

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Определение последствий чрезвычайных происшествий на участке электро-импульсных технологий

УДК 614.8:621.791.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E2A	Зеркалова Анастасия Владиславовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников Михаил Эдуардович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Королева Наталья Валентиновна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н.		

Томск – 2016

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания для создания и обработки новых материалов
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов ЧС
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий в сложных и неопределенных ситуациях
P5	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные высокотехнологичное оборудование, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда в условиях ЧС, выполнять требования по защите окружающей среды.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P6	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P7	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P8	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития
P9	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течении всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки (специальность) 20.03.01 «Техносферная безопасность»
 Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой
С.В. Романенко
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1E2A	Зеркалова Анастасия Владиславовна

Тема работы:

Определение последствий чрезвычайных происшествий на участке электро-импульсных технологий	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	14.04.16 №2868/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Объектом исследования является участок импульсных технологий, склад взрывчатых веществ. Режим работы – непрерывный. Взрывчатое вещество – аммонит 6-ЖВ.
--	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	Исследованию подлежит процесс сварки взрывом, требования к процессу, нормативно правовые документы в данной области работ. Необходимо произвести расчет последствий при возникновении аварии с помощью различных методик.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	План ликвидации аварии
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Королева Наталья Валентиновна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников М.Э.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е2А	Зеркалова А.В.		

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля

Направление подготовки (специальность) 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Уровень образования бакалавриат

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
5.04.16	Раздел «Объект и методы исследования», подбор литературы, проведение теоретических обоснований.	20
30.04.16	Раздел «Расчеты и аналитика». Выбор методов расчета, проведение необходимых вычислений.	40
15.05.16	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».	20
27.05.16	Раздел «Социальная ответственность». Рассмотреть опасные и вредные производственные факторы, способы защиты работающего персонала.	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников Михаил Эдуардович	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	Д.Х.Н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1E2A	Зеркалова Анастасия Владиславовна

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, нормативно-правовых документах.
Нормы и нормативы расходования ресурсов	
2. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка потенциальных потребителей исследования, SWOT-анализ, QuaD-анализ, конкурентоспособность.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости работы, расчет бюджета.
3. Определенность ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности исследования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- Перечень этапов, работ и распределение исполнителей - Временные показатели проведения научного исследования - График проведения НИ - Материальные затраты - Расчет основной заработной платы - Отчисления во внебюджетные фонды - Бюджет НИИ
--

Дата выдачи задания по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Королева Наталья Валентиновна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E2A	Зеркалова Анастасия Владиславовна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1E2A	Зеркалова Анастасия Владиславовна

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: участок импульсных технологий. Склад ВВ. Область применения: Сварка взрывом.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).	Вредными факторами будут служить: неудовлетворительный уровень освещенности, неблагоприятный микроклимат рабочей зоны, шум, физические нагрузки. ГОСТ 12.1.003-2014 предельный уровень шума СанПин 2.2.4.548-96 параметры микроклимата СанПиН 2.2.1-2.1.1.1278-03 необходимые уровни освещенности Средства защиты: специальные костюмы, перчатки, сапоги, каска. Опасные факторы: Механические опасности – движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования. Средства защиты – устройства ограничения, предохранительные ограждения, каска. Электробезопасность. Опасность представляет пульт управления, оснащенный генератором импульсов тока, напряженность электрического поля. Причинами взрыва/пожара могут стать КЗ, нарушение технологического процесса. В качестве средств пожаротушения используются углекислотные огнетушители, также на участке находится пожарный щит.
---	--

2. Экологическая безопасность: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	При взрывных работах выделяется большое количество энергии, которое излучается в окружающую среду в виде ударных волн, сейсмических возмущений, разлета осколков. Идеальным решением является использование взрывной камеры, что позволяет полностью обезопасить окружающую среду.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	На участке импульсных технологий возможны различные ЧС, такие как: Неконтролируемый взрыв, Обрушение кровли, Возгорание проводки, землетрясение и т.д.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Правовые нормы безопасности изложены в следующих документах: ГОСТ Р 12.3.047-98 «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля». Указ президента РФ от 27.12.2010 №1632 «О совершенствовании системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб на территории РФ» №68-ФЗ «О защите населения и территории от ЧС природного и техногенного характера» и др. ТИ-003-2002 «Типовая инструкция по охране труда для взрывника»

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель/ кафедра ЭБЖ	Романцов Игорь Иванович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е2А	Зеркалова Анастасия Владиславовна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 91 страница, 10 рисунков, 22 таблицы, 14 источников, 8 приложений.

Ключевые слова: взрывная камера; определение последствий взрыва; взрывчатое вещество; избыточное давление.

Объектом исследования является участок импульсных технологий.

Цель работы – определить последствия чрезвычайного происшествия (взрыв) на участке электро-импульсных технологий с помощью различных методик.

В процессе исследования проводился анализ зависимости избыточного давления на фронте ударной волны от расстояния до эпицентра взрыва

В результате исследования были установлены возможные последствия чрезвычайной ситуации.

Область применения: в практике работы отдела ГО и ЧС предприятия.

В будущем планируется произвести расчет сил и средств для ликвидации аварии.

Обозначения и сокращения

- A — площадь поперечного сечения балки
 A_1 — площадь, воспринимающая нагрузки при продольном изгибе колонны
 b — ширина балки
 E — модуль Юнга
 h — толщина балки; высота колонны
 I — момент инерции поперечного сечения; полный импульс
 I_0 — асимптотическое значение импульса на P — i -диаграмме
 I_{xx}, I_{yy} — моменты инерции площади поперечного сечения относительно соответствующих осей
 i, i_s — удельные импульсы взрывной волны
 L — длина балки
 M_y — предельный момент
 P — амплитуда приложенного давления
 P_s — максимальное избыточное давление в падающей волне
 S, S_x — модули упругого сопротивления
 S_s — максимальное избыточное давление в падающей волне
 ω — прогиб балки или плиты
 ω_0 — максимальный прогиб балки или плиты
 Z, Z_{xx}, Z_{yy} — модули пластического сопротивления
 α_i, α_p — коэффициенты в соотношениях для деформируемых балок
 ε_m — относительные деформации
 μ — коэффициент пластичности
 ρ — плотность
 σ_y — напряжения
 $\psi_i, \psi_e, \psi_{\varepsilon}, \psi_p$ — безразмерные коэффициенты в соотношениях для деформируемых балок
ВВ — взрывчатое вещество
СВ — сварка взрывом

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:
ГОСТ 12.0.003-74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

СанПиН 2.2.4.548-96. Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

ГОСТ 12.1.003-2014. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.

СанПиН 2.2.1-2.1.1.1278-03. Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

СНиП 23-05-95. Строительные нормы и правила. Естественное и искусственное освещение.

ГОСТ 12.1.002-84 Система стандартов безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах.

ПБ 13-407-01 Единые правила безопасности при взрывных работах.

ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

СНиП 21-01-97. Строительные нормы и правила. Пожарная безопасность зданий и сооружений.

ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

ТИ-003-2002 Типовая инструкция по охране труда для взрывника.

Оглавление

Введение	15
Литературный обзор	
1. Сварка взрывом	17
1.1 Определения и основные схемы. Физические основы	17
1.2 Кинематические и физические параметры	19
1.3 Технологические возможности	20
2. Технология	21
2.1. Подготовка материалов к сварке. Свариваемые материалы и требования к ним	21
2.2 Выбор параметров режима СВ	23
2.3 Оборудование и оснастка	25
2.4 Промышленное применение	27
2.5 Контроль качества соединений	29
3. Объект и методы исследования	30
3.1 Расчет завалов	31
3.2 Расчет потерь населения	35
3.3 Расчет параметров взрыва конденсированных ВВ	37
4. Расчеты и аналитика	38
4.1 Решение поставленных задач для производственного объекта и зданий поселка	39
4.2 Решение поставленных задач для одноэтажного каркасного здания	41
4.2.1 Приближенный расчет	43
4.2.2 Повреждение потолочных прогонов	44
4.2.3 Повреждение перекрытия	46
4.2.4 Повреждение колонн	48
4.2.5 Повреждение колонны при поперечном изгибе	50
4.2.6 Повреждение облицовки стен	52
5. Результаты проведенного исследования	53
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	54
6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	55
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.	55
6.1.2 Анализ конкурентных технических решений	56
6.1.3 Технология QuaD	57

6.1.4 SWOT-анализ	58
6.2 Планирование научно-исследовательских работ	61
6.2.1 Структура работы в рамках научного исследования	61
6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работы	62
6.3 Бюджет научно-технического исследования.....	64
6.3.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	64
6.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	
7. Социальная ответственность	72
7.1 Производственная безопасность	73
7.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.....	73
7.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.....	74
7.2. Экологическая безопасность	76
7.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	76
7.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	76
Заключение	77
Список литературы	78
Приложение 1	79
Приложение 2	80
Приложение 3	81
Приложение 4	82
Приложение 5	84
Приложение 6	85
Приложение 7	86
Приложение 8	90

Введение

Сварочное производство представляет одну из ведущих наукоемких составляющих мировой экономики и в значительной степени определяет развитие многих отраслей современной промышленности. С применением сварочных технологий в развитых странах производится до половины валового национального продукта, а годовой объем мирового производства сварочной техники, материалов и услуг в 2005 г. превысил в денежном выражении 40 млрд долл. В 2010 г. он увеличился до 44 млрд долл., а в 2015 г. до 52—54 млрд долл.

Такая динамика обусловлена и тем, что более 2/3 стального проката постоянно растущего мирового рынка металлопродукции переходит на производство сварных конструкций и сооружений, причем на каждую его тонну расходуется около 4—6 кг сварочных (присадочных) материалов.

В России общее число потребителей сварочного оборудования и материалов превысило 3 000 предприятий, на которых численность рабочих превысила 3,9 млн человек. Основными потребителями сварочного оборудования являются топливно-энергетические комплексы (28 %) и машиностроение (20 %).

Анализ сегментов отечественного рынка сварочного оборудования и материалов дает истинное представление о состоянии и тенденциях развития сварочного производства в целом и позволяет утверждать, что российский рынок во многом схож с мировым. По статистике Росстата, рост объемов производства сварочного оборудования начался в 2002 г. и продолжается до сих пор. За шесть лет производство в физическом выражении увеличилось более чем в 1,5 раза. При этом только по сравнению с 2007 г. объем производства отечественного сварочного оборудования в 2008 г. увеличился более чем на 20 %.

На отечественном рынке сварочных материалов неуклонно сокращается доля электродов с покрытием путем увеличения производства сварочных проволок для автоматической и механизированной сварки, причем особенно быстрыми темпами развивается производство порошковых проволок. В производстве флюсов постоянно увеличивается доля агломерированных и уменьшается доля плавящихся, преимущественно кислых, флюсов.

Структура отечественного рынка сварочного производства представлена на рис. 1.



Рисунок 1 – Структура сварочного рынка в России

В отраслевом развитии сварочного производства имеются как лидеры (ОАО «Газпром», ОАО «АК Транснефть», ОАО «Атомпром», РСК «Энергия» и др.), так и аутсайдеры, к которым можно отнести предприятия строительной отрасли с преобладающей долей ручных способов сварки [1].

Эффективное развитие сварочного производства опирается на применение современных и перспективных способов сварки, например, сварка взрывом.

Литературный обзор

1. Сварка взрывом

1.1 Определения и основные схемы. Физические основы

Сварка взрывом — один из видов сварки давлением, осуществляемый под действием энергии, выделяющейся при взрыве заряда взрывчатого вещества (ВВ).

Принципиальная схема осуществления сварки взрывом изображена на рис. 1. Неподвижную пластину 4 и μεταаемую пластину 3 располагают под углом α на заданном расстоянии h от вершины угла. На μεταаемую пластину укладывают заряд 2 ВВ. В вершине угла устанавливают детонатор 1. Сварка производится на опоре 5 (металл, песок и т. д.). Площадь μεταаемой пластины, как правило, больше площади основной пластины. Нависание μεταаемой пластины над основной необходимо для уменьшения влияния эффекта бокового разлета продуктов взрыва при детонации плоского заряда ВВ.[2]

На практике чаще всего применяется более простая, так называемая параллельная схема, когда угол $\alpha = 0$.

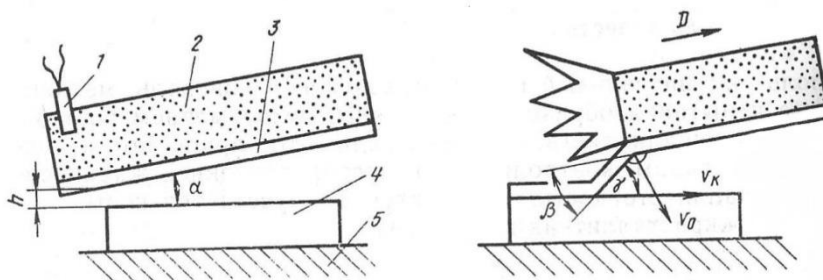


Рисунок 2 – Схема сварки взрывом под углом

При инициировании взрыва по заряду ВВ распространяется детонационная волна, скорость фронта которой D измеряется тысячами метров в секунду (см. рис. 2). Под действием высокого давления расширяющихся продуктов взрыва μεταаемая пластина приобретает скорость v_0 порядка нескольких сотен метров в секунду и соударяется с неподвижной пластиной под определенным углом $\gamma = \beta + \alpha$. в окрестности точки соударения развиваются высокие давления, на порядок превосходящие пределы прочности материалов, которые, согласно гидродинамической теории, текут подобно жидкостям. Течение в зоне соударения определяется углом соударения γ и скоростью точки контакта v_k , которые связаны с исходными параметрами соударения и

позволяют изменять режим сварки. В определенном диапазоне изменения этих двух параметров впереди точки контакта возникает стационарный поток массы соединяемых материалов в виде кумулятивной струи или облака дисперсных частиц. При этом производится самоочищение свариваемых поверхностей, а за точкой контакта создаются условия для их сближения под действием высоких давлений соударения и совместного пластического течения. Длительность процесса составляет 10^{-6} — 10^{-5} с, поэтому диффузия на заметную глубину происходить не успевает. В оптимальных режимах соударения расплавы не фиксируются. При избыточной энергии соударения наблюдаются отдельные участки с расплавами. Соединение обычно имеет характерную волнообразную форму, встречаются соединения и без волн [2].

Физические явления, сопутствующие сварке взрывом, структура и свойства соединений в значительной степени зависят от основных параметров сварки взрывом, которые классифицируют на кинематические (скорость движения точки контакта v_k , угол соударения γ , скорость метания v_0) и физические (давление, длительность и температура в зоне соударения).

Для создания в зоне соударения свариваемых пластин необходимых условий соединения их в твердой фазе (образование физического контакта и активных центров) необходимо, чтобы скорость точки контакта v_k была меньше скорости распространения объемных волн сжатия c ; в противном случае металл не успевает деформироваться, и сварка не произойдет. Это условие осуществляется применением ВВ с соответствующей скоростью детонации.

Энергия, необходимая для сварки двух поверхностей металла и затраченная на пластическую деформацию прилегающих к ним слоев, определяется из энергетического баланса:

$$W_2 = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} v_0^2 \left[1 - \left(\frac{v_k}{c} \right)^2 \right], \quad (1)$$

где m_1, m_2 — соответственно массы метаемой и неподвижной пластин.

1.2 Кинематические и физические параметры

Скорость движения точки контакта v_k определяет скорость распространения зоны высокого давления по свариваемым поверхностям. При угловой схеме сварки:

$$v_k = D \sin(\gamma - \alpha) / \sin \gamma \quad (2)$$

$$\gamma = \alpha + \beta = \alpha + 2 \arcsin v_0 / 2D \quad (3)$$

При начальном параллельном расположении пластин:

$$v_k = D, \quad \gamma = 2 \arcsin v_0 / 2D. \quad (4)$$

Максимальную скорость метания пластины оценивают по формуле:

$$v_0 = 1,2D \sqrt{1 + \frac{32}{27}r} - 1 / \sqrt{1 + \frac{32}{27}r} + 1, \quad (5)$$

где r — отношение массы заряда ВВ к массе пластины:

$$r = \rho_{ВВ} H_{ВВ} / \rho \delta; \quad (6)$$

$\rho_{ВВ}$, H , ρ , δ — плотность и толщины заряда ВВ и метаемой пластины соответственно.

Коэффициент 1,2 применяют при работе со смесевыми ВВ, что обеспечивает расхождение экспериментальных и расчетных значений скоростей порядка 20 %.

Теоретическое и экспериментальное определение давления при косом соударении пластин является весьма сложной задачей. Для оценки проще всего использовать случай нормального соударения, при котором в момент удара пластины соприкасаются по всей площади одновременно и от контактной поверхности распространяются плоские ударные волны. Расчет давления в области соударения P_k проводится в этом случае по ударным адиабатам свариваемых материалов.

Иногда в зоне соединения наблюдаются включения литого металла, что свидетельствует о том, что в процессе сварки взрывом металл в этой зоне нагревается до высоких температур [3].

1.3 Технологические возможности

Существенным преимуществом сварки взрывом является возможность соединения между собой металлов и сплавов, сварка которых другими способами затруднена. Это относится, в частности, к металлам и сплавам, образующим твердые и хрупкие интерметаллиды, например, стали с алюминием или титаном.

Сварка взрывом используется при получении как биметаллических заготовок, так и готовых деталей. При этом форма и размеры плакируемых изделий практически не имеют ограничений. Так, имеются сведения о плакировании листов площадью до 50 м², толщиной до 460 мм и массой до 40 т. Толщины плакирующих слоев могут быть от 0,01 до 45 мм.

Весьма эффективным является использование сварки взрывом при плакировании труб или цилиндров, а также деталей с криволинейной поверхностью (лопасти гидротурбин, подпятники и др.).

При необходимости с помощью сварки взрывом можно осуществлять частичное плакирование.

Из конструкционной сварки взрывом наиболее известны точечная и шовная [4].

2. Технология

2.1 Подготовка материалов к сварке.

Свариваемые материалы и требования к ним

Сваркой взрывом можно соединять практически любые разнородные металлы и сплавы. Число получаемых композиций достигает нескольких сотен.

Определенные трудности возникают при сварке взрывом материалов с пониженными пластическими свойствами (молибден, вольфрам, закаленные и высокопрочные стали, чугун и др.), что обусловлено интенсивной деформацией при двойном перегибе метаемой пластины (см. рис. 1) и высоким уровнем остаточных напряжений, сопутствующих процессу. Считается, что материалы с пластичностью $\delta \leq 5\%$ невозможно сваривать качественно без применения дополнительных технологических приемов, например, предварительного подогрева. Основным дефектом при сварке малопластичных материалов являются трещины.

Материалы с низкой температурой плавления (свинец, олово, алюминий), обладающие к тому же высокой пластичностью, требуют минимального введения энергии при сварке взрывом и дополнительных мер по защите поверхности от брызгантного действия ВВ.

Достаточно сложной технологической задачей является получение сваркой взрывом равнопрочного соединения материалов, образующих хрупкие интерметаллиды. Такие композиции, как сталь-алюминий, сталь-титан и т. п., сваривают на умеренных режимах. В случае сварки толстых листов таких материалов, требующей значительных энергозатрат, применяют промежуточные прослойки из материалов, не образующих интерметаллидов с соединяемыми материалами.

Твердость свариваемых материалов значительно влияет на структуру и прочность соединения. В частности, не удалось получить прочных соединений закаленных сталей с алюминием и титаном без специальных технологических приемов [4].

Для учета твердости свариваемых материалов используют критерий:

$$Re = (\rho_1 + \rho_2) v_k^2 / [2(H_1 + H_2)] \geq 10, \quad (7)$$

где H — твердость металла по Роквеллу. Физический смысл этого критерия состоит в том, что давление в окрестности точки контакта должно значительно превышать прочность соударяющихся материалов.

Перед сваркой взрывом соединяемые материалы должны быть соответствующим образом подготовлены. Загрязнения свариваемых поверхностей масляными пленками, ржавчиной, окалиной и т. п.

недопустимы при СВ, так как при скоростях детонации 2000—2500 м/с с контактной поверхности удаляется только тонкий слой толщиной до 12 мкм.

Опыт, полученный при СВ, показал, что свариваемые поверхности должны быть зачищены до металлического блеска или протравлены и обезжирены.

Исходные материалы не должны иметь внутренних дефектов (включений, пор, трещин), в противном случае возможно разрушение. Практика СВ показала, что прогиб исходных листовых заготовок не должен превышать 5—10 мм на погонный метр. Несоблюдение этого требования приводит к недопустимому колебанию сварочного зазора и, как следствие, к нестабильности свойств биметаллических заготовок по площади вплоть до отсутствия прочности или появления непроваров [4].

2.2 Выбор параметров режима СВ

Из-за специфических особенностей процесса универсального режима СВ пока не найдено. В связи с этим при выборе параметров сварки взрывом в настоящее время в основном применяют экспериментальные методы.

Для приближенного определения нижней границы области сварки можно использовать выражение

$$\gamma_{\min} = 1,14 \sqrt{HV / (\rho v_k^2)}, \quad (8)$$

где HV — твердость по Виккерсу. Учитывая, что при малых углах соударения $\gamma \approx v_0 / v_k$, минимальную скорость метания можно определить из выражения

$$v_{\min} = 1,14 \sqrt{HV / \rho}. \quad (9)$$

Таблица 1 – Характеристика веществ, применяемых для сварки взрывом*

ВВ, ГОСТ, ТУ	$\rho \cdot 10^{-3}$ кг/м ³	$d_{кр} \cdot 10^3$ м	D , м/с
Аммонит, 6ЖВ, ГОСТ 21984--76	0,85—1,00	10—13	3600—4800
Аммониты, АТ-1, АТ-2, АТ-3, ТУ 84—768—78	0,85—0,90	10—20	1500—3800
Аммониты, А-20, А-40, А-50, ТУ 84—401—7—72	0,90—1,10	6—10	2400—3600
Селитра аммиачная, ГОСТ 2—75	0,85—0,90	—	1800
Игданит, ТУ ГП—2—77	0,80—0,90	160—200	2800—4300
» специальный	0,85—0,90	40—60	2500—3500
Смесь 1 : 2 (аммонит 6ЖВ + селитра аммиачная)	0,85—0,90	16—20	2000—3000
То же, 1 : 4	0,85—0,90	25—28	1800—2700

* ρ —насыпная плотность; $d_{кр}$ — критический диаметр; D —скорость детонации

Скорость точки контакта определяет время протекания деформационных процессов в зоне соударения, поэтому для получения качественной сварки необходимо ее выдерживать в определенном

интервале. Анализ опытных данных показывает, что лучшие результаты достигаются при $v_k=(0,4\div 0,6)$ с.[5]

Скорость точки контакта можно регулировать изменением скорости детонации путем применения соответствующих ВВ (табл. 1).

Для расчета угла соударения на практике удобнее всего использовать зависимость:

$$\gamma \approx v_0 / D = 3r / (4r + 9). \quad (10)$$

Метаемая пластина приобретает максимальную скорость на расстоянии $h \approx \delta$, поэтому на практике сварочный зазор выдерживают в пределах $h = (1 \div 2)\delta$.

Некоторые исследователи при выборе режима СВ базируются на энергетическом подходе к природе процесса. Считается, что минимальная энергия пластической деформации, необходимая для образования равнопрочного соединения

$$W_2 = 0,606 + 0,184 \ln(HB / \delta), \quad (11)$$

где HB — твердость по Бринеллю; δ — относительное удлинение, % [5].

2.3 Оборудование и оснастка

Оборудование и оснастка для сварки металлов взрывом зависят от места проведения работ. В настоящее время процесс осуществляется в полевых условиях (на полигонах) и на территории промышленных предприятий.

Оборудование и оснастка при ведении работ в полевых условиях

Под полигон отводится территория, удаленная от промышленных баз и населенных пунктов. Размеры ограждаемой зоны рассчитываются, исходя из массы единовременно подрываемого заряда. Полигоны оборудуются минными станциями и укрытиями для техники.

Изделия обрабатывают на специальных опорах. Они должны иметь достаточную долговечность и обеспечивать минимальную деформацию изделий. Например, при плакировании уникальных изделий— лопастей гидротурбин, применялась опора с наполнителем из металлической дроби (рис. 3).

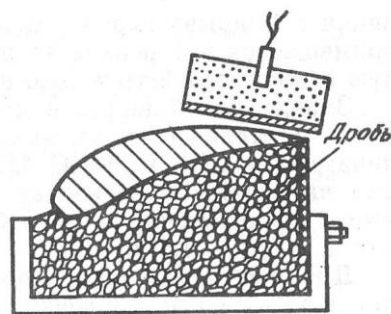


Рисунок 3 – Опора для плакирования лопастей гидротурбин

Подготовку опор из грунтово-песчаных смесей и щебня для очередного взрыва ведут с использованием бульдозера, погрузчика. Размещение изделий на опоре осуществляется при помощи автокранов соответствующей грузоподъемности. Для укладки заряда при больших размерах заготовок (несколько квадратных метров) или криволинейной поверхности плакирующего листа используют различного рода приспособления.

В стране имеются три крупных специализированных полигона, выпускающих биметаллические заготовки СВ на Орско-Халиловском и Кузнецком металлургических комбинатах и на Гилевском опытно-экспериментальном заводе НПО АНИТИМ.

За рубежом крупные полигоны имеются в Швеции, США, Японии и др.

Недостатком полигонов является влияние погодных условий на качество, а также трудность обеспечения достаточно высокого уровня механизации [6].

Оборудование и оснастка при ведении работ в условиях промышленных предприятий

При ведении СВ в условиях промышленного предприятия в качестве локализаторов поражающих факторов взрыва используют подземные выработки, бетонные и металлические взрывные камеры. Работа в подземных выработках осуществляется, например, на участке сварки взрывом фирмы «Дюпон» (США) и Зыряновского свинцового комбината. Бетонные взрывные камеры применяют, например, в Колумбийской лаборатории (США), где используют заряды массой до 23 кг ВВ. Однако для создания промышленных установок сварки взрывом наиболее перспективны металлические взрывные камеры. Они представляют собой замкнутые оболочечные конструкции цилиндрической или сферической формы, снабжены загрузочным люком, внутренней опорой, системой вентиляции и подрыва заряда. В ряде конструкций взрывных камер применяются внутренние защитные экраны, ослабляющие ударную волну, воздействующую на оболочку.

Значительный вклад в конструирование и расчет на прочность металлических взрывных камер внесли Институт гидродинамики и СКБ ГИТ СО АН СССР. Камеры их конструкции на заряд в несколько килограммов ВВ, как правило, имеют толстостенную (50—100 мм) оболочку небольших размеров ($R_{\max} \leq 1,5 \text{ м}$).

Для взрывных камер повышенной мощности используют крупногабаритные оболочки, а также комбинированные оболочечные конструкции. Примером последней может служить камера в ИЭС им. Е. О. Патона, имеющая полусферический корпус ($R = 7 \text{ м}$), образованный заглушёнными снаружи обрезками труб.

Известно применение крупногабаритных камер для сварки металлов взрывом за рубежом. Так, в ФРГ используется камера объемом 600 м³, оснащенная рабочим столом размером 3х6 м.

Большой объем исследований проведен в НПО АНИТИМ при создании взрывных камер на базе тонкостенных крупногабаритных оболочечных конструкций. Оболочки этих камер имеют толщину 5—20 мм при диаметре 0,5—10,5 м, но для увеличения их мощности в конструкцию введены защитные экраны. Многолетняя эксплуатация взрывных камер на заряд от 0,25 до 50 кг ВВ подтвердила их высокую надежность и удобство в обслуживании.

2.4 Промышленное применение

В отечественном машиностроении накоплен значительный опыт плакирования взрывом и изучены служебные свойства получаемых биметаллических заготовок и деталей.

Непосредственное плакирование взрывом плоских изделий является высокорентабельным процессом, особенно при большой толщине основного слоя. В частности, освоено плакирование листов толщиной 70—100 мм, площадью 10—20 м² для сосудов давления ответственного назначения. Биметалл технологичен, не требует изменения принятой на заводе технологии изготовления сосудов высокого давления. Установлено, что непосредственно плакированный взрывом биметалл по комплексу изученных свойств (статической, циклической, повторно-статической, термоциклической прочности, стойкости к коррозии) не уступает биметаллу, полученному наплавкой, а по ряду свойств превосходит его. Сепараторы пара, изготовленные из такого биметалла, успешно эксплуатируются на Билибинской АЭС с 1972 г.

Технология непосредственного плакирования взрывом деталей со сложной криволинейной поверхностью была разработана и впервые внедрена на Ленинградском металлическом заводе при изготовлении колес радиально-осевых турбин Красноярской ГЭС. Всего плакировано взрывом и эксплуатируется свыше 150 литых и профилированных лопастей рабочих колес на крупнейших гидроэлектростанциях (Чарвакской, Усть-Илимской, Саяно-Шушенской, ГЭС Сайт 1 — Канада).

В стране разработано и внедрено несколько десятков технологий получения биметалла СВ, дающих положительный эффект.

На заводе «Сиблитмаш» создан участок по производству СВ узлов трения, оснащенный взрывными камерами конструкции СКБ гидроимпульсной техники СО АН СССР. ИЭС им. Е. О. Патона разработан и освоен в промышленном производстве ряд технологий конструкционной и локальной СВ, в частности СВ проводов контактной сети железных дорог. В цеховых условиях во взрывной камере на Усольском заводе горного оборудования изготавливаются сваркой взрывом сталеалюминиевые штыри электролизеров алюминия.

Гамму биметаллов различного назначения для цветной металлургии производит Белорусское республиканское НПО порошковой металлургии.

Серийно по технологии Института гидродинамики и СКБ ГИТ СО АН СССР производится биметалл сталь—медь, при этом резко снижен расход меди, повышена стойкость сводов рудотермических печей.

В промышленных масштабах на трех полигонах страны (ОХМК, КМК и ГОЭЗ НПО АНИТИМ) освоено производство СВ трехслойных заготовок размером 4200×1200×125 мм с толщиной плакирующих листов коррозионностойкой стали 12,5 мм. Технология обеспечивает круглогодичное ведение работ в полевых условиях при высоких производительности и качестве заготовок.

Номенклатура и объемы производства биметалла, полученного СВ, постоянно растут, что объясняется эффективностью его применения. Это подтверждает и зарубежный опыт.

Процесс широко используется в США, Японии, ФРГ, Швеции, Англии и др. За рубежом применяют как непосредственное плакирование, так и плакирование с последующей прокаткой. В 1980 г. объем производства биметалла, полученного СВ, в США, ФРГ, Швеции достиг 30—50 % от общего объема выпуска биметалла в этих странах [7].

2.5 Контроль качества соединений

К основным показателям качества биметалла, полученного сваркой взрывом, относятся сплошность и прочность соединения, общая прочность биметалла, деформация изделия.

Сплошность соединения оценивают по данным УЗК. Для ответственных изделий возможно применение рентгеновских методов контроля. Прочность сцепления слоев определяют по результатам испытания на срез и отрыв по известным методикам. Испытания на отрыв предпочтительнее из-за волнового характера соединения. Оценку пластичности получают из испытаний нагиб с перегибом и изгиб. Механические и технологические свойства биметалла определяют способами, применяемыми для определения аналогичных свойств монометалла.

Сварка взрывом может вызвать значительные деформации изделий, которые оценивают общеизвестными способами и мерительным инструментом [8].

3. Объект и методы исследования

Прогнозирование обстановки при взрывах заключается в определении размеров зон возможных поражений, степени поражения людей и разрушения объектов. Для этого используют различные методы прогнозирования: детерминированный, вероятностный, графический.

При детерминированном способе прогнозирования поражающий эффект ударной волны определяется избыточным давлением во фронте ударной волны P_s , кПа, в зависимости от величины которого находятся степени поражения людей (табл. 2).

Таблица 2 – Избыточное давление во фронте ударной волны, при котором происходит поражение людей

P_s , кПа	Менее 10	10...40	40...60	60...100	Более 100
Степень поражения людей	Безопасное избыточное давление	Легкая (ушибы, потеря слуха)	Средняя (кровоотечения, вывихи, сотрясение мозга)	Тяжелая (контузии)	Смертельное поражение

Степени разрушений зданий в зависимости от избыточного давления взрыва представлены в прил.1.

При вероятностном способе прогнозирования поражающее действие ударной волны определяется как избыточным давлением на фронте ударной волны P_s , кПа, так и импульсом фазы сжатия ударной волны I_+ , кПа·с [9,10].

3.1 Расчет завалов

Если здание получит сильную или полную степень разрушения, образуется завал. Завалом называется хаотическое нагромождение строительных материалов и конструкций, обломков технологического оборудования, камней и т.д.

По степени разрушения строений завалы подразделяются на пять видов:

1. Легкое повреждение: на стенах зданий появляются тонкие трещины, обсыпается штукатурка, откалываются небольшие куски, повреждаются стекла в окнах.

2. Слабое разрушение: небольшие трещины в стенах, откалываются довольно большие куски штукатурки, появляются трещины в дымовых трубах, часть из них разрушается, частично повреждается кровля, полностью разбиваются стекла в окнах.

3. Среднее разрушение: большие трещины в стенах зданий, обрушение дымовых труб, частичное падение кровли.

4. Сильное разрушение: обрушение внутренних перегородок и стен, проломы в стенах, обрушение частей зданий, разрушение связей между частями зданий, обрушение кровли.

5. Полное разрушение.

Объем завалов при разрушении жилых зданий составляет 35-50%, промышленных — 15-20% строительного объема. Высота завалов жилых зданий составляет 1/5-1/7, промышленных — 1/4-1/10 их первоначальной высоты. Средний угол откосов завалов — 30°. Объем пустот в завалах составляет 40-60%.

По внешнему виду завал может быть односторонним, двусторонним, V-образным или плоским.

По структуре по весу обломков (процентное содержание в завалах различных типов обломков) завалы делятся на очень крупные (свыше 5 т), крупные — 2...5 т; средние — 0,2...2 т, мелкие — менее 0,2 т. (Прил. 2). При определении состава спасательных сил и средств следует иметь в виду, что очень крупные и крупные обломки весом более 2-х т, перемещаются с использованием инженерной техники, средние — весом до 2-х т, могут быть перемещены с помощью ручных лебедок, а мелкие — весом до 0,2 т, могут быть перемещены спасателями вручную.

По структуре по составу элементов (процентное содержание в завалах обломков из различного материала) завалы делятся на железобетонные, кирпичные, смешанные (Прил. 3). Железобетонные

завалы состоят из обломков железобетонных, бетонных, металлических и деревянных конструкций, обломков кирпичной кладки, элементов технологического оборудования. Они характеризуются наличием большого количества крупных элементов, зачастую соединенных между собой, пустот и неустойчивых элементов. Кирпичные завалы состоят из кирпичных глыб, битого кирпича, штукатурки, обломков железобетонных, металлических, деревянных конструкций. Они характеризуются большой плотностью, отсутствием крупных, как правило, элементов и пустот.

В зависимости от структуры завалов их подразделяют на тяжелые, средние и легкие. В тяжелых завалах пустотность (объем пустот на 100 м³ завала, %) может достигать до 60 %, а в средних – 45–55 %, легких – 35–45 %. [11]

Образование завалов сопровождается повреждением электрических, тепловых, газовых, сантехнических и других систем. Это создает угрозу возникновения пожаров, взрывов, затоплений, поражений электрическим током. Особенно опасны завалы промышленных строений, в которых производятся или хранятся опасные вещества.

Разрушение строений и образование завалов обычно сопровождается гибелью, блокированием, травмированием людей. Из всех пострадавших в завалах примерно 40% получают легкие травмы, травмы средней тяжести получают 20%, столько же процентов получают тяжелые и крайне тяжелые травмы и увечья.

Показатели завалов зданий являются определяющими параметрами при выборе технологии спасательных работ.

К показателям, характеризующим завал, можно отнести: дальность разлета обломков; высоту завала; объемно-массовые характеристики завалов; структуру завалов по весу обломков, составу строительных элементов и арматуры.

Принимается, что при аварии со взрывом внутри здания, обломки разлетаются в стороны равномерно, а при взрыве вне здания обломки смещаются по направлению действия воздушной ударной волны.

При приближенных оценках размеры завалов, образующихся при взрыве внутри здания размером $A \cdot B \cdot H$, можно определить по формулам:

– длина завала (геометрический размер завала в направлении наибольшего размера A здания), м,

$$A_{зав} = 2L + A; \quad (12)$$

– ширина завала (геометрический размер завала в направлении наименьшего размера B здания), м,

$$B_{зав} = 2L + B, \quad (13)$$

где L – дальность разлета обломков, принимаемых равной половине высоты здания ($L = H/2$).

При внешнем взрыве размеры завала определяются по формулам:

$$A_{зав} = L + A; \quad (14)$$

$$B_{зав} = L + B \quad (15)$$

где L – дальность разлета обломков, принимаемых равной половине высоты здания ($L = H/2$).

Высота завала (расстояние от уровня земли до максимального уровня обломков в пределах контура здания) определяется по формуле:

$$h = \gamma \cdot \frac{H}{100 + k \cdot H}, \quad (16)$$

где H – высота здания, м; γ – удельный объем завала на 100 м^3 строительного объема здания (табл. 3); k – константа; $k=2$ – для взрыва вне здания и $k=2,5$ – для взрыва внутри здания.

Основными факторами, определяющими высоту завала, являются этажность здания и величина действующего давления во фронте воздушной ударной волны. Чем больше давление, тем дальше разлетаются обломки, что приводит к уменьшению высоты завала.

В табл. 3 представлены объемно-массовые характеристики завала.

Приведенные показатели завалов используются при оценке инженерной обстановки в зонах разрушений, а также при планировании мероприятий по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций [11].

Таблица 3 – Объемно-массовые характеристики завала

Тип здания	Пустотность α , м ³ /100 м ³	Удельный объем γ , м ³ /100 м ³	Объемный вес ρ , т/м ³
1	2	3	4
Производственные здания			
Одноэтажное легкого типа	40	14	1,5
Одноэтажное среднего типа	50	16	1,2
Одноэтажное тяжелого типа	60	20	1,0
Многоэтажное	40	21	1,5
Смешанного типа	45	22	1,4
1	2	3	4
Жилые здания бескаркасные			
Кирпичное	30	36	1,2
Мелкоблочное	30	36	1,2
Крупноблочное	30	36	1,2
Крупнопанельное	40	42	1,1
Жилые здания каркасные			
Со стенами из навесных панелей	40	42	1,2
Со стенами из каменных материалов	40	42	1,2

Примечания: 1) пустотность завала α – объём пустот на 100 м³ завала, м³; 2) объемный вес завала ρ – вес 1 м³, т/м³. 3) здания легкого типа монтируют самоходными стреловыми кранами на гусеничном и пневмоколесном ходу; среднего типа — самоходными стреловыми, козловыми и башенными кранами; тяжелого типа — башенными кранами большой грузоподъемности в сочетании с гусеничными и мачтово-стреловыми в качестве вспомогательных.

3.2 Расчет потерь населения

Общие людские потери, возникшие в ЧС, подразделяются на безвозвратные и санитарные потери. Безвозвратные потери – люди, погибшие в момент возникновения ЧС, умершие до поступления на первый этап медицинской эвакуации (в медицинское учреждение) и пропавшие без вести. Санитарные потери – пораженные (оставшиеся в живых) и заболевшие при возникновении ЧС или в результате ЧС.

Структура санитарных потерь – это распределение пораженных (больных): по степени тяжести поражений (заболеваний) - крайне тяжелые, тяжелые, средней степени тяжести, легкие; по характеру и локализации поражений (видам заболеваний). Величина и структура потерь в ЧС колеблется в широком диапазоне и зависят от многих факторов, и прежде всего от характера, масштаба и интенсивности ЧС, численности населения, оказавшегося в зоне ЧС, плотности и характера его размещения, своевременности оповещения и обеспеченности средствами защиты, готовности населения к действиям при угрозе ЧС, уровня подготовки к ликвидации последствий ЧС и др.

Локализация поражений в различных чрезвычайных ситуациях: тяжелая черепно-мозговая травма; поражения груди и живота; переломы костей конечностей, таза, позвоночника; синдром длительного сдавления; обширные раны мягких тканей; поражения внутренних органов; ожоги тела; повреждения глаз; сотрясения головного мозга, раны мягких тканей головы [12].

Особенностью большинства ЧС с массовым поражением людей является появление большого числа пораженных с психоневрологическим стрессом, шоком, оглушенностью и т.д.

Для ориентировочного определения потерь людей, находящихся в здании, в зависимости от степени его разрушения используются следующие формулы:

$$N^{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n N_i \cdot K_{1i}; \quad (17)$$

$$N^{\text{сан}} = \sum_{i=1}^n N_i^{\text{общ}} \cdot K_{2i}; \quad (18)$$

$$N^{\text{безв}} = N^{\text{общ}} - N^{\text{сан}}, \quad (19)$$

где N_i – количество персонала в i -м здании, чел.; n – число зданий (сооружений) на объекте; $N_i^{\text{общ}}$ – общие потери при разрушении i -го здания; K_{1i} , K_{2i} – коэффициенты для нахождения потерь в i -м здании, определяемые по табл. 4.

Таблица 4 – Значения коэффициентов K_1 , K_2

Степень разрушения здания	K_1	K_2
Слабая	0,08	0,03
Средняя	0,12	0,09
Сильная	0,8	0,25
Полная	1	0,3

3.3. Расчет параметров взрыва конденсированных взрывчатых веществ

К основному поражающему фактору взрыва относится воздушная ударная волна, она характеризуется избыточным давлением во фронте (P_s).

Для определения зависимости избыточного давления на фронте ударной волны P_s , кПа, от расстояния R , м, до эпицентра взрыва конденсированного взрывчатого вещества используется формула М.А. Садовского:

$$P_s = 95 \cdot \left(\frac{M^{\frac{1}{3}}}{R}\right) + 390 \cdot \left(\frac{M^{\frac{2}{3}}}{R^2}\right) + 1300 \cdot \left(\frac{M}{R^3}\right) \quad (20)$$

Величину импульса фазы сжатия I_+ , кПа · с, на расстоянии R , м, от эпицентра взрыва для ориентировочных расчетов можно определить по формуле

$$I_+ = \left(0,4 \cdot M^{\frac{2}{3}}\right) / \sqrt{R}, \quad (21)$$

где M – тротиловый эквивалент, равный массе тринитротолуола (тротила), при взрыве которого выделяется такое же количество энергии, как и при взрыве рассматриваемого взрывчатого вещества m , кг [13].

4.Расчеты и аналитика

Постановка задачи.

На складе взрывчатого вещества хранится аммонит 6-ЖВ массой $m=10$ т. На расстоянии $R=100$ м от склада находится одноэтажное производственное здание размером $50\times 20\times 3$ м, на расстоянии 300 м – одноэтажное каркасное здание, а на расстоянии 500 м – поселок с многоэтажными кирпичными зданиями. В производственном здании работает смена в количестве 20 чел. Определить обстановку при взрыве всего запаса ВВ.

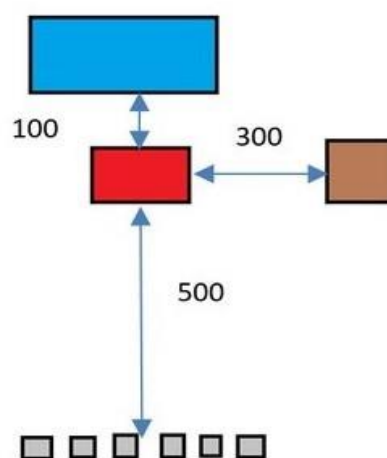


Рисунок 3 – План обстановки

Для производственного объекта и зданий поселка определить:

- вид разрушения в зависимости от избыточного давления P_s
- потери персонала на производственном объекте;
- основные параметры завала;
- радиусы зон летального поражения, контузии и зоны, безопасной для человека.

Для одноэтажного каркасного здания определить:

- является ли заданная ударноволновая нагрузка достаточной для того, чтобы вызвать повреждения здания
- пригодны ли установленные потолочные прогоны
- пригодны ли перекрытия
- потеряют ли устойчивость колонны при продольном изгибе
- возникнут ли остаточные деформации при изгибе колонны
- деформируется ли облицовка.

4.1 Решение поставленных задач для производственного объекта и зданий поселка:

1. Тротиловый эквивалент аммонита 6-ЖВ составляет 1,03. Находим расчетную массу ВВ.

$$M = 1,03 \cdot 10000 = 10300 \text{ кг.}$$

2. Избыточные давления на фронте ударной волны P_s на расстояниях $R = 100$ м и $R = 500$ м найдем по формуле (20):

$$P_s^{100} = 95 \cdot \left(\frac{M^{\frac{1}{3}}}{R}\right) + 390 \cdot \left(\frac{M^{\frac{2}{3}}}{R^2}\right) + 1300 \cdot \left(\frac{M}{R^3}\right) = 52.52 \text{ кПа}$$

$$P_s^{500} = 95 \cdot \left(\frac{M^{\frac{1}{3}}}{R}\right) + 390 \cdot \left(\frac{M^{\frac{2}{3}}}{R^2}\right) + 1300 \cdot \left(\frac{M}{R^3}\right) = 5 \text{ кПа}$$

3. Как следует из табл. 4.2, при избыточном давлении на фронте ударной волны $P_s \approx 53$ кПа производственное здание находится в зоне сильных разрушений, а многоэтажные кирпичные здания в населенном пункте ($P_s = 5$ кПа) разрушений не получают.

4. Согласно формулам (17 – 19) при сильном разрушении производственного общие, санитарные и безвозвратные потери составят:

$$N^{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n N_i \cdot K_{1i} = 16 \text{ чел.};$$

$$N^{\text{сан}} = \sum_{i=1}^n N_i^{\text{общ}} \cdot K_{2i} = 4 \text{ чел.};$$

$$N^{\text{безв}} = N^{\text{общ}} - N^{\text{сан}} = 12 \text{ чел.}$$

5. При внешнем взрыве длина завала по формуле (14) составит:

$$A_{\text{зав}} = L + A = 51,5 \text{ м,}$$

где L – дальность разлета обломков, принимаемых равной половине высоты здания ($L = H/2$).

ширина завала по формуле (15) составит:

$$B_{\text{зав}} = L + B = 21,5 \text{ м.}$$

высота завала по формуле (16) составит:

$$h = \gamma \cdot \frac{H}{100 + k \cdot H} = 0,45 \text{ м.}$$

Пустотность завала при разрушении одноэтажного производственного здания среднего типа $\alpha = 50 \text{ м}^3/100 \text{ м}^3$ (см. табл. 3), а удельный объем $\gamma = 16 \text{ м}^3/100 \text{ м}^3$. Объемный вес $\rho = 1,2 \text{ т/м}^3$.

6. Радиусы зон летального поражения, контузии и безопасной для человека определим графическим путем. Для этого построим

графическую зависимость избыточного давления во фронте ударной волны P_s , кПа, от расстояния R . $P_s=f(R)$ (рис. 4).

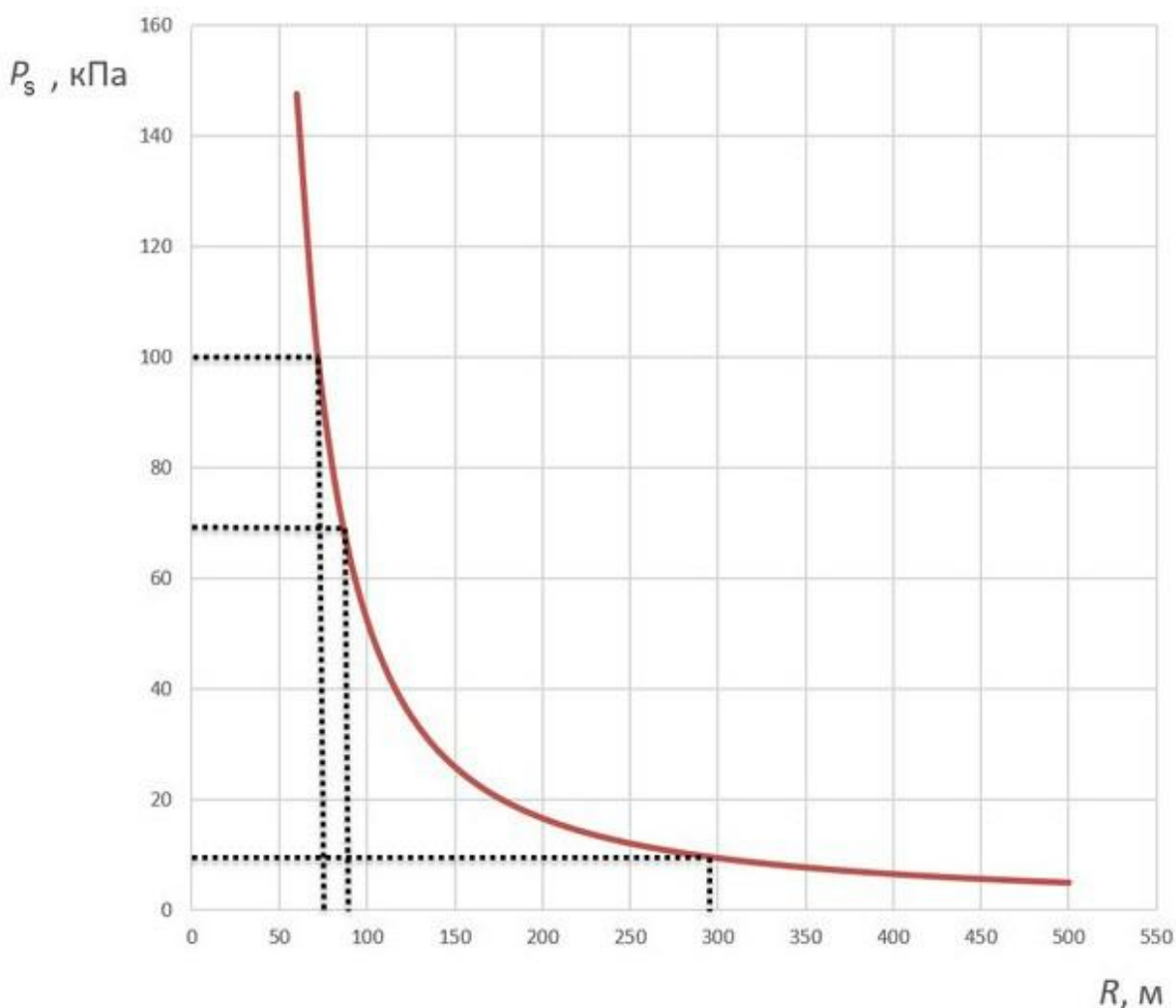


Рисунок 4 – Зависимость избыточного давления на фронте ударной волны P_s от расстояния R до эпицентра взрыва

Как следует из графика (рис. 4.2), радиус зоны летального поражения ($P_s = 100$ кПа) равен $R_{\text{лет}} = 78$ м, контузии ($P_s = 70$ кПа) равен $R_{\text{конт}} = 90$ м и безопасной зоны ($P_s = 10$ кПа) равен $R_{\text{без}} = 295$ м.

По формуле (21) найдем импульс фазы сжатия ударной волны:

$$I_+ = \left(0,4 \cdot M^{\frac{2}{3}}\right) / \sqrt{R} = 21,44 \text{ кПа}\cdot\text{с}.$$

4.2 Решение поставленных задач для одноэтажного каркасного здания

На рис. 5 изображен план одноэтажного каркасного здания высотой 3,96 м с четырьмя квадратными секциями.

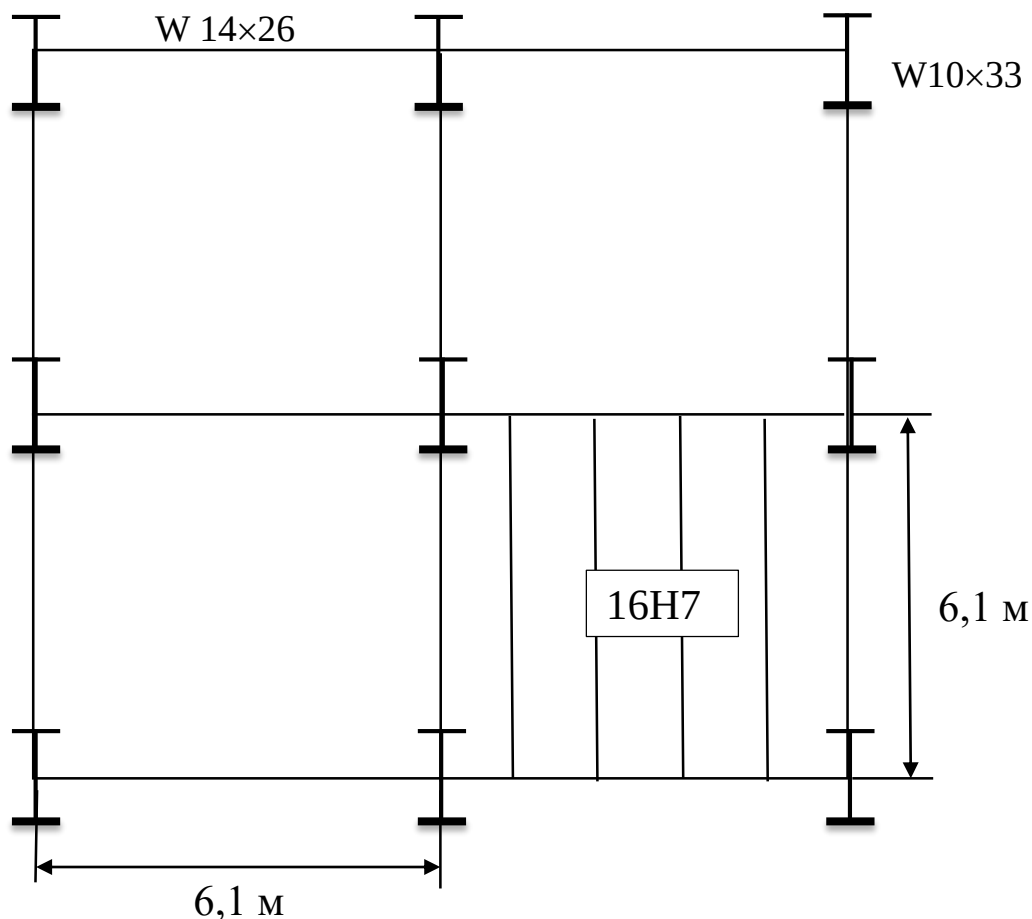


Рисунок 5 – План здания, рассчитываемого на действие взрыва

Каркас здания выполнен из стального фасонного проката; расстояния между колоннами 6,1 м. Все верхние перекрытия выполнены из профиля W14×26, а потолочные прогоны — из профиля 16H7 и уложены вертикально с шагом 1,22 м. Все колонны высотой 3,96 м из профиля W10×33, каждая работает в горизонтальном направлении как шарнирно опертая балка, а в вертикальном — как балка с двумя защемленными концами. Предполагается, что все верхние перекрытия и потолочные прогоны шарнирно оперты. В приложении 4 приведены характеристики используемых профилей. Крыша здания бетонная толщиной 6,35 см с весом единицы площади поверхности 1596 Н/м².

Стены сооружения выполнены в виде облицовки из гофрированного тонколистового металла с максимальным пролетом от пола до потолка 3,96 м. Характеристики облицовки также указаны в прил.4. Предположим, что все балки и облицовка имеют предел текучести $\sigma_y = 228$ МПа.

На здание воздействует распространяющаяся слева направо ударная волна от взрыва, очаг которого расположен вне здания, с избыточным давлением на фронте $P_s = 9,79$ кПа и удельным импульсом $i_s = 100$ Па·с. Амплитуда избыточного давления P_r после нормального отражения такой волны составит 20,7 кПа, а импульс отраженной волны $i_r = 206,8$ Па·с.

4.2.1 Приближенный расчет

Чтобы приближенно определить, опасна ли для здания заданная взрывная нагрузка, можно воспользоваться рис. 6, на котором нанесены линии равной степени повреждения по опыту бомбардировок кирпичных зданий в Великобритании. Поскольку $P-i$ -диаграмма построена для параметров в падающей волне, то координаты изображающей точки $P_s = 9790$ Па, $i_s = 100$ Па·с. Эта точка расположена ниже импульсной асимптоты критической кривой, разделяющей область отсутствия повреждений и область минимальных повреждений конструкции: разрыва соединений и расчленения конструкции. Поскольку используемая методика является приближенной, заданная нагрузка, по-видимому, приведет к минимальным повреждениям конструкции [14].

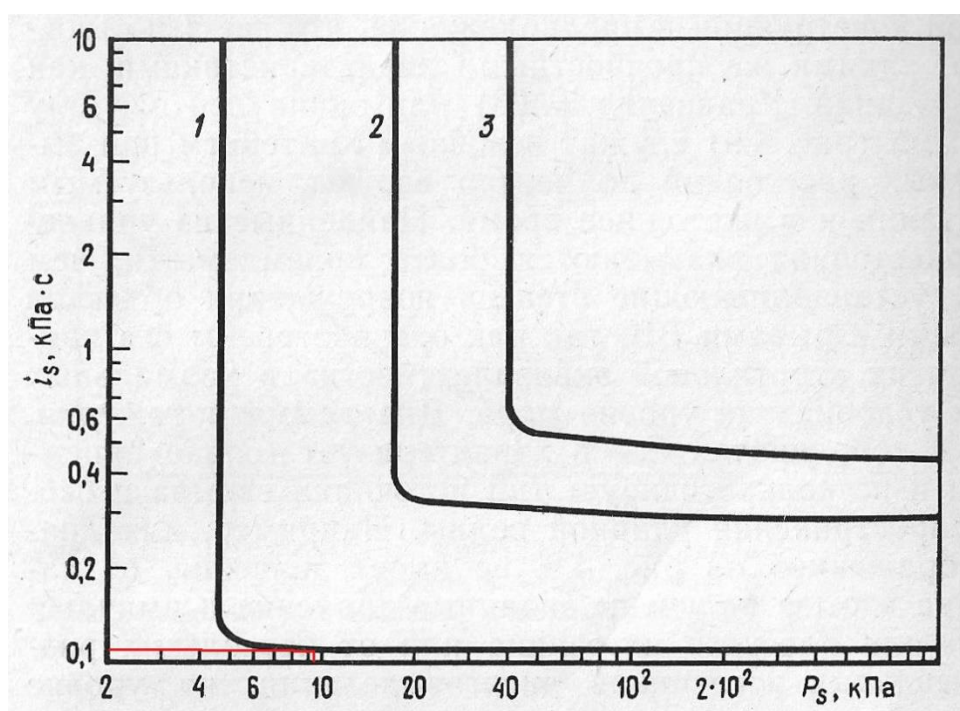


Рисунок 6 – Диаграмма давление-импульс для зданий с кривыми равновероятного поражения

4.2.3. Повреждение потолочных прогонов

Потолочный прогон работает на изгиб как свободно опертая балка. Чтобы определить степень воздействия нагрузки на потолочные прогоны, следует воспользоваться диаграммой на рис. 7, построенной для случая упругопластического изгиба свободно опертой балки. Допустим, что бетонная крыша не придает дополнительную прочность конструкции (консервативное допущение), но увеличивает эффективную массу вследствие того, что полоса бетона шириной 1,22 м подвергается нагружению вместе с потолочным прогоном. Так как крыша деформируется под действием падающей ударной волны, параметрами нагрузки являются P_s и i_s . Чтобы воспользоваться рис. 7, надо рассчитать приведенное избыточное давление:

$$\frac{PbL^2}{\psi_p \sigma_y Z} = \frac{PbL^2}{\psi_p M_y} = \frac{(9,79 \cdot 10^3)(1,22)(6,1)^2}{(10)(4,67 \cdot 10^4)} = 0,951$$

и приведенный удельный импульс:

$$\frac{ib\sqrt{EI}}{\psi_i \sqrt{\rho A} \sigma_y Z} = \frac{ib\sqrt{E} \sqrt{I} \sqrt{g}}{\psi_i \sqrt{\rho A} M_y} = 0,602.$$

По $P - i$ -диаграмме (см. рис. 7) находим значение приведенной максимальной относительной деформации, равное 0,3. Подставляя численные значения параметров в соотношение для приведенной максимальной относительной деформации, можно определить величину деформации прогона под действием взрывной волны. Аналогично

$$\frac{EI \varepsilon_m}{\psi_e h Z \sigma_y} = \frac{I \sigma_m}{\psi_e h M_y} = 0,3$$

откуда для σ_m (Па) получаем σ_m (от взрыва) = 155 МПа. Такое максимальное напряжение обусловлено заданной взрывной нагрузкой. Кроме того, надо учесть напряжение, вызванное собственным весом стального прогона и бетонной крыши. Напряжение, обусловленное собственным весом, равно

$$\sigma = \frac{\omega L^2}{8S}$$

или σ (от собственного веса) = 43 МПа. Суммарное напряжение составит 198 МПа, что меньше предела текучести, равного 228 МПа, и, следовательно, условие прочности потолочных прогонов не нарушено.

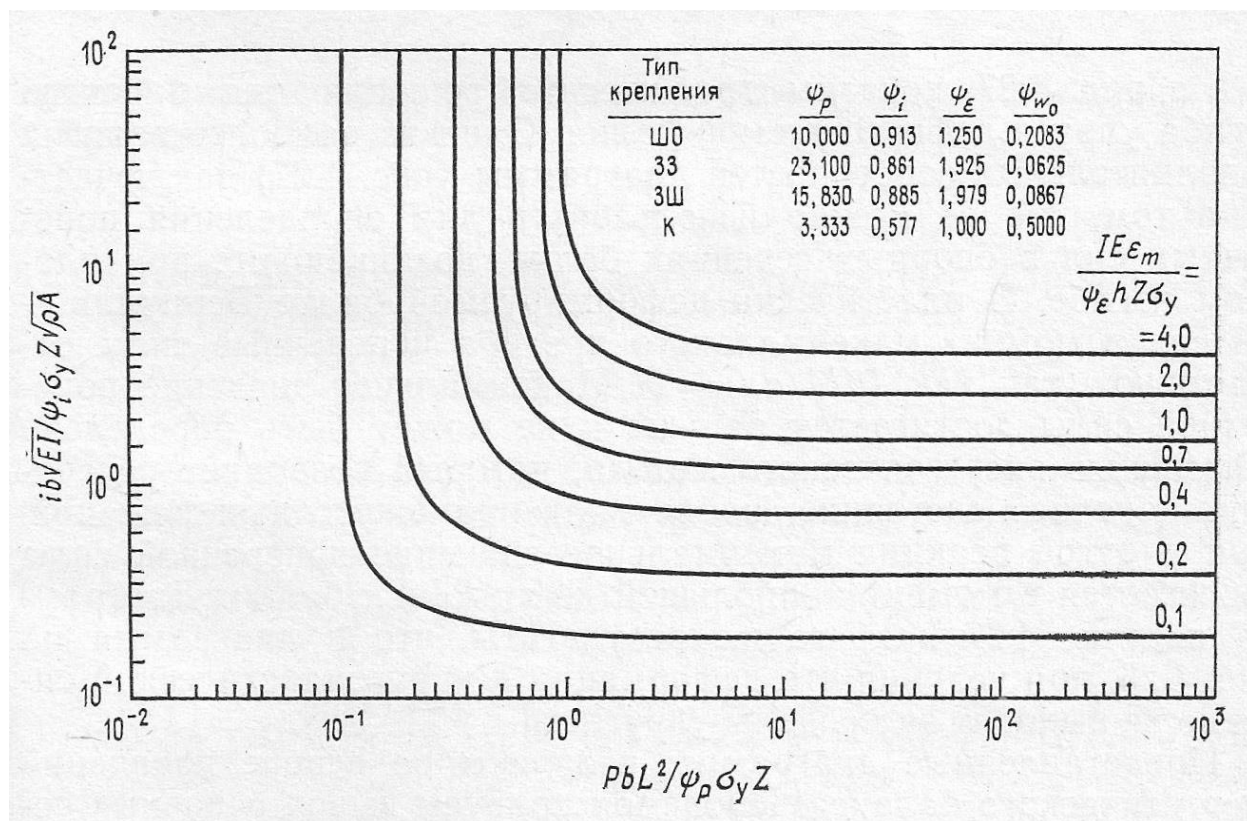


Рисунок 7 – $P-i$ -диаграмма для упругопластического изгиба балок под действием взрывной нагрузки.

ШО – шарнирно опертая балка; ЗЗ – балка с двумя защемленными концами; ЗШ – балка с одним защемленным и другим шарнирно опертым концом; К – консоль.

4.2.4. Повреждение перекрытия

При расчете перекрытия также воспользуемся результатами решения для балки, деформируемой на изгиб. Балка из профиля W14×26, проложенная горизонтально через середину здания, воспринимает наибольшую нагрузку, так как потолочные прогоны передают нагрузку на нее с обеих сторон. Поскольку здесь тоже преобладает деформация на изгиб, используем рис. 7. Подставив характеристики сечения из прил. 4, получим

$$\frac{PbL^2}{\psi_p \sigma_y Z_{xx}} = 1,53$$

Приведенный импульс равен

$$\frac{ib\sqrt{EI}}{\psi_i \sqrt{\rho A} \sigma_y Z} = 0,64$$

По $P - i$ -диаграмме (см. рис. 7) с помощью интерполяции находим значение приведенной-максимальной относительной деформации, равное 0,34. Подставляя численные значения параметров в соотношение для приведенной максимальной относительной деформации, определим напряжение, вызываемое ударной волной:

$$\frac{EI \varepsilon_m}{\psi_\varepsilon h Z \sigma_y} = \frac{(1,02 \cdot 10^{-4}) \sigma_m}{(1,25)(0,353)(6,36 \cdot 10^{-4})(2,28 \cdot 10^8)} = 0,34$$

Здесь величина σ_m измеряется в паскалях. При этом σ_m (от взрыва) = 216 МПа. Напряжение, обусловленное собственным весом, равно

$$\sigma = \frac{\omega L^2}{8S}$$

или σ (от собственного веса) = 86,3 МПа. Суммарная нагрузка составит 304 МПа, что превышает предел текучести, равный 228 МПа. Таким образом, под действием заданной нагрузки перекрытие испытывает пластическое течение. По $P - i$ -диаграмме (см. рис. 7) можно определить максимальный прогиб ω_0 , предварительно рассчитав максимальную относительную деформацию как частное от деления суммарного напряжения на модуль упругости E :

$$\frac{h \omega_0}{L^2 \varepsilon_m} = \psi_{\omega_0} = 0,1747$$

Здесь ω_0 измеряется в метрах. При этом $\omega_0 = 25,4$ мм. Значение прогиба мало по сравнению с пролетом балки; следовательно, крыша

здания уцелеет. Тем не менее верхнее перекрытие будет испытывать пластическую деформацию [13,14].

4.2.5. Повреждение колонн

Наибольшую нагрузку воспринимает колонна, расположенная в центре. Предположим, что допустимо боковое раскачивание колонны, которая в плоскости наименьшей жесткости работает как балка с двумя защемленными концами, а в плоскости наибольшей жесткости — как шарнирно опертая балка. Выясним с помощью $P - i$ -диаграммы (см. рис. 8), потеряет ли колонна устойчивость при продольном изгибе в плоскости наименьшей жесткости. Подставив в выражение для приведенного давления характеристики профиля W10×33 (см. прил. 4), получим

$$\frac{PA_1L^2}{\alpha_p EI_{yy}} = 0,184.$$

Приведенный импульс при продольном изгибе в плоскости наименьшей жесткости

$$\frac{iA_1h\sqrt{E}}{\alpha_i\sigma_y\sqrt{MLI_{yy}}} = 1,66.$$

Изображающая точка на $P - i$ -диаграмме (см. рис. 8), соответствующая полученной комбинации приведенного давления и приведенного импульса, расположена ниже асимптоты критической кривой при квазистатическом нагружении; следовательно, колонна не потеряет устойчивость. Аналогичные расчеты надо провести и для продольного изгиба колонны в плоскости наибольшей жесткости

$$\frac{PA_1L^2}{\alpha_p EI} = 0,157$$

$$\frac{iA_1h\sqrt{E}}{\alpha_i\sigma_y\sqrt{MLI}} = 0,936.$$

Как и следовало ожидать, устойчивость колонны в плоскости наибольшей жесткости тоже не нарушена.

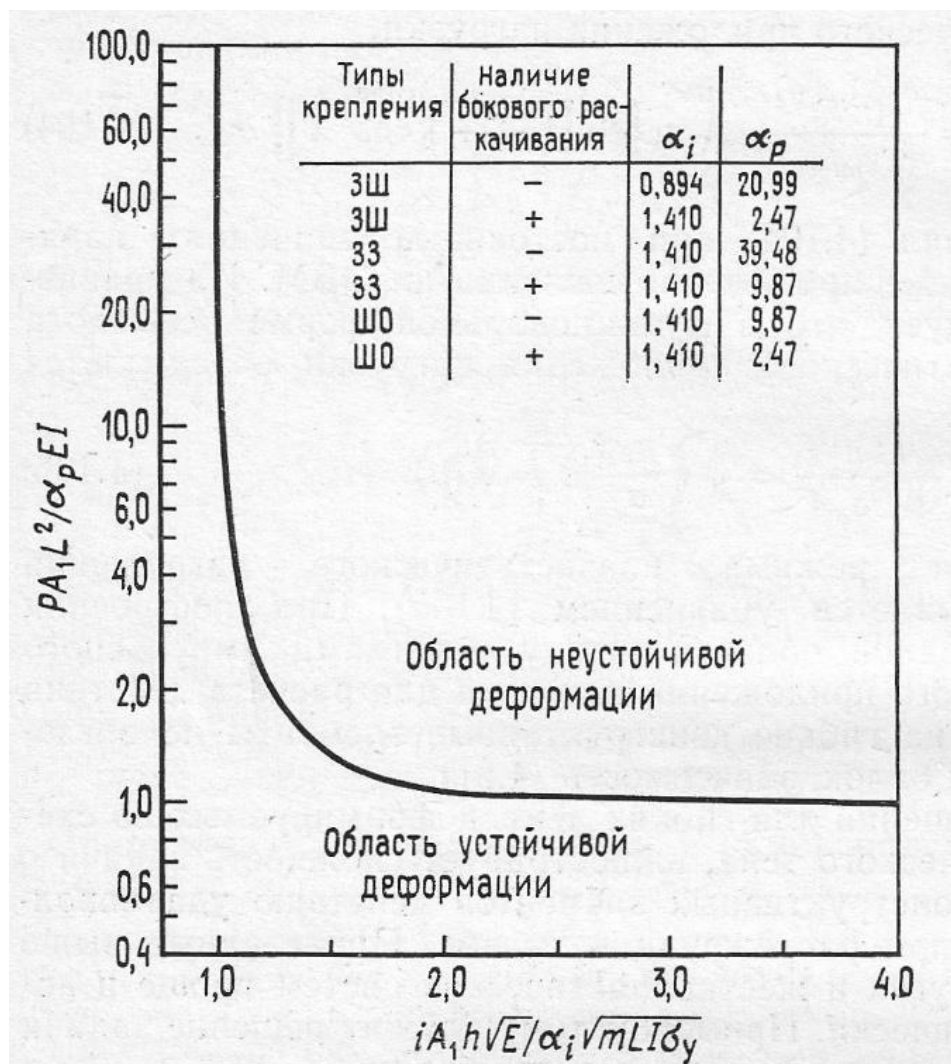


Рисунок 8 – Продольный изгиб балок под действием динамических осевых нагрузок.

ШО – шарнирно опертая балка; ЗЗ – балка с двумя зашечленными концами; ЗШ – балка с одним зашечленным и другим шарнирно опертым концом.

4.2.6. Повреждение колонны при поперечном изгибе

Колонна из профиля W10×33, расположенная в середине левой стены здания, в плоскости наименьшей жесткости работает как балка с двумя защемленными концами. Поскольку ударная волна движется слева направо, нагрузка, приложенная к рассматриваемой колонне, определяется значениями давления и импульса в отраженной волне. Используем $P - i$ -диаграмму (см. рис. 7), соответствующую поперечному изгибу балки, для определения приведенного давления:

$$\frac{PbL^2}{\psi_p \sigma_y Z} = 1,64.$$

и приведенного импульса в отраженной волне:

$$\frac{ib\sqrt{EI}}{\psi_i \sigma_y Z \sqrt{A\rho}} = 3,94.$$

Изображающая точка расположена выше асимптот нескольких критических кривых, отвечающих режиму квазистатического приложения нагрузки. Следовательно, в колоннах при изгибе возникают значительные деформации. Из-за бифуркации или неустойчивости, характерной для пластически деформируемой балки в режиме квазистатического приложения нагрузки, невозможно рассчитать точные значения этих деформаций. Несмотря на то что величина деформации в конечном счете ограничивается растягивающими силами, она все же будет значительной. Такое повреждение представляет серьезную опасность для рассматриваемого здания. Если необходимо, чтобы здание выдерживало заданную ударноволновую нагрузку, следует пересмотреть первоначальный проект [14].

4.2.7. Повреждение облицовки стен

Чтобы рассчитать облицовку стен на действие взрывной нагрузки, можно воспользоваться $P - i$ -диаграммой (см. рис. 9), построенной для гибких лент. В качестве параметров нагрузки следует взять давление и импульс в нормально отраженной ударной волне. В сущности, если облицовку стен рассматривать как гибкие ленты длиной 3,96 м, проложенные от крыши до фундамента здания, то формулы для приведенного давления и приведенного импульса будут те же, что и на рис. 9. Преобразовав эти формулы таким образом, чтобы в них вошли характеристики в расчете на единицу ширины облицовки, получим приведенное давление

$$\frac{PbLE^{1/2}}{\sigma_y^{3/2}A} = 6,84.$$

и приведенный импульс

$$\frac{ibE^{1/2}}{\rho^{1/2}\sigma_y A} = 2,55.$$

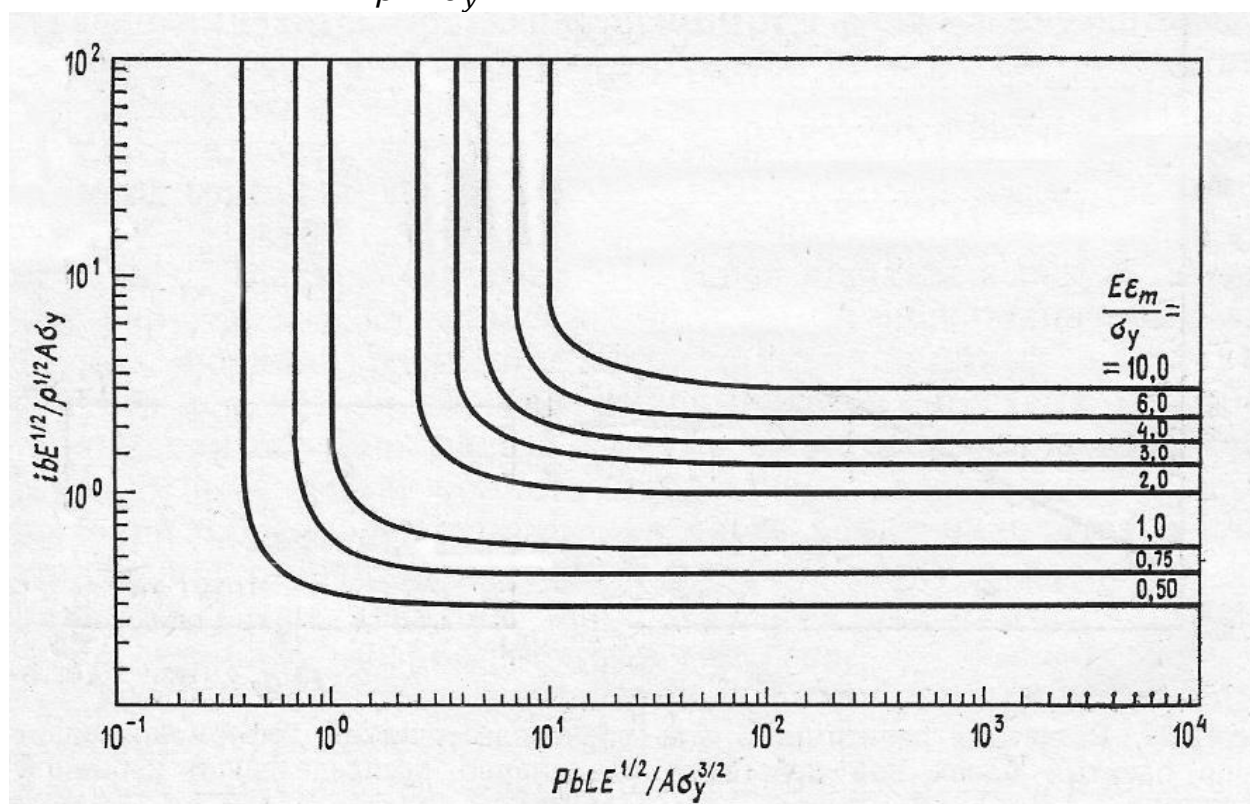


Рисунок 9 – $P - i$ -диаграмма для упругопластического растяжения гибких лент.

Такая комбинация приведенного давления и приведенного импульса приближенно соответствует условию $\mu=(\varepsilon_m E/\sigma_y)=4$. Следовательно, облицовка будет испытывать пластическое растяжение до значения максимальной относительной деформации

$$\varepsilon_m = \mu \frac{\sigma_y}{E} = 4,4 \cdot 10^{-3}.$$

Значение максимального прогиба ω_0 облицовки можно определить по рис. 9:

$$\frac{\pi^2 \omega_0^2}{2L^2} = \varepsilon_m = 4,4 \cdot 10^{-3}.$$

5. Результаты проведенного исследования

- 1) Производственный объект находится в зоне сильных разрушений, здания поселка – в безопасной зоне;
- 2) потери персонала на производственном объекте составляют 16 чел;
- 3) основные параметры завала: $A_{зав} = 51,5$ м; $B_{зав} = 21,5$ м; $h = 0,45$ м;
- 4) Радиус зон летального поражения $R_{лет} = 78$ м, контузии $R_{конт} = 90$ м и безопасной зоны $R_{без} = 295$ м.

Облицовка здания будет повреждена, но степень повреждений может оказаться приемлемой, поскольку они легко ликвидируются. Потолочные перекрытия будут деформированы, но такое повреждение допустимо из-за малости деформаций. Гораздо более серьезным является повреждение (изгиб) колонн, которые расположены у стены, обращенной к ударной волне. Вследствие такого повреждения может разрушиться стена здания.

Для полноты картины необходимо проанализировать реакцию и других элементов здания.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Важной частью выпускной квалификационной работы является анализ коммерческой ценности предприятия, занимающегося сваркой взрывом. Сварка взрывом позволяет получать качественные сварные соединения на больших площадях из таких металлов и сплавов, как титан-сталь, алюминий – сталь и др. сочетаний, соединение которых традиционными методами сварки невозможно или вызывает значительные затруднения. Преимущество метода сварки взрывом от традиционных способов сварки плавлением заключается в том, что свариваемые материалы, не расплавляются, а взаимодействуют в твердой фазе, ввиду чего между ними не образуются нежелательные прослойки интерметаллидов, резко снижающие прочность соединений.

Сварка взрывом является очень востребованным видом деятельности благодаря экологичности производства и большим спросом на рынке.

Экономическая часть ВКР направлена на закрепление и углубление теоретических знаний и практических навыков в области экономики, организации и управления производством.

Целью данного раздела является анализ ресурсоэффективности сварки взрывом. Основные задачи заключаются в оценке перспективности предприятия, определении его экономической эффективности и конкурентоспособности.

6.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

6.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Сегментирование рынка услуг по деятельности «сварка взрывом» осуществляется по следующим критериям: размер и деятельность компании (Рис.10)

		Деятельность компании		
		Сварка взрывом	Хранение материалов	Переработка материалов
Размер	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

 - фирма А,  - фирма В,  - фирма С.

Рисунок 10 – Карта сегментирования рынка услуг по деятельности предприятий

6.1.2. Анализ конкурентных технических решений

В таблице 5 представлен анализ конкурентных технических решений, существующих на рынке.

Таблица 5 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Надежность	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
2. Безопасность	0,2	5	1	4	1	0,2	0,8
3. Простота эксплуатации	0,1	1	5	1	0,1	0,5	0,1
4. Объемы производства	0,15	5	2	3	0,75	0,3	0,45
5. Сотрудничество с поставщиками	0,15	2	2	3	0,3	0,3	0,45
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,1	2	5	2	0,2	0,5	0,2
2. Финансирование научной разработки	0,2	3	4	5	0,6	0,8	1
Итого	1				3,35	3	3,4

Вывод: Из результатов анализа конкурентных технических решений, следует, что наиболее конкурентоспособным предприятием на рынке является конкурент №2 среди представленных. Конкурентоспособность рассматриваемого предприятия находится на отметке средних показателей, т.к. суммарный балл равен 3,35.

6.1.3. Технология QuaD

Оценка показателей качества и перспективности разработки представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Надежность	0,1	90	100	0,9	0,09
2. Безопасность	0,2	100	100	1	0,2
3. Простота эксплуатации	0,1	60	100	0,6	0,06
4. Объемы производства	0,15	100	100	1	0,15
5. Сотрудничество с поставщиками	0,15	80	100	0,8	0,12
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
1. Цена	0,1	70	100	0,7	0,07
2. Финансирование научной разработки	0,2	80	100	0,8	0,16
Итого	1				0,85

Вывод: Средневзвешенное значение показателя качества и перспективности составляет 85%, следовательно, предприятие является перспективным, поэтому его стоит развивать.

6.1.4. SWOT-анализ

Первый этап SWOT-анализа представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Конкурентоспособность С3. Финансирование разработки С4. Экологичность производства С5. Квалифицированный персонал.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки Сл2. Опасное производство Сл3. Необходимость дополнительного финансирования
Возможности: В1. Работа с известными поставщиками В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт В3. Совершенствование характеристик продукта В4. Повышение стоимости конкурентных разработок		
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Улучшение технических характеристик конкурентных продуктов У4. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции		

Второй этап SWOT-анализа представлен в виде интерактивных матриц в таблицах 8-11.

Таблица 8 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	-	+	-
	B2	+	+	0	-	+
	B3	+	+	+	+	0
	B4	0	+	+	-	-

Анализ интерактивных таблиц:

B1C1C2C4; B2C1C2C5; B3C1C2C3C4; B4C2C3.

Таблица 9 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	+	0	-
	B2	+	-	-
	B3	-	+	-
	B4	-	-	-

Анализ интерактивных таблиц: B1Сл1; B2Сл1; B3Сл2.

Таблица 10

Сильные стороны проекта						
Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	-	-
	У2	-	-	-	-	-
	У3	-	-	-	-	-
	У4	-	-	-	-	-

Таблица 11

Слабые стороны проекта						
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	+	+	+
	У2	+	+	+	+	+
	У3	+	+	+	+	+
	У4	+	+	+	+	+

Анализ интерактивных таблиц: У1У2У3У4Сл1Сл2Сл3Сл4.

В рамках **третьего этапа** представлена итоговая матрица SWOT-анализа (табл. 12).

Таблица 12 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Конкурентоспособность С3. Финансирование разработки С4. Экологичность производства С5. Квалифицированный персонал.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки Сл2. Опасное производство Сл3. Необходимость дополнительного финансирования
Возможности: В1. Работа с известными поставщиками В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт В3. Совершенствование характеристик продукта В4. Повышение стоимости конкурентных разработок	В1С1С2С4; В2С1С2С5; В3С1С2С3С4; В4С2С3	В1Сл1; В2Сл1; В3Сл2
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Улучшение технических характеристик конкурентных продуктов У4. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции		У1У2У3У4Сл1Сл2Сл3Сл4

6.2. Планирование научно-исследовательских работ

6.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Порядок этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл. 13.

Таблица 13 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Выбор необходимой литературы	Научный руководитель, студент
	3	Календарное планирование работ	
Теоретические и экспериментальные исследования	4	Литературный обзор	Студент
	5	Выбор необходимых методик	Студент
	6	Проведение расчетов	Студент
	7	Обработка результатов	Студент
Обобщение и оценка полученных результатов	8	Подведение итогов	Студент
	9	Заключение по проделанной работе	Студент

6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (22)$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\text{min}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\text{max}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Определение продолжительности каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (23)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (24)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 119} = 1,48, \quad (25)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе $T_{\text{ки}}$ необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения представлены в приложении 5,6.

.

6.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

6.3.1. Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх i}, \quad (26)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. (15%)

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 14.

Таблица 14 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Z _м), руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Бумага	пачка	1	1	1	300	300	300	300	300	300
Картридж	шт.	1	1	1	800	800	900	800	800	900
Дополнительная литература	шт.	1	2	2	450	300	600	450	600	1200
Итого								1550	1700	2400

Основная заработная плата исполнителей темы

В этой статье расходов планируется и учитывается основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в проектировании разработки:

$$C_{осн/зн} = \sum t_i \cdot C_{зн i}, \quad (27)$$

где t_i – затраты труда, необходимые для выполнения i -го вида работ, в рабочих днях, $C_{зн i}$ – среднедневная заработная плата работника, выполняющего i -ый вид работ, (руб./день).

Среднедневная заработная плата определяется по формуле:

$$C_{зн_i} = \frac{D + D \cdot K}{F} \quad (28)$$

где D - месячный оклад работника (в соответствии с квалификационным уровнем профессиональной квалификационной группы), K - районный коэффициент (для Томска – 30%), F – количество рабочих дней в месяце (в среднем 22 дня).

Расчет затрат на основную заработную плату приведен в таблице 15:

Таблица 15 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб.	Средняя заработная плата, руб./дн.	Трудоемкость, раб. дн.			Основная заработная плата, руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп.3
Руководитель	23264,86	1374,74	4	7	7	5498,96	9623,18	9623,18
Студент	6976,22	412,23	58	69	54	23909,34	28443,87	22260,42
Итого:						29408,3	38067,05	31883,6

Для руководителя:

$$C_{зн_i} = \frac{D + D \cdot K}{F} = (23264,86 \cdot 1,3) / 22 = 1374,74 \text{ руб./дн.}$$

Для студента:

$$C_{зн_i} = \frac{D + D \cdot K}{F} = (6976,22 \cdot 1,3) / 22 = 412,23 \text{ руб./дн.}$$

Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (29)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,15).

Таблица 16 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Коэффициент дополнительной заработной платы	Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	5498,96	9623,18	9623,18	0,15	824,84	1443,48	1443,48
Студент	23909,34	28443,87	22260,42		3586,40	4266,58	3339,06
Итого					4411,25	5710,06	4782,54

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (30)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (табл. 17).

Таблица 17 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель проекта	5498,96	9623,18	9623,18	824,84	1443,48	1443,48
Студент	23909,34	28443,87	22260,42	3586,40	4266,58	3339,06
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	27,1%					
Исполнение 1	9165,1					
Исполнение 2	11863,6					
Исполнение 3	9936,5					

Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергия, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (31)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов берем в размере 50%.

Таблица 18 – Расчет накладных расходов

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НТИ	1150	1700	2400
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	29408,3	38067,05	31883,6
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	4411,3	5710,1	4782,5
4. Отчисления во внебюджетные фонды	9165,1	11863,6	9936,5
5. Накладные расходы	22067	28670	24501

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 19.

Таблица 19 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1.Материальные затраты НТИ	1150	1700	2400
2.Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	29408,3	38067,05	31883,6
3.Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	4411,3	5710,1	4782,5
4.Отчисления во внебюджетные фонды	9165,1	11863,6	9936,5
5.Накладные расходы	22067	28670	24501
6.Бюджет затрат НТИ	66202	86010	73504

Минимальный бюджет НТИ представлен первым исполнением и составляет 66202 рублей.

6.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (32)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Исп.1:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{66202}{86010} = 0,78$$

Исп.2:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{86010}{86010} = 1$$

Исп.3:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{73504}{86010} = 0,85$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{\text{pi}} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (33)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 20).

Таблица 20 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Надежность	0,1	4	4	4
2. Безопасность	0,2	5	1	4
3. Простота эксплуатации	0,1	1	5	1
4. Объемы производства	0,15	5	2	3
5. Сотрудничество с поставщиками	0,15	2	2	3
6. Цена	0,1	2	5	2
7. Финансирование научной разработки	0,2	3	4	5
Итого	1	3,35	3	3,4

$$I_{p-исп1} = 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 2 \cdot 0,15 + 2 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,2 = 3,35$$

$$I_{p-исп2} = 4 \cdot 0,1 + 1 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,15 + 2 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,2 = 3$$

$$I_{p-исп3} = 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 2 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,2 = 3,4$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi.}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}} \quad \text{и т.д.} \quad (34)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.21) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{cp}$):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (35)$$

Таблица 21 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,78	1	0,85
2	Интегральный показатель ресурс эффективности разработки	3,35	3	3,4
3	Интегральный показатель эффективности	4,3	3	4
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,78	1	0,85

В результате выполненного анализа экономической эффективности было проведено сегментирование рынка, в результате которого были выбраны основные и наиболее перспективные сегменты. В результате анализа конкурентных технических решений наиболее конкурентоспособным оказался «Конкурент №2». Анализ качества и перспективности данной разработки показал, что она является перспективной, средневзвешенное значение показателя качества и перспективности – 85%.

В процессе работы был составлен перечень этапов и работ, а также распределены исполнители. В качестве исполнителей выступали: научный руководитель и студент. Также был составлен календарный план-график проведения НИОКР, на котором изображены временные интервалы выполнения различных этапов.

Был проведен расчет материальных затрат, минимальные затраты составили 1550 рубль (Исполнение 1). Также был проведен расчет основной и дополнительной заработной платы, отчислений во внебюджетные фонды и расчет накладных расходы. По результатам расчетов сделан вывод о том, что минимальный бюджет НТИ составил 66202 рубля (Исполнение 1).

Были рассчитаны интегральные финансовые показатели разработок, интегральные показатели ресурсоэффективности и сравнительная эффективность вариантов исполнения.

7. Социальная ответственность

В данном разделе ВКР рассматриваются опасные и производственные факторы на рабочем месте инженера-взрывника на участке импульсных технологий.

Раздел выполнен на основе материалов по вопросам охраны труда и окружающей среды, а также обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Работа инженера-взрывника – сложный трудоемкий процесс, требующий, как физической, так и профессиональной подготовки. Критериями, влияющими на трудоспособность человека, являются комфортные и безопасные условия труда.

Основным фактором, определяющими категорию повышенной опасности объектов и технологических процессов, связанных со сваркой взрывом, является наличие на объекте взрывчатых веществ, обращение с которыми требует высокого уровня соблюдения мер безопасности.

7.1. Производственная безопасность

7.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

В результате анализа, на персонал работающий на участке импульсных технологий влияют вредные факторы, представленные в табл.22.

Таблица 22 – Вредные и опасные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы по ГОСТ 12.0.00.003-74		Нормативные документы
	Вредные факторы	Опасные	
Участок импульсных технологий: 1. Работа с электрооборудованием 2. Сварка взрывом 3. Перемещение тяжелых металлических конструкций	– повышенный уровень шума на рабочем месте; – повышенная температура воздуха рабочей зоны; – повышенная влажность воздуха; – недостаточная освещенность рабочей зоны.	– подвижные части производственного оборудования; – повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; – повышенная напряженность электрического поля; – острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; – движущиеся машины и механизмы; – пожар; – взрыв.	1. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты рабочих. Общие требования и классификации. 2. СанПиН 2.2.4-548-96 Параметры микроклимата 3. СанПиН 2.2.1-2.1.1.1278-03 Необходимые уровни освещенности 4. ПБ 13-407-01 Единые правила безопасности при взрывных работах

Шум.

Основными источниками шума внутри зданий и сооружений различного назначения и на площадках промышленных предприятий являются машины, механизмы, средства транспорта и другое оборудование.

Согласно ГОСТ 12.1.003-2014 допустимый уровень звукового давления для физической работы, связанной с точностью, сосредоточенностью или периодическим слуховым контролем, не должен превышать 80 дБА.

При организации рабочего места необходимо предпринять всевозможные меры по снижению шума, который воздействует на человека во время работы, до значения, не превышающего допустимый. Такие как:

- разработка шумобезопасной техники;
- применение средств и методов коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029;
- применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051.

А также, снизить уровень шума в рабочем помещении можно с помощью звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63-8000 Гц для отделки стен и потолка помещений.

Микроклимат помещения.

Работа инженера-взрывника относится к категории 2б – работы, связанные с ходьбой, перемещением или переноской тяжестей до 10 кг и сопровождаемые умеренным физическим напряжением. Идеальными условиями для работы инженера являются оптимальные.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Согласно СанПин 2.2.4.548-96 для категории тяжести работ (Пб) температура воздуха должна быть в холодный период года должна быть 17-19оС, в теплый период года 19-21оС. Относительная влажность должна составлять 40-60%, скорость движения воздуха — 0,2 м/с.

Оптимальные значения микроклимата обеспечиваются системой отопления и вентилиция воздуха.

Освещенность.

В СанПиН 2.2.1-2.1.1.1278-03 указаны основные гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

Участок импульсных технологий не имеет естественного освещения, поэтому согласно СанПиН 2.2.1-2.1.1.1278-03 для мастерских по обработке металлов должны быть соблюдены следующие гигиенические требования искусственного освещения:

- Освещенность при общем освещении не менее 1000 лк,
- показатель дискомфорта не более 40,
- коэффициент пульсации освещенности не более 15.

7.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.

Опасные факторы на участке импульсных технологий представлены в табл. 1.

Коллективные средства защиты от таких опасных факторов, как:

- подвижные части производственного оборудования;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;
- движущиеся машины и механизмы; –
это устройства ограничения, предохранительные ограждения

Индивидуальные – каска.

Электробезопасность.

Опасное воздействия на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей зависит от:

- рода и величины напряжения и тока;
- частоты электрического тока;
- пути тока через тело человека;
- продолжительности воздействия электрического тока или электромагнитного поля на организм человека;
- условий внешней среды.

На участке импульсных технологий должны выполняться все требования и предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов, представленных в ГОСТ 12.1.038-82.

Электробезопасность должна обеспечиваться:

- конструкцией электроустановок;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

Электроустановки и их части должны быть выполнены таким образом, чтобы работающие не подвергались опасным и вредным воздействиям электрического тока и электромагнитных полей, и соответствовать требованиям электробезопасности.

В соответствии с ГОСТ 12.1.002–84 нормы допустимых уровней напряженности электрических полей зависят от времени пребывания человека в контролируемой зоне. Работа в условиях облучения электрическим полем с напряженностью 20–25 кВ/м продолжается не более 10 минут. При напряженности не выше 5 кВ/м присутствие людей в рабочей зоне разрешается в течение 8 часов.

Пожарная и взрывная безопасность.

Пожарная безопасность на участке импульсных технологий должна обеспечиваться системой пожарной сигнализации, пожарным щитом и планом эвакуации.

Рабочее помещение относится к категории В пожарной опасности (горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой или друг с другом только гореть в соответствии с НПБ 105-03. Должны быть соблюдены правила безопасности при взрывных работах ПБ 13-407-01.

Меры обеспечения пожарной безопасности.

К организационным мерам относят мероприятия режимного характера, обучение и разработку планов эвакуации людей в случае пожара. К техническим мерам – современные автоматические средства сигнализации,

методы и устройства ограничения распространения огня, автоматические стационарные системы тушения пожаров, первичные средства пожаротушения.

7.2. Экологическая безопасность.

В современных процессах металлообработки взрывом применяют заряды ВВ массой от нескольких граммов до сотен килограммов. Большая часть энергии, выделяющейся при взрыве, излучается в окружающую среду в виде ударных волн, сейсмических возмущений, разлета осколков. Воздушная ударная волна - наиболее опасный поражающий фактор взрыва. Поэтому сварку взрывом производят во взрывных камерах, что позволяет защитить окружающую среду от негативного воздействия.

7.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

На участке импульсных технологий, а также складе взрывчатых веществ возможно возникновение различных ЧС. Персонал должен проходить инструктаж и быть обучен действиям в непредвиденных ситуациях. (прил.7)

7.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Перечень нормативно-правовых актов, определяющих организационно-правовые нормы в области защиты граждан Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. (прил 8)

Режим труда и отдыха при ведении работ.

Режим труда и отдыха – это устанавливаемые для каждого вида работ порядок чередования периодов работы и отдыха и их продолжительность. Рациональный режим – такое соотношение и содержание периодов работы и отдыха, при которых высокая производительность труда сочетается с высокой и устойчивой работоспособностью человека без признаков чрезмерного утомления в течение длительного времени. В течение всей рабочей смены следует соблюдать установленный администрацией режим труда и отдыха. Отдыхать и курить разрешается только в специально отведенных местах. Прием пищи следует производить только в специально оборудованных помещениях (местах). (ТИ-003-2002)

Заключение

Сварка взрывом является новым революционным технологическим процессом и получает в последние годы все более широкое применение в отечественной и зарубежной практике благодаря ряду существенных преимуществ в сравнении с традиционными методами.

По теории процесса выполнены многочисленные исследования, в которых теоретически и экспериментально установлены основные закономерности, изучено влияние параметров на образование соединения.

В то же время практическое применение сварки взрывом в промышленности характеризуется низкой технологической оснащенностью процесса, и также недостаточными объемами внедрения. Продолжает оставаться актуальной проблема локализации побочного действия взрыва.

Дальнейшее расширение практического применения сварки взрывом связывается с созданием технологий с высокой степенью автоматизации и механизации всех подготовительных операций и проведением процесса во взрывных камерах.

Список литературы

1. Алешин, Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учебное пособие для вузов / Н. П. Алешин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Машиностроение, 2013. — 574 с.: ил. — Для вузов. — Библиогр.: с. 571.
2. Дерибас А. А., Кудинов В. М., Матвеев Ф. И. Влияние начальных параметров на процесс волнообразования при сварке металлов взрывом. — Физика горения и взрыва, 1967, № 4.
3. Усов, А.Ф. Переходные процессы в установках электроимпульсной технологии / А. Ф. Усов, Б. В. Семкин, Н. Т. Зиновьев; Кольский филиал Академии наук Российской Федерации, Отдел энергетики; под ред. Б. В. Ефимова. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Наука, 2000. — 160 с
4. Захаренко, Игорь Дмитриевич. Сварка металлов взрывом / И. Д. Захаренко; Академия наук Белорусской ССР (АН БССР), Институт физики твердого тела и полупроводников, Витебское отделение. — Минск: Навука і тэхніка, 1990. — 206 с.: ил. — Библиогр.: с. 188-203.
5. Комплекс для проведения взрывотехнических экспертиз «ВК-1000» [Электронный ресурс] <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=2706&tbl=01.02.04>.
6. Биченков Е. И., Дерибас А. А., Тришии Ю. А. Опыт упрочнения металлов взрывом. — Сб. «Ученый Совет по народнохозяйственному использованию взрыва», Изд. СО АН СССР, вып. 22, 1962.
7. Райнхарт, Дж. С. Взрывная обработка металлов : пер. с англ. / Дж. С. Райнхарт, Дж. Пирсон. — Москва: Мир, 1966. — 390 с.: ил. — Библиогр. в конце ст. — Предметный указатель: с. 387-390.
8. Сараев, Ю.Н. Импульсные технологические процессы сварки и наплавки / Ю. Н. Сараев; Институт физики прочности и материаловедения СО РАН; Под ред. А. С. Зубченко. — Новосибирск: Наука, 1994. — 108 с. Епечурин, В.П. Импульсные методы обработки материалов : учебное пособие для вузов / В. П. Епечурин; Северо-Западный заочный политехнический институт. — Ленинград: Изд-во СЭПИ, 1977. — 46 с.
9. Девисилов, В.А. Теория горения и взрыва : практикум : учебное пособие / В. А. Девисилов, Т. И. Дроздова, С. С. Тимофеева. — Москва: Форум, 2012. — 352 с.
10. Бедрина Е.А. Прогнозирование и оценка обстановки при авариях, связанных со взрывами / учебное пособие Сост.: Е.А.Бедрина.- Омск: СибАДИ, 2014.- 18 с.
11. Емельянов, В.М. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях : учебное пособие / В. М. Емельянов, В. Н. Коханов, П. А. Некрасов; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова. — Москва: Академический проект, 2004. — 480 с.
12. Гринин, А.С. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / А. С. Гринин, В. Н. Новиков. — Москва: ФАИР-ПРЕСС, 2002. — 288 с.
13. Карауш, С.А. Оценка параметров промышленных взрывов: учебное пособие / С.А. Карауш. — Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014. — 96 с.
14. Бейкер У. Взрывные явления. Оценка и последствия: пер. с англ. / У. Бейкер [и др.]. — Москва: Мир, 1986— 320 с.

*Избыточное давление во фронте ударной волны P_s , кПа,
при котором происходит разрушение объектов*

Объект	Разрушение			
	полное	сильное	среднее	слабое
Здания жилые:				
кирпичные многоэтажные	30...40	20...30	10...20	8..10
кирпичные малоэтажные	35...45	25...35	15...25	8...15
деревянные	20...30	12...20	8...12	6...8
Здания промышленные:				
с тяжелым металлическим или ж/б каркасом	60...100	40...60	20...40	10...20
с легким металлическим каркасом или бескаркасные	80...120	50...80	20...50	10...20
Промышленные объекты:				
ТЭС	25...40	20...25	15...20	10...15
котельные	35...40	25...35	15...25	10...15
трубопроводы наземные	130	50	20	—
трубопроводы на эстакаде	40...50	30...40	20...30	—
трансформаторные подстанции	100	40...60	20...40	10...20
линии электропередач (ЛЭП)	120...200	80...120	50...70	20...40
водонапорные башни	70	60...70	40...60	20...40
станочное оборудование	80...100	60...80	40...60	25...40
кузнечно-прессовое оборудование	200...250	150...200	100...150	50...100
Резервуары, трубопроводы:				
стальные наземные	90	80	55	35
газгольдеры и емкости ГСМ и химических веществ	40	35	25	20
частично заглубленных для нефтепр-ов	100	75	40	20
подземные	200	150	75	40
автозаправочные станции	—	40...60	30...40	20...30
перекачивающие и компрессорные станции	45...50	35...45	25...35	15...25
Резервуарные парки (заполненные)	90...100	70...90	50...80	20...40
Транспорт:				
металлические и жб мосты	250...300	200...250	150...200	100...150
ж-д пути	400	259	175	125
Тепловозы с массой до 50 т	90	70	50	40
цистерны	80	70	50	30
вагоны цельнометаллические	150	90	60	30
вагоны товарные деревянные	40	35	30	15
автомашины грузовые	70	50	35	10

Структура завала по весу обломков, (%)

Тип здания	Тип обломков по весу			
	Очень крупные, больше 5 т	Крупные, от 2 до 5 т	Средние, от 0,2 до 2 т	Мелкие до 0,2 т
Производственное одноэтажное	60	10	20/5	10/25
Производственное многоэтажное и смешанного типа	10	40	40/10	10/40
Жилое здание бескаркасное	0	30	60/10	10/60
Жилое здание каркасное	0	50	40/10	10/40

Примечание: в числителе – значения для стен из крупных панелей, в знаменателе – значения для стен из каменных материалов (кирпича, мелких обломков).

Структура завала по составу элементов (%) при разрушении зданий

Состав элементов	Здания жилые со стенами		Здания производственные со стенами	
	из кирпича (каменных материалов)	из крупных панелей	из кирпича	из крупных панелей
Кирпичные глыбы, битый кирпич	50	—	25	—
Обломки железобетонных и бетонных конструкций	15	75	55	80
Деревянные конструкции	15	8	3	3
Металлические конструкции (включая станочное оборудование)	5	2	10	10
Строительный мусор	15	15	7	7

Характеристики элементов конструкций

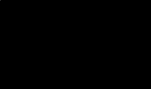
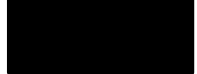
Обозначение	Величина	Значение
А. Балки профиля W14×26		
A	Площадь поперечного сечения	$4,95 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$
h	Толщина	0,353 м
I_{xx}	Момент инерции площади поперечного сечения относительно большой главной оси	$1,02 \cdot 10^{-4} \text{ м}^4$
I_{yy}	Момент инерции площади поперечного сечения относительно малой главной оси	$3,70 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4$
S_{xx}	Упругий момент сопротивления сечения относительно большой главной оси	$5,75 \cdot 10^{-4} \text{ м}^4$
Z_{yy}	Пластический момент сопротивления относительно большой главной оси	$6,55 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$
—	Масса единицы длины	38,7 кг/м
Б. Балки профиля W10×33		
A	Площадь поперечного сечения	$7,42 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$
	Ширина полки	0,203 м
h	Толщина	0,248 м
I_{xx}	Момент инерции площади поперечного сечения относительно большой главной оси	$0,712 \cdot 10^{-4} \text{ м}^4$
I_{yy}	Момент инерции площади поперечного сечения относительно малой главной оси	$0,152 \cdot 10^{-4} \text{ м}^4$
S_{xx}	Упругий момент сопротивления сечения относительно большой главной оси	$5,73 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$
Z_{xx}	Пластический момент сопротивления сечения относительно большой главной оси	$6,36 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$
Z_{yy}	Пластический момент сопротивления сечения относительно малой главной оси	$2,29 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$
—	Масса единицы длины	49,1 кг/м
В. Стальной прогон профиля 16Н7 на ребро		
M_y	Предельный изгибающий момент	$46,70 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}$
h	Толщина	0,406 м
I_{xx}	Момент инерции площади поперечного сечения относительно большой главной оси	$0,152 \cdot 10^{-4} \text{ м}^4$

—	Масса единицы длины	15,4 кг/м
Обозначение	Величина	Значение
Г. Гофрированная стальная облицовка		
A/b	Площадь поперечного сечения на единицу ширины	$1,59 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
I_{xx}/b	Момент инерции площади поперечного сечения на единицу ширины	$1,88 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3$
S_x/b	Упругий момент сопротивления на единицу ширины	$8,01 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$
—	Вес единицы площади	163 Н/м ²

Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Исполнители	Длительность			Длительность		
	$t_{\min}$, чел-дни			$t_{\max}$, чел-дни			$t_{\text{ожг}}$, чел-дни				работ в рабочих днях T_{pi}			работ в календарных днях T_{ki}		
	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3			И1	И2	И3	И1	И2
Составление и утверждение технического задания	1	3	2	3	4	5	1,8	3,4	3,2	Научный руководитель	2	3	3	3	4	4
Выбор необходимой литературы	2	1	1	4	6	4	2,8	3	2,2	Научный руководитель, студент	1	2	1	1	3	1
Календарное планирование работ	2	1	4	4	8	8	2,8	3,8	5,6	Научный руководитель, студент	1	2	3	1	3	4
Литературный обзор	10	12	8	15	20	18	12	15,2	12	Студент	12	15	12	18	22	18
Выбор необходимых методик	8	14	9	16	18	16	11,2	15,6	11,8	Студент	11	16	12	16	24	18
Проведение расчетов	15	12	11	20	23	17	17	16,4	13,4	Студент	17	16	13	25	24	19
Обработка результатов	6	8	3	10	11	8	7,6	9,2	5	Студент	8	9	5	12	13	7
Подведение итогов	2	1	1	4	3	4	2,8	1,8	2,2	Студент	3	2	2	4	3	3
Заключение по проделанной работе	2	4	3	4	5	4	2,8	4,4	3,4	Студент	3	4	3	4	6	4

Приложение 6

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ								
				Март			Апрель			Май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель	3									
2	Выбор необходимой литературы	Научный руководитель, студент	1									
3	Календарное планирование работ	Научный руководитель, студент	1									
4	Литературный обзор	Студент	18									
5	Выбор необходимых методик	Студент	16									
6	Проведение расчетов	Студент	25									
7	Обработка результатов	Студент	12									
8	Подведение итогов	Студент	4									
9	Заключение по проделанной работе	Студент	4									

Календарный план-график проведения НИОКР по теме

 – студент;  – руководитель.

План ликвидации аварии на участке импульсных технологий

№ п/п	Наименование аварий, места их возникновения	Последовательность организационных и технических мероприятий по защите, спасению людей, ликвидации аварий и локализации их воздействия
1.	2	3
1	Аварийная ситуация. Возгорание: склад хранения ВМ, взрывная камера, взрывной бокс, помещение подготовки ВМ	1.Сообщить: – диспетчеру о возникновении аварийной ситуации, который должен: – поставить в известность главного инженера; – вызвать пожарную охрану; – вызвать скорую помощь (по необходимости); – сообщить в Единую диспетчерскую службу (по необходимости); – сообщить старшему смены сторожевой службы; – вызвать дежурного электрика 2. Обесточить электропитание объекта. 3. Вывести людей, не связанных с локализацией аварийной ситуации в безопасное место, оцепить территорию. 4. Убрать подвижное механическое оборудование в сторону (краны) 5. До прибытия пожарной охраны приступить к ликвидации пожара средствами пожаротушения: (ОВПУ, ОУ, песок, вода) своими силами. 6. При воспламенении ВМ и развитии пожара, тушение и другие работы немедленно прекратить, всем покинуть опасную зону.
2	Неконтролируемый врыв. Склад ВМ. Взрывная камера	1. Сообщить: – диспетчеру; – старшему смены сторожевой службы; – главному инженеру 2. Оказать первую помощь пострадавшим, при необходимости вызвать: – скорую помощь; – пожарную охрану; – спасателей. 3. Организовать доставку пострадавших в лечебное учреждение и должностных лиц на предприятие. 4. Вывести людей, не связанных с локализацией аварийной ситуации в безопасное место. 5. Направить к месту аварии при необходимости спец. технику. 6. Оцепить территорию При возгорании см. поз.1

№ п/п	Наименование аварий, места их возникновения	Последовательность организационных и технических мероприятий по защите, спасению людей, ликвидации аварий и локализации их воздействия
1.	2	3
3	Обрушение кровли. Склад ВМ	1.Сообщить: – диспетчеру; – старшему смены сторожевой службы; – главному инженеру 2. Оказать первую помощь пострадавшим, при необходимости вызвать: – скорую помощь 3. Оповестить об аварии работающий персонал смежных цехов, участков. 4. Обесточить электропитание объекта. 5. Вывести людей, не связанных с локализацией аварийной ситуации в безопасное место (соседний пролет). 6. Направить к месту аварии при необходимости спец. технику. 7. Оцепить территорию.
4	Землетрясение	1. Сообщить: – диспетчеру; – старшему смены сторожевой службы; – главному инженеру 2. Оказать первую помощь пострадавшим, при необходимости вызвать: – скорую помощь; – спасателей 3. Оповестить об аварии работающий персонал смежных цехов, участков. 4. Обесточить электропитание объекта. 5. Вывести людей, не связанных с локализацией аварийной ситуации в безопасное место. 6. Направить к месту аварии при необходимости спец. технику. 7. Оцепить территорию.
5	Возгорание электропроводки с возможным переходом огня на склад ВМ	1. Сообщить: – диспетчеру; – старшему смены сторожевой службы; – главному инженеру 2. Оказать первую помощь пострадавшим, при необходимости вызвать: – скорую помощь; – спасателей 3. Оповестить об аварии работающий персонал смежных цехов, участков. 4. Обесточить электропитание объекта. 5. До прибытия пожарной охраны приступить к ликвидации пожара средствами пожаротушения: (ОВПУ, ОУ, песок, вода) своими силами. 6. Вывести людей, не связанных с локализацией аварийной ситуации в безопасное место. 7. Направить к месту аварии при необходимости спец. технику. 8. Оцепить территорию. При возгорании см. поз.1 При воспламенении ВМ и развитии пожара, тушение и другие работы немедленно прекратить, всем покинуть опасную зону.

№ п/п	Наименование аварий, места их возникновения	Последовательность организационных и технических мероприятий по защите, спасению людей, ликвидации аварий и локализации их воздействия
1.	2	3
6	Разрушение здания в результате стихийных бедствий	1. Предупредить работающих об опасности, используя «громкую связь». При её отсутствии – подавать сигнал голосом. 2. . Оказать первую помощь пострадавшим, при необходимости вызвать: – скорую помощь; – спасателей 3. Эвакуировать людей из опасной зоны. 4. Оцепить территорию.
7	При обнаружении подозрительных лиц вблизи склада ВМ	1. Сообщить сотруднику сторожевой службы о подозрительных лицах, их место нахождение и действия лиц. 2. Продолжить наблюдение за их действиями, оставаясь по возможности незамеченным. 3. По прибытию резервной группы, указать местонахождение подозрительных лиц и совместными действиями принять меры к их задержанию. 4. После задержания осмотреть местность на предмет брошенных вещей и предметов. 5. Вызвать наряд полиции. 6. Составить акт о задержании.
8	При обнаружении подозрительных предметов вблизи склада ВМ и на его территории	1. Сообщить сотруднику сторожевой службы о подозрительных предметах, их местонахождение. 2. Принять меры по недопущению посторонних лиц к предметам. Указать место обнаружения предметов. 3. При угрозе пожара, взрыва, вывести людей из опасной зоны. 4. Вызвать по телефону оперативные службы: – пожарная охрана; – скорую помощь; – полиция
9	Вынужденная остановка транспортного средства (техническая неисправность автомобиля)	1. Убрать автомобиль за пределы проезжей части дороги. 2. Организовать охрану груза. 3. Вызвать автомобиль тех. помощи с предприятия. При невозможности его восстановления, организовать перегрузку ВМ в резервный автомобиль. 4. Доставить опасный груз на место назначения
10	Дорожно-транспортное происшествие (ДТП)	1. Обозначить место аварийной остановки транспортного средства двумя знаками «Въезд запрещен», спереди и сзади, на расстоянии не менее 100 м от автомобиля. 2. При необходимости вызвать: – скорую помощь; – пожарную охрану; – спасателей – полиция; – ГАИ 3. Не допускать посторонних лиц к месту ДТП. 4. По прибытии на место ДТП вызванных представителей органов и служб, проинформировать их об опасности и принятых мерах, предоставить транспортные документы. 5. При развале, повреждении упаковок ВМ: устранить источники огня, не курить, принять меры по защите окружающей среды, убрать россыпи ВВ в запасную тару (мешок)

№ п/п	Наименование аварий, места их возникновения	Последовательность организационных и технических мероприятий по защите, спасению людей, ликвидации аварий и локализации их воздействия
1.	2	3
11	При возгорании транспортного средства при перевозке ВМ	1. При возгорании транспортного средства и оборудования, принять меры по локализации очага возгорания и недопущению огня к ВМ. 2. Вызвать: – пожарную охрану; – скорую помощь (по необходимости) Использовать для тушения: воду, углекислотные огнетушители, (порошковые огнетушители) 3. При угрозе возгорания упаковок с ВМ удалить людей на безопасное расстояние не менее чем за 300 м. 4. При воспламенении ВМ и развитии пожара, тушение и другие работы немедленно прекратить, всем покинуть опасную зону не менее чем за 300 метров. 5. Ликвидацию последствий аварии начать не ранее чем через 1 час после ликвидации пожара.
12	При угрозе нападения на транспортное средство во время перевозки ВМ	1. При угрозе нападения на транспортное средство во время перевозки ВМ нажать аварийную кнопку. 2. При получении тревожного сигнала на персональный компьютер, отслеживающий движение автомобиля оповещаются: – РОВД; – скорая помощь; – руководитель предприятия

Нормативно-правовые акты

№ п/п	№, дата	Наименование нормативного акта
1.	Указ президента РФ от 27.12.2010 №1632	О совершенствовании системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб на территории РФ
2.	Федеральный закон от 12 февраля 1998 года N 28-ФЗ	о гражданской обороне
3.	Федеральный закон от 21 Декабря 1994 Года N 69-ФЗ	о пожарной безопасности
4.	Федеральный закон от 21.12.1994 №68-ФЗ	о защите населения и территории от чс природного и техногенного характера
5.	Постановление правительства Российской федерации от 1 декабря 2005 г. N 712	об утверждении положения о государственном надзоре в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, осуществляемом министерством российской федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий
6.	Постановление правительства Российской федерации от 2 ноября 2000 г. N 841	об утверждении положения об организации обучения населения в области гражданской обороны
7.	Постановление правительства Российской федерации от 4 сентября 2003 г. N 547	о подготовке населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера
8.	Постановление правительства Российской федерации от 21 декабря 2004 г. N 820	о государственном пожарном надзоре
9.	Постановление правительства Российской федерации от 21 мая 2007 г. N 304	о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера
10.	Постановление правительства Российской федерации от 26 ноября 2007 г. N 804	об утверждении положения о гражданской обороне в российской федерации
11.	Постановление правительства российской федерации от 30 декабря 2003 г. N 794	о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

№ п/п	№, дата	Наименование нормативного акта
12.	Постановление правительства Российской федерации от 24 марта 1997 г. N 334	"о порядке сбора и обмена в российской федерации информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера "
13.	Постановление правительства Российской федерации от 29 ноября 1999 г. N 1309	о порядке создания убежищ и иных объектов гражданской обороны
14.	Постановление правительства Российской федерации от 23 апреля 1994 г. N 359	об утверждении положения о порядке использования объектов и имущества гражданской обороны приватизированными предприятиями, учреждениями и организациями