

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные  
процессы»

(наименование)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Применение дуговой и кислородной резки при спасательных работах  
в МЧС

Студент

Д.А. Мусинов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент А.Л. Федоров

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

к.т.н., доцент Н.В. Зубкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

## **Аннотация**

Цель настоящей работы – повышение эффективности при проведении спасательных работ за счет применения новых средств разрезания материалов.

Для достижения цели решили следующие задачи. Выбрали способ разрезания крупногабаритных препятствий. Провели исследования данного способа. Выработали рекомендации и технологические рекомендации. Предусмотрели защиту спасателей и спасаемых. Выполнили оценку экономической эффективности.

Записка содержит 47 листов, 5 рисунков 8 таблиц. Графическая часть содержит 6 листов формата А1.

Анализ применяемых технологий при проделывании лазов в завалах для спасения пострадавших применение моторезов, пневматического и гидравлического инструмента в ряде случаев не обеспечивает прохождения крупногабаритных неметаллических препятствий. Анализ возможных способов разрезания позволил выбрать способ кислородного копья. Проведенные исследования показали перспективность данного метода и позволили определить параметры режима резки.

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных и известных технических решений.....	6
1.1 Общая организация спасательных работ.....	6
1.2 Оборудование для разрушения неметаллических материалов.....	9
1.3 Анализ вариантов применения резки неметаллических материалов....	11
1.4 Задачи работы.....	12
2 Разработка технологии термической резки неметаллических элементов завалов.....	14
2.1 Методика исследований.....	14
2.2 Технологические рекомендации.....	15
3 Безопасность и экологичность разработанного технического.....	18
объекта.....	18
3.1 Характеристика разработанного технического объекта.....	18
3.2 Профессиональные риски при реализации предложенных технических решений.....	19
3.3 Разработка мероприятий по минимизации действия профессиональных рисков.....	20
3.4. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.....	21
3.5. Мероприятия по безопасности окружающей среды.....	23
3.6 Заключение по разделу.....	24
4 Экономическая эффективность предлагаемых технологических решений.	26
4.1 Вводная информация для выполнения экономических расчётов.....	26
4.2 Расчет штучного времени.....	29
4.3 Расчет затрат на новое оборудование.....	30
4.4 Расчет технологической себестоимости.....	34
4.5 Определение показателей экономической эффективности предложенных технических решений.....	41
4.6 Выводы по разделу.....	42
Заключение.....	43
Список используемых источников.....	44

## Введение

Сотрудники Министерства по чрезвычайным ситуациям используют в своей практике целый комплекс технических средств. Ситуация осложняется тем, что спрогнозировать чрезвычайную ситуацию и средства для применения в ходе спасательных работ весьма сложно. Поэтому в распоряжении сотрудников МЧС находится множество технических средств, которые можно классифицировать на средства доставки к месту ЧС, средства поиска пострадавших, средства связи, аварийно-спасательный инструмент и пр.

Организация спасательных работ при конкретной ЧС зависит, в первую очередь, от ее особенностей. Поэтому на первом этапе спасательных работ при ЧС является разведка. Помимо определения класса ЧС, определения подъездных путей, также определяется перечень инструмента, который будет востребован при проведении спасательных работ. Правильный выбор инструмента увеличивает вероятность спасения людей при проведении работ.

Аварийно-спасательный инструмент предназначен для извлечения пострадавших при ЧС. В его состав, помимо механических, входят резаки, основанные на воздействии на разрушаемый объект энергии плазмы, продуктов горения ацетилена в кислороде. Однако для разрушения неметаллических материалов, бетоны, кирпич, бутовые камни перечисленные резаки обладают некоторыми недостатками. В некоторых случаях, например, для образования сквозных проемов в стенах и перекрытиях возможно проведение взрывных работ. Однако при этом могут пострадать люди.

Поэтому работы, направленные на внедрение в практику сотрудников МЧС новых инструментов для разрушения неметаллических материалов являются актуальными.

Из имеющихся методов резки неметаллических материалов

механические отличаются громоздким оборудованием. Так применяемый при аварийно-спасательных работах моторез МР-230 «Корунд» выполняет работы армированными или алмазными кругами диаметром 230 мм. При ведении разборки завала посредством устройства лаза это значительно ограничивает маневренность спасателей. Иногда указанные габариты мотореза делают невозможным спасение за счет устройства лаза.

Меньшие габариты имеют резаки, основанные на воздействии на разрушаемый объект энергии плазмы, продуктов горения ацетилена в кислороде. Однако разрушенные неметаллические конструкции зданий и сооружений не поддаются, как правило, действию ацетилено-кислородного резака, а плазменная струя способна эффективно разрезать неметаллический материал толщиной десятки миллиметров.

Исходя из изложенного, мы можем определить цель настоящей работы – повышение эффективности при проведении спасательных работ за счет применения новых средств разрезания материалов.

## **1 Анализ исходных данных и известных технических решений**

### **1.1 Общая организация спасательных работ**

Дата создания Министерства по чрезвычайным ситуациям в России 27 декабря 1990 года. Был образован Российский корпус спасателей. После череды преобразований 10 января 1994 года было создано Министерство. Дольше всего возглавлял данное Министерство нынешний Министр обороны С.К. Шойгу.

В настоящее время организационно Министерство управляет войсками Гражданской обороны, Противопожарными частями, Аварийно-спасательными подразделениями и т.д.

У Министерства можно выделить 3 главные функции: предупреждение чрезвычайных ситуаций; минимизация ущерба при возникновении чрезвычайных ситуаций; ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций.

Аварийно-спасательные работы относятся к 2ой и 3ей функциям. Способы их проведения зависят от обстановки, сложившейся после чрезвычайной ситуации, которую спрогнозировать загодя сложно.

Стандартный алгоритм здесь следующий: оповещение населения; доклад о ситуации и принимаемых мерах в вышестоящие властные структуры; организация разведки, оценка обстановки; выполнение аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Необходимость аварийно-спасательные и неотложных работ возникает при взрывах, пожарах, обрушениях, обвалах, после ураганов, смерчей, сильных бурь, при наводнениях и других бедствиях. Важным является возможно более быстрое оказание помощи пострадавшему населению.

Федеральный закон "Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей" акцентирует внимание на приоритетности задач по спасению жизни и сохранению здоровья людей, затронутых аварией или чрезвычайной ситуацией. Понятное дело, спасательные работы необходимо выполнять в сжатые сроки. Главные направления здесь - спасение людей, и ограничение

развития аварии, чтобы не дать перерасти ей в чрезвычайную ситуацию. Или не дать чрезвычайной ситуации развиваться до более высокого класса.

Командиры формирований, находясь на участках (объектах) работ, определяют способы извлечения пораженных из завалов (деблокирование), порядок проведения спасательных работ, транспортировки пострадавших на медицинские пункты. Пораженных, находящихся вблизи поверхности завала или под мелкими обломками, извлекают, разбирая завал сверху вручную, а находящихся в глубине завала (под завалом) - через пустоты, щели, образовавшиеся от крупных элементов разрушенных зданий, или постепенно разбирая завал. Работы ведутся расчетами, которые действуют непрерывно, сменяя друг друга.

Способы разборки и обрушения стен и других конструкций зависят от структуры, материала и характера повреждений, плотности застройки территории, имеющихся сил и средств.

Преимущественно подразделениям спасателей г. Тольятти приходится выполнять работы по ликвидации различного рода дорожно-транспортных происшествий. Выполняемые при этом работы, кроме тушения возгораний, извлечение для оказания медицинской помощи и эвакуации пострадавших. При этом применяется различный ручной и механизированный инструмент. Например, на рисунке 1.1 показано применение расширителя гидравлического для освобождения водителя.

Однако подразделения спасателей укомплектованы и другим инструментом. В городе возможно возникновение ЧС мирного времени разного характера. В данном случае в первую очередь необходима разведка, тушение пожаров, устранение факторов мешающих выполнению спасательных работ. К таким факторам могут относиться аварии на газовых, энергетических водопроводных магистралях. Затем начинается поиск пострадавших, их извлечение из опасных мест, оказание им первой медицинской помощи и эвакуация.



Рисунок 1.1 – Работа расширителем

Традиционно при разборе завалов для поиска пострадавших применяют два метода:

- разборку завала сверху;
- устройство лаза.

По первому методу применяется ручной инструмент и различные грузоподъемные средства.

По второму методу возможно потребуется применение специального инструмента. Специальный инструмент используют, если доступ к пострадавшему заблокирован крупными обломками здания или сооружения. Специальный инструмент необходим для разрушения обломков или проделывания в них отверстий.

Требования к оснащению подразделений спасателей МЧС жесткие. Взять, например, обувь. Подошва должна быть стойкой к проколам и действию агрессивных сред, не скользить.

Согласно Государственному стандарту Р 22.9.01-95 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Аварийно-спасательный инструмент и оборудование. Общие технические требования» инструмент, используемый



для выполнения аварийных работ, обладает такими техническими показателями как толщина разрезаемого стального листа, скорость резания, скорость бурения и т.д.

Если рассмотреть предлагаемый указанным стандартом инструмент для разрушения обломков и проделывания в обломках отверстий, то он подразделяется на группы: с электроприводом; с пневмоприводом; с мотоприводом.

Тем не менее, несмотря на такое обилие средств крупногабаритные препятствия в прокладке лаза разрушить проблематично.

## **1.2 Оборудование для разрушения неметаллических материалов**

При необходимости извлечения пострадавшего методом прокладки лаза оцениваются:

- условия, в которых находится пострадавший;
- структура завала и его масштабы;
- наличие контакта с пострадавшим, его состояние;
- имеющиеся средства спасения;
- погодные условия.

На основе по результатам анализа определяются:

- наиболее рациональный способ спасения пострадавшего;
- требуемые силы и средства для спасения;
- технология прокладки лаза;
- требуемое время.

Технические средства при завале из мелких обломков потребуются гидравлические кусачки, ручная отрезная машина, шанцевый инструмент.

При завалах из крупных обломков строительных конструкций применяется следующая техника: стреловой кран, ручная лебедка, домкраты, пневмодомкраты (подушки), гидравлические кусачки, комплект газокислородной резки, ручная алмазная пила, разжимы, шанцевый

инструмент. При необходимости расчистки подхода к месту оборудования лаза применяется бульдозер или экскаватор.

Пробивка проемов в наружных стенах осуществляется:

- с применением гидромолота;
- с использованием передвижного станка алмазного сверления;
- с применением ручной отрезной машины.

Для проделывания проемов в наружных железобетонных стенах толщиной 300–500 мм применяется навесной гидромолот.

Этот способ применяется при отсутствии опасности обрушения поврежденных конструкций от виброударного воздействия при пробивке проема, а также безопасном положении деблокируемых людей.

Ручная отрезная машина применяется для проделывания проемов в каменных и бетонных стенах и перекрытиях толщиной не более 26 см.

Способ алмазного сверления применяется для проделывания проемов в кирпичных, каменных и железобетонных стенах (перекрытиях).

Техническое оснащение: установка алмазного сверления с мощностью электродвигателя не менее 2 кВт, кольцевые алмазные сверла диаметром 80–125 мм, шанцевый инструмент, домкрат (лебедка), ручная отрезная машина.

Сверление производится по контуру проема. Отверстия бурятся рядом (сопряженными) или на некотором расстоянии друг от друга.

При сверлении бетонных и железобетонных конструкций толщиной до 300 мм, кирпичных и керамзитобетонных конструкций толщиной свыше 300 мм, шаг сверления больше диаметра сверла на 30 мм.

При сверлении кирпичных и керамзитобетонных конструкций толщиной до 300 мм шаг сверления больше диаметра сверла на 50 мм, а бетонных и железобетонных конструкций — на 20 мм [9].

Все отверстия рекомендуется недосверливать до противоположной стороны на 20 мм для бетонных конструкций и на 30 мм для кирпичных и керамзитобетонных конструкций.

Сверление отверстий, глубиной более 300 мм осуществляется последовательно, с периодическим выводом сверла из отверстия и извлечением керна с помощью керноотборника.

Перегородки между сверлениями разрушаются монтажным ломом, начиная с верхнего левого или правого угла вниз по часовой стрелке. Средства ударного действия следует применять в начале прохождения завала, когда завал доведен до пострадавшего его деблокировать следует только с применением ручного инструмента.

### **1.3 Анализ вариантов применения резки неметаллических материалов**

Перспективным вариантом представляется применение способа резки препятствий при прокладке лаза – кислородное копьё. Кислородное копьё представляет собой стальную трубку, через которую пропускается кислород.

Рабочий конец кислородного копьё предварительно нагревается до температуры 1350–1400°С с помощью постороннего источника нагрева: сварочной дуги, подогревающего пламени резака или пламенем сварочной горелки. После воспламенения копьё посторонний источник нагрева убирается. В результате подачи кислорода рабочий конец копьё начинает интенсивно гореть, достигая температуры 2000°С. Для повышения тепловой мощности кислородного копьё внутрь трубки, как правило, помещают стальной прутки или другой профиль, рисунок 1.2.

Кислородное копьё прижимают к поверхности прожигаемого материала. Углубив рабочий конец копьё в материал, повышают давление кислорода до необходимой рабочей величины, периодически выполняя копьём возвратно-поступательные (с амплитудой 10–20 см) и вращательные (на угол 10–15° в обе стороны) движения.

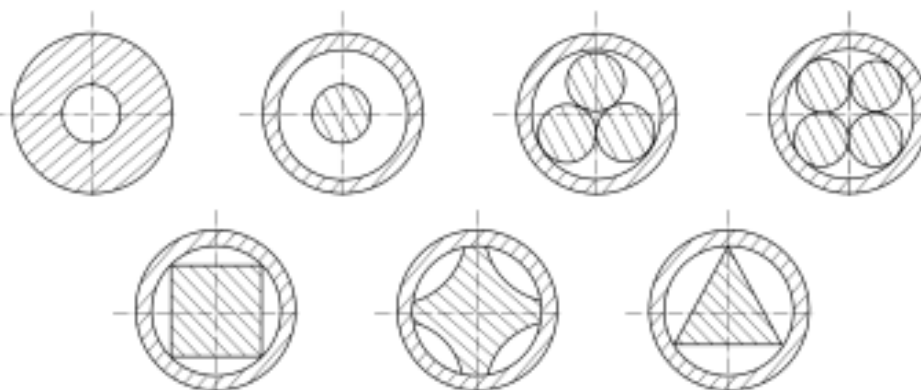


Рисунок 1.2 – Помещаемые в трубу прутки и профили

При прожигании отверстия торец копы необходимо постоянно прижимать к материалу, отрывая его лишь на короткое время при возвратно-поступательном движении. Образующие шлаки выносятся давлением в зазор между трубкой копы и стенкой прожигаемого отверстия.

Особенность прожигания отверстий в бетоне и железобетоне состоит в том, что для поддержания материала в месте контакта с копьем в расплавленном состоянии копы необходимо прижимать к обрабатываемому бетону с силой до 300–500Н, преодолевая сопротивление густо плавких шлаков.

Для повышения эффективности резки кислородным копьем дополнительно с кислородом в зону реза, через копы можно транспортировать железный порошок или смесь железного порошка и алюминиевого. В этом случае возможно не только прожигание отверстий, но и разделительная резка стали и бетона.

#### **1.4 Задачи работы**

Цель настоящей работы – повышение эффективности при проведении спасательных работ за счет применения новых средств разрезания материалов. Результатом анализа установлено, что при проведении спасательных работ методом лаза зачастую проблемным является устранение

неметаллических препятствий больших толщин. Однако метод резки кислородным копьем позволяет успешно разрезать бетонные и иные конструкции больших толщин

Таким образом, для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

1. Выбор варианта кислородного копья;
2. Определение режимов резки;
3. Разработка типового технологического процесса резки копьем;
4. Анализ предлагаемой технологии на предмет безопасности для жизни и здоровья спасателей;
5. Экономическая оценка варианта разрезания препятствий методом кислородного копья.

## 2 Разработка технологии термической резки неметаллических элементов завалов

### 2.1 Методика исследований

Исследовали 3 варианта копья. 1 – трубка, 2 – трубка с пруток, см. рис. 1.2. 3 – Трубка и подача в трубку порошка железа. По третьему варианту применяли флюсопитатель, рисунок 2.1..

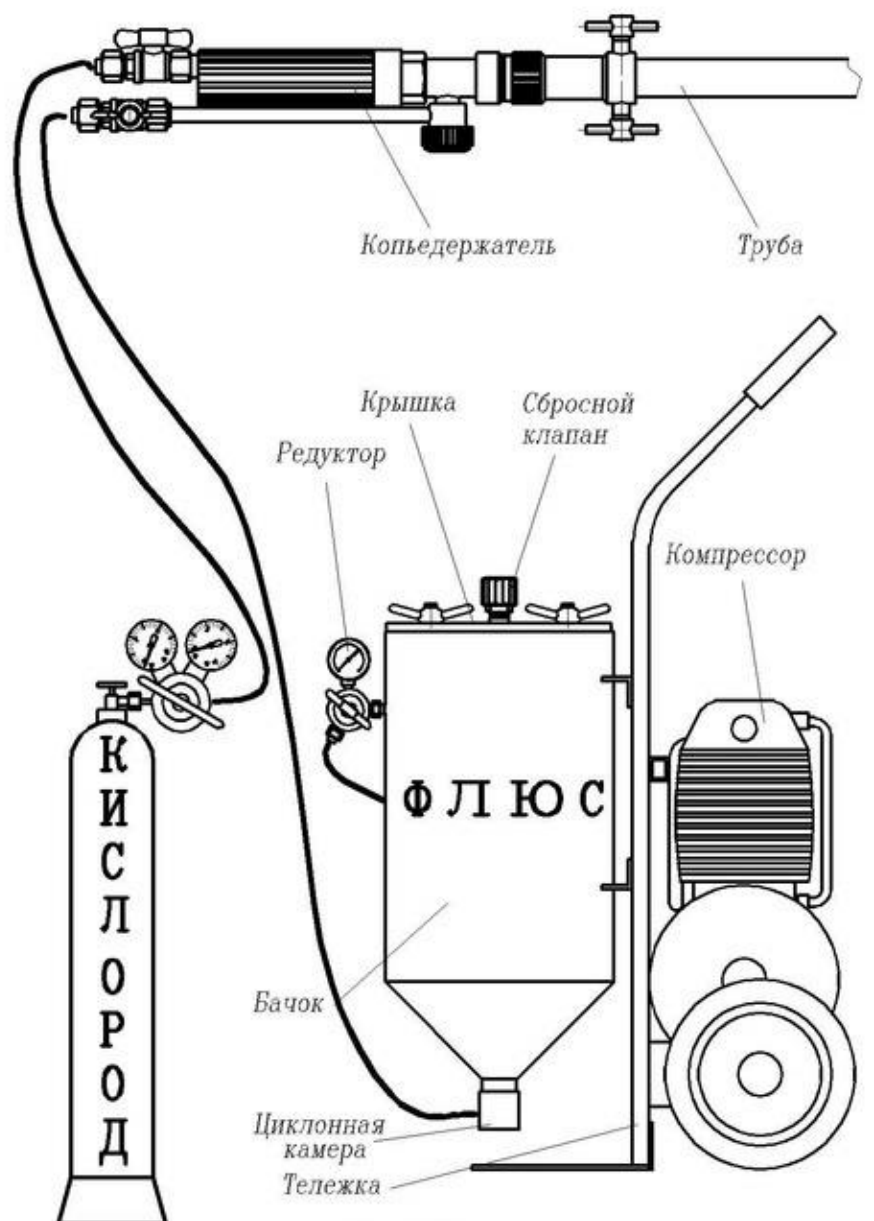


Рисунок 2.1 - Флюсопитатель

Флюсопитатели служат для подачи флюса в режущую струю. Азот или воздух от баллона или компрессора по шлангу поступает на вход редуктора, который установлен на флюсопитателе. Нажимным винтом редуктора устанавливается рабочее давление во флюсопитателе в пределах 0,5 - 1,0 кгс/см<sup>2</sup>, которое контролируется по манометру на редукторе. С выхода редуктора флюсонесущий газ подается под уплотнительную крышку бачка, создавая давление над порошком, и в циклонную камеру. Из циклонной камеры смесь флюсонесущего газа и порошка через выходной штуцер и рукав поступает в копьедержатель, а затем через копые в зону пробивки отверстий или реза.

Количество флюса, подаваемого в копьедержатель, определяется величиной давления в бачке и зазором в циклонной камере..

Начальный нагрев при проведении опытов осуществляли посредством ацетилено-кислородной горелки. При зажигании копыя, давление кислорода устанавливали не более 0,05 МПа (0,5 кгс/см<sup>2</sup>), после же воспламенения трубки и установления устойчивого процесса давление кислорода поднимали до 1 МПа.

Отверстия в бетоне и железобетоне прожигали создавая на копые усилие для прижатия к разрезаемому бетону с силой до 300–500 Н (30–50 кгс), преодолевая сопротивление густоплавких шлаков.

В отличие от кислородного порошково-кислородное копые во избежание закупорки его шлаком не прижимали к прожигаемому материалу, а выдерживали на расстоянии 30–50 мм от торца образуемого отверстия.

## **2.2 Технологические рекомендации**

В процессе горения копые непрерывно укорачивается, причем в зависимости от толщины прожигаемого материала длина сгоревшей части трубки копыя может быть в 5–25 раз больше длины прожигаемого отверстия.

Коэффициент полезного действия процесса прожигания в большей мере зависит от толщины разрезаемого железобетона, с увеличением которой наблюдается более полное использование кислорода и флюса за счет увеличения времени протекания реакций окисления. Следовательно, удельный расход части кислорода, идущей на окисление трубки копы и флюса при разделительной порошково–копьевой резке, уменьшается с увеличением толщины железобетона.

В своем составе бетон и железобетон содержит оксиды алюминия кальция и кремния. Перечисленные оксиды не подлежат окислению струей кислорода. Следовательно дополнительный источник тепла отсутствует. Поэтому расплавленный теплом горящего копы бетон быстро застывает при удалении от горящего факела. Данная особенность прожига отверстий в бетоне и железобетоне позволяет в качестве рекомендаций исключить возвратно-поступательные перемещения копы. В качестве манипуляций можно рекомендовать повороты копы на угол 10-15 градусов. Кроме того, необходимо обеспечить прижатие к бетону копы с усилием 30-50 кг.

При прожигании отверстия и разделительной резке необходимо обеспечить наклон копы снизу вверх. Угол наклона рекомендуется выдерживать до 10 градусов.

Давление кислорода определяет в основном степень трудности удаления шлака, зависящая, в свою очередь, от толщины железобетона и направления процесса резки.

Так, если при резке железобетона толщиной 1500 мм в вертикальном направлении сверху вниз рабочее давление кислорода составляет 0,6 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>), то при резке железобетона той же толщины в горизонтальном направлении оно должно составлять не менее 1 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>).

Однако во избежание чрезмерно большого охлаждающего действия струи и непроизводительных потерь кислорода давление его даже при резке в горизонтальном направлении бетона толщиной до 2000 мм не должно превышать 1,4 МПа (14 кгс/см<sup>2</sup>).



Если резка выполняется порошково-кислородным копьем, первоначальный нагрев трубки выполняется посторонним источником теплоты до достижения температур в районе 1350-1400 градусов. По достижении указанной температуры в копье подают кислород и флюс. Для подачи флюса применяют флюсопитатель, см. рис. 2.1.

Длина факела при воспламенении порошка может достигать 50 мм. Температура факела превышает 4000 градусов Цельсия. Одной из особенностей данного вида копья является необходимость выполнять в процессе прожига возвратно-поступательные движения копья. С интервалом в несколько секунд копье подают в отверстие до упора в дно отверстия.

Кислород при резке порошковым копьем расходуется, примерно, в следующей пропорции. Непосредственно на поддержание горения копья и флюса расходуется до 40% кислорода, поступающего в копье. Остальной кислород выдувает из отверстия образующиеся там шлаки и теряется непроизводительно. Поэтому, если есть необходимость интенсификации удаления шлаков из реза, необходимо увеличить давление кислорода.

При резке порошковым копьем расход флюса должен составлять 24-48 килограммов в час.

Толщина прорезаемых бетонных глыб значительно больше, чем при применении мотореза корунд, как это явствует из рисунка 2.2.



Рисунок 2.2 – Резка железобетона на заводе ЖБИ в Шлюзовом

### 3 Безопасность и экологичность разработанного технического объекта

#### 3.1 Характеристика разработанного технического объекта

Тема выпускной квалификационной работы: «Применение дуговой и кислородной резки при спасательных работах в МЧС». В процессе выполнения ВКР проведены исследования, по результатам которых можно сделать вывод, что кислородно-флюсовая резка кислородным копьем является самым эффективным средством для разделительной резки неметаллических конструкций. Необходимым оборудованием для реализации разработанных технических мероприятий является флюсопитатель. Кроме того, требуется трубка для обеспечения горения кислородного копия.

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Внедряемый технологический процесс	Операции внедряемого технологического процесса	Должность производственного персонала, требуемого для осуществления техпроцесса	Технические устройства, требуемые для осуществления техпроцесса	Вспомогательные материалы
1	Кислородно-флюсовая резка	Осмотр объекта резки	Контролер основного производства	Лупа 4х, УШС-3	Ветошь
		Подготовка аппарата	Слесарь-сборщик,	Флюсопитатель	
		Резка	сварщик изделий из тугоплавких металлов,	Флюсопитатель	Кислород
		Выходной контроль	Контролер основного производства	Лупа 4х, УШС-3, щетка металлическая	

### 3.2 Профессиональные риски при реализации предложенных технических решений.

Для устранения выявленных в разделе 1 ВКР недостатков применяемой при резке крупногабаритных фрагментов технологии предложена к внедрению резка кислородным копьем. Помимо действия на производственный персонал негативных температурных факторов, обусловленных горением трубки под действием кислорода, возможно действие светового излучения горящего факела, выделяемых аэрозолей и газов и т.д. Для анализа сопровождающих разработанные технические мероприятия негативных производственных факторов сведем и систематизируем их в таблице 4.2.

Таблица 3.2 – Идентификация негативных производственных факторов.

№п/п	Выполняемые работы	Негативный фактор, представляющий угрозу здоровью и жизни	Источник представляющего угрозу негативного фактора
1	Осмотр объекта резки	Острые кромки, движущиеся детали оборудования и заготовки.	Бетонные блоки.
2	Подготовка аппарата	Острые кромки, движущиеся детали оборудования и заготовки.	флюсопитатель
3	Резка	Повышенная температура оборудования и воздуха участка; повышенное напряжение, повышенная запыленность и загазованность воздуха на участке; повышенная световая, ультрафиолетовая и инфракрасная радиация.	Флюсопитатель, кислород
4	Выходной контроль	Острые кромки, движущиеся детали оборудования и заготовки.	Фрагменты бетонных блоков

### 3.3 Разработка мероприятий по минимизации действия профессиональных рисков

Для анализа мероприятий по устранению идентифицированных в таблице 3.2 негативных производственных факторов сведем и систематизируем имеющиеся и разработанные мероприятия в таблицу 4.3.

К перечню мероприятий относится вводный; первичный и т.д. инструктажи. Но, поскольку они являются обязательными для проведения на любом предприятии народного хозяйства, акцентировать на них внимание в таблице 3.3 нет нужды.

Таблица 3.3 – Коллективные и индивидуальные средства защиты от негативных факторов производственного участка.

№ п/п	Негативный фактор, представляющий угрозу здоровью и жизни	Коллективные средства защиты от действия негативных факторов	Индивидуальные средства защиты от действия негативных факторов
1	Острые кромки	Информирующие об опасности плакаты и надписи.	Спецодежда.
2	Движущиеся детали оборудования и заготовки.	Ограждения от проникновения в опасную зону работников. Информирующие об опасности плакаты и надписи.	Спецодежда
3	Мелкодисперсные частицы и вредные газы на участке сварки	Устройства, обеспечивающие удаление загрязненного воздуха и поступление чистого воздуха извне	Средства защиты дыхательных путей
4	повышенная температура оборудования и воздуха участка	Устройства, обеспечивающие удаление нагретого воздуха и поступление воздуха извне	Спецодежда
5	Повышенное напряжение.	Заземление оборудования находящегося под напряжением. Периодический контроль состояния изоляции.	Спецодежда
6	световая, ультрафиолетовая и инфракрасная радиация.	Экранирование места сварки щитами,	Спецодежда.

### 3.4. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности производственного участка призваны обеспечить защиту от пожара работников предприятия, а также имущество предприятия. Согласно классификации пожаров по виду горючего материала и учетом производственной ситуации следует классифицировать возможный пожар как пожар класса Е: горение веществ и материалов под напряжением электрического тока. В таблице 4.3 выполним анализ основных и вторичных опасных факторов возможного пожара.

Таблица 3.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Наименование участка	Наименование оборудования	Классификация по виду горящего вещества	Наименование основных опасных факторов пожара	Наименование вторичных опасных факторов пожара
1	Участок резки	Флюсопитатель .	горение веществ и материалов под напряжением электрического тока Е	А) Пламя, искры. Б) тепловой поток; в) высокая температура окружающей среды; г) опасные продукты горения; Уменьшение содержания кислорода при горении; дым препятствует нормальной видимости.	Из-за высокой температуры при возгорании возможно повреждение изоляции электрическим током.

Участок, на котором планируются к внедрению разработанные технические предложения, с учетом класса возможного пожара (Е) необходимо укомплектовать техническими средствами, обеспечивающими защиту от возможного пожара работников и имущества предприятия. Перечень средств для комплектования производственного участка отразим в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Ведомость технических средств

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Емкость с песком, переносные углекислотные огнетушители.	Специализированные расчеты (вызываются)	Нет необходимости	Нет необходимости	Пожарный кран на колонне 2-2.	План эвакуации на колонне 2-2	Ведро конусное, лом, лопата штыковая	Кнопка оповещения на колоннах 1-2 и 2-2.

Также для полноценной защиты работников и имущества предприятия необходимы организационные мероприятия. Перечень мероприятий для обеспечения защиты производственного участка отразим в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Мероприятия организационного характера.

Наименование участка	Перечень мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Резки	Инструктаж сотрудников производственного участка правилам предупреждения возгораний и действиям в случае возгорания, деловые игры с сотрудниками по тематике борьбы с пожарами, организация на предприятии добровольной пожарной дружины.	На участке необходимо иметь первичные средства пожаротушения в достаточном количестве, должны быть защитные экраны, ограничивающие разлет искр.

### 3.5. Мероприятия по безопасности окружающей среды

Таблица 3.7 – Идентификация факторов, негативно действующих на окружающую среду

Внедряемый технологический процесс	Операции внедряемого технологического процесса	Негативное действие на окружающую воздушную среду	Негативное действие на окружающую водную среду	Негативное действие на земную поверхность (литосферу)
Резка	Осмотр разрезаемого объекта	-	-	-
	Настройка аппарата			
	Резка	Загрязнение продуктами, выделяемыми при горении факела		Загрязнение упаковкой от вспомогательных материалов
	Выходной контроль разрезанного объекта	-	-	-

Таблица 3.8 – Перечень технических и организационных процедур по исключению негативного действия выявленных факторов.

Наименование технического объекта	Резка
1	2
Мероприятия по исключению негативного действия на воздушную среду.	Оборудование вентиляционной системы фильтрами, улавливающими продукты, выделяемые при горении факела.
Мероприятия по исключению негативного действия на водную среду.	Контроль утечек в системе подачи флюса и незамедлительное их устранение.

Продолжение таблицы 3.8

1	2
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Установка на участке сварки соответствующих емкостей для сбора отходов производственного цикла и при проведении повторных инструктажей подробное разъяснение необходимости складирования отходов производственного цикла в установленные емкости.

### 3.6 Заключение по разделу

В рамках выполнения данного раздела выпускной квалификационной работы выполнялась выявление негативных факторов, сопровождающих предлагаемые технологические решения, и их оценка на предмет отрицательного влияния на рабочий персонал и окружающую среду.

Выполнен анализ операций технологического процесса разделительной резки неметаллических предметов кислородным копьем. Подробно рассмотрены ожидаемые профессиональные риски после внедрения в производственный процесс способа кислородной резки. Показано, что усовершенствованные операции сопровождаются такими опасными и вредными факторами, как газы и аэрозольные частицы, излучение горящего факела.

Для защиты задействованных в операции резки работников от опасных и вредных факторов предложены широко применяемые в промышленности средства, такие как спецодежда, маска, вентиляционные системы, заземление оборудования. Установлено, что применение стандартных средств защиты позволяют достигнуть требуемого уровня безопасности и санитарии производства в условиях осуществления проектного технологического процесса.

Также много внимания уделено обеспечению пожарной безопасности производственного участка и реализуемого на нем модернизированного технологического процесса резки. Проанализированы источники возможных возгораний и условия, при которых они перерастут в пожар. На основе



выполненного анализа предложены уже применяемые на практике мероприятия технического и организационного характера, предотвращающие нанесение ущерба пожаром работникам и имуществу предприятия.

Выполненный анализ показал, что выполняемые на участке сварки производственные процессы могут нанести ущерб окружающей среде. Ущерб может быть нанесен как воздушной среде (атмосфера), водной среде (гидросфера), так и литосфере. В основном ущерб возможен по причине нарушения производственной санитарии. Однако загрязнение воздушной среды возможно из-за отсутствия на системе вытяжной вентиляции производственного участка фильтрующих устройств. Их монтаж в сочетании с мероприятиями по разъяснению правил производственной санитарии позволит предотвратить загрязнение атмосферы и литосферы.

## **4 Экономическая эффективность предлагаемых технологических решений**

### **4.1 Вводная информация для выполнения экономических расчётов**

По базовому варианту неметаллические предметы нарезаются с использованием аппарата «Корунд» или им подобным.

Начальные операции заключаются во входном контроле нарезаемого предмета. После выполнения операции входного контроля нарезаемого предмета переходим к подготовительным операциям. Готовят к работе моторез Корунд, закрепляют абразивные диски.

Резка выполняется в следующей последовательности. Запускается аппарат, вращающийся абразивный диск подводится до соприкосновения с нарезаемым предметом, легким усилием выполняется углубление диска в нарезаемый неметаллический предмет.

В разработанном технологическом процессе к внедрению предложена принципиально иная технология резки. Выделяемое при горении трубки кислородного кося тепло плавит неметаллический фрагмент, для удаления из реза расплава приходится выполнять манипуляции трубкой кислородного кося, поступательные возвратные перемещения, вращательные движения. Расходуемыми материалами в данном случае является кислород и стальные трубки.

Поскольку по базовому и проектному варианту не изменяется протяженность реза, то рассчитаем себестоимость резки одного фрагмента, и экономический эффект определим исходя из изменившейся скорости резки. Исходные данные необходимые для проведения расчетов, занесены в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Исходные данные для оценки экономической эффективности предлагаемых изменений операций технологического процесса

Наименование экономического показателя	Принятое в экономических формулах условное обозначение показателя	Единицы измерения показателя при подстановке в формулы для экономических расчётов	Количественная характеристика экономического показателя в рассматриваемой технологии	
			Базовая технология	Проектная технология
1	2	3	4	5
Количество рабочих смен в день, в течение которых выполняется рассматриваемая работа	$K_{см}$	-	2	2
Разряд исполнителя основных или вспомогательных операций	$P_p$		IV	IV
Утверждённая часовая тарифная ставка работника	$Cч$	Р/час	150	150
Принятое значение коэффициента, определяющего временные затраты на выполнение нормы	$K_{вн}$	-	1,1	1,1
Принятое значение коэффициента, определяющего процент на формирование дополнительной заработной платы	$K_{доп}$	%	12	12
Принятое значение коэффициента, определяющего процент на формирование доплат к основной заработной плате	$K_d$	-	1,88	1,88
Принятое значение коэффициента, определяющего процент от заработной платы на социальные нужды	$K_{сн}$	%	30	30
Принятое значение коэффициента, задающего процент от стоимости технологического оборудования на его амортизацию	$На$	%	21,5	21,5
Принятое значение коэффициента, задающего процент от стоимости производственных площадей на их амортизацию	$На.пл.$	%	5	5
Общая площадь под оборудование, выполняющее операции рассматриваемого технологического процесса	$S$	$м^2$	20	20
Принятое значение цены на производственные площади для выполнения операций технологического процесса	$Ц_{пл}$	$Р/м^2$	30000	30000

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5
Принятое значение стоимости эксплуатации площадей, занимаемых оборудованием для выполнения операций рассматриваемого технологического процесса	Сзксп	(Р/м <sup>2</sup> )/год	2000	2000
Принятое значение коэффициента, задающего процент от стоимости оборудования на транспортно-заготовительные расходы	Кт -з	%	5	5
Принятое значение коэффициента, задающего процент от стоимости оборудования на его монтаж и демонтаж	Кмонт Кдем	%	3	5
Рыночная стоимость оборудования, которое необходимо для выполнения операций рассматриваемого технологического процесса	Цоб	Руб.	66048	739340
Принятое значение коэффициента, задающего долю затрат на дополнительную производственную площадь	Кпл	-	3	3
Принятое значение установленной мощности оборудования для выполнения операций рассматриваемого технологического процесса	Муст	кВт	4	7,3
Принятое значение стоимость электрической энергии при работе оборудования для выполнения операций рассматриваемого технологического процесса	Цэ-э	Р/ кВт	3,02	3,02
Принятое значение коэффициента полезного действия оборудования для выполнения операций рассматриваемого технологического процесса	КПД	-	0,7	0,7
Принятое значение коэффициента, определяющего эффективность капитальных вложений	Ен	-	0,33	0,33
Принятое значение коэффициента, определяющего долю цеховых расходов	Кцех	-	1,5	1,5
Принятое значение коэффициента, определяющего долю заводских расходов	Кзав	-	1,15	1,15

## 4.2 Расчет штучного времени

Оценку штучного времени для выполнения операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам выполним с использованием формулы:

$$t_{шт} = t_{п-з} + t_o + t_в + t_{отл} + t_{обсл} + t_{н.п} \quad (4.1)$$

где  $t_{шт}$  – штучное время – объём времени в часах, которое будет затрачено работниками на выполнение всех операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам;

$t_{маш}$  – машинное время – объём времени в часах, которое будет затрачено работниками на выполнение основной операции технологического процесса по базовому и проектному вариантам;

$t_{всп}$  – вспомогательное время – объём времени в часах, которое будет затрачено работниками выполнение подготовительных операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам, задаётся в процентах от машинного времени:  $t_{всп} = 10\%$  от  $t_{маш}$ ;

$t_{обсл}$  – время обслуживания – объём времени в часах, которое будет затрачено работником на обслуживание, текущий и мелкий ремонт технологического оборудования задействованного в выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам, задаётся в процентах от машинного времени:  $t_{обсл} = 5\%$  от  $t_{маш}$ ;

$t_{отл}$  – время личного отдыха – объём времени в часах, которое будет затрачено на работником на обеспечение личных потребностей в отдыхе при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам, задаётся в процентах от машинного времени:  $t_{отл} = 5\%$  от  $t_{маш}$ ;

$t_{п-з}$  – время подготовительно-заключительное – объём времени в часах, которое будет затрачено работником на выполнение подготовительно-заключительных операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам, задаётся в процентах от машинного времени:  $t_{п-з} = 1\%$  от  $t_{маш}$ .

По базовому и проектному варианту толщина разрезаемого препятствия одинаковая, примем  $L_p = 800$  миллиметров или 0,8 метра. Скорость реза  $V_p$  отличается, в базовом скорость реза определенная экспериментально составляет 0,38 метра в час. В проектном варианте скорость реза 0,76 метра в час.

Машинное время определим по следующей формуле:

$$t_o = t_{\text{маш}} = \sum L_p / V_p, \quad (4.2)$$

$$t_{\text{машбаз}} = 0,8/0,38 = 124 \text{ мин} = 2,08 \text{ час.}$$

$$t_{\text{машбаз}} = 0,8/0,76 = 62 \text{ мин} = 1,04 \text{ час.}$$

Результаты расчетов по формуле 4.1. сведем в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты расчетов времени штучного и его составляющих

Вариант	$t_{\text{маш}}$	$t_{\text{всп}}$ 15%	$t_{\text{обсл}}$ 10%	$t_{\text{отл}}$ 5%	$t_{\text{п-з}}$ 1%	$t_{\text{шт}}$
Базовый:	2,08	0,312	0,208	0,104	0,0208	2,724
Проект.	1,04	0,156	0,104	0,052	0,0104	1,362

### 4.3 Расчет затрат на новое оборудование

Значение  $K_{\text{общ}}$  капитальных затрат, которые потребуются для выполнения операций технологии по базовому и проектному вариантам, определим расчётным путём с использованием формулы:

$$K_{\text{ОБЩ}} = K_{\text{ПР}} + K_{\text{СОП}} \quad (4.3)$$

где  $K_{\text{ПР}}$  – затраты непосредственно на закупку оборудования, прямые, руб.;

$K_{\text{СОП}}$  – финансовые затраты на демонтаж старого, установку нового оборудования, сопутствующие, руб.

Расчет прямых финансовых затрат выполним по зависимости:

$$K_{\text{ПР}} = \sum \Pi_{\text{об}} \cdot k_3 \quad (4.4)$$

где  $\sum \Pi_{\text{об}}$  – суммарные финансовые затраты на закупку оборудования, руб.;

$k_3$  – коэффициент загрузки оборудования.

Для определения коэффициента загрузки вначале определим требуемое количество сварочного оборудования, которое будет задействовано при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам согласно формулы:

$$n_{РАСЧ} = \frac{t_{шт} \cdot П_{Г}}{F_{Э} \cdot K_{ВН}}, \quad (4.5)$$

где  $П_{Г}$  – годовая программа – принятое ранее количество стыков трубопровода, которые необходимо сварить за один календарный год при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам;

$t_{шт}$  – штучное время – объём времени в часах, которое будет затрачено работниками на выполнение всех операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам;

$F_{Э}$  – объём в часах эффективного фонда времени работы оборудования, задействованного выполнения операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам;

$K_{ВН}$  – принятое значение коэффициента, определяющего временные затраты на выполнение нормы.

$$n_{РАСЧ.б} = \frac{2,724 \cdot 50}{1827 \cdot 1,1} = 0,06ед.$$

$$n_{РАСЧ.пр} = \frac{1,362 \cdot 50}{1827 \cdot 1,1} = 0,03ед.$$

Необходимое количество оборудования, определенное по (4.5) может быть дробным числом, поэтому округляем до целого ( $n_{об.прин}$ ).

Для расчета коэффициента загрузки воспользуемся формулой:

$$k_3 = \frac{n_{об.расчетн}}{n_{об.прин}} \quad (4.6)$$

Объём фонда времени, в течение которого происходит работа оборудования для резки, задействованного в технологическом процессе по

базовому и проектному вариантам, может быть определён с использованием формулы:

$$\Phi_{эф} = (D_k - D_{вых} - D_{пр}) * T_{см} * S * (1 - k_{р.п}) \quad (4.7)$$

где  $T_{см}$  – продолжительность рабочей смены в часах;

$D_k$  – общее число дней в календарном году;

$D_{пр}$  – планируемое количество предпраздничных дней в календарном году;

$T_{п}$  – планируемое сокращение длительности рабочей смены в часах в предпраздничный день;

$S$  – количество рабочих смен.

$k_{р.п}$  – потери времени работы оборудования на ремонт и переналадку (0,06).

$$\Phi_{эф.} = (365 - 110 - 14) * 8 * 1 * (1 - 0,06) = 1812 \text{ час.}$$

На основании выполненных расчётов по определению эффективного фонда времени работы оборудования штучного времени, которое будет затрачено работниками на выполнение всех операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам, можно сделать вывод о необходимом количестве оборудования для резки. Для реализации базовой технологии необходимо применить одну единицу технологического оборудования. Для реализации проектной технологии необходимо применить одну единицу технологического оборудования.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования выполним согласно формулы:

$$k_z = n_{расч} / n_{пр} \quad (4.8)$$

где  $n_{расч}$  – полученное согласно (4.5) количество технологического оборудования, задействованного для выполнения операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам;

$n_{пр}$  – принятое количество технологического оборудования, задействованного для выполнения операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам.



После подстановки в формулу (4.8) численных значений соответствующих переменных, получим:

$$k_{зб} = 0,06/1 = 0,06$$

$$k_{зп} = 0,03/1 = 0,03$$

$$K_{\text{Общб}} = 66048 \cdot 0,06 = 3962,88 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{общпр}} = 739340 \cdot 0,03 = 22180 \text{ руб.}$$

Сопутствующие финансовые затраты определяются расчетным путем только для проектного варианта:

$$K_{\text{соп}} = K_{\text{монт}} + K_{\text{дем}} + K_{\text{площ}} \quad (4.10)$$

$K_{\text{монт}}$  – финансовые расходы, необходимые для выполнения монтажа оборудования для проектного варианта технологии;

$K_{\text{дем}}$  – финансовые расходы, необходимые для выполнения демонтажа оборудования применяемого в базовом варианте технологии;

$K_{\text{площ}}$  – финансовые расходы на дополнительные площади, необходимые для установки оборудования для проектного варианта технологии.

$$K_{\text{монт}} = \Sigma \Pi_{\text{об}} \cdot k_{\text{монт}} \quad (4.11)$$

где  $k_{\text{монт}}$  – коэффициент финансовых расходов, необходимых для установки на производственных площадях оборудования по проектному варианту технологии и подключения его к необходимым коммуникациям  $k_{\text{монт}} = 0,2$ .

$$K_{\text{монт}} = 739340 \cdot 0,2 = 147868 \text{ руб}$$

$$K_{\text{дем}} = \Sigma \Pi_{\text{об}} \cdot k_{\text{дем}} \quad (4.12)$$

где  $k_{\text{дем}}$  – коэффициент финансовых расходов, необходимых для установки на производственных площадях оборудования по проектному

варианту технологии и подключения его к необходимым коммуникациям,

$$k_{\text{дем}} = 0,2$$

$$K_{\text{ДЕМ}} = 66048 \cdot 0,2 = 13206 \text{ руб}$$

$$K_{\text{ПЛОЩ}} = S_{\text{ПЛОЩ}} \cdot \Pi_{\text{ПЛОЩ}} \cdot g \cdot k_3 \quad (4.13)$$

где  $g$  – коэффициент, учитывающий проходы и проезды = 3.

$$K_{\text{ПЛОЩ}} = 3 \cdot 3000 \cdot 3 \cdot 0,12 = 5400 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ОБЩ}}^{\text{БАЗ}} = K_{\text{ПР}} = 5400 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ОБЩ}}^{\text{ПР}} = 22180 + 147868 + 13206 + 5400 = 188165 \text{ руб.}$$

Удельные капитальные вложения в оборудование

$$K_{\text{уд}} = \frac{K_{\text{общ.}}}{N_{\text{пр}}} \quad (4.14)$$

$$K_{\text{уд}}^{\text{БАЗ}} = 3962,88/500 = 7,92 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{уд}}^{\text{ПР}} = 188165/500 = 377,30 \text{ руб.}$$

#### 4.4 Расчет технологической себестоимости

Общий размер финансовых расходов на материалы определяется как сумма расходов на основные материалы и вспомогательные:

$$ЗМ = ЗМ_{\text{ОСН}} + ЗМ_{\text{ВСП}}$$

Поскольку конструкция разрезаемого предмета изменений не претерпевает, и в базовом варианте и в проектном материал разрезаемого предмета не меняется, первое слагаемое формулы, финансовые расходы на основные материалы, расчету не подлежит.

Расчет затрат на вспомогательные материалы по базовому и проектному вариантам.

$$ЗМ = \Pi_{\text{м}} \cdot N_{\text{р}} \cdot K_{\text{Т-З}}, \quad (5.6)$$

где  $\Pi_{\text{м}}$  – стоимость материала;

$N_{\text{р}}$  – норма расхода материала

$K_{т-з}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов.

Так как по базовому и проектному варианту способы резки разные, считаем затраты на абразивные круги для базового варианта и на кислород для проектного варианта.

$$ЗМб = ЗМкр \quad (5.7)$$

$$ЗМпр = Нпр \cdot Цпр. \quad (5.8)$$

где  $Нпр$  – норма расхода кислорода

$$Нпр = У \sum L \quad (5.9)$$

где  $У = Kр \cdot Lш$ ,  $Kр$  – коэффициент расхода кислорода..

Затраты на круги

$$ЗМкр = Нкр \cdot Цкр \quad (4.11)$$

$$Нкр = Kкр \cdot Нкр \quad (4.12)$$

$$Нкр = 1,2 \cdot 2,28 = 2,736 \text{ кг}$$

$$ЗМкр = 2,736 \cdot 60 \cdot 4 = 656,64 \text{ руб.}$$

$$ЗМпр = 2,736 \cdot 60 \cdot 2 = 328,32 \text{ руб.}$$

Затраты на материалы суммарные

$$ЗМб = 383,04 + 656,64 = 1029,34 \text{ руб.}$$

$$ЗМпр = 191,52 + 328,32 = 522,36 \text{ руб.}$$

Затраты на электрическую энергию при выполнении операций технологического процесса по базовому варианту определим расчётным путём с использованием формулы:

$$Зэ-э = \frac{Роб \cdot tо}{КПД} Цэ-э \quad (4.13)$$

где  $Роб$  – установленная мощность оборудования, задействованного при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам;

$Цэ-э$  – принятое значение стоимости электрической энергии при работе оборудования для выполнения операций рассматриваемого технологического процесса;

КПД – принятое значение коэффициента полезного действия оборудования для выполнения операций рассматриваемого технологического процесса

$$P_{\text{э-эб}} = \frac{2,1 \cdot 2,72 \cdot 2,2}{0,7} = 60,02 \text{ руб}$$

На следующем этапе выполняем расчет затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования как суммы затрат на амортизацию и ремонт.

$$Z_{\text{об}} = A_{\text{об}} + P_{\text{т.р}} \quad (4.30)$$

где  $A_{\text{об}}$  – отчисления на амортизацию, руб.;

$P_{\text{т.р}}$  – отчисления на ремонт, руб.;

Финансовые потери на амортизацию оборудования, задействованного при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам:

$$A_{\text{об.}} = \frac{C_{\text{об}} \cdot N_{\text{об}} \cdot t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} \cdot 60 \cdot 100} \quad (4.31)$$

где  $C_{\text{об}}$  – цена оборудования, задействованного при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам,

определённая по каталогам предприятий в сети ИНТЕРНЕТ;

$N_{\text{об}}$  – принятое значение коэффициента, задающего процент от стоимости технологического оборудования на его амортизацию;

$t_{\text{шт}}$  – объём времени в часах, которое будет затрачено работниками на выполнение основной операции технологического процесса по базовому и проектному вариантам;

$\Phi_{\text{эф}}$  – объём в часах эффективного фонда времени работы оборудования, задействованного выполнения операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам.

$$A_{\text{об}}^{\text{б}} = \frac{66048 \cdot 2,08 \cdot 18}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 0,22 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{об}}^{\text{пр}} = \frac{739340 \cdot 1,04 \cdot 18}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 1,27 \text{ руб.}$$

Финансовые потери на ремонт оборудования, задействованного при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам:

$$P_{т.р} = \frac{Ц_{об} \cdot N_{т.р} \cdot k_3}{\Phi_{эф} \cdot 100} \quad (4.32)$$

где  $N_{т.р}$  – норма отчислений на текущий ремонт оборудования,  $\approx 35\%$ ;

$$P_{тр}^{б} = \frac{66048 \cdot 35 \cdot 0,06}{1812 \cdot 100} = 0,76 \text{ руб.}$$

$$P_{тр}^{пр} = \frac{739340 \cdot 35 \cdot 0,03}{1812 \cdot 100} = 4,28 \text{ руб.}$$

Суммарные расходы на содержание и эксплуатацию

$$З_{об}^Б = 0,22 + 0,76 = 0,98 \text{ руб.}$$

$$З_{об}^{пр} = 1,27 + 4,28 = 5,75 \text{ руб.}$$

Для определения размера отчислений на площади, на которых установлено оборудование и оснастка базового и проектного вариантов технологии воспользуемся зависимостью:

$$З_{плоч} = \frac{Ц_{плоч} \cdot S_{плоч} \cdot Ha_{плоч} \cdot t_{ит}}{\Phi_{эф} \cdot 100} \quad (4.33)$$

где  $Ц_{плоч}$  – цена  $1\text{ м}^2$  производственной площади, руб.;

$Ha_{плоч}$  – норма амортизационных отчислений на здания, %;

$S_{плоч}$  – площадь, занимаемая сварочным оборудованием,  $\text{м}^2$ ;

$$З_{плоч}^б = \frac{4500 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 2,08}{1812 \cdot 100} = 0,82 \text{ руб.}$$

$$З_{плоч}^{пр} = \frac{4500 \cdot 11 \cdot 2 \cdot 1,04}{1812 \cdot 100} = 0,45 \text{ руб.}$$

На следующем этапе определяем затраты по оплате труда

Объем фонда заработной платы (ФЗП) определяется суммой основной заработной платы  $ЗПЛ_{осн}$  и дополнительной заработной платы  $ЗПЛ_{доп}$ .

$$\text{ФЗП} = \text{ЗПЛ}_{осн} + \text{ЗПЛ}_{доп} \quad (4.34)$$

где  $ЗПЛ_{осн}$  – основная зарплата;

ЗПЛ<sub>доп</sub> - дополнительная зарплата.

Объём ЗПЛ<sub>осн</sub> основной заработной платы определим расчётным путём с использованием формулы:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{осн}} = t_{\text{шт}} \cdot C_{\text{ч}} \cdot k_{\text{зпл}} \quad (4.35)$$

где  $C_{\text{ч}}$  – значение тарифной ставки, руб/час;

$t_{\text{шт}}$  – штучное время, час;

$k_{\text{зпл}}$  – коэффициент начислений на основную заработную плату.

$$k_{\text{зпл}} = k_{\text{пр}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_{\text{у}} \cdot k_{\text{пф}} \cdot k_{\text{н}} \quad (4.36)$$

где  $k_{\text{пр}} = 1,25$  – коэффициент премирования;

$k_{\text{вн}} = 1,2$  – коэффициент выполнения норм;

$k_{\text{у}} = 1,087$  – коэффициент доплат за условия труда;

$k_{\text{пф}} = 1,14$  – коэффициент доплат за профессиональное мастерство;

$k_{\text{н}} = 1,076$  – коэффициент доплат за работу в вечерние и ночные смены.

$$k_{\text{зпл}} = 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,087 \cdot 1,14 \cdot 1,076 = 1,79$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{осн}}^{\text{Б}} = 2,04 \cdot 150 \cdot 1,79 = 547,74 \text{ руб.}$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{осн}}^{\text{ПР}} = 1,02 \cdot 150 \cdot 1,79 = 273,87 \text{ руб.}$$

Объём ЗПЛ<sub>доп</sub> дополнительной заработной платы определим расчётным путём с использованием формулы:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{доп}} = \frac{k_{\text{д}}}{100} \cdot \text{ЗПЛ}_{\text{осн}} \quad (4.37)$$

где  $k_{\text{д}}$  – коэффициент - 10%.

$$\text{ЗПЛ}_{\text{доп}}^{\text{Б}} = 547,74 \cdot 10/100 = 54,77 \text{ руб.}$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{доп}}^{\text{ПР}} = 273,87 \cdot 10/100 = 27,38 \text{ руб.}$$

$$\Phi\text{ЗП}_{\text{Б}} = 547,74 + 54,77 = 602,51 \text{ руб.}$$

$$\Phi\text{ЗП}_{\text{ПР}} = 273,87 + 27,38 = 301,25 \text{ руб.}$$

Объём  $O_{CH}$  отчислений на социальные нужды определим расчётным путём с использованием формулы:

$$O_{CH} = \PhiЗП \cdot N_{COЦ} / 100 \quad (4.38)$$

где  $N_{COЦ}$  – принятое значение коэффициента, определяющего процент от заработной платы на социальные нужды, 30 %.

После подстановки в формулу (4.38) численных значений соответствующих переменных, имеем:

$$O_{CH}^B = 602,51 \cdot 30 / 100 = 180,75 \text{ руб.}$$

$$O_{CH}^{np} = 301,25 \cdot 30 / 100 = 90,30 \text{ руб.}$$

Значение  $C_{TEХ}$  показателя технологической себестоимости определим расчётным путём с использованием формулы:

$$C_{TEХ} = ЗМ + З_{Э-Э} + З_{OB} + З_{ПЛ} + \PhiЗП + O_{CH} \quad (4.39)$$

После подстановки в формулу (4.39) численных значений соответствующих переменных, имеем:

$$C_{TEХ}^B = 1018,89 + 60,02 + 0,98 + 0,82 + 602,51 + 180,75 = 1863,97 \text{ руб.}$$

$$C_{TEХ}^{PP} = 519,84 + 5,75 + 0,45 + 301,25 + 90,30 = 917,59 \text{ руб.}$$

Значение  $C_{ЦЕХ}$  показателя цеховой себестоимости определим расчётным путём с использованием формулы:

$$C_{ЦЕХ} = C_{TEХ} + P_{ЦЕХ} \quad (4.40)$$

где  $P_{ЦЕХ}$  – финансовые затраты на цеховые расходы, руб.

$$P_{ЦЕХ} = C_{TEХ} + k_{ЦЕХ} \cdot З_{OCH} \quad (4.41)$$

где  $k_{ЦЕХ}$  – коэффициент цеховых расходов, 1,72;

$З_{OCH}$  – основная зарплата, руб.

После подстановки в формулу (4.41) численных значений соответствующих переменных, имеем:

$$C_{ЦЕХ}^B = 1863,97 + 547,74 \cdot 1,72 = 1863,97 + 942,11 = 2806,08 \text{ руб.}$$

$$C_{ЦЕХ}^{ПП} = 917,59 + 273,87 \cdot 1,72 = 917,59 + 471,05 = 1388,64 \text{ руб.}$$

Значение  $C_{зав}$  показателя заводской себестоимости определим расчётным путём с использованием формулы:

$$C_{зав} = C_{ЦЕХ} + P_{зав} = C_{ЦЕХ} + k_{зав} \cdot Z_{осн} \quad (4.42)$$

где  $P_{зав}$  – финансовые затраты на заводские расходы, руб.

$k_{зав}$  – коэффициент заводских расходов, 1,97.

После подстановки в формулу (4.42) численных значений соответствующих переменных, имеем:

$$C_{зав}^B = 2806,08 + 547,74 \cdot 1,97 = 2806,08 + 1079,73 = 3885,12 \text{ руб.}$$

$$C_{зав}^{ПП} = 1388,64 + 273,87 \cdot 1,97 = 1388,64 + 539,52 = 1928,16 \text{ руб.}$$

Калькуляцию технологической, цеховой и заводской себестоимости резки при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам сведём в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Калькуляция технологической, цеховой и заводской себестоимости резки

ПОКАЗАТЕЛИ	Услов. обозн.	Калькуляция., руб	
		Базовый	Проектн.
1. Затраты на материалы	М	1029,34	522,36
2. Объём фонда заработной платы	ФЗП	803,35	301,25
3. Отчисления на соц. нужды	Осн	241,00	90,30
4. Объём финансовых затрат на технологическое оборудование	Зоб	0,98	5,75
5. Величина технологической себестоимости	Стех	1863,97	917,59
6. Объём цеховых расходов	Рцех	942,11	471,05
7. Величина цеховой себестоимости	Сцех	2806,08	1388,64
8. Объём заводских расходов	Рзав	1079,73	539,52
9. Величина заводской себестоимости	$C_{зав}$	3885,12	1928,16



#### 4.5 Определение показателей экономической эффективности предложенных технических решений

Условно-годовую экономию  $Pr_{ож}$  (ожидаемую прибыль) при внедрении в производство предлагаемых решений определим расчётным путём с использованием формулы:

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{у.г.} = \left( C_{зав}^б - C_{зав}^{пр} \right) \cdot N_{пр} \quad (4.43)$$

После подстановки в формулу (4.43) численных значений соответствующих переменных, имеем:

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{у.г.} = (3885,12 - 1928,16) \cdot 500 = 960194 \text{ руб.}$$

Величину годового экономического эффекта, ожидаемого от внедрения технических решений, обеспечивающих увеличение производительности, определим по формуле:

$$\mathcal{E}_Г = [(C_{зав}^б + E_H \cdot K_{уд}^б) - (C_{зав}^{пр} + E_H \cdot K_{уд}^{пр})] \cdot N_{пр} \quad (4.44)$$

$$\mathcal{E}_Г = [(3885,12 + 0,33 \cdot 7,92) - (1928,16 + 0,33 \cdot 377,30)] \cdot 500 = 934128 \text{ руб.}$$

Снижение  $\Delta t$  трудоемкости при внедрении в производство предлагаемых решений определим расчётным путём с использованием формулы:

$$\Delta t_{шт} = \frac{t_{штб} - t_{штпр}}{t_{штб}} \cdot 100\% \quad (4.45)$$

После подстановки в формулу (4.26) численных значений соответствующих переменных, имеем:

$$\Delta t_{шт} = \frac{2,72 - 1,36}{2,72} \cdot 100\% = 50\%$$

Повышение  $\Pi_T$  производительности труда при внедрении в производство предлагаемых решений определим расчётным путём с использованием формулы:

$$\Delta \Pi_T = \frac{100 \cdot \Delta t_{шт}}{100 - \Delta t_{шт}} \quad (4.46)$$

После подстановки в формулу (4.46) численных значений соответствующих переменных, имеем:

$$\Delta\Pi_T = \frac{100 \cdot 50}{100 - 50} = 100\%$$

Срок  $T_{ок}$  окупаемости дополнительных капитальных вложений при внедрении в производство предлагаемых решений определим расчётным путём с использованием формулы:

$$T_{ок} = \frac{K_{общпр}}{\Delta_{\text{ЭГ}}} \quad (4.47)$$

После подстановки в формулу (4.47) численных значений соответствующих переменных, имеем:

$$T_{ок} = \frac{188165}{960194} \approx 0,5 \text{ года}$$

Коэффициент сравнительной экономической эффективности

$$E_{сп} = 1/T_{ок} = 1/0,5 = 2. \quad (4.48)$$

#### 4.6 Выводы по разделу

Внедрение оборудования с большей производительностью позволило уменьшить на 50% трудоемкость резки одного неметаллического препятствия, при увеличении производительности труда на 100%.

Для внедрения оборудования с большей производительностью нужны финансовые затраты в размере 188165 руб., которые окупятся через 0,5 года. Планируемый размер годового экономического эффекта составит 0,934 млн. руб.

Результаты выполненных расчетов позволяют сделать вывод о необходимости внедрения результатов бакалаврской работы в производственные условия.

## Заключение

Предотвращение аварий и катастроф, быстрая ликвидация их последствий, недопущение развития аварий и катастроф до чрезвычайной ситуации является актуальным не только для России, но и для всех стран.

Как показывает анализ, обеспеченность спасательных подразделений при ликвидации аварий и катастроф техническими средствами является важным фактором. Даже при незначительных дорожно-транспортных происшествиях жизнь заблокированного в поврежденном транспортном средстве водителя и пассажиров в значительной степени зависят от того, как быстро удастся спасателям выполнить их эвакуацию. И здесь оснащенность передовым оборудованием позволит значительно сократить время проведения спасательной операции.

Чрезвычайные ситуации на различных промышленных объектах, в жилом секторе, и гражданских зданиях и сооружениях происходят значительно реже, однако подразделения спасателей должны быть оснащены и оборудованием для проведения самых разнообразных спасательных работ и в данном случае.

Мы должны быть уверены в том, что дальнейший научный поиск поможет человечеству найти способ решить глобальные проблемы, несущие угрозу его существованию, что управление рисками катастроф будет постоянно совершенствоваться.

Выполненные исследования позволяют рекомендовать способ резки неметаллических препятствий кислородным копьем. При этом достигается увеличение производительности в 2 раза, а значит время выполнения спасательной работы существенно сокращается.

Таким образом поставленные в выпускной работе задачи выполнены и можно сделать вывод о достижении цели выпускной квалификационной работы.

## Список используемых источников

1. Мاستрюков, Б. С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях : учеб. для вузов / Б. С. Мاستрюков. - Гриф МО. - Москва : Academia, 2003. - 332 с.
2. Голован, Ю. В. Спасательная техника и базовые машины: учеб. пособие / Ю. В. Голован, В. К. Емельянов, Т. В. Козырь. - Москва : Проспект, 2018. - 226 с.
3. Журавлев, В. П. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие / В. П. Журавлев, С. Л. Пушенко, А. М. Яковлев. - Гриф МО. - Москва : Изд-во АСВ, 2001. - 369 с.
4. Юртушкин, В. И. Чрезвычайные ситуации : защита населения и территорий : учеб. пособие для воен. кафедр хим. и хим.-технол. вузов РФ / В. И. Юртушкин. - Гриф УМО. - Москва : КНОРУС, 2008. - 363 с.
5. Щекин, В. А. Технологические основы сварки плавлением : учеб. пособие для вузов. - Изд. 2-е, перераб / В. А. Щекин - Ростов н/Д. : Феникс, 2009. - 345 с.
6. Микрюков, В. Ю. Безопасность жизнедеятельности: учебник / В. Ю. Микрюков. - Москва : КНОРУС, 2016. - 336 с.
7. Мейстер, Р. А. Нестандартные источники питания для сварки : учеб. пособие / Р. А. Мейстер. - ВУЗ/изд. - Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2004. - 96 с.
8. Косинцев, В.И. Основы проектирования химических производств и оборудования / В.И. Косинцев [и др.] – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 395 с.
9. Действия населения в чрезвычайных ситуациях. Пособие. Под общей редакцией В.А. Владимирова. – М.: МЧС России, 1995.
10. Фатхутдинов, Р.А. Организация производства: Учебник / Р. А. Фахрутдинов – М.: ИНФРА – М, 2001.– 672 с.
11. Гостюшин, А. В. Энциклопедия экстремальных ситуаций / А. В. Гостюшин. — М.: Изд. «Зеркало», 1995.-288 с.

12. Рыбаков, В.М. Дуговая и газовая сварка: Учеб. для сред. ПТУ / В.М. Рыбаков. - 2-е изд. перераб.- М.: Высш. школа, 1986.- 208 с.
13. Рыбаков, А.М. Сварка и резка металлов. Учебник для средних профессионально-технических училищ / А.М. Рыбаков. - М.: Высшая школа, 1977.
14. Malinov, L.S. Increasing the abrasive wear resistance of low-alloy steel by obtaining residual metastable austenite in the structure / L.S. Malinov, V.L. Malinov, D.V. Burova, V.V. Anichenkov // Journal of Friction and Wear. – 2015. – №3. – P. 237–240.
15. Балашов, А.И. Экономика фирмы: учеб. пособие / А.И. Балашов. – Ростов н/Д: Феникс, 2010. – 351 с.
16. Великанов, К.М. Экономика машиностроительного производства: практикум / К.М. Великанов. – 2-е изд., перераб. и доп. 17. – М.: Высш. шк. 1999. – 96 с.
18. Волков, О.И. Экономика предприятия: курс лекций: учеб. пособие для вузов / О.И. Волков, В.К. Скляренко. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 280 с.
19. Грибов, В.Д. Экономика предприятия: учеб. + практикум / В.Д. Грибов, В.П. Грузинов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 334 с.
20. Золотогоров, В.Г. Организация производства и управление предприятием: учеб. пособие / В.Г. Золотогоров. – Минск: Книжный Дом, 2005. – 448 с.
21. Enhancement of steels wear resistance in corrosive and abrasive medium / V. Kaplun, P. Kaplun, R. Vodnar, V. Gonchar // Interdisciplinary Integration of Science in Technology, Education and Economy : monograph /ed. by J. Shalapko, B. Zoltowski. – Bydgoszcz, 2013. – P. 320–329.
22. Думов, С. И. Технология электрической сварки плавлением: Учебник для машиностроительных техникумов / С.И. Думов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1987. - 368 с.

23. Чебац, В.А. Сварочные работы: Учеб. пособие / В.А. Чебац - 3-е изд. перераб.- Ростов-на-Дону: изд. центр «Феникс», 2006. - 412 с.
24. Lucas, W. Choosing a shielding gas. Pt 2 // Welding and Metal Fabrication. – 1992. – № 6. – P. 269–276.
25. Dilthy, U., Reisinger U., Stenke V. et al. Schutzgase zum MAGM – Hochleistungsschweißen // Schweissen und Schneiden. – 1995. – 47, № 2. – S. 118–123.
26. Dixon, K. Shielding gas selection for GMAW of steels // Welding and Metal Fabrication. – 1999. – № 5. – P. 8–13.
27. Salter, G. R., Dye S. A. Selecting gas mixtures for MIG welding / G. R. Salter, S. A. Dye // Metal Constr. and Brit. Weld. J. – 1971. – 3, № 6. – P. 230–233.
28. Cresswell, R. A. Gases and gas mixtures in MIG and TIG welding // Welding and Metal Fabrication. – 1972. – 40, № 4. – P. 114–119.
29. Бабинец, А.А. Влияние способов дуговой наплавки порошковой проволокой на проплавление основного металла и формирование наплавленного металла / А.А. Бабинец, И.А. Рябцев, А.И. Панфилов [и др.] // Автоматическая сварка. – 2016. – № 11. – С. 20–25.
30. Жариков, С.В. Влияние экзотермической смеси в составе сердечника самозащитной порошковой проволоки на параметры наплавленного валика / С.В. Жариков // Вісник східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганск: СНУ, 2010. – № 2. – С. 102–105.
31. Гофман, Я. Восстановление сменных деталей с помощью лазерных технологий // Автоматическая сварка. – 2001. – № 12. – С. 37–38.
32. Алешин, Н.П. Современные способы сварки: Учеб. пособие / Н.П. Алешин. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 59 с.
33. Zhang, Y.M., Liguó E., Kovacevic R. Active metal transfer control by monitoring excited droplet oscillation // Welding Journal. 1998. Vol. 77. N 9. P. 388-s—394-s.

34. Горина, Л.Н. Промышленная безопасность и производственный контроль: учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, Т.Ю. Фрезе. – ТГУ. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2013. 153 с.
35. Гордиенко, В.А. Экология: базовый курс для студентов небиологических специальностей: учеб. пособие для вузов / В.А. Гордиенко, К.В. Показеев, М.В. Старкова. – СПб.: Лань, 2014. – 633 с.
36. Белов, С. В. Охрана окружающей среды / С. В. Белов. – М.: Машиностроение, 1990. – 372с.
37. Брауде, М. З. Охрана труда при сварке в машиностроении / М. З. Брауде, Е. И. Воронцова, С. Я. Ландо. – М.: Машиностроение, 1978. – 144 с.
38. Манойлов, В. Е. Основы электробезопасности / В. Е. Манойлов. – Л.: Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1991. – 480 с.