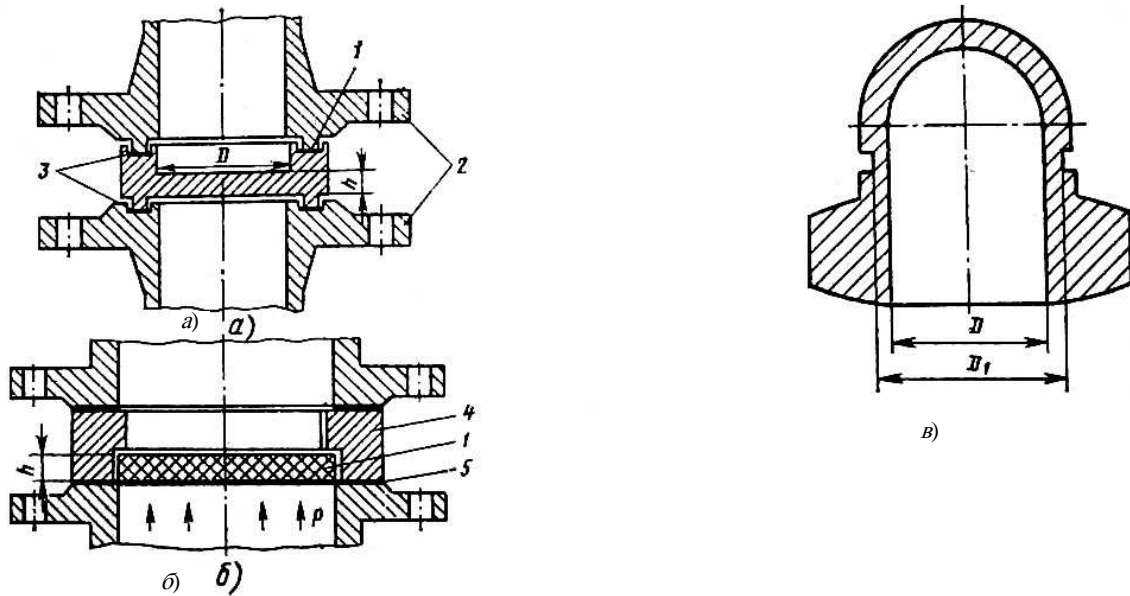


Рис. П2.3.  $I-d$ -диаграмма влажного воздуха



**Рис. П2.4. Предохранительные мембраны разрывного типа:**

*a* – с плоским зажимом; *б* – с коническим зажимом; *в* – с линзовым зажимом; *1* – мембрана; *2, 3* – зажимные кольца; *4* – планка; *5* – винт



**Рис. П2.5. Предохранительные мембраны ломающиеся и отрывного типа:**

*a* – ломающиеся предохранительные мембраны с выточкой;  
*б* – ломающиеся предохранительные мембраны со свободной заделкой;  
*1* – мембрана; *2* – фланцы; *3* – прокладки; *4* – кольцо; *5* – планка;  
*в* – отрывная мембрана