

**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

Академия Государственной противопожарной службы

**С. А. Швырков, Л. Т. Панасевич, В. В. Воробьев,
В. М. Сонечкин, С. А. Горячев, С. В. Батманов**

**ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

Москва 2011

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Академия Государственной противопожарной службы

С. А. Швырков, Л. Т. Панасевич, В. В. Воробьев
В. М. Сонечкин, С.А. Горячев, С. В. Батманов

**ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

Утверждено Редакционно-издательским советом
Академии ГПС МЧС России
в качестве учебно-методического пособия

Москва 2011

УДК 614.8(075.8)
ББК 3896 я 73
Ш 35

Р е ц е н з е н т ы:

Доктор технических наук, профессор

В. И. Зыков

Кандидат технических наук, доцент

Н. Л. Присяжнюк

**Швырков С. А., Панасевич Л. Т., Воробьев В. В., Сонечкин В. М.,
Горячев С. А., Батманов С. В.**

Ш35 Пожарная безопасность технологических процессов.
Методические рекомендации по дипломному проектированию [текст]:
Учеб.-метод. пособие. / С. А. Швырков, Л. Т. Панасевич, В. В. Воробьев,
В. М. Сонечкин, С. А. Горячев, С. В. Батманов. – М.: АГПС МЧС России,
2011. – 67 с.

В методических рекомендациях изложены требования по выполнению дипломных проектов (работ) по дисциплине «Пожарная безопасность технологических процессов». Рассмотрены требования по оформлению пояснительной записки и графической части проектов (работ). Отражена методология выполнения основных разделов.

Методические рекомендации предназначены для курсантов и слушателей Академии ГПС МЧС России.

Издано в авторской редакции

УДК 614.8(075.8)
ББК 3896 я 73

© Академия Государственной противопожарной
службы МЧС России, 2011

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Дипломный проект или дипломная работа (выпускная квалификационная работа) по курсу «Пожарная безопасность технологических процессов» являются одним из видов аттестационных испытаний выпускников, завершающих обучение по основной профессиональной образовательной программе.

С учетом результатов их выполнения и защиты Государственная аттестационная комиссия решает вопрос о присвоении выпускнику квалификации инженера пожарной безопасности и выдачи диплома установленного образца.

Выполнение дипломного проекта (работы) на кафедре пожарной безопасности технологических процессов проводится с целью систематизации, закрепления и углубления полученных в процессе обучения знаний. При этом слушатели приобретают навыки самостоятельной творческой работы, анализа и умения грамотно, стройно и логически обоснованно излагать свои мысли и оформлять результаты исследования при решении конкретных задач по обеспечению пожарной безопасности производственных объектов.

Основой для выполнения дипломного проекта (работы) является базовая теоретическая и практическая подготовка курсантов и слушателей по дисциплине «Пожарная безопасность технологических процессов», изучаемой на кафедре.

При работе над темой необходимо изучить технологический процесс, оценить пожарную опасность аппаратов, проверить соответствие технологического оборудования требованиям действующих норм и правил, обосновать расчетными методами категории помещения, здания и наружной установки по взрывопожарной и пожарной опасности, разработать меры по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса.

Дипломный проект (работа) выполняется слушателем в соответствии с индивидуальным заданием, в котором указываются вопросы, подлежащие разработке, а также сроки представления законченной работы и защиты проекта (работы).

При выполнении дипломного проекта (работы) слушатель должен проявить полную самостоятельность, умение решать поставленные перед ним научно-технические задачи и умение обосновать принятые решения.

Дипломный проект (работа) должен отвечать следующим обязательным требованиям:

- самостоятельность исследования;
- анализ литературы по теме исследования;
- связь предмета исследования с актуальными проблемами современной науки и практики;

– наличие у автора собственных суждений по проблемным вопросам темы;

– логичность изложения, убедительность представленного фактологического материала, аргументированность выводов и обобщений;

– научно-практическая значимость проекта (работы).

Проект (работа) должен сочетать теоретическое освещение вопросов темы с анализом практики работы подразделений пожарной охраны.

Примерный перечень тем проектов (работ) составляется профессорско-преподавательским составом кафедры, обсуждается на заседании кафедры и представляется на утверждение руководству Академии ГПС МЧС России.

В настоящем пособии изложены основные требования к содержанию, оформлению дипломных проектов (работ), порядку прохождения преддипломной практики и представления материалов к защите. В приложениях к методическому пособию приведены образцы документов, которые оформляются в процессе выполнения выпускной квалификационной работы.

1. ЦЕЛЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Дипломное проектирование является завершающей стадией обучения, которая позволяет оценить теоретическую подготовленность слушателей к решению практических задач в области обеспечения пожарной безопасности технологических процессов производств.

Выполнение дипломного проекта (работы) имеет цель:

– систематизировать, закрепить и расширить теоретические знания и практические навыки по дисциплине кафедры и применить их при решении конкретных задач по обеспечению пожарной безопасности технологических процессов различных отраслей народного хозяйства;

– развить навыки самостоятельной работы, овладения методами исследования при решении разрабатываемых в проекте (работе) вопросов;

– совершенствовать навыки принятия самостоятельных решений, их обоснования и защиты.

На кафедре пожарной безопасности технологических процессов выпускная квалификационная работа может быть выполнена в виде дипломного проекта или дипломной работы.

Дипломный проект предполагает проведение пожарно-технической экспертизы проектных материалов, выполнение инженерных расчетов по оценке воздействия факторов пожарной опасности, а также разработку экономически обоснованных мероприятий и технических решений по обеспечению пожарной безопасности технологий конкретных производств.

Дипломная работа предполагает проведение научных исследований по проблемным и актуальным вопросам обеспечения пожарной безопасности промышленных технологий. Результатом дипломной работы является

решение конкретной задачи, имеющей самостоятельное научное, практическое или учебно-методическое значение.

В ходе дипломного проектирования перед слушателями ставятся следующие задачи:

1) выбор актуальной темы проекта (работы) по обеспечению пожарной безопасности или снижению уровня пожарной опасности объекта защиты;

2) изучение нормативной, технической, справочной, научной литературы по выбранной тематике;

3) сбор необходимых проектных, нормативных, статистических материалов для проведения анализа пожарной опасности технологического процесса и принятия решений по противопожарной защите;

4) выбор наиболее оптимального варианта технического решения на основе расчета экономической эффективности;

5) оформление дипломного проекта (работы) в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

2. ТЕМАТИКА ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

1. Разработка инженерно-технических решений по обеспечению пожарной безопасности технологии промышленных предприятий.

2. Разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса нефтеперерабатывающего предприятия.

3. Разработка инженерно-технических решений по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса сбора нефти.

4. Разработка инженерно-технических решений по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса хранения нефти и/или нефтепродуктов на нефтебазе (терминале).

5. Разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса подготовки нефти.

6. Разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса перекачки нефти и/или нефтепродуктов.

7. Разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса переработки нефти.

8. Разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса хранения нефти и/или нефтепродуктов в резервуарных парках.

9. Разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса транспортировки газа.

10. Разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса механической обработки древесных материалов.

11. Разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса изготовления мебели.

12. Разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса отделки мебельных изделий.

13. Разработка инженерно-технических решений по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса очистки воздуха от пылевых отходов.

14. Разработка инженерно-технических решений по обеспечению пожарной безопасности технологии окраски.

15. Разработка инженерно-технических решений по обеспечению пожарной безопасности автомобильной заправочной станции.

16. Разработка инженерно-технических решений по обеспечению пожарной безопасности многотопливной автомобильной заправочной станции.

17. Разработка инженерно-технических решений по обеспечению пожарной безопасности автомобильной газозаправочной станции.

18. Разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса изготовления резинотехнических изделий.

19. Разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности процесса гидрокрекинга.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

3.1. Задание на дипломное проектирование

После утверждения темы начальником Академии слушатель получает от научного руководителя задание на выполнение дипломного проекта (работы) (прил. 1). Руководитель разъясняет назначение и задачи, структуру и объем работы, принципы ее разработки и оформление, примерное распределение времени на выполнение отдельных частей проекта (работы). Задание, подписанное научным руководителем и утвержденное начальником кафедры, дипломник получает перед убытием на преддипломную практику.

В задании должны быть указаны:

- 1) тема дипломного проекта (работы) в соответствии с приказом начальника Академии о дипломном проектировании;
- 2) необходимые проектные материалы для проведения исследования;
- 3) нормативные и справочные документы;
- 4) основные литературные источники;
- 5) количество и наименование листов графической части проекта (работы);
- 6) консультанты по соответствующим разделам проекта (работы).

3.2. Преддипломная практика

Преддипломная практика проводится с целью сбора, обобщения и анализа фактического материала и других исходных данных, необходимых для успешного выполнения проекта (работы); выбора вариантов решения задач, поставленных в дипломном проекте (работе).

Преддипломная практика проводится по индивидуальному заданию. В качестве объекта проектирования желательнее выбирать производственные объекты в целом или их отдельные участки (цеха) со взрыво- или пожароопасными технологиями.

В процессе преддипломной практики слушатель должен собрать (на объекте, в подразделениях ФПС, в проектных организациях и т. д.) материалы в объеме, достаточном для написания дипломного проекта (работы).

По итогам преддипломной практики слушатель отчитывается перед научным руководителем. По результатам отчета ему выставляется зачет с дифференцированной оценкой. При положительной оценке за преддипломную практику слушатель допускается к дипломному проектированию.

Для слушателей-заочников преддипломная практика учебным планом не предусматривается, поэтому сбор материалов по теме проекта (работы) производится, как правило, на производственных объектах, расположенных в местах прохождения службы.

3.3. Руководство дипломным проектированием

Научными руководителями дипломных проектов (работ) назначаются лица из числа профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников Академии. Ими могут быть: начальник кафедры и его заместитель, профессора и доценты, наиболее опытные старшие преподаватели кафедры.

Руководителями проектов также могут быть высококвалифицированные практические работники пожарной охраны, научные сотрудники ФГУ ВНИИПО МЧС России и его филиалов, опытно-конструкторских и научно-исследовательских учреждений.

В случае выполнения комплексного исследования вопросов, связанных с другими специальностями направлениями, могут назначаться два руководителя. В этом случае подкомиссия, на которой будет проводиться защита дипломного проекта (работы), определяется дипломными руководителями.

Руководитель дипломного проекта (работы) выдает слушателю задание на дипломный проект (работу), разрабатывает календарный график, в котором указывается очередность и сроки выполнения отдельных этапов работы.

Дипломный проект (работа) является самостоятельной работой слушателя. Руководитель осуществляет общее руководство дипломным проектированием, помогает дипломнику оценить возможные варианты решений, которые дипломник выбирает сам.

Дипломник регулярно отчитывается перед руководителем, консультируется по вызывающим затруднения вопросам. Руководитель просматривает результаты дипломного исследования по мере готовности, оценивает объем выполненной работы в соответствии с планом-графиком (прил. 2). Дипломник должен своевременно поставить в известность руководителя о возможных отклонениях от графика выполнения проекта (работы). В случае неявки дипломника в установленные сроки руководитель докладывает об этом начальнику кафедры, а тот – в учебный отдел или руководству Академии для принятия соответствующего решения.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

4.1. Структура дипломного проекта (работы)

Дипломный проект (работа) состоит из пояснительной записки и графической части. В пояснительной записке излагается основное содержание проекта (работы), приводятся необходимые расчеты и технические решения. Пояснительная записка сопровождается графиками, схемами, диаграммами, эскизами и другими иллюстративными материалами.

Разделы в пояснительной записке излагаются в строгой последовательности. Каждый раздел заканчивается выводами о наиболее значимых результатах, полученных при разработке данного раздела.

Структура и состав пояснительной записки зависят от выбранной темы. Рекомендуется придерживаться примерной структуры дипломного проекта (работы), приведенной ниже.

Введение.

1. Краткое описание технологии процесса и размещение горючих веществ и материалов на производстве.

2. Анализ пожаровзрывоопасных свойств веществ и материалов, обрабатываемых в технологическом процессе.

3. Оценка пожаровзрывоопасности среды внутри аппаратов при их нормальной работе, в периоды пуска и остановки.

4. Оценка пожаровзрывоопасности аппаратов, при эксплуатации которых возможен выход горючих веществ наружу без повреждения их конструкции.

5. Анализ возможных причин повреждения аппаратов и разработка необходимых средств защиты.

6. Анализ возможности появления специфических источников зажигания.
7. Выявление возможных путей развития пожара.
8. Расчет потенциального пожарного риска на объектах защиты.
9. Расчет категории производственного помещения, здания или наружной установки по взрывопожарной и пожарной опасности.
10. Разработка пожарно-профилактических мероприятий, повышающих уровень пожарной безопасности технологического процесса.
11. Оценка влияния технологического процесса на окружающую среду.
12. Технико-экономическое обоснование принятых решений противопожарной защиты.

Выводы.

Список литературы.

Приведенное выше содержание дипломного проекта (работы) является рекомендательным и не исчерпывающим. Оно может корректироваться и дополняться, исходя из особенностей технологического процесса и целей, поставленных научным руководителем.

4.2. Краткое содержание разделов пояснительной записки дипломного проекта (работы)

Введение

Во введении анализируется состояние пожарной безопасности в данной отрасли промышленности, обосновывается актуальность и значимость темы, формулируются цель и задачи проекта (работы), приводится исходная статистическая база данных по данному направлению исследования.

Описание технологического процесса

В данном разделе рассматривается сущность технологического процесса, принципиальная схема, которая отображается в пояснительной записке проекта (работы) в виде рисунка (методику разработки принципиальной схемы смотри в [12]).

Описание технологического процесса и работы технологического оборудования осуществляется по технологическому регламенту или по пояснительной записке технологической части проекта.

На схеме необходимо отразить материальные потоки, последовательность технологических операций, процессы, протекающие в технологических аппаратах, параметры (давление, температура, скорость, расход и др.), при которых осуществляется процесс в технологических аппаратах.

Анализ пожарной опасности и защиты технологического процесса

При анализе пожарной опасности технологического процесса выявляются следующие параметры пожарной опасности:

– *пожаро- и взрывоопасные свойства веществ и материалов, обращающихся в производственном процессе.* Рассматриваются вещества и материалы, применяемые в технологическом процессе, приводятся справочные показатели их пожаро- и взрывоопасности (прил. 3);

– *возможность образования горючей среды и ВОК в технологическом оборудовании и в объеме помещения при нормальном режиме эксплуатации и при возникновении аварийной ситуации.* Условия образования взрывоопасных смесей рассматриваются с учетом типа оборудования, технологических параметров процесса;

– *возможность образования в горючей среде или внесения в нее источников зажигания.* Выявляются источники зажигания, которые могут появиться на производстве;

– *возможные причины развития пожара на производстве.* Рассматриваются различные варианты развития пожара;

– *оценка величины пожарного риска на производственных объектах, в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности* (прил. 4);

– *делается вывод о необходимости и достаточности имеющихся мероприятий;*

– *расчет категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.* Выбирается наиболее неблагоприятный вариант аварии и рассчитывается значение избыточного давления взрыва.

На основании проведенного анализа разрабатывается карта пожарной опасности и защиты технологического процесса (прил. 5).

Разработка технических решений по повышению уровня пожарной безопасности технологических процессов

Определяются составы систем предотвращения пожара и противопожарной защиты и разрабатываются мероприятия по повышению пожарной безопасности технологических процессов или отдельных его участков (прил. 6).

Экологическая оценка влияния производственного объекта на окружающую среду

Оценивается экологический ущерб, наносимый окружающей среде, в случае возникновения аварии или пожара на производственном объекте [15].

Технико-экономическое обоснование предлагаемых решений противопожарной защиты

Определяется экономическая эффективность предложенных инженерно-технических решений с точки зрения их социальной и экономической значимости (прил. 7).

Дополнительные разделы

По решению научного руководителя в дипломный проект (работу) могут быть включены дополнительные разделы, например: расчет сил и средств подразделений при тушении пожара; разделы пожарной автоматики; разделы пожарной безопасности электроустановок и др. По этим разделам назначаются соответствующие консультанты, которые помогают дипломникам в их работе.

Выводы

В заключительной части дипломного проекта (работы) приводятся основные результаты дипломного проектирования, формулируются важнейшие выводы и рекомендации, направленные на совершенствование системы пожарной безопасности технологического процесса.

Список используемой литературы

Список используемой литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32–91 и должен содержать все первоисточники (нормативная, справочная, техническая и др. литература), которые были использованы при написании дипломного проекта (работы). Рекомендуемый список основной нормативной и справочной литературы для дипломного проектирования приведен в прил. 8.

Приложения

В приложения включаются материалы, дополняющие содержание пояснительной записки к дипломному проекту (работе): иллюстрации, графики, таблицы, схемы, анкеты, фотоснимки и т. п.

Графическая часть

В графической части принятые в дипломном проекте (работе) технические решения представляются в виде чертежей, схем, графиков, диаграмм.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

5.1. Пояснительная записка

Пояснительная записка должна включать:

- титульный лист (прил. 9);
- оглавление;
- введение;
- основную часть;
- выводы;
- список использованной литературы;
- приложения.

Текстовый материал излагается в краткой и четкой форме. В нем раскрываются цель и задачи проекта (работы), методы исследования, сообщается о результатах проведенных экспериментов, содержатся проверочные и конструкторские расчеты, технико-экономическое обоснование принятых решений противопожарной защиты, выводы, рекомендации и предложения. При необходимости дается экологическая оценка и другие разделы.

Пояснительная записка выполняется на листах белой бумаги формата А4 (210 x 297 мм) следующими способами:

1) компьютерная распечатка в текстовом редакторе MS Word (версия не ранее 2000 года), шрифт Times New Roman, межстрочный интервал – 1,5 (14 пт), отступ абзаца 10 мм. Основной текст должен быть набран кеглем 14 пт; дополнительный, включая таблицы, выводы, литературу, содержание, подрисуночные подписи и др., – кеглем 12 пт; головки таблиц – кеглем 10 пт;

2) рукописный текст: чернила или паста черного или синего цвета, высота букв и цифр не менее 4-5 мм, интервал между строк 15 мм.

Страницы должны иметь поля:

- верхнее – 35 мм;
- нижнее, правое, левое – по 25 мм;

Объем текстового материала должен составлять:

- компьютерный текст – 60-70 страниц (не считая приложений);
- рукописный текст – не более 90 страниц (не считая приложений).

Все страницы проекта (работы) нумеруются по порядку от титульного листа до последней страницы, включая иллюстрации и приложения. На титульном листе номер страницы не ставится. Колонцифра (номер страницы) набирается в центре верхней части листа с отступом 25 мм от верхнего края.

Основной текст пояснительной записки состоит из разделов, параграфов и пунктов. Заголовки разделов располагаются симметрично тексту и выполняются прописными буквами. Разделы должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами в пределах всей пояснительной записки. После номера ставится точка. Заголовки подразделов выполняются строчными буквами. Подразделы должны иметь порядковые номера в пределах каждого раздела. Если подразделы разбиты на пункты, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела. Номер подраздела пункта должен включать номера раздела, подраздела и пункта, разделенные точками.

Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Расстояние между заголовком и последующим текстом должно быть равно 15 мм. Такой же интервал оставляют между заголовком и предыдущим текстом.

5.1.1. Формулы и уравнения

Формулы, уравнения выделяются в отдельную строку, размещаются без отступа по центру страницы и отделяются от текста на 6 пт. сверху и снизу. Нумерация производится в пределах раздела арабскими цифрами в круглых скобках. Номер ставится справа от формулы и выравнивается по правому краю.

Допускается сплошная нумерация формул в пределах всей работы, если их количество незначительно (менее 10).

Если формула или уравнение не помещается в одну строку, они переносятся на новую строку после знака равенства или после любого математического знака, который обязательно повторяется на новой строке.

Если в работе только одна формула или уравнение или в них подставляются числовые значения, то допускается их не нумеровать.

В формулах используют буквы латинского, греческого и готического алфавитов. Буквы латинского алфавита, обозначающие физико-математические величины, набирают курсивом. Буквы греческого алфавита всегда набирают в прямом начертании. Основную строку в однострочных формулах набирают тем же кеглем, что и основной текст издания.

5.1.2. Таблицы

Статистические данные, исходные сведения, результаты расчетов и т. п. рекомендуется представлять в пояснительной записке в виде таб-

лиц. Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. Таблицы слева, справа и снизу ограничиваются линиями.

На все таблицы должны быть ссылки в тексте. Нумерация производится арабскими цифрами в пределах раздела (если таблиц немного (менее 5), допускается сплошная нумерация).

Номер таблицы размещается в правом верхнем углу, например, «Таблица 1». На следующей строке помещается название таблицы с заглавной буквы. Точка в конце названия не ставится. Заголовки граф таблицы должны начинаться с прописных букв, подзаголовки со строчных, если последние подчинены заголовку.

При переносе таблицы на новой странице размещаются слова «Продолжение табл.» или «Окончание табл.», указывается ее номер, а затем повторяется «шапка» таблицы. Если «шапка» таблицы большая по объему, то допускается ее не повторять. В этом случае необходимо пронумеровать графы и повторить их нумерацию на следующей странице. Название таблицы не повторяется.

Если в строке таблицы отсутствуют данные, ставится прочерк.

Если в тексте небольшое количество цифрового материала, то его следует представлять в текстовом виде, располагая в колонки.

Исходные первичные данные, справочный и нормативный материал целесообразнее помещать в конце пояснительной записки как приложения.

5.1.3. Ссылки

Если автор в пояснительной записке ссылается на литературный источник, то сразу после ссылки в квадратных скобках проставляется его номер в библиографическом списке, а при использовании цифровых данных – номер страницы данного источника, например, [2, с. 25].

Если в работе используются цитаты, статистические данные, необходимо приводить в тексте источники, откуда они заимствованы. Эти указания оформляются в виде сносок, в которых указываются инициалы и фамилии авторов, название цитируемого источника, том, часть, издательство, год издания и страница. Сноски оформляются в виде обычной сноски в конце страницы и отделяются от основного текста горизонтальной чертой.

5.2. Перечень графического материала

Графический материал является необходимым условием оформления дипломного проекта (работы) и выполняется в виде:

- 1) рисунков в пояснительной записке (схемы, диаграммы и т. п.).

Нумерация рисунков осуществляется в пределах раздела арабскими цифрами, например, «Рис. 1.1» (первый раздел, первый рисунок). После точки помещается название рисунка с заглавной буквы. В конце названия ставится двоеточие. На следующей строке помещается расшифровка позиций рисунка, например, «1 – корпус; 2 – мешалка». Если рисунков в тексте немного (менее 10), допускается сплошная нумерация по всей пояснительной записке.

Рисунки выполняются на отдельных листах той же бумаги, что и вся пояснительная записка. Допускается выполнение рисунков на миллиметровой бумаге, кальке, использование фотографий. Рисунки могут быть расположены как по тексту документа (возможно ближе к первой ссылке в тексте), так и в конце его или даны в приложении. В соответствующих местах пояснительной записки необходимо ссылаться на иллюстративный материал;

2) графической части (чертежи или плакаты) формата А1 (1189 x 841 мм).

Результаты выполнения дипломного проекта (работы) должны представляться графической частью в объеме не менее 5 листов.

Чертежи или плакаты выполняются либо карандашом или тушью на листах формата А1 или в электронном виде (с помощью программ Microsoft Office Visio, AutoCAD и др.) с распечаткой на листах формата А1 конструкторской документации (ЕСКД).

Чертежный лист обводится рамкой, выполненной сплошной основной линией, и имеет поля от кромок листа следующих размеров:

- левое – 20 мм;
- верхнее, нижнее, правое – 5 мм.

В нижнем правом углу лицевой стороны проставляется основная надпись, выполненная в соответствии с ГОСТ 2.104–68 (прил. 10).

Помимо изображения изделия на лист чертежа можно помещать:

- текстовую часть (технические требования или технические характеристики);
- надписи к обозначениям изображений или к отдельным элементам изделия;
- таблицы с параметрами, техническими требованиями, условными обозначениями.

Если таблиц на чертежном листе несколько, то над таблицей в правом углу пишут слово «Таблица» и порядковый номер без знака №, например, «Таблица 1».

Если таблица на чертеже одна, то ее не нумеруют и слово «Таблица» не пишут.

Оформление плакатов производится в соответствии с ГОСТ 2.605–68.

Плакатный лист обводится рамкой, выполненной сплошной основной линией на расстоянии 10 мм от всех кромок листа.

Компоновка плаката:

- заголовок;
- изобразительная часть;
- поясняющий текст (при необходимости).

Основная надпись выполняется в соответствии с ГОСТ 2.104–68, проставляется в правом нижнем углу плаката на лицевой или оборотной стороне.

Перечень графической части составляется по согласованию с научным руководителем дипломного проекта (работы) и фиксируется в задании.

В перечне графического материала указываются обязательные плакаты:

- карта пожарной опасности и защиты технологического оборудования (процесса);
- планы, разрезы, чертежи зданий (сооружений) объекта, технологических установок и аппаратов;
- схемы, таблицы, графики, диаграммы по анализу статистических данных;
- чертежи, графики, схемы, таблицы, иллюстрирующие инженерные, организационно-технические мероприятия и решения, разработанные дипломником и предлагаемые для практического внедрения.

5.3. Порядок представления дипломных проектов (работ) к защите

Дипломные проекты, выполненные с нарушениями настоящих требований, не подлежат допуску к защите и аттестации.

Завершенный и подписанный дипломником проект (работа) вместе с отзывом научного руководителя в установленный срок (за 10 дней до защиты) сдается на кафедру.

Кафедра направляет проекты (работы) заранее определенным рецензентам.

Если дипломный проект выполнялся по заданию комплектующего органа, то рецензию необходимо получить от руководства данного органа или объекта.

Содержание рецензии доводится до сведения обучаемого не позднее, чем за три дня до защиты проекта (работы). Внесение изменений в проект (работу) после получения рецензии не допускается.

За принятые в проекте (работе) решения и правильность всех данных несет ответственность автор проекта (работы).

После выполнения проекта (работы) дипломник составляет аннотацию. В ней должна быть отражена краткая характеристика проекта (работы) с указанием основных проектных решений (прил. 11). Аннотация

оформляется в двух экземплярах, один из которых представляется в учебный отдел, а второй – хранится в картотеке кафедры.

Решение о допуске дипломного проекта (работы) к защите принимает начальник кафедры.

На защиту дипломного проекта (работы) представляется презентация (не более 10 слайдов), выполненная в Microsoft Office Power Point, которая сдается на кафедру накануне дня защиты (или раньше) начальнику кабинета кафедры.

В презентацию включают цель и задачи проекта, графический материал, выводы по результатам работы. Также в презентацию можно включать дополнительные схемы, фотографии объекта защиты.

**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

Академия Государственной противопожарной службы

Кафедра пожарной безопасности технологических процессов

УТВЕРЖДАЮ
Начальник кафедры

(специальное звание)

(подпись, инициалы, фамилия)

« ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта (работы)

Слушателю _____

Научный руководитель _____

1. Тема проекта (работы) _____

Утверждена приказом по АГПС МЧС РФ от «__» _____ г. № ____

2. Срок сдачи слушателем законченного проекта (работы) _____

3. Исходные данные к проекту (работе) _____

4. Содержание дипломного проекта (работы) (примерный перечень вопросов, подлежащих разработке) _____

5. Перечень графического материала (таблицы, графики, диаграммы, слайды и т.д.) _____

6. Консультанты по проекту (работе) (с указанием относящихся к ним разделов темы) _____

Научный руководитель _____

(подпись)

Задание получил « ____ » _____ 20__ г. _____

(подпись)

**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

Академия Государственной противопожарной службы

Кафедра пожарной безопасности технологических процессов

УТВЕРЖДАЮ
Начальник кафедры

(специальное звание)

(подпись, инициалы, фамилия)

« ____ » _____ 20__ г.

ПЛАН-ГРАФИК
выполнения дипломного проекта (работы)

Тема _____

Слушатель _____

(Ф.И.О., факультет, курс, учебная группа)

№ п/п	Разделы, подразделы и их содержание	Срок выполнения	Отметка научного руководителя о выполнении

Подпись слушателя _____

Показатели взрывопожароопасности горючих веществ и материалов

Для характеристики взрывопожароопасности обращающихся (хранящихся) веществ и материалов в зависимости от их вида (класса) необходимы следующие показатели, которые берутся либо из технологического регламента производства, либо из справочников (например [14]).

Горючий газ: химическая формула, молекулярная масса, плотность, температура кипения, коэффициент диффузии пара в воздухе, теплота образования, константы уравнения Антуана, теплота сгорания, температура самовоспламенения, концентрационные пределы распространения пламени в воздухе и кислороде, максимальное давление взрыва, скорость нарастания давления, нормальная скорость распространения пламени, минимальная энергия зажигания, МВСК при разбавлении флегматизаторами, средства тушения.

Легковоспламеняющаяся или горючая жидкость: химическая формула, молекулярная масса, плотность, содержание компонентов (для смеси), в том числе нелетучей части, температура плавления, температура кипения, коэффициент диффузии пара в воздухе, давление насыщенного пара при расчетной температуре или константы уравнения Антуана, низшая теплота сгорания, температура вспышки (в открытом и закрытом тигле), температура самовоспламенения, температурные и концентрационные пределы распространения пламени в воздухе, минимальная энергия зажигания, максимальная нормальная скорость распространения пламени, максимальное давление взрыва и скорость его нарастания, МВСК при разбавлении инертными газами, скорость выгорания, способность образования гомотермического слоя, способность взрываться или только гореть при контакте с водой, кислородом воздуха или другими веществами, склонность к саморазложению, средства тушения.

Твердое горючее вещество и материал: плотность, теплопроводность, теплота сгорания, температура воспламенения, температура самовоспламенения (для пылей – температура самовоспламенения аэрогеля и аэровзвеси), склонность к тепловому самовозгоранию, температура тления при самовозгорании, нижний концентрационный предел распространения пламени, максимальное давление взрыва, максимальная скорость нарастания давления, минимальная энергия взрыва, коэффициент дымообразования, токсичность продуктов горения, дисперсность, средства тушения.

Окисляющее вещество: химическая формула, молекулярная масса, агрегатное состояние при нормальных условиях, плотность, способность взаимодействовать с горючими веществами и материалами со взрывом или горением или образовывать с ними взрывоопасные смеси.

Выявление мест размещения горючих и окисляющих веществ и материалов производят на основании сведений, полученных из действующих технологических регламентов, планов расположения технологического оборудования и участков с пожарной нагрузкой в помещениях, зданиях, на наружных установках и площадках.

Оценка потенциального пожарного риска

В качестве примера рассмотрена методика оценки потенциального пожарного риска на автозаправочной станции (АЗС) жидкого моторного топлива (ЖМТ) с нарушением требований нормативных документов в части несоответствия расстояний от топливораздаточной колонки (ТРК) до соседних объектов.

В качестве инициирующей пожароопасную ситуацию события рассматривался разрыв шланга ТРК при заправке автотранспортного средства.

При построении логического дерева событий учитывались следующие обстоятельства:

- развитие пожароопасной ситуации и пожара рассматривалось поэтапно с учетом места ее возникновения на ТРК, уровня потенциальной опасности каждой стадии и возможности ее локализации и ликвидации;

- переход с рассматриваемой стадии на новую определялся возможностью локализации пожароопасной ситуации или пожара на рассматриваемой стадии либо возможностью перехода пожара на расположенные рядом объекты при воздействии на них опасных факторов пожара, возникших на рассматриваемой стадии;

- условные вероятности переходов пожароопасной ситуации или пожара со стадии на стадию одной ветви или с ветви на ветвь определялись с учетом свойств вовлеченного в пожароопасную ситуацию или пожар ЖМТ (в данном случае бензина), условной вероятности реализации различных метеорологических условий в г. Москве и области, условной вероятности эффективного срабатывания систем противоаварийной и противопожарной защиты, величин зон поражения опасными факторами пожара (при этом каждой ветви присваивался идентификационный номер).

Схема развития аварии, связанная с выходом бензина в открытое пространство при разгерметизации заправочного шланга ТРК, представлена на рис. 4.1. Обозначение величин на схеме соответствует обозначениям, принятым в [5].

На схеме также показана возможность предотвращения дальнейшего развития пожароопасной ситуации и пожара в зависимости от количества стадий и времени их протекания, что обуславливает большую вероятность успешной ликвидации пожароопасной ситуации и пожара, а также показаны разветвления по принципу «или», одно из которых приходит на стадию локализации пожароопасной ситуации или пожара (например, тушение очага пожара, своевременное обнаружение утечки и ликвидация пролива, перекрытие запорной арматуры и т.п.), что свидетельствует о возможности

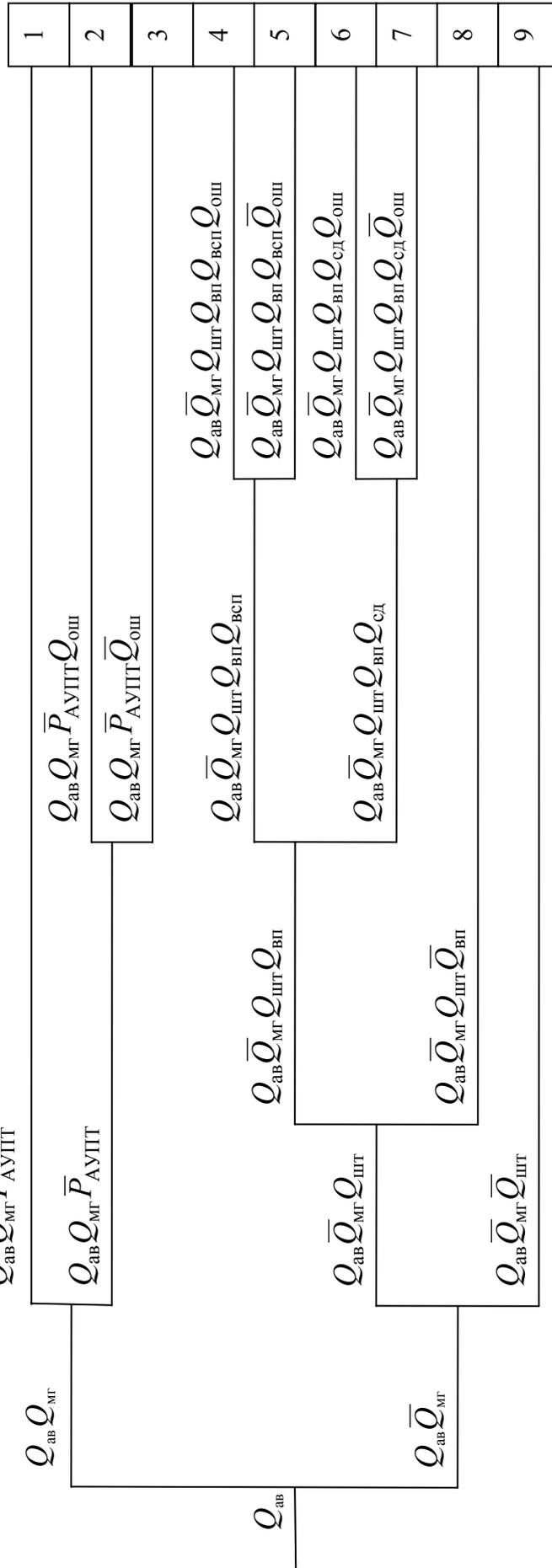


Рис. 4.1. Логическая схема развития аварии

предотвращения дальнейшего развития пожароопасной ситуации и пожара по этому пути.

Значение частоты реализации каждого сценария определяли как произведение частоты возникновения инициирующего события и условной вероятности развития аварийной ситуации по конкретному сценарию. ТРК оборудована разрывными муфтами и системой пожаротушения.

В расчетах принято: $Q_{ав} = 1 \cdot 10^{-3}$ год⁻¹ – частота утечки ЖМТ при полной разгерметизации запорочного шланга [19]; $Q_{мг} = 0,2$ – вероятность мгновенного воспламенения ЖМТ [2]; $Q_{вп} = 0,24$ – вероятность последующего воспламенения пролива ЖМТ при отсутствии мгновенного воспламенения [2]; $Q_{всп} = 0,4$ – вероятность сгорания облака паровоздушной смеси с образованием пожара-вспышки [2]; $Q_{сд} = 0,6$ – вероятность сгорания облака паровоздушной смеси с образованием волны избыточного давления [2]; $Q_{ош} = 2,5 \cdot 10^{-5}$ – вероятность образования огненного шара при воздействии очага пламени на топливный бак автотранспортного средства [2]; $Q_{шт} = 0,1$ – повторяемость штилей в районе расположения АЗС [10]; $P_{АУПТ} = 0,9$ – вероятность эффективного срабатывания автоматической установки пожаротушения [3].

Сценарий 1 – мгновенное воспламенение истекающего ЖМТ, пожар ликвидирован благодаря эффективной работе АУПТ.

Сценарий 2 – мгновенное воспламенение истекающего ЖМТ, АУПТ не сработала, образование огненного шара при воздействии очага пламени на топливный бак автотранспортного средства.

Сценарий 3 – мгновенное воспламенение истекающего ЖМТ, АУПТ не сработала, огненный шар не образовался.

Сценарий 4 – мгновенного воспламенения не произошло, образование зоны ВОК, сгорание облака паровоздушной смеси с образованием пожара-вспышки, возгорание пролива ЖМТ, АУПТ не сработала вследствие повреждения, образование огненного шара при воздействии очага пламени на топливный бак автотранспортного средства.

Сценарий 5 – мгновенного воспламенения не произошло, образование зоны ВОК, сгорание облака паровоздушной смеси с образованием пожара-вспышки, возгорание пролива ЖМТ, АУПТ не сработала вследствие повреждения, огненный шар не образовался.

Сценарий 6 – мгновенного воспламенения не произошло, образование зоны ВОК, сгорание облака паровоздушной смеси с образованием волны избыточного давления, возгорание пролива ЖМТ, АУПТ не сработала вследствие повреждения, образование огненного шара при воздействии очага пламени на топливный бак автотранспортного средства.

Сценарий 7 – мгновенного воспламенения не произошло, образование зоны ВОК, сгорание облака паровоздушной смеси с образованием волны

избыточного давления, возгорание пролива ЖМТ, АУПТ не сработала вследствие повреждения, огненный шар не образовался.

Сценарии 8 и 9 не представляют угрозы для жизни и здоровья людей и в дальнейших расчетах не учитывались.

Частоты реализации в течение года j -ых сценариев развития пожароопасных ситуаций представлены в табл. п4.1.

Таблица п4.1

Частоты реализации иницирующих пожароопасные ситуации событий

№ сценария, j	Частота реализации j -го сценария, год ⁻¹	№ сценария, j	Частота реализации j -го сценария, год ⁻¹
1	$1,80 \cdot 10^{-4}$	6	$2,88 \cdot 10^{-10}$
2	$5,00 \cdot 10^{-10}$	7	$1,15 \cdot 10^{-5}$
3	$2,00 \cdot 10^{-5}$	8	$6,08 \cdot 10^{-5}$
4	$1,92 \cdot 10^{-10}$	9	$7,20 \cdot 10^{-4}$
5	$7,68 \cdot 10^{-6}$	Итого:	$1,00 \cdot 10^{-3}$

Определение количества ЖМТ, испарившегося из пролива

Исходные данные для расчета

- плотность бензина $\rho_{ж} = 729 \text{ кг/м}^3$ [14];
- коэффициент разлития при растекании на бетонном или асфальтовом покрытии, $f_p = 150 \text{ м}^{-1}$ [2];
- константы уравнения Антуана: $A = 4,26511, B = 695,019, C_A = 223,220$ [14];
- расчетная температура жидкости, $t_p = 37 \text{ }^\circ\text{C}$ [10];
- нижний концентрационный предел распространения пламени, $\varphi_n = 1,1 \text{ \% (об.)}$ [14];
- молярная масса бензина, $M = 95 \text{ кг/кмоль}$ [14];
- молярный объем пара $V_0 = 22,41 \text{ м}^3/\text{кмоль}$;
- ускорение свободного падения, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$;
- атмосферное давление, $p_0 = 101,325 \text{ кПа}$;
- внутренний диаметр шланга, $d_{шл} = 0,032 \text{ м}$;
- длина шланга, $l_{шл} = 3 \text{ м}$;
- производительность насоса, $q_n = 100 \text{ л/мин} = 1,667 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$;
- вероятность отказа систем автоматического отключения трубопроводов ТРК не выше $1 \cdot 10^{-6}$ (продолжительность срабатывания отсекающих устройств в системе по прямому току $\tau_{откл} = 1 \text{ с}$);
- давление насыщенных паров бензина при расчетной температуре:

$$\lg p_s = A - B / (C_A + t_p) = 1,594 ,$$

$$p_s = 39,284 \text{ кПа} ; \quad (4.1)$$

– концентрация насыщенных паров бензина при расчетной температуре:

$$\varphi_s = \frac{p_s}{p_0} \cdot 100\% = 38,77 \% \text{ (об.)} ; \quad (4.2)$$

– интенсивность испарения:

$$W = 10^{-6} \sqrt{M} p_s = 3,829 \cdot 10^{-4} \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}) ; \quad (4.3)$$

– плотность пара бензина при рабочей температуре и атмосферном давлении:

$$\rho_{\text{п}} = \frac{M}{V_0 (1 + 0,00367 t_p)} = 3,73 \text{ кг}/\text{м}^3 . \quad (4.4)$$

Расчет массы испарившейся жидкости

Объем ЖМТ, вышедшего на территорию АЗС:

$$V = q_{\text{н}} \cdot \tau_{\text{откл}} + l_{\text{шл}} \frac{\pi d_{\text{шл}}^2}{4} = 1,69 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 . \quad (4.5)$$

Масса ЖМТ, вышедшего на территорию АЗС:

$$m_{\text{ж}} = \rho_{\text{ж}} \cdot V = 1,233 \text{ кг} . \quad (4.6)$$

Площадь пролива при растекании на неограниченной поверхности:

$$F = f_p \cdot V = 0,254 \text{ м}^2 . \quad (4.7)$$

Так как масса ЖМТ, вышедшего на территорию АЗС, менее 20 кг, согласно [2] длительность испарения бензина принимали равным:

$$\tau = \min \left(\frac{m_{\text{ж}}}{F \cdot W} ; 900 \text{ с} \right) = 900 \text{ с} ; \quad (4.8)$$

Масса испарившегося ЖМТ за время τ :

$$m_{\text{и}} = W F \tau = 0,088 \text{ кг} . \quad (4.9)$$

Прогнозирование размеров зон взрывоопасных концентраций

Выход ЖМТ из резинометаллического шланга на территорию АЗС при отсутствии мгновенного воспламенения и скорости ветра менее 1 м/с

сопровождается образованием горючих паровоздушных смесей – зон взрывоопасных концентраций. Расчетное определение размеров зон, ограниченных нижним концентрационным пределом распространения пламени (НКПР) производили в соответствии с методом, приведенным в [2]. При испарении бензина с поверхности разлива радиус $R_{\text{НКПР}}$, ограничивающий область концентраций, превышающих НКПР, рассчитывали по формуле:

$$R_{\text{НКПР}} = 3,2 \left(\frac{\tau}{3600} \right) \left(\frac{p_s}{\varphi_n} \right)^{0,8} \left(\frac{m_{\text{и}}}{\rho_{\text{п}} \cdot p_s} \right)^{0,33} = 2,5 \text{ м.} \quad (4.10)$$

Прогнозирование размеров зон поражения при пожаре-вспышке

В случае образования паровоздушной смеси в незагроможденном технологическим оборудованием пространстве и его зажигании относительно слабым источником (например, искрой) сгорание этой смеси происходит, как правило, с небольшими видимыми скоростями пламени. При этом амплитуды волны сжатия малы и могут не приниматься во внимание при оценке поражающего воздействия. В этом случае реализуется так называемый пожар-вспышка, при котором зона поражения высокотемпературными продуктами сгорания паровоздушной смеси практически совпадает с максимальным размером облака продуктов сгорания (т.е. поражаются в основном объекты, попадающие в это облако).

Радиус зоны поражения людей высокотемпературными продуктами сгорания паровоздушной смеси определяли по формуле [2]:

$$R_F = 1,2R_{\text{НКПР}} = 3,0 \text{ м.} \quad (4.11)$$

Прогнозирование размеров зон поражения при быстром сгорании (взрыве) паровоздушной смеси в открытом пространстве

При контакте горючей паровоздушной смеси с источником зажигания возможно ее быстрое сгорание с образованием волны давления (ударной волны), воздействие которой может привести к гибели людей или разрушению соседнего оборудования, сооружений и зданий.

Общие исходные данные для расчетов

- число атомов углерода в молекуле горючего, $n_c = 6,911$;
- число атомов водорода в молекуле горючего, $n_H = 12,168$;
- число атомов галоидов в молекуле горючего, $n_x = 0$;
- число атомов кислорода в молекуле горючего, $n_o = 0$;
- значение корректировочного параметра для бензина АИ-92, $\beta = 1$,

табл. П 3.2 [2];

- коэффициент участия горючего во взрыве, $Z = 0,1$ [2];
- степень расширения продуктов сгорания, $\sigma = 7$ [2];
- скорость звука в воздухе, $C_0 = 340$ м/с [2];
- удельная теплота сгорания для типичных углеводородов, $E_{уд0} = 44 \cdot 10^6$ Дж/кг [2];
- атмосферное давление, $p_0 = 101325$ Па ;
- класс горючего вещества по степени чувствительности к возбуждению взрывных процессов – 3 (табл. П 3.1 [2]);
- класс окружающего пространства по степени загроможденности – II (п. 15 [2]);
- класс режима сгорания паровоздушной смеси (дефлаграция, скорость фронта пламени 200-300 м/с) – 3 (табл. П 3.3 [2]).

Методика проведения расчетов

Определяли массу горючего вещества, содержащегося в облаке, с концентрацией между нижним и верхним концентрационными пределами распространения пламени:

$$m_T = m_n Z ; \quad (4.12)$$

где m_n – масса испарившегося ЖМТ, кг.

Находили удельную теплоту сгорания ЖМТ, Дж/кг, по формуле:

$$E_{уд} = \beta \cdot E_{уд0} \quad (4.13)$$

Определяли стехиометрический коэффициент при кислороде в реакции сгорания:

$$k = n_C + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2} . \quad (4.13)$$

Определяли стехиометрическую концентрацию паров ЖМТ, % (об.), по формуле:

$$C_{ст} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta} ; \quad (4.14)$$

Концентрацию горючего в смеси C_T принимали равной стехиометрической.

Эффективный энергетический запас горючей смеси, Дж, определяли из соотношения:

$$E = \begin{cases} m_T \cdot E_{уд}, & \text{если } C_r \leq C_{ст} \\ m_T \cdot E_{уд} \cdot \frac{C_{ст}}{C_r}, & \text{если } C_r > C_{ст} \end{cases} \quad (4.15)$$

Расчетную скорость фронта пламени, м/с, определяли по формуле:

$$u_p = k_1 \cdot m_n^{1/6}, \quad (4.16)$$

где k_1 – константа, равная 43.

Видимую скорость фронта пламени, м/с, находили из соотношения:

$$u = \begin{cases} u_p, & \text{если } u_p > 300 \\ 300, & \text{если } u_p \leq 300 \end{cases} \quad (4.17)$$

Безразмерное расстояние от центра облака рассчитывали по формуле:

$$r_x = \frac{r}{(E/p_0)^{1/3}}, \quad (4.18)$$

где r – расстояние от центра облака, м.

Величину безразмерного давления определяли из соотношения:

$$p_x = \begin{cases} \left(\frac{u^2}{C_0^2} \right) \cdot \left(\frac{\sigma - 1}{\sigma} \right) \cdot \left(\frac{0,83}{r_x} - \frac{0,14}{r_x^2} \right), & \text{если } r_x > 0,34 \\ \left(\frac{u^2}{C_0^2} \right) \cdot \left(\frac{\sigma - 1}{\sigma} \right) \cdot \left(\frac{0,83}{0,34} - \frac{0,14}{0,34^2} \right), & \text{если } r_x \leq 0,34 \end{cases} \quad (4.19)$$

Величину безразмерного импульса фазы сжатия находили из соотношения:

$$I_x = \begin{cases} W \cdot (1 - 0,4 \cdot W) \cdot \left(\frac{0,06}{r_x} + \frac{0,01}{r_x^2} - \frac{0,0025}{r_x^3} \right), & \text{если } r_x < 0,34 \\ W \cdot (1 - 0,4 \cdot W) \cdot \left(\frac{0,06}{0,34} + \frac{0,01}{0,34^2} - \frac{0,0025}{0,34^3} \right), & \text{если } r_x < 0,34 \end{cases}, \quad (4.20)$$

где $W = \frac{u}{C_0} \cdot \left(\frac{\sigma - 1}{\sigma} \right)$.

Размерную величину избыточного давления, Па, определяли по формуле:

$$\Delta p = p_x \cdot p_0. \quad (4.21)$$

Размерную величину импульса фазы сжатия, Па·с, находили по формуле:

$$I^+ = I_x \cdot p_0^{2/3} \cdot E^{1/3} / C_0. \quad (4.22)$$

График избыточного давления при быстром сгорании (взрыве) паровоздушной смеси в открытом пространстве представлен на рис. 4.2.

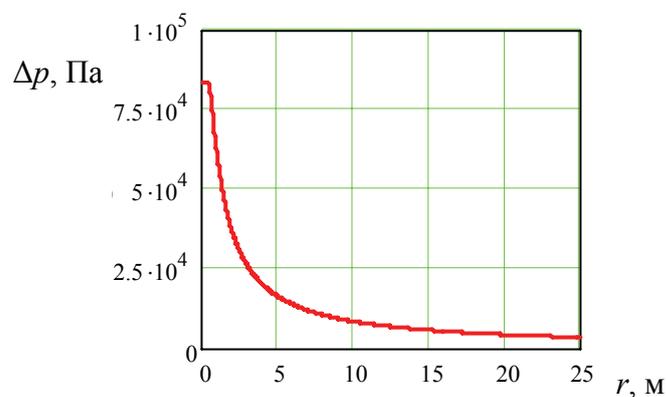


Рис. 4.2. Избыточное давление при сгорании паровоздушной смеси

График импульса фазы сжатия при быстром сгорании (взрыве) паровоздушной смеси в открытом пространстве представлен на рис. 4.3.

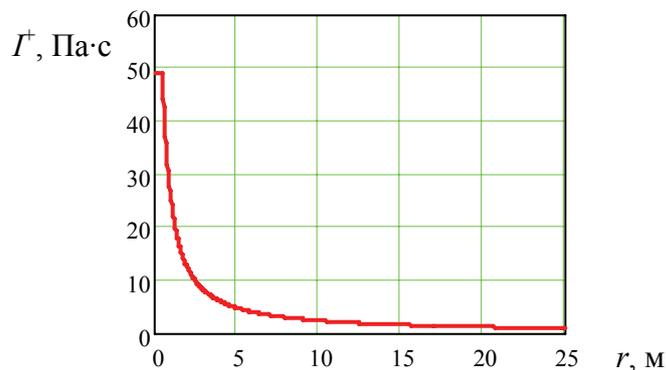


Рис. 4.3. Импульс фазы сжатия при сгорании паровоздушной смеси

Прогнозирование размеров зон поражения тепловым излучением огненного шара

При тепловом воздействии очага пожара на топливный бак автотранспортного средства с ЖМТ возможно его разрушение с образованием огненного шара, под которым понимают крупномасштабное диффузионное пламя сгорающей массы топлива или парового облака, поднимающееся над поверхностью земли. Тепловое излучение огненного шара часто приводит к гибели людей и возникновению новых очагов пожара. Определение размеров зон теплового излучения огненного шара производили в со-

ответствии с методом, приведенным в [2].

Интенсивность теплового излучения огненного шара:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau, \text{ кВт/м}^2, \quad (4.23)$$

где $E_f = 450 \text{ кВт/м}^2$ – среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени горящего бензина [2]; F_q – угловой коэффициент облученности:

$$F_q = \frac{H / D_s + 0,5}{4 \cdot [(H / D_s + 0,5)^2 + (r / D_s)^2]^{1,5}}, \quad (4.24)$$

где D_s – эффективный диаметр огненного шара, м:

$$D_s = 5,33m^{0,327}; \quad (4.25)$$

H – высота центра огненного шара от поверхности площадки, м:

$$H = D_s / 2, \quad (4.26)$$

τ – коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (\sqrt{r^2 + H^2} - D_s / 2)], \quad (4.27)$$

r – расстояние от облучаемого объекта до эпицентра огненного шара, м.

Длительность существования огненного шара:

$$t_s = 0,92m^{0,303}. \quad (4.28)$$

При разрушении автомобильного бака вместимостью 100 л на пожаре в свободное пространство поступит 69,3 кг пара бензина. При этом образуется огненный шар со следующими параметрами: эффективный диаметр $D_s = 21,31 \text{ м}$, высота центра огненного шара от поверхности промплощадки $H = 10,65 \text{ м}$, длительность существования огненного шара $t_s = 3,3 \text{ с}$.

График интенсивности теплового излучения огненного шара при разрушении автомобильного бака представлен на рис. 4.4.

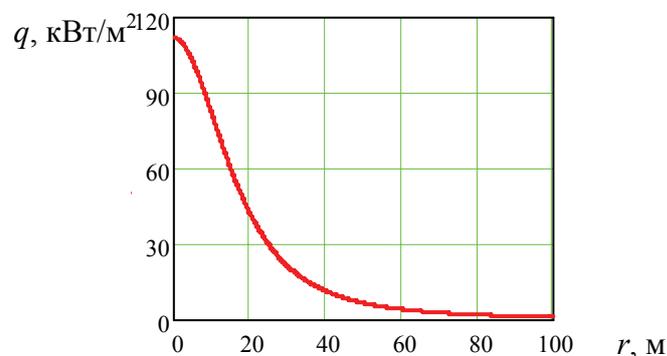


Рис. 4.4. Интенсивность теплового излучения огненного шара при разрушении автомобильного бака

Прогнозирование размеров зон поражения тепловым излучением пожара пролива ЖМТ

Тепловое воздействие пожара пролива ЖМТ может привести к гибели людей, потере устойчивости соседнего оборудования и возникновению новых очагов пожара. Расчетное определение размеров зон теплового излучения пожара пролива ЖМТ производили в соответствии с методом, приведенным в [2].

Эффективный диаметр пролива ЖМТ:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}}, \quad (4.29)$$

где F – площадь пролива ЖМТ, м².

Высота пламени:

$$H = 42 \cdot d \cdot \left[\frac{m_y}{\rho_b \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right]^{0,61}, \quad (4.30)$$

где $m_y = 0,06$ кг/(м²·с) – удельная массовая скорость выгорания бензина [2]; ρ_b – плотность воздуха; $g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения.

Угловой коэффициент облученности:

$$F_q = \sqrt{F_v^2 + F_H^2}; \quad (4.31)$$

$$F_v = \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{1}{S} \cdot \operatorname{arctg} \left(\frac{h}{\sqrt{S^2 - 1}} \right) - \frac{h}{S} \cdot \left\{ \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{S-1}{S+1}} \right) - \frac{A}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}} \right) \right\} \right] \quad (4.32)$$

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{B-1/S}{\sqrt{B^2 - 1}} \cdot \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{(B+1) \cdot (S-1)}{(B-1) \cdot (S+1)}} \right) - \frac{(A-1/S)}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}} \right) \right] \quad (4.33)$$

$$h = 2H / d; \quad (4.34)$$

$$S = 2r / d; \quad (4.35)$$

$$A = (h^2 + S^2 + 1) / 2S; \quad (4.36)$$

$$B = (1 + S^2) / 2S. \quad (4.37)$$

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp[-7 \cdot 10^{-4} \cdot (r - 0,5 \cdot d)], \quad (4.38)$$

где r – расстояние от геометрического центра пожара пролива до облучаемого объекта, м.

Интенсивность теплового излучения:

$$q = E_f F_q \tau, \text{ кВт/м}^2. \quad (4.39)$$

где $E_f = 60 \text{ кВт/м}^2$ – среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени бензина, принятая по табл. П 3.4 [2].

График интенсивности теплового излучения при горении пролива ЖМТ представлен на рис. 4.5

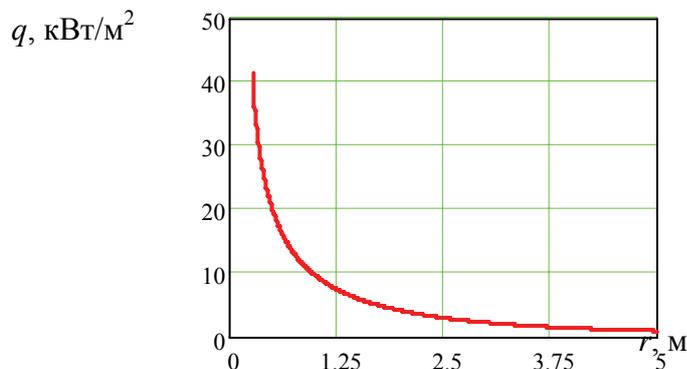


Рис. 4.5. Интенсивность теплового излучения при горении пролива ЖМТ

Определение условной вероятности поражения людей

В качестве вероятностного критерия поражения человека используется понятие пробит-функции. В общем случае пробит-функция описывается формулой:

$$P_r = a + b \cdot \ln S; \quad (4.40)$$

где a и b – константы, зависящие от степени поражения человека и вида объекта; S – интенсивность воздействующего фактора.

Значения условной вероятности поражения человека рассчитывают по формуле:

$$Q(r) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{Pr-5} \exp\left(-\frac{P_r^2}{2}\right) dx. \quad (4.41)$$

Соотношения между величиной P_r и условной вероятностью поражения человека представлены в табл. 4.2.

Значения условной вероятности поражения человека

Условная вероятность поражения, %	Величина пробит-функции Pr									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

Условная вероятность поражения человека при быстром сгорании (взрыве) паровоздушной смеси в открытом пространстве

Для оценки воздействия волны давления на человека, находящегося в здании, использовали пробит-функцию вида:

$$P_r = 5,0 - 0,26 \cdot \ln V ; \quad (4.42)$$

$$V = \left(\frac{17500}{\Delta p} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{I^+} \right)^{9,3} . \quad (4.43)$$

График условной вероятности поражения человека, находящегося в здании, при быстром сгорании (взрыве) паровоздушной смеси в открытом пространстве представлен на рис. 4.6.

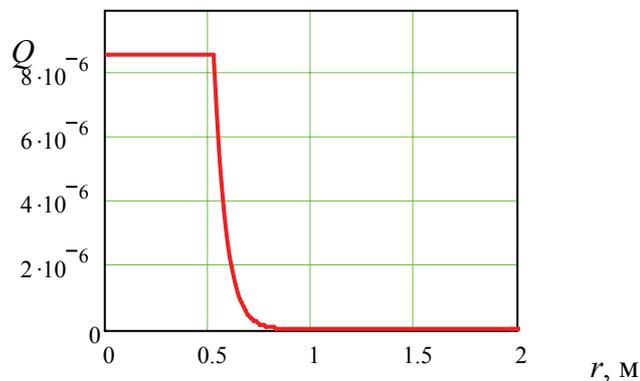


Рис. 4.6. Условная вероятность поражения человека, находящегося в здании, при быстром сгорании (взрыве) паровоздушной смеси в открытом пространстве

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением огненного шара

Для оценки поражения человека тепловым излучением огненного шара использовали пробит-функцию вида:

$$P_r = -12,8 + 2,56(t_s \cdot q^{4/3}). \quad (4.44)$$

График условной вероятности поражения человека тепловым излучением огненного шара при разрушении автомобильного бака представлен на рис. 4.7.

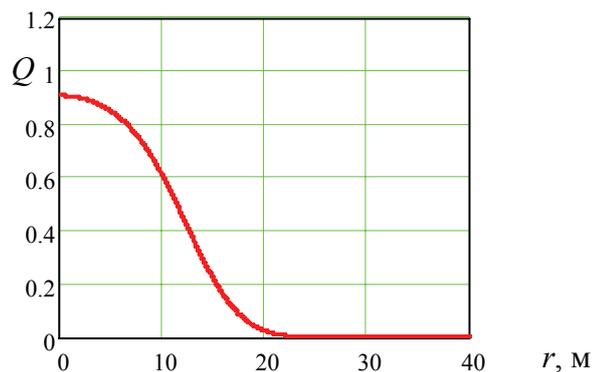


Рис. 4.7. Условная вероятность поражения человека тепловым излучением огненного шара при разрушении автомобильного бака

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением пожара пролива ЖМТ

Для оценки поражения человека тепловым излучением пожара пролива использовали пробит-функцию вида:

$$P_r = -12,8 + 2,56(t_s \cdot q^{4/3}). \quad (4.45)$$

Величина эффективного времени экспозиции t_s определяется по формуле:

$$t_s = t_0 + x/u; \quad (4.46)$$

где: t_0 – характерное время, за которое человек обнаруживает пожар и принимает решение о своих дальнейших действиях, допускается принимать равным 5 с; x – расстояние от места расположения человека до безопасной зоны (зона, где интенсивность теплового излучения меньше 4 кВт/м²); u – средняя скорость движения человека к безопасной зоне, допускается принимать равной 5 м/с.

Для определения расстояние x применялся метод последовательных приближений.

Условная вероятность поражения человека, попавшего в зону непо-

средственного воздействия пламени пожара пролива, принимается равной 1.

График условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара пролива представлен на рис. 4.8.

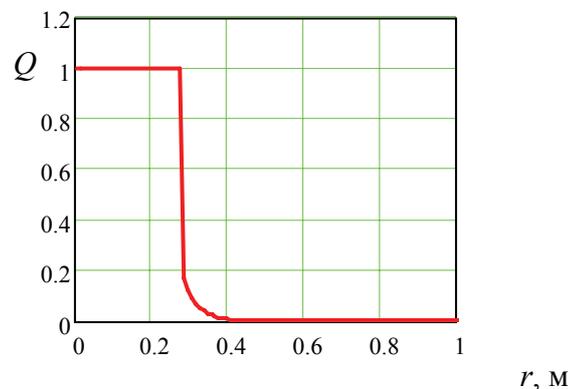


Рис. 4.8. Условная вероятность поражения человека тепловым излучением пожара пролива

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением пожара-вспышки

Для пожара-вспышки принимают, что условная вероятность поражения человека, попавшего в зону воздействия высокотемпературными продуктами сгорания паровоздушного облака, равна 1. За пределами этой зоны условную вероятность поражения человека принимают равной 0 [2].

Потенциальный пожарный риск

Величину потенциального пожарного риска $P(r)$ (год^{-1}) (далее – потенциальный риск) в определенной точке (r) на территории объекта и в селитебной зоне вблизи объекта определяли по формуле [2]:

$$P(r) = \sum_{j=1}^J Q_{dj}(r) \cdot Q_j, \quad (4.47)$$

где J – число сценариев развития пожароопасных ситуаций (пожаров, ветвей логического дерева событий); $Q_{dj}(r)$ – условная вероятность поражения человека в определенной точке территории (r) в результате реализации j -го сценария развития пожароопасных ситуаций, отвечающего определенному иницирующему аварии событию; Q_j – частота реализации в течение года j -го сценария развития пожароопасных ситуаций, год^{-1} .

В необходимых случаях оценка условной вероятности поражения человека проводилась с учетом совместного воздействия более чем одного

опасного фактора. Условную вероятность поражения человека $Q_{dj}(r)$ от совместного независимого воздействия несколькими опасными факторами в результате реализации j -го сценария развития пожароопасных ситуаций определяли по формуле:

$$Q_{dj}(r) = 1 - \prod_{k=1}^h [1 - Q_{djk}(r)], \quad (4.48)$$

где h – число рассматриваемых опасных факторов; $Q_{djk}(r)$ – условная вероятность поражения k -ым опасным фактором.

График распределения потенциального риска в зависимости от расстояния от ТРК представлен на рис. 4.9.

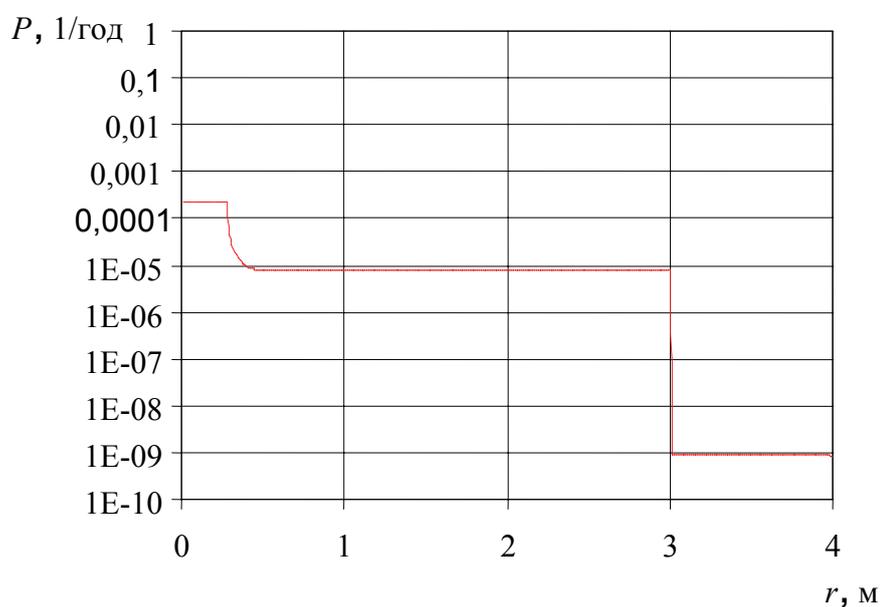


Рис. 4.9. Потенциальный пожарный риск

Карта пожарной опасности и защиты технологического процесса

Пожарно-техническая карта выполняется на основе проведенного анализа и отображается на листе формата А1.

<p style="text-align: center;">Поле 1 Принципиальная технологическая схема</p>	<p style="text-align: center;">Поле 2 Характеристика пожарной опасности и защиты технологического процесса</p>
<p style="text-align: center;">Поле 3 Схема размещения оборудования, горючих веществ и материалов</p>	

На поле 1 изображается принципиальная технологическая схема или блок-схема технологического процесса.

На поле 3 изображается схема размещения оборудования, пожароопасных веществ и материалов в помещении, на открытой площадке в масштабе.

Для наполнения полей 1 и 3 необходимо наличие технологического регламента производства или непосредственное присутствие дипломника на рассматриваемом объекте.

На поле 2 в табличной форме представляются результаты выполненного в пояснительной записке анализа пожарной опасности и защиты технологического процесса, а также пожарно-профилактические мероприятия, направленные на устранение выявленных факторов пожарной опасности.

Наполнение поля 2

Таблица п5.1

Пожаровзрывоопасные свойства веществ

Наименование	$\rho_{ж}$, кг/м ³	$\rho_{п}$, кг/м ³	$t_{всп}$, °C	$t_{св}$, °C	ТПР, °C		КПР, % (об.)	
					нижн.	верхн.	нижн.	верхн.

Таблица п5.2

Характеристика пожарной опасности и защиты

Поле связи	Вид опасности	Способы обеспечения пожарной безопасности
<p>(места)</p>	<p>1. Опасность возникновения пожара</p> <p>1.1. Опасность образования ВОК:</p> <p>– при нормальном режиме работы</p> <p>– при пуске в работу и остановке</p> <p>– в помещении (на открытой площадке)</p> <p>1.2. Опасность появления источников зажигания:</p> <p>– искр удара и трения</p> <p>– самовозгорания отложений</p> <p>– разрядов статического электричества</p> <p>– теплового проявления электрической энергии</p> <p>2. Опасность развития пожара:</p> <p>2.1. Причины, способствующие развитию пожара.</p> <p>2.2. Пути распространения огня и раскаленных продуктов горения:</p> <p>– по поверхности разлива жидкости</p> <p>– по дыхательным линиям и производственным коммуникациям</p> <p>– по промканализации</p> <p>– по системам вентиляции</p> <p>– по горючей газопаровоздушной смеси</p> <p>– по технологическим проемам</p> <p>– другие пути распространения огня</p>	<p>Приводятся мероприятия противопожарной защиты, предложенные в пояснительной записке</p>
<p>Общая характеристика взрывопожарной опасности помещения (наружной установки)</p>	<p>Категория помещения (наружной установки) –</p>	

Типовые направления противопожарной защиты производственного процесса

Методы расчета параметров пожаровзрывоопасности технологических процессов, некоторые другие сведения о технологии производств, документы и литературные источники, в которых они приводятся, представлены ниже:

- аварийного слива (эвакуации) ЛВЖ и ГЖ из оборудования [13, п. 2.3, стр. 85-90], [11, п. 7.3.1];
- аварийного стравливания (эвакуации) горючих паров и газов из оборудования [11, п. 7.3.2];
- волны давления при взрыве в очаге пожара емкости с перегретой ЛВЖ, ГЖ или СГГ [17, прил. 3];
- времени от начала пожара до блокирования эвакуационных путей [17, прил. 5];
- дополнительной защитной стены (геометрических параметров) [7, прил. Б];
- зоны в открытом пространстве, ограниченной НКПР газов и паров [5, прил. Б], [4, п. В,2], [17, прил. 3], [11, п. 3.4.2];
- зоны в помещении, ограниченной НКПР газов и паров [5, прил. Б], [11, п. 3.4.1];
- зоны воздействия пожара-вспышки [17, прил. 3];
- интенсивности испарения горючих ненагретых ЛВЖ, ГЖ и СГГ [5, прил. И], [4, п. А.2.5, п. В.1.7], [17, прил. 3];
- интенсивности теплового излучения и времени существования огненного шара [5, прил. Д], [4, п. В.5.6], [17, прил. 3];
- интенсивности теплового излучения при пожаре пролива ЛВЖ и ГЖ [5, прил. В], [4, п. В.5.1], [17, прил. 3];
- искр (капель расплавленного металла) при проведении огневых ремонтных работ [6, п. 5.1.2.2];
- искр удара и трения (механических, фрикционных) [6, п. 5.1.3], [12, п. 6.4];
- искр двигателей внутреннего сгорания и печей [6, п. 5.1.4], [11, п. 6.3];
- категорирования наружных установок по пожарной опасности [1, гл. 7], [5], [11, гл. 6];
- категорирования помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности [1, гл. 8], [4], [11, гл. 5];
- категорий помещений А и Б [4, прил. А];

- категорий помещений В1-В4 [4, прил. Б];
- концентрации насыщенных паров над многокомпонентной горючей жидкостью [13, п. 6, стр. 7-8];
- коэффициента Z участия в горении горючих газов и паров ненагретых ЛВЖ [4, прил. Д];
- критериев пожарной опасности наружных установок [4, прил. В];
- критериев поражения людей волной давления [17, прил. 4, п. I];
- критериев поражения людей тепловым излучением [17, прил. 4, п. II];
- критического диаметра канала сухого огнепреградителя [5, прил. Р], [13, п. 2.1, стр. 76-80], [11, п. 8.2.1];
- компенсатора температурного [11, п. 4.2]; [12, стр. 129-132];
- массового расхода горючего газа при истечении через отверстие [17, прил. 3];
- массового расхода ЛВЖ или ГЖ при истечении через отверстие [17, прил. 3];
- массового расхода СГГ при истечении через отверстие [17, прил. 3];
- массы ЛВЖ или ГЖ, перелившейся через земляное обвалование при квазимгновенном разрушении вертикального наземного резервуара [17, прил. 3];
- массы горючих паров при испарении со свободной поверхности в резервуаре [17, прил. 3];
- массы горючих паров, выходящих через дыхательную арматуру [17, прил. 3], [12, п. 2.2.2];
- мембранного взрывного предохранительного устройства [5, прил. Т], [13, п. 2.5, стр. 97-102], [11, п. 9.1-9.2];
- напряжений, допускаемых для материала оборудования с горючими средами [13, п. 7, стр. 49-51], [12, п. 1.6];
- напряжений температурных в кожухотрубном теплообменнике [13, п. 9, стр. 51-52];
- огнепреградителя гравийного [5, прил. Р], [13, п. 2.1, стр. 76-80];
- орошения водяного технологического аппарата [5, прил. С], [16];
- паровой противопожарной завесы [5, прил. Н], [13, п. 2.2, стр. 80-95];
- площади разлива ЛВЖ или ГЖ при разгерметизации резервуара [17, прил. 3], [11, п. 3.3.1];
- пожарного риска [17];
- пожарного риска допустимого значения [1, ст. 93];
- потенциального пожарного риска на территории объекта и в селитебной зоне [17, п. III.24];
- потенциального риска в зданиях объекта [17, п. III.27];
- пределов распространения пламени смесей веществ [13, п. 5, стр. 6-7];

- предохранительного клапана закрытого типа [13, п. 2.4, стр. 91-96], [11, стр. 118-128];
- принципиальной технологической схемы [12, п. 8.2];
- проверочного расчета элементов оборудования на прочность [12, п. 1.6];
- ограничения растекания ЛВЖ или ГЖ при аварии в резервуарном парке [7], [9], [11, п. 9.3];
- расчетного времени эвакуации людей [17, прил. 5];
- сливного отверстия площади сечения [5, прил. М];
- температуры подшипника [6, п. 5.1.5];
- технологического оборудования (устройства и работы) [12, гл. 3-7];
- самовозгорания [6, п. 5.1.6], [11, п. 6.3.2];
- стены с волноотражающим козырьком (геометрических параметров) [7, прил. А];
- условий образования ВОК в аппаратах с горючими газами и парами [11, п. 1.5];
- условий образования ВОК в открытых аппаратах с ЛВЖ и ГЖ [11, п. 1.6.1];
- условий образования ВОК в дышащих аппаратах с ЛВЖ и ГЖ [11, п. 1.6.2];
- условий образования ВОК в герметичных аппаратах с ЛВЖ и ГЖ [11, п. 1.6.3];
- условий образования ВОК в аппаратах с горючими пылями и волокнами [11, п. 1.7];
- факела пламени при струйном истечении ЛВЖ, ГЖ или СГТ из оборудования [17, прил. 3];
- флегматизации горючих газопаровоздушных смесей инертными газами [5, прил. П], [2, п. 8, стр. 9-10].

Технико-экономическое обоснование противопожарных мероприятий

Эффективность противопожарного мероприятия определяется на основе сопоставления притоков и оттоков денежных средств, связанных с реализацией принимаемого решения по обеспечению пожарной безопасности.

Притоком денежных средств является получение средств за счет предотвращения материальных потерь от пожара, рассчитываемых как ожидаемые материальные потери от пожара при выполнении противопожарного мероприятия (проектируемый вариант) и сравнения их с ожидаемыми материальными потерями при его отсутствии или при внедрении альтернативного варианта противопожарных мероприятий (базовый вариант).

Оттоком денежных средств являются затраты, связанные с выполнением противопожарного мероприятия.

Критерием экономической эффективности противопожарного мероприятия (совокупности мероприятий) является получаемый от его реализации интегральный экономический эффект (И), учитывающий материальные потери от пожаров, а также капитальные вложения и затраты на выполнение мероприятия. Интегральный экономический эффект определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенная к начальному интервалу планирования с учетом стоимости финансовых ресурсов во времени, которая определяется нормой дисконта, или как превышение интегральных результатов над интегральными затратами.

Если экономический эффект И от использования противопожарного мероприятия положителен, решение является эффективным (при данной норме дисконта) и может рассматриваться вопрос о его принятии. Если при решении будет получено отрицательное значение И, инвестор понесет убытки, т.е. проект неэффективен.

Выбор наиболее эффективного решения осуществляется исходя из условия, что

$$И \Rightarrow \max \quad (7.1)$$

Интегральный экономический эффект для постоянной нормы дисконта определяется по формуле:

$$И = \sum_{t=0}^T \frac{(\Pi_t - Q_t)}{(1+НД)^t}, \quad (7.2)$$

где Π_t – предотвращение потерь денежных средств при пожаре в течение интервала планирования в результате использования противопожарных

мероприятий на t -м шаге расчета; O_t – оттоки денежных средств на выполнение противопожарных мероприятий на том же шаге; T – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода); он равен номеру шага расчета, на котором производится окончание расчета; $I = (\Pi_t - O_t)$ – эффект, достигаемый на t -м шаге; t – год осуществления затрат; $НД$ – постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал;

или

$$I = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_1 - P_2]) \frac{1}{(1 + НД)^t} - (K_1 - K_2) \quad (7.3)$$

где $M(\Pi_1)$ и $M(\Pi_2)$ – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год; K_1 и K_2 – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб. P_2 и P_1 – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t -м году, руб./год.

В качестве расчетного периода T принимается либо срок службы здания, либо иной, более короткий обоснованный период.

Эксплуатационные расходы по вариантам в t -м году определяются по формуле

$$P = A + \mathcal{E}, \quad (7.4)$$

где A – затраты на амортизацию систем противопожарных мероприятий, руб./год; \mathcal{E} – эксплуатационные затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт и др.), руб./год.

При расчете денежные потоки шага t приводятся к начальному моменту времени через коэффициент дисконтирования. Для года t коэффициент дисконтирования при постоянной норме дисконта имеет вид

$$D = 1/(1 + НД)^t \quad (7.5)$$

Коэффициент дисконтирования для года t при изменяющейся по годам норме дисконта определяется по формуле

$$D = 1 \text{ при } t = 0$$

и

$$D = 1 / \prod_{k=1}^t (1 + НД_k) \text{ при } t > 0 \quad (7.6)$$

Материальные годовые потери от пожара $M(\Pi)$, руб./год, при наличии статистических данных о потерях от пожаров на объектах, аналогичных

рассматриваемому, могут быть определены как вероятностная величина, равная среднегодовым потерям за прошлые годы:

$$M(\Pi) = \sum_i^T \frac{\Pi_i}{F_i} / T \quad (7.7)$$

где Π_i – полные потери от пожаров в каждом году на рассматриваемых объектах, руб.; F_i – площадь объектов, на которых суммируются потери, м²; i – число случаев в рассматриваемом количестве лет; T – количество лет, принятых в расчете.

При отсутствии статистических данных ожидаемые потери рассчитываются исходя из стоимости здания и технологии, размеров повреждений, вероятности возникновения и тушения пожара средствами, предусматриваемыми для пожарной защиты объекта.

При использовании на объекте первичных средств пожаротушения (стационарных и передвижных) и отсутствии систем автоматического пожаротушения материальные годовые потери рассчитываются по формуле:

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3), \quad (7.8)$$

где $M(\Pi_1)$, $M(\Pi_2)$, $M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных соответственно первичными средствами пожаротушения; привозными средствами пожаротушения; при отказе всех средств пожаротушения, определяемое по формулам:

$$M(\Pi_1) = QFC_T F_{\text{пож}}(1+k)P_1 \quad (7.9)$$

$$M(\Pi_2) = QF(C_T F'_{\text{пож}} + C_k)0,52(1+k)(1-P_1)P_2 \quad (7.10)$$

$$M(\Pi_3) = QF(C_T F''_{\text{пож}} + C_k)(1+k)[1-P_1 - (1-P_1)P_2] \quad (7.11)$$

где Q – вероятность возникновения пожара, 1/м² в год; F – площадь объекта, м²; C_T – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./м²; $F_{\text{пож}}$ – площадь пожара на время тушения первичными средствами, м²; P_1 , P_2 – вероятность тушения пожара первичными и привозными средствами; 0,52 – коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами; C_k – стоимость поврежденных частей здания, руб./м²; $F'_{\text{пож}}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами; $F''_{\text{пож}}$ – площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения, м²; k – коэффициент, учитывающий косвенные потери.

При оборудовании объекта средствами автоматического пожаротушения материальные годовые потери от пожара рассчитываются по формуле:

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4), \quad (7.12)$$

где $M(\Pi_1)$, $M(\Pi_2)$, $M(\Pi_3)$, $M(\Pi_4)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных соответственно первичными средствами пожаротушения, установками автоматического пожаротушения, привозными средствами пожаротушения, при отказе средств пожаротушения, определяемое по формулам:

$$M(\Pi_1) = JFC_T F_{\text{пож}}(1+k)P_1 \quad (7.13)$$

$$M(\Pi_2) = JFC_T F_{\text{пож}}^*(1+k)(1-P_1)P_3 \quad (7.14)$$

$$M(\Pi_2) = JF(C_T F'_{\text{пож}} + C_K)0,52)(1+k)[1-P_1-(1-P_1)]P_3]P_2 \quad (7.15)$$

$$M(\Pi_4) = JF(C_T F''_{\text{пож}} + C_K)(1+k)\{1-P_1-(1-P_1)P_3-[1-P_1-(1-P_1)P_3]P_2\} \quad (7.16)$$

где $F_{\text{пож}}^*$ – площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения, м^2 ; P_3 – вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения.

Вероятность возникновения пожара определяется по статистическим данным для аналогичных объектов как отношение общего числа пожаров к площади объекта или по приложению 3 [6].

Стоимость здания и технологической части определяется по проектным материалам, при их отсутствии – по укрупненным показателям.

Вероятность безотказной работы первичных средств тушения P_1 принимается в зависимости от скорости распространения горения по поверхности Y_1 (табл. п7.1).

Таблица п7.1

Вероятность безотказной работы первичных средств тушения

$Y_1, \text{м/мин}$	0,35	0,54	0,69	0,8	0,9
P_1	0,85	0,79	0,46	0,27	0,12

Вероятность тушения пожара привозными средствами P_2 определяется в зависимости от нормативного расхода воды на наружное пожаротушение и на основании данных о бесперебойности водоснабжения пожарного водопровода или насосами пожарных машин из водоемов $q_{\text{п}}$ (табл. п7.2).

Таблица п7.2

Вероятность тушения пожара привозными средствами

$q_{\text{п}}, \text{л/с}$	15	20	30	40	60	100	160
P_2	0,5	0,6	0,75	0,85	0,95	0,99	0,999

Вероятность тушения пожара установками автоматического пожаротушения P_2 при отсутствии статистических данных принимается равной 0,86.

Коэффициент k , учитывающий косвенные потери, определяется по статистическим данным для аналогичных объектов как отношение косвенных потерь к прямым. В величину косвенных потерь следует включать:

- капитальные затраты на восстановление основных фондов;
- заработную плату за время простоя;
- оплату демонтажных работ и разборку строительных конструкций;
- потери части условно-постоянных накладных расходов;
- потери от недополучения прибыли из-за невыпуска продукции;
- потери из-за недоставки продукции;
- потери предприятия с учетом сопряженности работы производств.

Площадь развития пожара рассчитывается в зависимости от вида пожара и средств пожаротушения.

При успешном действии первичных средств пожаротушения площадь пожара $F_{\text{пож}}$ принимается в зависимости от их технических характеристик равной 0,5-4 м².

При успешном действии установок автоматического пожаротушения площадь пожара $F^*_{\text{пож}}$ принимается равной нормативной площади тушения пожара для расчета расхода средств тушения установками пожарной автоматики по НПБ 88-2001.

Для локальных пожаров площадь пожара при тушении привозными средствами $F'_{\text{пож}}$ принимается равной площади размещения пожарной нагрузки.

Таблица п7.3

Линейная скорость распространения горения по поверхности

Объект	Линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин
Деревообрабатывающие цехи	2,0-2,5
Лесопильные цехи	1,0-1,5
Производство фанеры	0,8-1,5
Текстильные цехи	0,5-2,0
Холодильники	0,5-1,0
Склад каучука	0,7-1,0
Ремонтно-технические изделия	1,0-1,2
Склад бумаги в рулонах	0,2-0,5
Склад льноволокна	3,0-5,4

Пример технико-экономического обоснования вариантов защитных ограждений для резервуарного парка нефтебазы

Критерием экономической эффективности СОПБ может служить интегральный экономический эффект, учитывающий материальные потери от пожаров, капитальные вложения и текущие затраты на те или иные мероприятия СОПБ. Если экономический эффект (\mathcal{E}) от использования СОПБ является положительным, то принятое решение является эффективным (при данной норме дисконта) и может рассматриваться вопрос о его принятии. Если же будет получено отрицательное значение (\mathcal{E}), то инвестор понесет убытки, то есть проект не эффективен.

Наиболее эффективный вариант соответствует условию, когда

$$\mathcal{E} \rightarrow \max.$$

Интегральный экономический эффект для постоянной нормы дисконта (0,1) определяют по выражению:

$$\mathcal{E} = \sum_{t=0}^T (\Delta Y - \Delta C) \frac{1}{(1 + \text{НД})^t} - (K_2 - K_1), \quad (7.17)$$

где t – год осуществления затрат на СОПБ; ΔY – сокращение годовых потерь (ущерба) при планируемом варианте относительно базового, руб./год (здесь $Y = M(\Pi)$); ΔC – увеличение (сокращение) эксплуатационных расходов (планируемого варианта относительно базового) в t -м году, руб./год (здесь $C = P$); НД – норма дисконта (принимаем 0,1); K_1, K_2 – капитальные вложения на осуществление мероприятий СОПБ в базовом и планируемом вариантах, руб.; T – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода; он равен номеру шага расчета, на котором производится окончание расчета).

В качестве расчетного периода (T) принимается либо срок службы, либо иной, более короткий обоснованный период.

Эксплуатационные расходы на содержание СОПБ включают в себя амортизационные отчисления, расходы на зарплату обслуживающего персонала, на электрическую и тепловую энергию, огнетушащие вещества и т. п.

При определении ущерба от пожаров в резервуарных парках необходимо учитывать показатель надежности СОПБ или их элементов.

В качестве основного показателя надежности целесообразно принимать вероятность выполнения поставленной задачи (тушение пожара). Поэтому ожидаемый ущерб (Y) от пожара при его тушении установками пожаротушения (АУПТ) можно определить по следующему выражению:

$$Y_a = \bar{Y}_a' \cdot P_{B3}^a + \bar{Y}_a'' (1 - P_{B3}^a), \quad (7.18)$$

где \bar{Y}_a' – ущерб от пожара при выполнении поставленной задачи АУПТ (при тушении), руб.; \bar{Y}_a'' – ущерб от пожара при невыполнении поставленной задачи АУПТ, руб.; P_{B3}^a – вероятность выполнения поставленной задачи АУПТ.

Как правило, при невыполнении поставленной задачи АУПТ, что имеет место в нашем случае, при условии монтажа традиционных (отечественных) стационарных установок пожаротушения, и следует ожидать, так как за последнее десятилетие не зафиксирован не один случай успешного тушения пожара этими установками в резервуарах, успех тушения будет определяться передвижными силами и средствами. Но и в этом случае пожар может быть потушен только с определенной вероятностью. Тогда для оценки ожидаемого ущерба при тушении пожара передвижными силами и средствами (ПСС) будет использоваться следующее выражение:

$$Y_{\Pi} = \bar{Y}_{\Pi}'' = \bar{Y}_{\Pi}' \cdot P_{B3}^{\Pi} + \bar{Y}_{\Pi}''(1 - P_{B3}^{\Pi}), \quad (7.19)$$

где \bar{Y}_{Π}' – ущерб от пожара при тушении его ПСС (при выполнении поставленной задачи), руб.; \bar{Y}_{Π}'' – ущерб от пожара при неуспешном тушении пожара ПСС (при невыполнении поставленной задачи), руб.

При рассмотрении общей системы тушения (АУПТ – ПСС) выражение для расчета ожидаемого ущерба (Y_o) будет иметь вид:

$$Y_o = \bar{Y}_a' \cdot P_{B3}^a + [\bar{Y}_{\Pi}' P_{B3}^{\Pi} + \bar{Y}_{\Pi}''(1 - P_{B3}^{\Pi})](1 - P_{B3}^a). \quad (7.20)$$

Заметим, что выше изложенные модели оценки ущерба не рассматривают вариант тушения первичными средствами пожаротушения, так как при пожаре в резервуаре он является практически не возможным.

Определение ущерба от пожара

Исходя из экономического содержания ущерба от пожаров, его можно рассматривать как следующие составляющие:

- потери стоимостной части национального богатства (прямой ущерб);
- потери в результате отвлечения ресурсов на компенсацию последствий пожара (потеря эффективности отвлеченных ресурсов на восстановление объекта);
- потери от простоя объекта;
- потери от травматизма;
- экологические потери (потери от загрязнения окружающей среды).

Под потерями стоимости части национального богатства понимается их уничтожение или повреждение в результате воздействия опасных фак-

торов пожара, а также в результате действий, направленных на спасение людей и материальных ценностей. Здесь необходимо отдельно рассматривать потери от уничтожения и повреждения основных фондов (резервуаров, оборудования) и потери от уничтожения оборотных средств (бензин, дизельное топливо и т.п.).

Определение ущерба по основным фондам (резервуару)

При уничтожении основных фондов (резервуара) ущерб ($Y_{\text{оф}}$) определяем из выражения:

$$Y_{\text{оф}} = C_{\text{п}} \left(1 - \frac{N_{\text{а}} T}{100}\right) - C_{\text{ост}}, \quad (7.21)$$

где $C_{\text{п}}$ – первоначальная стоимость резервуара, руб.; $N_{\text{а}}$ – норма амортизационных отчислений на полное восстановление (реновацию), %/год; T – период времени от начала эксплуатации до возникновения пожара, год; $C_{\text{ост}}$ – остаточная стоимость резервуара после его уничтожения, определяемая как стоимость остатков (металлолома), руб.

По состоянию на 2009 год стоимость резервуара РВС-2000 со стационарной крышей с учетом монтажных работ, стоимости оборудования (арматуры), накладных расходов, плановых накоплений (сметной прибыли строительно-монтажных организаций) и проектных работ составляет порядка 18 млн руб. Норма амортизационных отчислений для металлических резервуаров составляет 2,8-5 %/год.

Стоимость остатков, годных для дальнейшего использования (металлолома), составит примерно 45 тыс. руб. Срок службы РВС-2000 составляет около 20 лет. Согласно статистическим данным частота возникновения пожара на РВС-2000 со стационарной крышей

$$\lambda = 1,09 \cdot 10^{-3} \text{ 1/год}$$

Следовательно, если пожар возникнет в начальный период эксплуатации резервуара, то ущерб при его уничтожении будет определяться величиной:

$$18 \cdot 10^6 - 0,045 \cdot 10^6 = 17,955 \cdot 10^6 \text{ руб.}$$

А если пожар возникнет в конце срока его службы, то потери будут минимальными (близки к нулю, смотри рис. 7.1). При этом предполагается, что поток пожаров является стационарным.

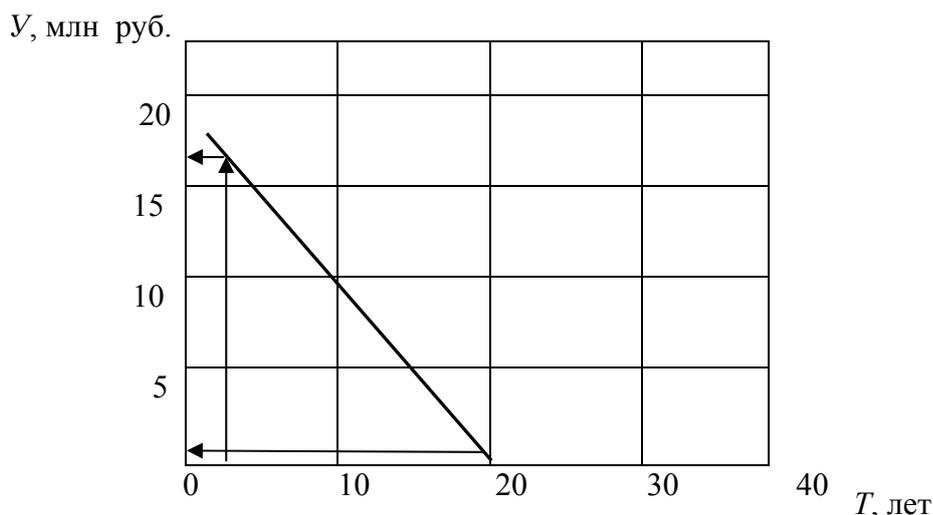


Рис. 7.1. График зависимости ущерба резервуара от его срока службы

При такой неопределенности, возникающей из-за очень больших интервалов между пожарами, принято считать величину износа основных фондов за период равный половине их срока службы. Тогда величина ущерба по резервуару будет равна:

$$U_{\text{оф}} = 18 \left(1 - \frac{5 \cdot 10}{100} \right) - 0,045 = 8,955 \text{ млн руб.} \quad (7.22)$$

Определение ущерба по оборотным средствам (дизельному топливу)

При аварийном разрушении РВС-2000 уничтожается все содержащееся в резервуаре дизельное топливо (ДТ).

В этом случае (с учетом средней во времени 80 % степени заполнения резервуара) ущерб определяется из выражения:

$$U_{\text{ос}} = 2000 \frac{80}{100} \rho \Pi, \quad (7.23)$$

где $\rho = 804 \text{ кг/м}^3$ – плотность ДТ; $\Pi = 16 \text{ тыс. рублей/т}$ – коммерческая цена нефтепродукта (принята ориентировочно для примера).

Расчетное значение ущерба составит:

$$U_{\text{ос}} = 2000 \cdot 0,8 \cdot 0,804 \cdot 16000 = 20,582 \text{ млн руб.}$$

Общий ущерб от разрушения и уничтожения одного резервуара объемом 2000 м^3 составит:

$$U_{\text{об}} = 8,955 + 20,582 = 29,537 \text{ млн руб.}$$

Статистикой установлено, что частота квазимгновенного разрушения резервуара составляет $2,3 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹. Хотя эта величина и незначительна, но по масштабам последствий такая авария является катастрофической. Средняя площадь разлива для рассматриваемого случая составляет 14045 м². Это означает, что при наступлении такого случая на территории нефтебазы в огне как минимум окажутся более 10 соседних РВС объемом от 100 до 2000 м³.

Следовательно, при средней степени износа резервуаров и доле их заполнения нефтепродуктами на 80 % имеем ориентировочное значение ущерба от разрушения резервуаров (с защитным ограждением в виде земляного обвалования) 191,72 млн руб. (принято: 2,9 млн руб. для пяти РВС малого объема и 29,537 млн руб. для пяти РВС-2000). То есть, ожидаемое значения ущерба от квазимгновенного разрушения резервуара в резервуарном парке с земляным ограждением составит:

$$2,9 \cdot 5 + 29,537 \cdot 5 + 29,537 = 191,72 \text{ млн руб.}$$

Подобные аварии с пожарами сказываются на экономике того или иного региона, где выполняла свои функции нефтебаза. В расчетах принимается среднеотраслевой коэффициент косвенных потерь ($k = 5,8$). Тогда общие потери составят:

$$191,72 \cdot 5,8 = 1111,976 \text{ млн руб.}$$

Среднегодовое значение ущерба составит:

$$U_1 = 1111976 \cdot 2,3 \cdot 10^{-4} = 255,75 \text{ тыс. руб./год.}$$

При внедрении защитной преграды в зону возможного пожара соседние резервуары не попадут.

В этом случае, общий ущерб от аварийного разрушения РВС-2000 и пожара составит 29,537 млн. руб. Среднегодовой ущерб составит:

$$U_2 = 29537 \cdot 2,3 \cdot 10^{-4} = 6,79 \text{ тыс. руб./год.}$$

В расчетах не учитывались возможные потери от травматизма и гибели людей, а также загрязнения окружающей среды. Вероятность выполнения поставленной задачи ППС принималась равной нулю.

Определение капитальных затрат по вариантам

- а) строительство земляного обвалования (табл. п7.4);
- б) строительство защитной стены с отбойным козырьком (табл. п7.5).

Смета на строительство земляного обвалования (сметная стоимость 267061 руб.)
Составлена по ФЕР-2001 с пересчетом в текущие цены по состоянию на 01.12.2009 г.

№ п/п	Шифр и № поз. норматива	Наименование видов работ, оборудования	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы, руб.			Общая стоимость, руб.				
					Прямые затраты			Прямые затраты				
					Всего	в том числе:		Всего	в том числе:			
основная заработная плата	эксплуатация машин	В т.ч. зарплата	основная заработная плата	эксплуатация машин		В т.ч. зарплата						
1	01-01-036-1	Планировка площадей бульдозером	1000 м ²	1080	23,29	-	23,29	4,02	25,15	-	25,15	4,34
2	01-01-044-12	Возведение насыпи из зерва грунта	1000 м ³	810	7602	107	7496	831	5373	86,7	6072	673
3	01-01-126-2	Перемещение грунта тракторными прицепами до 100 м при погрузке экскаваторами	1000 м ³	810	4669	-	4669	468	2230	-	3782	379
4	01-01-125-2	Уплотнение грунта	1000 м ³	1008	5543	-	5543	784	5587	-	5587	790
Итого в базисных ценах									13215	86,7	9879	1846
В текущих ценах (2009 г., k = 13,7)									181045	1188	135342	25290
Фонд оплаты труда (ФОТ)									26478			
Накладные расходы от ФОТ (106 %)									28067			
Итого сметная себестоимость									209112			
Сметная прибыль от ФОТ (65 %)									17211			
Итого по смете									226323			
НДС (18 %)									40738			
Всего по смете									267061			

Расчет эксплуатационных расходов

Расчет эксплуатационных расходов определим по следующей формуле:

$$C_i = C_{ам} + C_{тр}, \quad (7.24)$$

где $C_{ам}$ – амортизационные отчисления:

$$C_{ам} = K_i \cdot N_{i ам} / 100 \quad (7.25)$$

здесь $N_{i ам}$ – норма амортизационных отчислений для соответствующего варианта защитной преграды, $N_{1 ам} = 4\%$; $N_{2 ам} = 1\%$; $C_{тр}$ – затраты на текущий ремонт и обслуживание:

$$C_{тр} = K_i \cdot N_{i тр} / 100 \quad (7.26)$$

здесь: $N_{i ам}$ – норма отчислений на текущий ремонт и техобслуживание для соответствующего варианта защитной преграды, $N_{1 тр} = 3\%$; $N_{2 тр} = 1,1\%$.

Тогда:

$$C_{1 ам} = 267061 \cdot 4 / 100 = 10682 \text{ руб./год};$$

$$C_{2 ам} = 1833290 \cdot 3 / 100 = 54998 \text{ руб./год.}$$

$$C_{1 тр} = 267061 \cdot 3 / 100 = 8011 \text{ руб./год};$$

$$C_{2 тр} = 1833290 \cdot 1,1 / 100 = 18332,9 \text{ руб./год.}$$

Эксплуатационные расходы на содержание и ремонт защитных ограждений составят:

$$C_1 = 10682 + 8011 = 18693 \text{ руб./год};$$

$$C_2 = 54998 + 18333 = 73331 \text{ руб./год.}$$

Таким образом, основные величины, входящие в формулу определения интегрального экономического эффекта составят:

$$\Delta Y = Y_1 - Y_2 = 255,75 - 6,79 = 248,96 \text{ тыс. руб./год};$$

$$\Delta C = C_2 - C_1 = 73,331 - 18,693 = 54,64 \text{ тыс. руб./год};$$

$$\Delta K = K_2 - K_1 = 1833,29 - 267,061 = 1566,2 \text{ руб.}$$

Расчет экономической эффективности

Используя методологию оценки экономической эффективности СОПБ и исходные данные, полученные в настоящем разделе, определим интегральный экономический эффект от реализации возможных вариантов противопожарной защиты.

В качестве базового варианта принимается вариант защиты резерву-

арного парка с земляным обвалованием.

В качестве проектируемого варианта принимается вариант ограждения резервуарного парка железобетонным обвалованием в виде защитной стены с отбойным козырьком.

Результаты расчетного определения суммарной величины интегрального экономического эффекта при постоянной норме дисконта (0,1) в зависимости от года осуществления затрат на защитные сооружения представлены в таблице п7.6.

Таблица п7.6

Величины интегрального экономического эффекта

Год осуществления проекта	ΔU , тыс. руб.	ΔC , тыс. руб.	D	$(\Delta U - \Delta C)D$, тыс. руб/год
1	248,96	00,00	0,909	226,3
2	248,96	54,64	0,826	160,5
3	248,96	54,64	0,751	145,9
4	248,96	54,64	0,683	132,7
5	248,96	54,64	0,621	120,7
6	248,96	54,64	0,564	109,6
7	248,96	54,64	0,513	99,7
8	248,96	54,64	0,467	90,7
9	248,96	54,64	0,424	82,4
10	248,96	54,64	0,386	75,0
11	248,96	54,64	0,350	68,0
12	248,96	54,64	0,319	62,0
13	248,96	54,64	0,290	56,4
14	248,96	54,64	0,263	51,1
15	248,96	54,64	0,239	46,4
16	248,96	54,64	0,218	42,4
17	248,96	54,64	0,198	38,5
18	248,96	54,64	0,180	35,0
19	248,96	54,64	0,164	31,9
20	248,96	54,64	0,149	28,9

$$\sum \mathcal{E} = 1704,1 \text{ тыс. руб.}$$

Тогда, интегральный экономический эффект от внедрения защитной стены с отбойным козырьком за 20-летний период составит:

$$И = \sum \mathcal{E} - \Delta K = 1704,1 - 1566,3 = 137,8 \text{ тыс. руб.}$$

Рекомендуемый список основной нормативной и справочной литературы

1. Федеральный Закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123–ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. Приложение к приказу МЧС России № 404 от 10.07.09 г.
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. Приложение к приказу МЧС России № 382 от 30.06.09 г.
4. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
5. ГОСТ Р 12.3.047–98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
6. ГОСТ 12.1.004–91. Пожарная безопасность. Общие требования.
7. ГОСТ Р 53324–2009. Ограждения резервуаров. Требования пожарной безопасности.
8. НПБ 111–98*. Автозаправочные станции. Требования пожарной безопасности.
9. СНиП 2.11.03–93. Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы.
10. СНиП 2.01.01–99. Строительная климатология и геофизика.
11. Пожарная безопасность технологических процессов. Ч. 2. Анализ пожарной безопасности и защиты технологического оборудования: Учебник / С.А. Горячев, С.В. Молчанов, В.П. Назаров и др.; Под общ. ред. В.П. Назарова и В.В. Рубцова. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. – 221 с.
12. Основы технологии, процессов и аппаратов пожаровзрывоопасных производств: Учеб. пособие / С. А. Горячев, Обухов А. Н., Рубцов В. В., Швырков С. А.; под общ. ред. С. А. Горячева. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2002.
13. Горячев С.А., Клубань В.С. Задачник по курсу «Пожарная профилактика технологических процессов». – М.: ВИПТШ МВД РФ, 1996.
14. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения / Под ред. А.Н. Баратова, А.Я. Корольченко. – М.: Химия, 1990.

15. Ковальчук В.Ю., Исаева Л.К. Методические указания по разработке экологического раздела дипломных проектов и работ. – М.: МИПБ МВД РФ, 1997.

16. Рекомендации по расчету стационарных систем аварийного охлаждения колонных аппаратов, нагреваемых в условиях пожара. – М.: ВНИИПО МВД ССР, 1980.

17. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. – М.: МЧС России, 2009.

18. Елохин А.Н. Анализ и управление риском: теория и практика. – М.: Страховая группа «Лукойл», 2000.

19. Провести исследования и разработать технические требования к автозаправочным комплексам, размещаемым в г. Москве, в части обеспечения пожарной безопасности. Отчет о НИР. Заказчик: Департамент транспорта и связи Правительства г. Москвы / Рук. Шебеко Ю.Н. – М.: ВНИИПО МВД РФ, 1995.

20. МДС 21-3-2001. Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий к СНиП 21-01–97*.

21. Швырков С.А. Обеспечение пожарной безопасности нефтебаз ограничением разлива нефтепродуктов при разрушениях вертикальных стальных резервуаров: Автореф. канд. техн. наук. – М.: Академия ГПС МВД России, 2001. – 24 с.

22. Швырков С. А. Обеспечение пожарной безопасности нефтебаз ограничением разлива нефтепродуктов при разрушениях вертикальных стальных резервуаров: Дис... канд. техн. наук/ Академия ГПС МВД России. – М., 2001. – 180 с.

23. Воробьев В.В. Дополнительные защитные преграды для снижения пожарной опасности разлива нефти и нефтепродуктов при разрушениях вертикальных стальных резервуаров: Автореф. канд. техн. наук. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2008. – 24 с.

24. Воробьев В.В. Дополнительные защитные преграды для снижения пожарной опасности разлива нефти и нефтепродуктов при разрушениях вертикальных стальных резервуаров. Дис... канд. техн. наук / Академия ГПС МЧС России. – М., 2008. – 201 с.

Далее в список включается нормативная и справочная литература, используемая при работе над дипломным проектом (работой) по конкретному направлению.

**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

12 пт, жирн., прописные

Академия Государственной противопожарной службы

14 пт, жирн., строчные

Кафедра пожарной безопасности технологических процессов

14 пт, жирн., строчные

УДК

14 пт, жирн., строчные

«Утверждаю»

Начальник кафедры

(ученая степень, ученое звание)

(инициалы, фамилия)

«__» _____ 20__ г.

14 пт, жирн., строчные

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ
РАБОТА**

18 пт, жирн., строчные

(Название)

16 пт, жирн., строчные

Дипломный проект (дипломная работа)

14 пт, жирн., строчные

Исполнитель

(инициалы, фамилия)

**Руководитель выпускной
квалификационной работы**

(ученая степень, ученое звание)

(инициалы, фамилия)

Рецензент

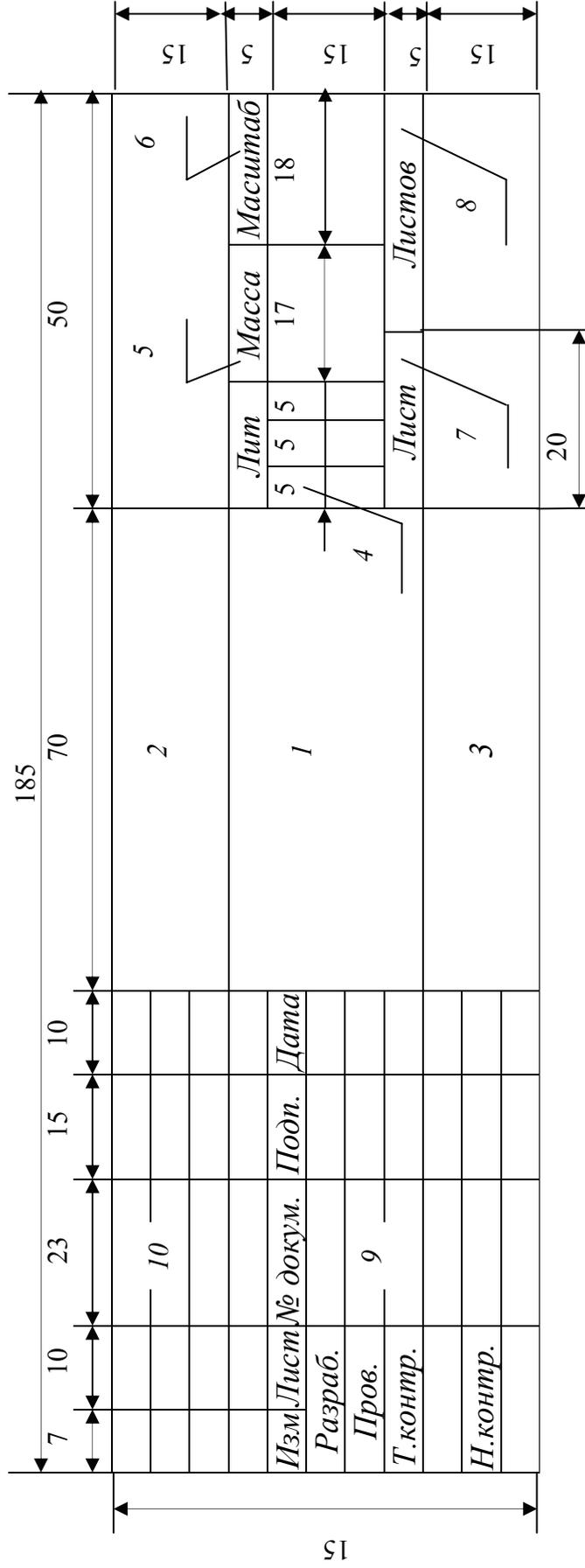
(ученая степень, ученое звание)

(инициалы, фамилия)

14 пт, жирн., строчные

Москва 20__

Основная надпись



Графы основной надписи и дополнительные графы заполняются следующим образом:

графа 1 – наименование изделия. В соответствии с ГОСТ 2.109–73 краткое наименование должно записываться в именительном падеже, единственном числе и начинаться с существительного. После наименования изделия шрифтом меньшего размера вписывают наименование документа, если этот документ имеет шифр;

графа 2 – обозначение документа по ГОСТ 2.201–80 (надпись «Дипломный проект (работа)»);

графа 3 – обозначение материала изделия (заполняется только на чертежах изделий);

графа 4 – литера, которая присвоена данному документу по ГОСТ 2.103–68 (заполняется последовательно, начиная с крайней левой клетки; для дипломного проектирования – Д);

графа 5 – масса изделия (по ГОСТ 2.109–73);

графа 6 – масштаб (ГОСТ 2.302–68 и 2.109–73);

графа 7 – порядковый номер листа (в документах, состоящих из одного листа, не заполняется);

графа 8 – общее число листов документа (заполняется только на первом листе);

графа 9 – фамилии и подписи лиц, подписавших документ;

графа 10 – таблица вносимых изменений.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие положения	3
1. Цель дипломного проектирования	4
2. Тематика дипломных проектов (работ)	5
3. Организация дипломного проектирования	6
3.1. Задание на дипломное проектирование	6
3.2. Преддипломная практика	7
3.3. Руководство дипломным проектированием	7
4. Структура и содержание дипломного проекта (работы)	8
4.1. Структура дипломного проекта (работы)	8
4.2. Краткое содержание дипломного проекта	9
5. Оформление дипломного проекта (работы)	12
5.1. Пояснительная записка	12
5.1.1. Формулы и уравнения	13
5.1.2. Таблицы	13
5.1.3. Ссылки	14
5.2. Перечень графического материала	14
5.3. Порядок представления дипломных проектов (работ) к защите	16
Приложения	18

Учебное издание

Швырков Сергей Александрович
Панасевич Людмила Тихоновна
Воробьев Владимир Викторович
Сонечкин Владимир Михайлович
Горячев Станислав Анатольевич
Батманов Сергей Васильевич

**ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Издано в авторской редакции

Подписано в печать Формат 60×90 1/16.

Печ. л. 4,2. Уч.-изд. л. 3.

Бумага офсетная. Тираж 200 экз. Заказ _____

Академия ГПС МЧС России
129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4