

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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 кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Аргонодуговая сварка изделия 469»

Студент

С.Ф. Сатаров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.Л. Федоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор, В.В. Ельцов

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

(личная подпись)

« » 20 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Цель работы – повышение качества и производительности на операциях соединения компонентов корпуса ракеты (изделие 469).

Для достижения цели в работе решены следующие задачи: подобраны режимы сварки, обеспечивающие повышение производительности; предусмотрены мероприятия для защиты жизни и здоровья производственного персонала, принимающего участие при изготовлении изделия; произведен расчет экономической эффективности предложенных технических мероприятий.

В составе пояснительной записки __44_ стр., __14__ рисунков, __6_ таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ исходных данных и известных решений.....	6
1.1 Общие свойства авиационных ракет.....	6
1.2 Анализ свойств материала конструкции	7
1.3 Базовый технологический процесс изготовления изделия.....	9
1.4 Анализ недостатков базовой технологии и путей их преодоления	13
1.5 Задачи бакалаврской работы.....	14
2 Методика исследований	16
3 Результаты исследований.....	18
4 Безопасность и экологичность проекта.	21
4.1 Характеристика участка сварки.....	21
4.2 Персональные риски, сопровождающие внедрение проектной.....	23
технологии в производство	23
4.3 Предлагаемые мероприятия по снижению профессиональных.....	24
рисков в ходе внедрения в производство проектной технологии.....	24
4.4 Предлагаемые мероприятия по обеспечению пожарной.....	25
безопасности разрабатываемого технологического объекта.....	25
4.5 Оценка экологической безопасности разрабатываемого.....	27
технологического объекта.....	27
4.6 Заключение по разделу	27
5 Экономическая эффективность проекта.....	29
5.1 Исходные данные для расчетов.....	29
5.2 Вычисление фонда времени работы оборудования	31
5.3 Капитальные вложения в оборудование.....	31
5.4 Расчет заводской себестоимости базового и проектного вариантов	
технологии.	34
5.5 Цеховая себестоимость.....	37
5.6 Заводская себестоимость.....	38

5.7 Расчет показателей экономической эффективности проектного варианта технологии	39
Выводы по экономическому разделу	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	42
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	43

ВВЕДЕНИЕ

Акционерное общество «Салют» входит в состав ОАО "Корпорация "Тактическое ракетное вооружение". История предприятия началась в 1941 году. Предприятие производило бронекорпуса для самолетов Ил-2, бронезащиту для других типов самолетов. В настоящее время предприятие работает по заказам Министерства обороны, производит элементы комплектующих изделий для головных предприятий ОАО «Корпорация ТРВ», и изделия спецзащиты для летательных аппаратов - самолетов и вертолетов. С учетом жесткой конкуренции производителей вооружений модернизация технологий производства оружия является актуальной.

Так, на сварочном участке предприятия главной продукцией являются изделия для ОАО «Корпорация ТРВ», в частности, корпуса для ракет класса «воздух-поверхность». Это ответственное изделие, причем, сравнительно небольших габаритов и толщин. Вообще, номенклатура ракет класса «воздух-поверхность» весьма обширна. Сюда относят и противорадиолокационные ракеты, и противокорабельные и противотанковые. В настоящее время кольцевые швы корпуса таких ракет выполняют методом аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.

. Цель настоящей работы – повышение качества и производительности на операциях соединения компонентов корпуса ракеты (изделие 469).

1 Анализ исходных данных и известных решений

1.1 Общие свойства авиационных ракет

У типовой ракеты «воздух-поверхность» корпус вытянутый, цилиндрический. Если ракета с самонаведением, то в передней ее части располагается головка самонаведения, далее располагается бортовое радиоэлектронное оборудование, управляющее движением ракеты в пространстве и наведением ракеты на цель. Как правило, за бортовым радиоэлектронным оборудованием установлена боевая часть, которая состоит из заряда взрывчатого вещества и взрывателя. В зависимости от назначения ракеты применяют боевые части ядерные, фугасные, объёмно-детонирующие, проникающие, кумулятивные и кассетные. И в задней части установлена силовая установка. Это может быть ракетный двигатель или воздушно-реактивный двигатель.

Таким образом, корпус ракеты предназначен для установки в нем сложнейшего радиоэлектронного оборудования, в нем хранится запас топлива, находится двигатель.

Требования к ракетам жесткие. Так на этапе хранения предусматривается, что, например, ракеты семейства Х-38 могут храниться до 10 лет при условии выполнения проверок и требуемого обслуживания. Есть, также и назначенные ресурсы при использовании в подвешенном к технике состоянии. Так ракета, подвешенная на пилоне, должна выдержать до 15ти посадок самолета или 30ти посадок вертолета. Налет подвешенной к пилону ракеты должен быть обеспечен не менее 75 часов.

С учетом изложенного к сварным соединениям деталей корпуса ракеты предъявляются высокие требования.

Рассмотрим конкретную ракету, корпус которой условно обозначен как изделие 469. Диаметр корпуса составляет 200 мм, толщина стенки составляет 2,5 мм. Изделие 469 выполнено из нержавеющей стали 12Х18Н10Т. Поэтому

в технологию для соединения частей корпуса заложена аргонодуговая сварка. Аргонодуговая сварка применяется по ГОСТ 14771-76 соединение С2.

1.2 Анализ свойств материала конструкции

Корпус ракеты изготавливается из стали марки 12Х18Н10Т. Марка 12Х18Н10Т является коррозионностойкой и жаропрочной сталью. Данная сталь применяется при изготовлении сварной аппаратуры, теплообменников, электродов свечей зажигания, а также других изделий, работающих в агрессивных средах.

Марка 12Х18Н10Т разрешена к эксплуатации при диапазоне температур $-196...+600\text{ }^{\circ}\text{C}$ без требований к давлению.

ГОСТы 7350–77, 5582–72, 4986–79 предъявляют требования к отсутствию склонности у данной марки стали к коррозии межкристаллитного типа.

Данная марка стали по назначению, физическим и механическим характеристика идентична маркам 08Х18Н10Т и 10Х18Н9Т.

Марка 12Х18Н10Т по своему типу является аустенитной сталью, т.е. феррит содержится в малом количестве или совсем отсутствует. Данная марка обеспечивает содержание феррита в металле сварного шва в диапазоне от 2% до 10%.

Таблица 1.1 – Химсостав марки 08Х18Н10Т в процентах

С	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Ti	Fe
<0.12	<0.8	<2	9-11	<0.02	<0.035	17-19	<0.3	0,5 – 0,7	оставшиеся %

Таблица 1.2 – Физико-механические свойства марки 12Х18Н10Т

Состояние поставки и наличие термической обработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_e	δ_5	ψ
		МПа		%	
		не менее			
Трубы бесшовные горячедеформированные без термической обработки	3,5...32	205	511	41	54

Сварка сталей марки 08X18H10T обладает рядом особенностей, представленных ниже [2]:

1) Необходимость избегания нагрева околошовной зоны и металла сварного шва в процессе эксплуатации до температуры 450-650 °С. Такой нагрев приводит к появлению межкристаллитной коррозии и ножевой коррозии в зоне сплавления.

2) Образование термических трещин при кристаллизации металла связано с аустенитной структурой сварного шва. При этом размер термических трещин бывает разным: от незаметных глазу микронадрывов в структуре металла до крупных заметных трещин. Термические трещины могут возникать при эксплуатации металлоконструкций в условиях повышенных температур или при термообработке. При сварке образование термических трещин связано с формированием крупнозернистой макроструктуры металла в зоне сварного шва. При многослойной сварке вероятность образования термических трещин повышается, т.к. кристаллы текущего слоя являются продолжением кристаллов предыдущего слоя и на них оказывают влияния напряжения усадки.

3) Подверженность охрупчиванию. Это выражается в снижении пластичности металла в зоне сварки при длительной работе металлоконструкции в условиях высокой температуры (>350 °С). Причиной охрупчивания металла в температурном диапазоне от 350 до 550 °С является повышенное содержание феррита, а при более высоких температурах – из-за стигматизации. Также охрупчивание металла в зоне сварки с большим содержанием феррита происходит при выполнении различных технологических операций на производстве, например, при горячей штамповке. Для предотвращения эффекта охрупчивания металла в зоне сварки при длительном нагреве с температурой выше 350 °С нужно снизить содержание феррита в металле до 8-10 %.

4) Подверженность к короблению. Если сравнивать с углеродистыми сталями данная марка стали обладает сниженной теплопроводностью и высоким

коэффициентом теплового расширения в температурном диапазоне 0-800 °С. Это приводит к усилению эффекта коробления металлоконструкций при сварке.

Из перечисленного применительно к корпусам ракет актуальным является предотвращение термических трещин и предотвращение коробления корпуса ракеты.

Мероприятия по предотвращению появления термических трещин при сварке данной стали следующие:

- 1) Во время сварки следует выбирать наименьшую длину дуги и обеспечить отсутствие поперечных колебаний.
- 2) Кратеры швов необходимо заплавлять до получения выпуклости или проводить их вышлифовку. Запрещено выводить кратеры на основной металл трубопровода.
- 3) Если произошел обрыв дуги, то следует проверять место сварки на отсутствие кратерной трещины перед продолжением сварки. При обнаружении трещины следует воспользоваться механической обработкой для удаления кратера.
- 4) При разработке проекта сварных конструкций из аустенитных сталей рекомендуется производить замену тавровых и угловых соединений на стыковые.

1.3 Базовый технологический процесс изготовления изделия

Первая операция базового технологического процесса – входной контроль. Контроль выполняется по отношению к свариваемым деталям – трубам диаметром 200 миллиметров и с толщиной стенки 2,5 мм. Кроме того, выполняется контроль состояния установки для сварки и ее настройки.

При сварке корпуса авиационной ракеты, конкретно изделия 469, на производственных участках акционерного общества «Салют» применяют автоматическую аргонодуговую сварку неплавящимся электродом в среде инертного газа.

Причем, выбор неплавящегося электрода, материала из которого он изготовлен, является ответственным делом. Наиболее широко неплавящиеся электроды используют из чистого вольфрама или с различными добавками.

В России неплавящиеся вольфрамовые электроды производят в соответствии с требованиями стандартов и технических условий. Среди них: ГОСТ 23949-80 “Электроды вольфрамовые сварочные неплавящиеся. Технические условия”; ТУ 48-19-27-88 “Вольфрам лантанированный в виде прутков. Технические условия”; ТУ 48-19-221-83 “Прутки из иттрированного вольфрама марки СВИ-1. Технические условия”; ТУ 48-19-527-83 “Электроды вольфрамовые сварочные неплавящиеся ЭВЧ и ЭВЛ-2. Технические условия”.

Электрод из чистого вольфрама обозначается WP, маркировка зеленым цветом. По ГОСТ 23949-80 обозначается ЭВЧ, далее это обозначение в скобках. Содержит 99,5% вольфрама. Вольфрамовые электроды без примесей обладают хорошими технологическими характеристиками. Недостатки: сложности при возбуждении дуги; загрязнение сварочной ванны вольфрамовыми включениями.

Электроды, содержащие в своем составе 2% оксида тория, обозначаются WT-20 (ЭВТ), маркировка красным. Их применяют достаточно часто, так как обладают рядом положительных качеств.

Эти электроды предпочтительны для соединения заготовок из нержавеющей стали, на постоянном токе. Однако есть у этих вольфрамовых электродов и ряд недостатков. При их использовании для сварки в закрытых помещениях и при заточке следует оборудовать рабочее место вытяжной вентиляцией, так как торий – это радиоактивный металл, пары и пыль которого могут оказать негативное влияние на здоровье человека. Кроме того, при сварке такими электродами, осуществляемой на переменном токе, дуга может скакать по выступающим поверхностям, что приводит к ухудшению качества формируемого соединения. Сварка осуществляется

постоянным током. Такой вид электрода используют для сварки низколегированных, углеродистых, нержавеющих сталей.

Электроды с оксидом лантана обозначают WL-15 (ЭВЛ), содержат оксид лантана в количестве 1,5%, маркируются золотым цветом и WL-20 содержат оксид лантана в количестве 2%, маркируются синим цветом.

Вольфрамовые электроды с добавками оксида иттрия обозначаются WY-20 (ЭВИ), маркируются темно-синим цветом. Такой вид электрода применяют для сварки алюминия, магния.

Сварку выполняют на установке модели УСКК-2, рисунок 1.1. Данное оборудование применяют при соединении сваркой плавлением круговых и кольцевых швов на торцевых и цилиндрических поверхностях изделий из жаропрочных и нержавеющих сталей. Применяется установка на предприятиях отрасли связанных со сваркой моторных узлов, рисунок

Главным узлом установки модели УСКК-2 является станина. На ней закреплены все механические узлы, внутри установлена электроаппаратура.

Следует отметить, что установка не только обеспечивает вращение свариваемых заготовок, но и фиксирует в требуемом пространственном положении сварочную горелку. Главным узлом применяемым для фиксации сварочной горелки является балка, представляющую из себя сварную конструкцию. Крепится балка к стойке, которая установлена на станине. На балке закреплены прямоугольные направляющие, на которых посредством привода и с помощью винтовой передачи перемещается кронштейн. На кронштейне закреплена сварочная головка. Перемещением кронштейна сварочная горелка наводится на место соединения двух деталей, которые следует сварить, на место будущего стыка. Для точное наведение сварочной головки на стык обеспечивается маховиком. Между маховиком и винтом винтовой передачи установлена жесткая кинематическая связь.

Подготовленные к сварке изделия устанавливаются в технологический центратор, контролируют величину смещения кромок и обеспечивают их сжатие, зазор в соединении при этом стремится к 0.

Затем включают вращение изделия на установке.

Периодически проводится разрушающий контроль на специальном стенде, примерно 1 изделие из 1000.



Рисунок 1.1 – Установка для сварки кольцевых швов

Периодически проводится разрушающий контроль на специальном стенде, примерно 1 изделие из 1000.

1.4 Анализ недостатков базовой технологии и путей их преодоления

На Акционерном обществе «Салют» имеется достаточно продолжительный опыт эксплуатации установок УСКК-2. При всех достоинствах данного оборудования производственный персонал предприятия выявил несколько негативных моментов, главный из которых нестабильное качество сварного соединения при высоких скоростях сварки, а значит, при высоких величинах сварочного тока. Параметром качества, который не устраивает производителей является нестабильный провар. Проводимые сотрудниками заводской лаборатории исследования позволили выявить главную причину нестабильности провара при высокой силе тока. Причина ухудшения стабильности образование наростов на рабочем участке. Вообще, неплавящиеся вольфрамовые электроды при сварке дугой работают при весьма больших значениях протекающего через них тока, и, хотя вольфрам плавится при температурах свыше 3000°C , и при дуговой сварке вольфрамовый электрод охлаждается, как правило, струей аргона, зачастую происходит перегрев вольфрамового электрода и его разрушение. Но при диаметре электрода 3 мм и более предельная величина тока, при которой происходит разрушение электрода, достигает больших величин, 380 ампер и более. Но высокие токовые нагрузки приводят к испарению (сублимации) вольфрама в зоне пятна дуги и последующей его конденсации на более холодном участке с образованием т.н. наростов.

Видеосъемка падения нароста представлена на рисунке 1.2. Отчетливо видно падение нароста на изделие по периферии сварочной дуги. Перечисленные проблемы устраняются снижением силы сварочного тока и, соответственно, скорости сварки. Сварка ведется в автоматическом режиме, и, если при дуговой сварке с ручным манипулированием горелкой сварщик может контролировать перечисленные процессы и своевременно принимать меры, предотвращающие срыв нароста, то при автоматической сварке

повышение стабильности обеспечивается снижением производительности процесса.

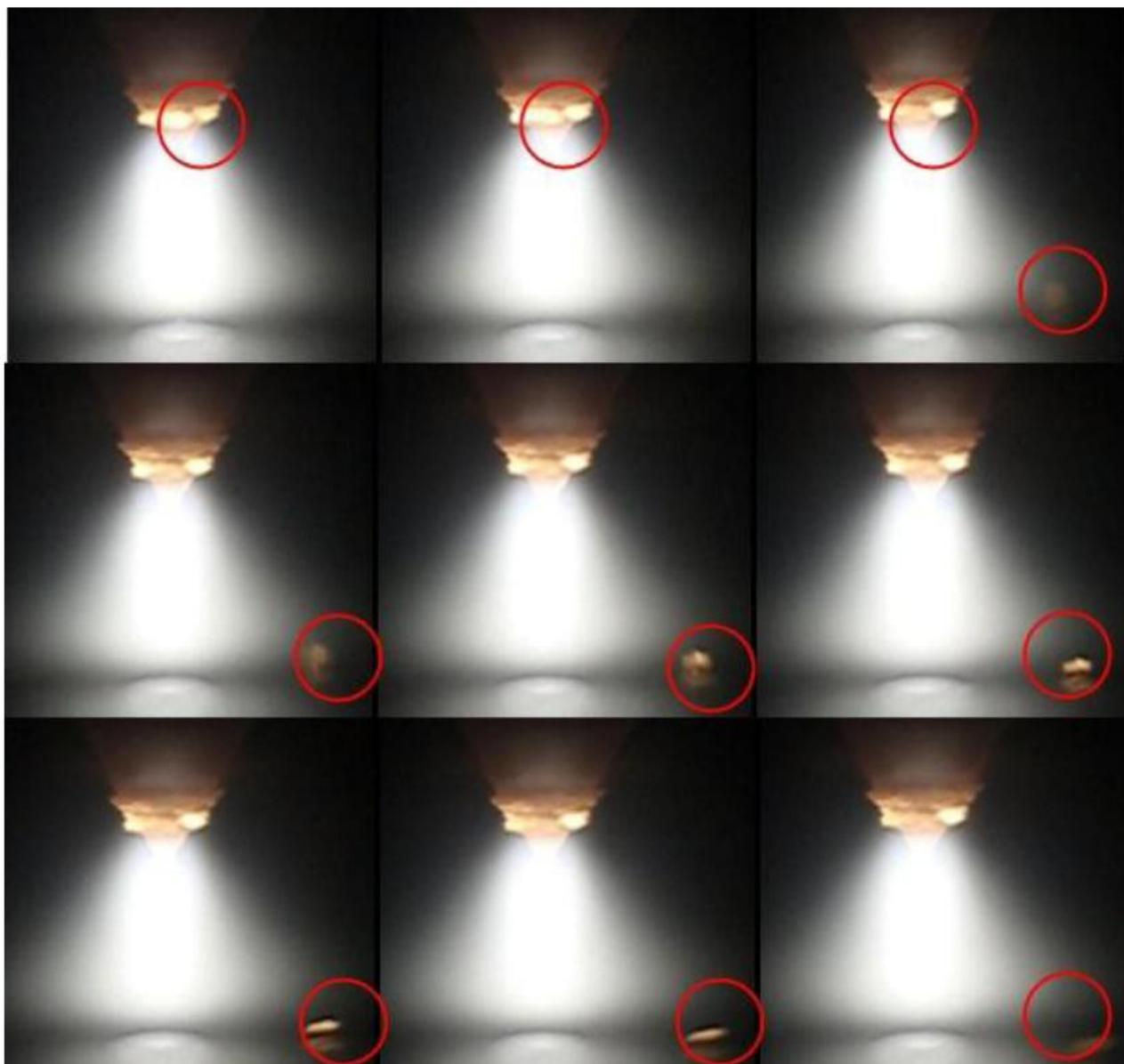


Рисунок 1.2 – Падение нароста

Устранить некоторые недостатки базовой технологии можно применив результаты последних исследований ученых в области сварки.

1.5 Задачи бакалаврской работы

Анализ базовой технологии изготовления корпусов ракет и известных способов устранения недостатков базовой технологии выполнения

кольцевых швов, соединяющие детали корпуса ракеты позволил сделать вывод о том, что результаты работы «Повышение стабильности проплавления при аргонодуговой сварке конструкций из коррозионно-стойких сталей» могут быть применены.

Таким образом, для достижения поставленной в работе цели мы должны решить следующие задачи: на основе результатов работы разработать технологические рекомендации; разработать технологический процесс аргонодуговой сварки.

.

.

2 Методика исследований

При проведении исследований процесса аргодуговой сварки применялись методы планирования эксперимента. Определить глубину проплавления, причем, точные ее значения, иными методами, кроме как металлографический анализ, представляется проблематичным. При металлографическом анализе шлифов сварных соединений для травления поверхности нержавеющей стали применяли стандартные реактивы. Полученные микрошлифы исследовали на металлургическом микроскопе МИМ-8, рисунок 2.1. Микроскоп установлен в лаборатории предприятия, и, несмотря на древний возраст, обеспечивает приемлемое качество фотографий.



Рисунок 2.1 – Микроскоп металлургический

Статистическая обработка проводилась с использованием пакетов STATISTIKA и MathCad. Сварку образцов выполняли на установке УСКК2, см. рис. 1.1.

Образцы применяли из труб – обрезков корпусов 469 ракет. Сварку образцов выполняли по следующей методике.

Подготовленные к сварке образцы устанавливали в технологический центратор, контролировали размер смещения кромок и обеспечивали их сжатие, зазор в соединении при этом стремится к 0.

Затем включают вращение изделия на установке. Меняли величину сварочного тока, разные углы заточки.

Полученные сварные кольца резали на образцы и отправляли на металлографические исследования на микроскопе МИМ-8.

3 Результаты исследований

Результаты статистической обработки данных показали, что глубина проплавления существенно зависит от угла заточки электрода, рисунок 3.1.

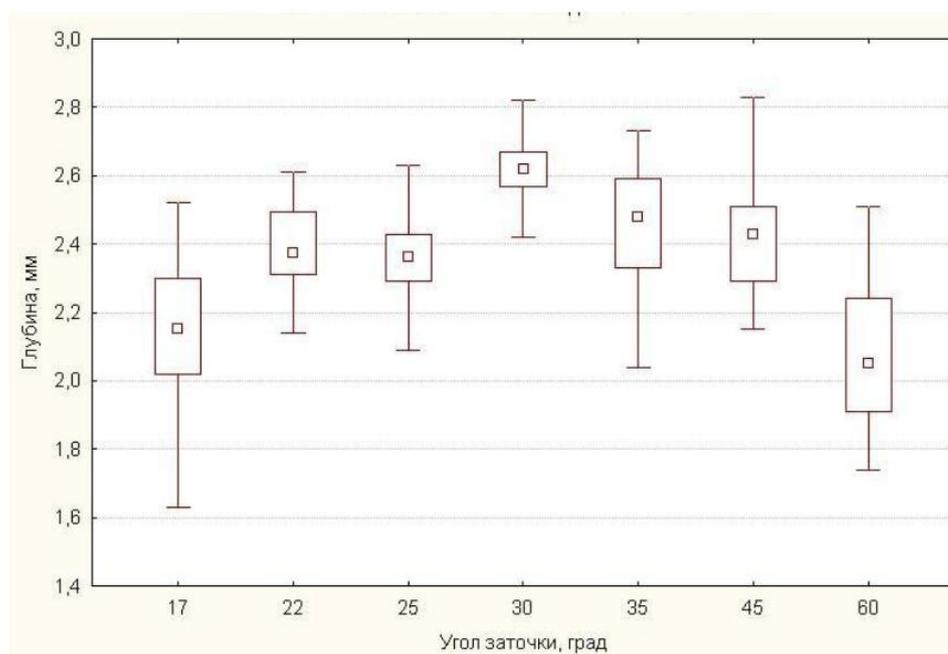


Рисунок 3.1 – влияние угла заточки на глубину проплавления

Результаты проведенных экспериментов позволили установить зависимость дисперсии от угла заточки и силы тока, рисунок 3.2.

Анализ приведенного графика показывает, что максимальная стабильность проплавления достигается при величине заточки электрода 30°. Минимум разброса значений величины проплавления обеспечивается при угле заточки в тридцать градусов вплоть до токов 260 ампер. Данная информация представляет возможность обеспечения производственного участка технологическими рекомендациями, согласно которым Выполненные исследования позволили разработать технологические рекомендации обеспечивающие выбор угла заточки и диаметра вольфрамового электрода, обеспечивающего стабильность формы проплавления сварного шва при АрДС изделия 469, для заданных значений сварочного тока.

Таблица 3.1 – Рекомендуемые и предельные значения сварочного тока

	Диаметр электрода, мм	Рекомендуемый сварочный ток, А	Предельный сварочный ток, А
1	1,0	-	90
2	1,6	-	188
3	2,0	до 120	270
4	3,0	120 - 300	400

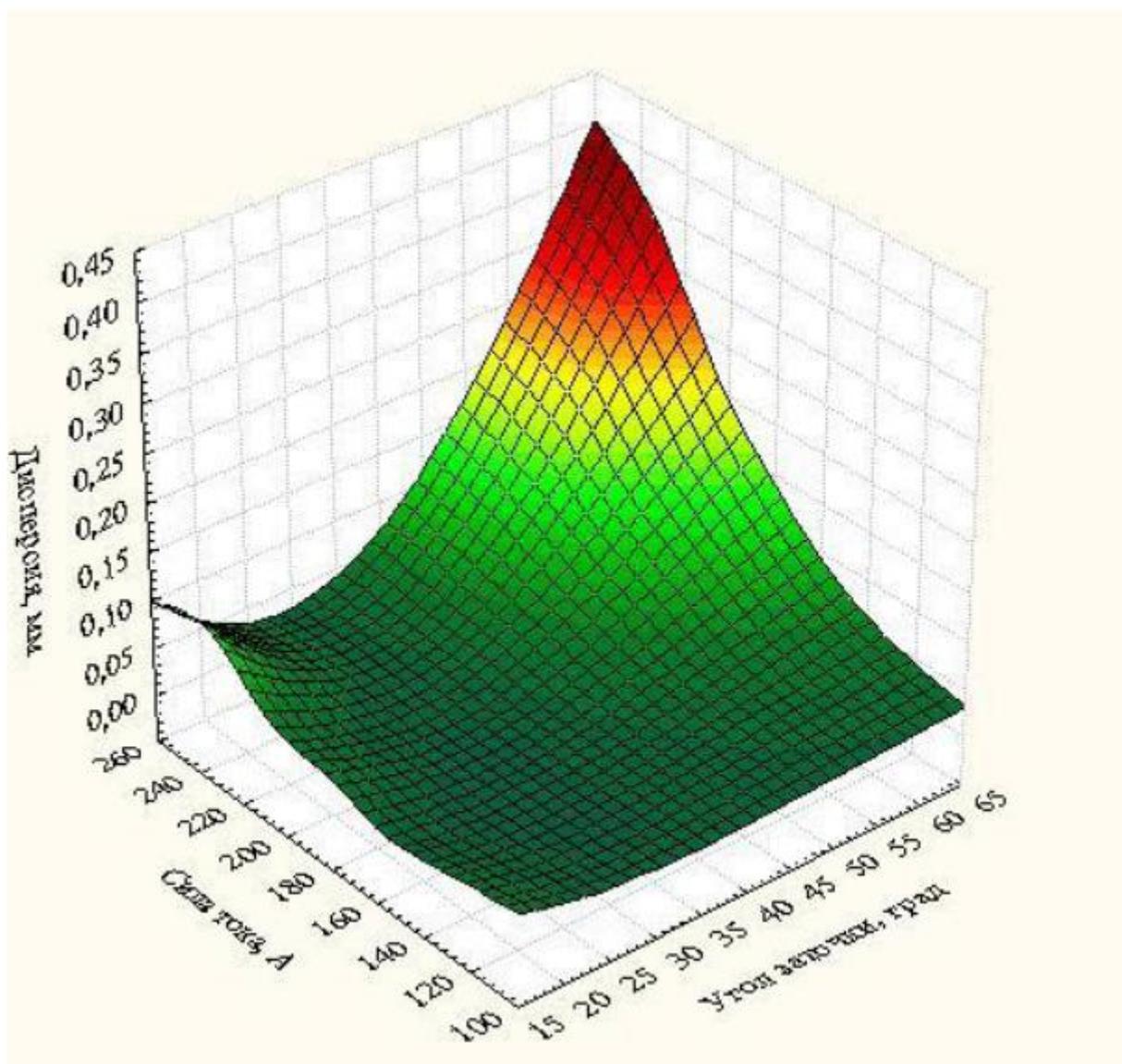


Рисунок 3.2 – Зависимость дисперсии от силы тока и угла заточки.

4 Безопасность и экологичность проекта.

4.1 Характеристика участка сварки.

Тема выпускной работы бакалавра: «Аргонодуговая сварка изделия 469». Проектный технологический процесс сварки планируется к внедрению на производственном участке, рисунок 3.1.

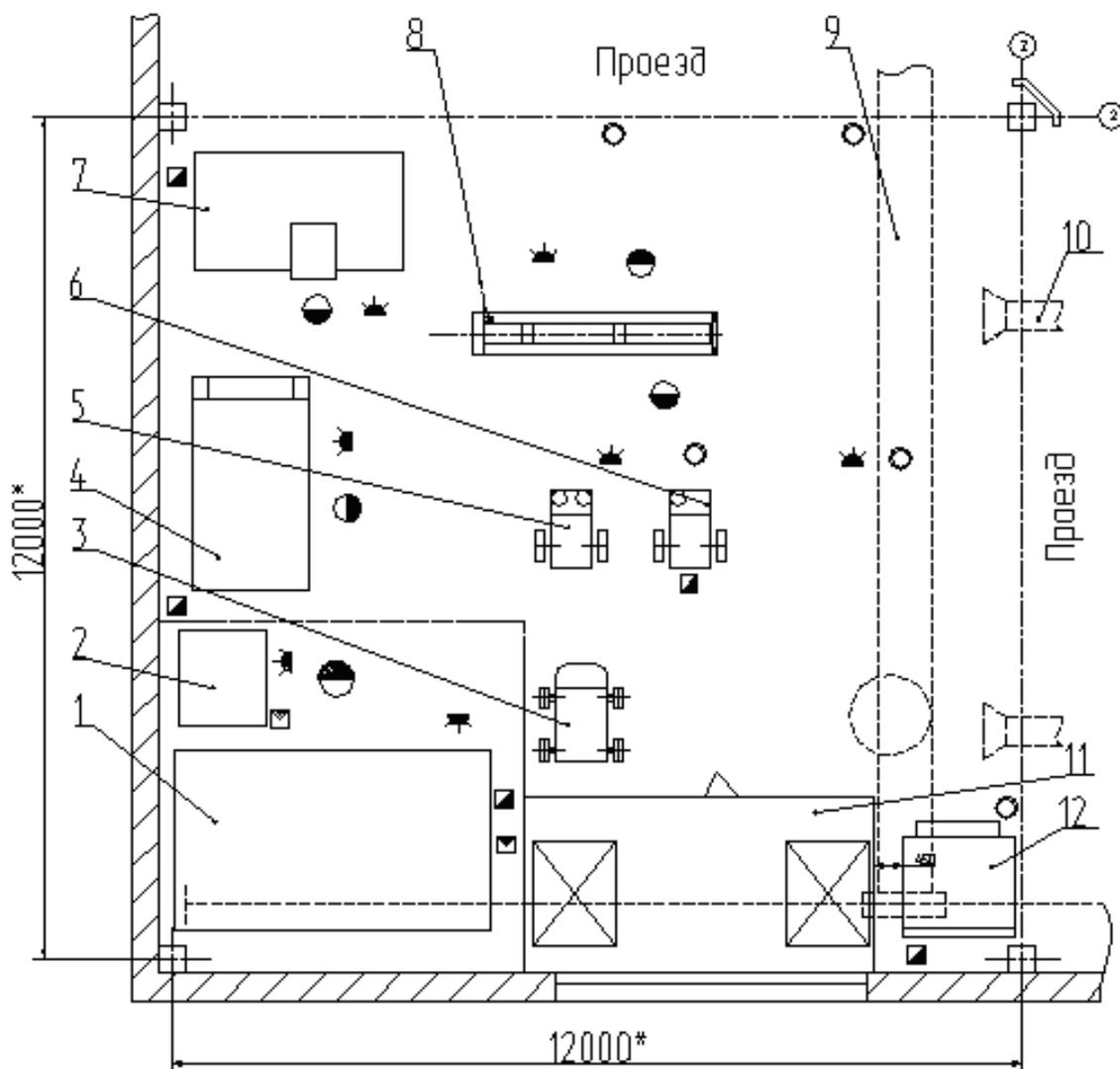


Рисунок 3.1 – Схема компоновочная участка производственного

В состав участка входит следующее оборудование: склад заготовок 1; аппарат для рентгеновского контроля 2; тележка инвентарная 3; вальцы 4; тележка для баллонов с газом 5; источник питания 6; пост входного контроля 7; установка УСКК-2 8; кран-балка 9; приточная вентиляция 10; склад 11;

печь для сушки сварочных материалов 12.

Таблица 3.1 - Технологический паспорт объекта

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Должность работника, выполняющего данную технологическую операцию	Оборудование, устройства и приспособления, применяемые при выполнении технологической операции	Вещества и материалы, применяемые при выполнении технологической операции
1	2	3	4
1. Гибка обечаек	Слесарь-сборщик, электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	1) вращатель 2) плазменно-воздушный резак 3) Щётка металлическая 4) машинка угловая шлифовальная	1) рукавицы 2) круг абразивный
2. Сборка, прихватка, контроль	Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	1) центратор наружный 2) Выпрямитель ВД-306 М 3) стропы 4) шаблон УШС-3 5) линейка металлическая 6) машинка угловая шлифовальная	7) проволока Св-08Г2С Ø 1,2 мм 8) газ углекислый
3. Сварка	Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	1) источник питания Aristo 1000 AC/DC SAW 2) стропы 3) шаблон УШС-3 4) машинка угловая шлифовальная	1) проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм 2) флюс
4. Контроль качества сварки	Дефектоскопист	1) лупа х4 2) шаблон сварщика УШС-3 3) стенд гидроиспытательный	-

4.2 Персональные риски, сопровождающие внедрение проектной технологии в производство

Таблица 4.2 –Профессиональные риски, сопровождающие осуществление проектной технологии

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Источник появления опасного или вредного производственного фактора
1	2	3
1. Подготовка кромок	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека 	<ul style="list-style-type: none"> 1) вращатель 2) плазменно-воздушный резак 3) Щётка металлическая 4) машинка угловая шлифовальная
2. Сборка, прихватка, контроль	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека; - высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов; - повышенное значение уровня инфракрасной радиации в рабочей зоне 	<ul style="list-style-type: none"> 1) центратор наружный 2) источник питания Aristo 1000 AC/DC SAW 3) стропы 4) шаблон УШС-3 5) линейка металлическая 6) машинка угловая шлифовальная

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
3. Сварка	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека; - высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов; - повышенное значение уровня инфракрасной радиации в рабочей зоне 	<ul style="list-style-type: none"> 1) источник питания Aristo 1000 AC/DC SAW 2) стропы 3) шаблон УШС-3 4) машинка угловая шлифовальная
4. Контроль качества сварки	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека 	<ul style="list-style-type: none"> 1) лупа х4 2) шаблон сварщика УШС-3 3) стенд гидроиспытательный

4.3 Предлагаемые мероприятия по снижению профессиональных рисков в ходе внедрения в производство проектной технологии

Таблица 4.3 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Наименование предлагаемого организационного мероприятия и технического средства, осуществляющего защиту, снижение и устранение данного опасного и вредного производственного фактора	Наименование средства для осуществления индивидуальной защиты работника
1	2	3
- Острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования	Проведение периодического инструктажа по вопросам техники безопасности	Перчатки, спецодежда.

Продолжение таблицы 4.3

- Подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин	Нанесение предостерегающих надписей, соответствующая окраска, применение ограждения	-
- Высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов	Проведение периодического инструктажа по вопросам техники безопасности	Спецодежда, перчатки
- Повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека	Устройство и периодический контроль заземления электрических машин и изоляции	-
- Повышенное значение уровня инфракрасной радиации в рабочей зоне	Осуществление экранирования зоны сварки с использованием щитов	Спецодежда, маска сварщика

4.4 Предлагаемые мероприятия по обеспечению пожарной безопасности разрабатываемого технологического объекта

Таблица 4.4 - Технические средства, обеспечивающие пожарную безопасность технологического объекта

Наименование первичного средства для осуществления тушения	Наименование мобильного средства для осуществления тушения	Наименование стационарных систем и установок для осуществления тушения	Наименование пожарной автоматики	Наименование пожарного оборудования, применяющегося для тушения	Наименование средств индивидуальной защиты и спасения людей, применяющихся при тушении	Наименование пожарного инструмента	Наименование пожарной сигнализации, связи и систем оповещения
Ящики с песком, кошма, огнетушитель	-	-	-	-	План эвакуации,	Лопата, багор, топор	кнопка извещения о пожаре

Таблица 4.5 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок, на котором осуществляется сварка трубопровода	Установка для индукционного нагрева, источник питания сварочной дуги	пожары, которые происходят за счет воспламенения и горения веществ и материалов на электроустановках, запитанных электрическим напряжением (Е)	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; уменьшение концентрации кислорода; снижение видимости в дыму	замыкания на проводящих токе частях технологических установок, агрегатов изделий высокого напряжения; термохимическое действие используемых при пожаре огнетушащих веществ, на предметы и людей

Таблица 4.6 – Проведение организационных и технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса	Реализуемое организационное или техническое мероприятие	Требования по обеспечению пожарной безопасности
Подготовка кромок, сборка теплообменника, сварка теплообменника и контроль качества сварных соединений	Проведение ознакомительных мероприятий с рабочим персоналом и служащими, целью которых является доведение до них правил пожарной безопасности, использования средств наглядной агитации по пожарной безопасности. Учения по обеспечению пожарной безопасности с производственным персоналом и служащими	Необходимо обеспечить достаточное количество первичных средств пожаротушения, применение защитных экранов с целью ограничения разлёта искр.

4.5 Оценка экологической безопасности разрабатываемого технологического объекта

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Реализуемый технологический процесс	Операции, входящие в состав технологического процесса	Негативное воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное воздействие технического объекта на литосферу
Подготовка кромок, сборка теплообменника, сварка теплообменника и контроль качества сварных швов и околошовной зоны	Подготовка стыка, сборка труб под сварку, выполнение сварки, контроль качества сварных швов и околошовной зоны	Выделяемые при сварке газообразные частицы и сажа	Проявитель и закрепитель рентгеновских снимков	Бумажная и полиэтиленовая упаковка от вспомогательных материалов; бытовой мусор, преимущественно стальной металлолом.

Таблица 4.8 – Организационно-технические мероприятия обеспечивающие снижение негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Сварка трубопровода
Мероприятия, позволяющие снизить негативное антропогенное воздействие на литосферу	Следует предусмотреть установку контейнеров, позволяющих проводить селективный сбор производственных отходов и бытового мусора. Необходима установка отдельного контейнера для сбора металлолома. На контейнеры следует нанести соответствующие надписи. Необходимо проведение инструктажа среди рабочих сварочного участка по вопросу правильного складывания мусора и отходов в контейнеры.

4.6 Заключение по разделу

В ходе выполнения данного раздела было произведено выявление

опасных и вредных производственных факторов, появление которых возможно при внедрении проектной технологии в производство. Проведён анализ возможности и мер по устранению и уменьшению опасных и вредных производственных факторов. В результате проведения этого анализа установлено, опасные и вредные производственные факторы могут быть устранены или уменьшены до необходимого уровня с применением стандартных средств безопасности и санитарии производства. Отсутствует необходимость в разработке дополнительных средств защиты. При внедрении проектной технологии возможны угрозы экологической безопасности. Для устранения этих угроз необходимо соблюдение технологического регламента и производственной санитарии.

5 Экономическая эффективность проекта

Базовый вариант изготовления корпуса ракеты предусматривает автоматическую дуговую сварку труб из нержавеющей стали в аргоне неплавящимся электродом. Предложен проектный вариант, который за счет измененного угла заточки вольфрамового электрода обеспечивает сварку с более высокой скоростью.

Характеристика сравниваемых вариантов представлена в таблице 5.1. Здесь указаны недостатки базового варианта, и как они будут устранены в проектном.

Расчет будем выполнять по изменившимся операциям (сварка) технологического процесса на один корпус.

Характеристика сравниваемых вариантов дана в таблице 5.1. В данной таблице показаны недостатки базовой технологии, и как планируется устранить их в проектном.

Таблица 5.1 - Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Базовый вариант	Проектный вариант
Низкая скорость сварки по причине быстрого образования наростов на электроде.	В проектном варианте предложен вариант заточки вольфрамового электрода таким образом, что скорость роста наростов уменьшена и применение источника питания, вольтамперная характеристика которого позволит снизить скорость наростов и возможен вариант сварки с более высокими скоростями.

5.1 Исходные данные для расчетов

Исходные данные необходимые для проведения расчетов, занесены в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Исходные данные

№ п/п	Наименование экономического показателя	Обозначение показателя	Единица измерения	Значения	
				Базовый	Проект
1	2	3	4	5	6
1	Цена присадочного материала	Цпр	Руб/к	27	140
2	Значение коэффициента, который учитывает наличие транспортно-заготовительных расходов	Ктз	-	1,05	1,05
3	Величина часовой тарифной ставки	Сч	Руб/час	74,89	53,16
4	Значение коэффициента, устанавливающего размер доплат к основной заработной плате	Кд	-	1,81	1,81
5	Значение коэффициента, устанавливающего размер отчислений на дополнительную заработную плату	Кдоп	%	12	12
6	Значение коэффициента, учитывающего размер отчислений на социальные нужды.	Ксн	%	30	30
7	Рыночная стоимость применяемого технологического оборудования	Цоб	Руб	10175	850000
8	Установленная норма амортизационных отчислений на используемое в технологическом процессе оборудование	На	%	18	18
9	Значение коэффициента полезного действия технологического оборудования	КПД	-	0,7	0,7
10	Стоимость расходуемой на осуществление технологии электрической энергии	Цээ	Руб/кВт	2,2	2,2
11	Стоимость эксплуатации производственных площадей	Сэкспл	Руб/м ²	3000	3000
12	Площадь, которая занята технологическим оборудованием	S	М ²	8	11
13	Значение коэффициента, учитывающего затраты на монтаж и демонтаж технологического оборудования	кмонт	-	0,03	0,02
14	Принятое значение нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений	Ен	-	0,33	0,33
15	Цена приобретения производственных площадей	Цпл	Руб/м ²	3000	3000
16	Значение коэффициента, который учитывает цеховые расходы	Кцех	-	250	250
17	Значение коэффициента, который учитывает заводские расходы	Кзав	-	215	215

5.2 Вычисление фонда времени работы оборудования

Для определения временных затрат на выполнение операций технологического процесса используем расчётную зависимость:

$$t_{шт} = t_{МАШ} + t_{ВСП} + t_{ОБСЛ} + t_{ОТЛ} + t_{П-З} \quad (5.1)$$

где $t_{шт}$ – общее время, которое затрачивает персонал на выполнение операций технологического процесса;

$t_{МАШ}$ – время, которое затрачивает персонал непосредственно на выполнение сварочных операций;

$t_{ВСП}$ – время, которое затрачивает персонал на подготовку к работе сварочного оборудования и составляет 10% от $t_{МАШ}$;

$t_{ОБСЛ}$ – время, которое затрачивает персонал на обслуживание, текущий и мелкий ремонт сварочного оборудования и составляет 5% $t_{МАШ}$;

$t_{ОТЛ}$ – время, которое затрачивает персонал на личный отдых, составляет 5% $t_{МАШ}$;

$t_{П-З}$ – время на подготовительно – заключительные операции, 1% $t_{МАШ}$.

Нормы машинного времени для автоматических способов сварки определим из карт технологического процесса.

$$t_{МАШБ} = 2,5 \text{ мин} = 0,04 \text{ час}$$

$$t_{штБ} = 2,5 + 2,5 \cdot 12\% + 2,5 \cdot 8\% + 2,5 \cdot 5\% + 2,5 \cdot 1\% = 3,15 \text{ мин} = 0,0525 \text{ час}$$

В проектном варианте скорость сварки возросла и машинное время 1,26 мин. Таким образом, штучное время, проектный вариант

$$t_{штпр} = 1,26 + 0,126 + 0,063 + 0,01 + 0,0126 = 1,47 \text{ мин.} = 0,024 \text{ час.}$$

5.3 Капитальные вложения в оборудование

Количество оборудования определяем с использованием формулы:

:

$$n_{об.расчетн} = \frac{N_{пр} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60} \quad (5.4)$$

где $t_{шт}$ – затрачиваемое штучное время на сварку;

$N_{пр}$ – принятое значение годовой программы;

$\Phi_{эф}$ – величина эффективного фонда времени работы сварочного оборудования;

Для выполнения принятой $N_{пр}$ принимаем целое число единиц оборудования ($n_{об.прин}$).

Расчётное определение величины коэффициента загрузки оборудования выполним с использованием зависимости:

$$k_з = \frac{n_{об.расчетн}}{n_{об.прин}} \quad (5.5)$$

Величину годового фонда времени, в течение которого работает оборудование рассчитываем с использованием формулы:

$$\Phi_{эф} = (D_k - D_{вых} - D_{пр}) * T_{см} * S * (1 - k_{р.н}) \quad (5.6)$$

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

$$n_{об.расчетн.б} = \frac{1000 * 3,27}{1812 * 60} = 0,03 \text{ шт}$$

$$n_{об.расчетн.пр} = \frac{1000 * 1,47}{1812 * 60} = 0,012 \text{ шт}$$

$$k_{зб} = \frac{0,03}{1} = 0,03$$

$$k_{зпр} = \frac{0,012}{1} = 0,012$$

$$K_{прб} = 45000 * 0,03 = 1350 \text{ руб.}$$

$$K_{прпр} = 82000 * 0,012 = 984 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины общих капитальных затрат при реализации проектного варианта технологического процесса производим с использованием формулы:

$$K_{\text{общпр}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{соп}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{монт}} + K_{\text{дем}} + K_{\text{площ}} \quad (5.7)$$

где $K_{\text{пр}}$ – принятая величина капитальных вложений в технологическое оборудование;

$K_{\text{площ}}$ – принятая величина капитальных вложений в площади

$K_{\text{дем}}$ – принятое значение затрат на демонтаж технологического оборудования для реализации базового процесса;

$K_{\text{монт}}$ – принятое значение затрат на монтаж оборудования.

$$K_{\text{монт}} = \Sigma C_{\text{об}} * k_{\text{монт}} \quad (5.8)$$

где: $k_{\text{монт}}$ – принятое значение коэффициента расходов на монтаж оборудования = 0,2.

$$K_{\text{монт}} = 1 \cdot 820000 \cdot 0,2 = 16400 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{дем}} = \Sigma C_{\text{об}} * k_{\text{дем}} \quad (5.9)$$

где: $k_{\text{дем}}$ – коэффициент, учитывающий расходы на демонтаж = 0,2.

$$K_{\text{дем}} = 45000 \cdot 0,2 = 9000 \text{ руб.}$$

Затраты на площадь, дополнительно занимаемую под новое оборудование, рассчитываем по формуле:

$$K_{\text{площ}} = S_{\text{площ}} * C_{\text{площ}} * g * k_3 \quad (5.10)$$

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

$$K_{\text{площ}} = 3 * 3000 * 3 * 0,012 = 324 \text{ руб}$$

$$K_{\text{общ}}^{\text{БАЗ}} = K_{\text{пр}} = 1350 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{общ}}^{\text{ПР}} = 984 + 16400 + 9000 + 324 = 26708 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины удельных капитальных вложений выполняем с использованием зависимости:

$$K_{уд} = \frac{K_{общ.}}{N_{пр}} \quad (5.11)$$

$$K_{уд}^{БАЗ} = 1350/1000 = 1,35 \text{ руб.}$$

$$K_{уд}^{ПР} = 26708/1000 = 26,70 \text{ руб.}$$

5.4 Расчет заводской себестоимости базового и проектного вариантов технологии.

Затраты на материалы, используемые при реализации базового и проектного вариантов технологии, определяем с использованием формулы:

$$ЗМ = ЗМ_{ОСН} + ЗМ_{ВСП}$$

Затраты на основные материалы не рассчитываем, так как основные материалы одни и те же. Из вспомогательных материалов используется только защитный газ – аргон.

Затраты на защитный газ (проектный вариант)

$$З_{з.г. ПР} = 0,006 * 50 = 0,3 \text{ руб}$$

Расчётное определение расходов на электроэнергию производим с использованием зависимости:

$$З_{э-э} = \frac{P_{об} \cdot t_{о}}{КПД} Ц_{э-э} \quad (5.18)$$

$$З_{э-э}^Б = \frac{3,6 \cdot 0,044}{0,7} 2,2 = 0,49 \text{ руб.}$$

$$З_{э-э}^{ПР} = \frac{9 \cdot 0,021}{0,75} 2,2 = 0,55 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Расчётное определение расходов на содержание и эксплуатацию оборудования производим с использованием зависимости:

$$З_{об} = A_{об} + P_{т.р} \quad (5.18)$$

где $A_{об}$ – амортизационные отчисления на оборудование, руб.;

$P_{т.р}$ – затраты на текущий ремонт оборудования, руб.;

Величину амортизации оборудования вычисляем с использованием формулы:

$$A_{об.} = \frac{Ц_{об} * На_{об} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60 * 100} \quad (5.19)$$

где $Ц_{об}$ – цена оборудования по базовому и проектному вариантам, руб.;

$На_{об}$ – норма амортизации оборудования, %;

$$A_{об}^Б = \frac{45000 \cdot 3,27 \cdot 18}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 0,24 \text{ руб.}$$

$$A_{об}^{ПР} = \frac{82000 \cdot 1,47 \cdot 18}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 0,19 \text{ руб.}$$

Итого, затраты на оборудование

$$З_{об} = A_{об} + З_{э-э} + P_{тр} \quad (5.21)$$

$$З_{об}^Б = 0,26 + 0,24 = 0,50 \text{ руб.}$$

$$З_{об}^{ПР} = 0,19 + 0,19 = 0,38 \text{ руб.}$$

Расчётное определение затрат на содержание и эксплуатацию площадей производим на основании зависимости:

$$З_{пл} = A_{пл} + P_{экс} \quad (5.22)$$

Расчётное определение затрат на производственные площади производим на основании зависимости:

$$A_{пл} = \frac{Ц_{пл} \cdot S \cdot t_{шт} \cdot На_{пл}}{\Phi_{эф} \cdot 100} \quad (5.26)$$

где $Ц_{пл}$ – стоимость приобретения площадей, руб/м²;

S – площадь, необходимая для выпуска изделий, м²;

$На_{пл}$ – амортизационные отчисления на площади, %.

$$З_{пл}^Б = \frac{3000 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 3,27}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 0,01 \text{ руб.}$$

$$З_{пл}^{ПР} = \frac{3000 \cdot 11 \cdot 2 \cdot 1,47}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 0,01 \text{ руб.}$$

Расчётное определение затрат на содержание и эксплуатацию площадей производим на основании зависимости:

$$R_{\text{эксп}} = C_{\text{эксп}} \cdot S \cdot t_{\text{шт}} / \Phi_{\text{эф}} \quad (5.27)$$

где $C_{\text{эксп}}$ – стоимость эксплуатации площадей.

$$R_{\text{экспб}} = 3000 \cdot 8 \cdot 0,0525 / 1812 = 0,34 \text{ руб.}$$

$$R_{\text{эксппр}} = 3000 \cdot 11 \cdot 0,028 / 1812 = 0,25 \text{ руб.}$$

Итого, затраты на производственные площади

$$З_{\text{плб}} = 0,01 + 0,34 = 0,35 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{плпр}} = 0,01 + 0,25 = 0,26 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды.

Фонд заработной платы (ФЗП) представляет собой сумму основной зарплаты и дополнительной.

$$\Phi_{\text{ЗП}} = З_{\text{ПЛ}_{\text{осн}}} + З_{\text{ПЛ}_{\text{доп}}} \quad (5.22)$$

Для расчётного определения основной зарплаты используем зависимость:

$$З_{\text{ПЛ}_{\text{осн}}} = t_{\text{шт}} \cdot C_{\text{ч}} \cdot k_{\text{ЗПЛ}} \quad (5.23)$$

где $C_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка рабочего, руб/час;

$t_{\text{шт}}$ – норма штучного времени, час;

$k_{\text{ЗПЛ}}$ – коэффициент начислений на основную заработную плату, 1,81.

$$З_{\text{ПЛ}_{\text{осн}}}^{\text{б}} = 0,054 \cdot 74,89 \cdot 1,81 = 7,31 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{ПЛ}_{\text{осн}}}^{\text{пр}} = 0,024 \cdot 53,16 \cdot 1,81 = 2,30 \text{ руб.}$$

Для расчётного определения дополнительной заработной платы используем формулу:

$$З_{\text{ПЛ}_{\text{доп}}} = \frac{k_{\text{д}}}{100} \cdot З_{\text{ПЛ}_{\text{осн}}} \quad (5.25)$$

где k_d – коэффициент, соотношения между основной и дополнительной заработной платой, 10%.

$$ЗП_{\text{доп}}^B = 7,31 \cdot 10 / 100 = 0,73 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{доп}}^{\text{пр}} = 2,30 \cdot 10 / 100 = 0,23 \text{ руб.}$$

$$\Phi ЗП_B = 7,31 + 0,73 = 8,04 \text{ руб.}$$

$$\Phi ЗП_{\text{пр}} = 2,30 + 0,23 = 2,53 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины отчислений на социальные нужды производим с использованием формулы:

$$O_{\text{сн}} = \Phi ЗП \cdot N_{\text{соц}} / 100 \quad (5.26)$$

где $N_{\text{соц}}$ – коэффициент отчислений на социальные нужды, 30 %.

$$O_{\text{сн}}^B = 8,04 \cdot 30 / 100 = 2,41 \text{ руб.}$$

$$O_{\text{сн}}^{\text{пр}} = 2,53 \cdot 30 / 100 = 0,76 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины технологической себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{тех}} = ЗМ + З_{\text{э-э}} + З_{\text{об}} + З_{\text{пл}} + \Phi ЗП + O_{\text{сн}} \quad (5.27)$$

$$C_{\text{тех}}^B = 0,6 + 0,49 + 0,35 + 0,50 + 8,04 + 2,41 = 11,89 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{тех}}^{\text{пр}} = 0,3 + 0,55 + 0,26 + 0,38 + 2,53 + 0,76 = 8,04 \text{ руб.}$$

5.5 Цеховая себестоимость

Расчётное определение величины цеховой себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{цех}} = C_{\text{тех}} + P_{\text{цех}} \quad (5.28)$$

где $P_{\text{цех}}$ - сумма цеховых расходов, руб.

$$P_{\text{цех}} = k_{\text{цех}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (5.29)$$

где $k_{\text{цех}}$ – коэффициент, который учитывает цеховые расходы, 2,5;

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата рабочих, руб.

$$C_{\text{цех}}^B = 11,89 + 7,31 \cdot 250 / 100 = 11,89 + 18,27 = 30,17 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ЦЕХ}}^{\text{ПР}} = 8,04 + 2,30 \cdot 250 / 100 = 8,04 + 5,75 = 13,79 \text{ руб.}$$

5.6 Заводская себестоимость

Расчётное определение величины заводской себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + P_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + k_{\text{ЗАВ}} \cdot Z_{\text{ОСН}} \quad (5.30)$$

где $P_{\text{ЗАВ}}$ – сумма заводских расходов, руб.

$k_{\text{ЗАВ}}$ – коэффициент, учитывающий заводские расходы, 1,8

$$C_{\text{ЗАВ}}^{\text{Б}} = 30,17 + 7,31 \cdot 215 / 100 = 30,17 + 15,71 = 45,88 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ЗАВ}}^{\text{ПР}} = 13,79 + 2,30 \cdot 215 / 100 = 13,79 + 4,94 = 18,74 \text{ руб.}$$

Калькуляция себестоимости

Результаты выполненных расчетов себестоимости обобщим в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Калькуляция себестоимости изготовления корпуса

№ п/п	Показатели	Усл. обозн	Калькуляция, руб	
			базов	Проект
1	2	3	4	5
1	Материалы	М	0,6	0,3
2	Фонд заработной платы	ФЗП	8,04	2,53
3	Отчисления на социальные нужды	О _{СН}	2,41	0,76
4	Затраты на электроэнергию	Зэ-э	0,49	0,55
5	Затраты на площади	Зпл	0,50	0,38
6	Затраты на оборудование	Зоб	0,35	0,26
	Себестоимость технологическая	Стех	11,89	8,04
7	Расходы цеховые		18,27	5,75
	Себестоимость цеховая	Сцех	30,17	13,79
8	Расходы заводские		15,71	4,94
	Себестоимость заводская	Сзав	45,88	18,74

5.7 Расчет показателей экономической эффективности проектного варианта технологии

Величину условно-годовой экономии (ожидаемой прибыли) определим по формуле:

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{у.г.} = \left(C_{зав}^б - C_{зав}^{пр} \right) \cdot N_{пр} \quad (5.31)$$

Подставив в (5.31) необходимые значения, получим:

$$\mathcal{E}_{у.г.} = (45,88 - 18,74) \cdot 1000 = 27140 \text{ руб.}$$

Для определения размера годового экономического эффекта воспользуемся формулой

$$\mathcal{E}_Г = [(C_{зав}^б + E_H \cdot K_{уд}^б) - (C_{зав}^{пр} + E_H \cdot K_{уд}^{пр})] \cdot N_{пр} \quad (5.32)$$

$$\mathcal{E}_Г = [(45,88 + 0,33 \cdot 1,35) - (18,74 + 0,33 \cdot 26,70)] \cdot 1000 = 19420 \text{ руб.}$$

Величину показателя снижения трудоемкости определим с использованием формулы:

$$\Delta t_{шт} = \frac{t_{штб} - t_{штпр}}{t_{штб}} \cdot 100\% \quad (5.33)$$

Подставив в (5.33) необходимые значения, получим:

$$\Delta t_{шт} = \frac{0,0525 - 0,024}{0,0525} \cdot 100\% = 46\%$$

Величину показателя увеличения производительности труда определим по формуле:

$$П_T = \frac{100 \cdot \Delta t_{шт}}{100 - \Delta t_{шт}} \quad (5.34)$$

Подставив в (5.34) необходимые значения, получим:

$$П_T = \frac{100 \cdot 46}{100 - 46} = 69\%$$

Величину показателя снижения технологической себестоимости определим по формуле:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{C_{\text{ТЕХ}}^{\text{БАЗ}} - C_{\text{ТЕХ}}^{\text{ПР}}}{C_{\text{ТЕХ}}^{\text{БАЗ}}} \cdot 100\% \quad (5.35)$$

Подставив в (5.35) необходимые значения, получим:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{11,89 - 8,04}{11,89} \cdot 100\% = 32\%$$

Величину срока окупаемости дополнительных капитальных вложений определим по формуле:

$$T_{\text{ОК}} = \frac{K_{\text{общпр}}}{\Xi_{\text{УГ}}} \quad (5.36)$$

$$T_{\text{ОК}} = \frac{26708}{27140} \approx 1 \text{ год}$$

Сравнительная экономическая эффективность

$$E_{\text{СР}} = \frac{1}{T_{\text{ОК}}} = \frac{1}{1} = 1 \quad (5.37)$$

Выводы по экономическому разделу

В разделе Оценка экономической эффективности бакалаврской работы были произведены расчеты с целью определения таких экономических параметров, базового и проектного вариантов, как себестоимость сварки по двум вариантам технологическая и заводская.

Установлено, что проектный вариант после своего внедрения в производство даст такие эффекты, как уменьшение трудоемкости на 46 %, увеличение производительности труда на 69 %, что уменьшило технологическую себестоимость на 32%. Расчётная величина условно-годовой экономии составила 27140 рублей.

Величина годового экономического эффекта, полученная с учетом затрат на капитальные вложения в оборудование, составила 19420 рублей. Капитальные вложения в новое оборудование, которое позволяет достичь цели работы за счет увеличения характеристик процесса сварки будут окуплены за 1 год.

На основании вышеизложенного делаем вывод о том, что разработанная технология сварки корпуса ракет обладает экономической эффективностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Детальный анализ базовой технологии сварки стыков корпуса ракеты показал, что причиной главных его недостатков является появление наростов на вольфрамовом электроде.

Проведенные исследования позволили установить, что на это оказывает влияние угол заточки электродов.

Ориентировочная величина угла заточки 30 градусов позволит стабилизировать величину проплавления.

При внедрении результатов бакалаврской работы предполагается получить годовой экономический эффект в размере 19420 руб. Цель проекта достигнута

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гитлевич А.Д., Этитоф А.А. Механизация и автоматизация сварочного производства [Текст] / А.Д. Гитлевич, А.А. Этитоф. – М.: Машиностроение, 1987 – 280 с.
2. Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах : ПОТ РМ-020-2001 : ввод. в действие с 1 янв. 2002 г. - Москва : [б. и.], 2001. - 58 с..
3. Михлюк С. П. Технология и оборудование для сварки плавлением : учеб. пособие для вузов. [Текст] / С. П. Михлюк - Ростов н/Д. : Феникс, 2002. - 215 с.
4. 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.
5. Селиванов В. А. Сварка трубопроводов и резервуаров из алюминия и его сплавов [Текст] / В. А. Селиванов. – М.: Стройиздат, 1976. - 233 с.
6. Сахно К. В. Технология сварки металлов: учебник для вузов [Текст] / К. В. Сахно. - Киев : Вища школа, 1977. - 180 с.
7. Прыкин Б. В. Технология металлов и сварки : учеб. для вузов по спец. "Пр-во строит. изделий и конструкций" / Б. В. Прыкин. - Киев : Вища шк., 1978. - 240 с. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: Учебник / Р.А. Фатхутдинов. – М.: ИНФРА – М, 2001.– 672 с. Колганов Л. А. Сварочное производство. Учебное пособие [Текст] / Л.А. Колганов. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. - 512 с.
8. Марфин К. С. Источники питания сварочной дуги : учеб. Пособие [Текст] / К. С. Марфин. - ВУЗ/изд. - Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2000. - 172 с.
9. Акшенцева А. П. Структура и свойства никельмолибденовых коррозионностойких сплавов : (с атласом микроструктур) : справочник / А. П. Акшенцева. - Москва : СП Интермет Инжиниринг, 1999. - 204 с.

11. Изучение сварочного трансформатора : метод. указания к лаб. работе №4 по дисциплине "Электротехнологические установки" / сост. М. А. Бондаренко [и др.] ; науч. ред. В. М. Салтыков ; ТГУ ; Каф. "Электроснабжение промышленных предприятий". - Тольятти : ТГУ, 2003. - 13 с.
12. Косинцев В.И. Основы проектирования химических производств и оборудования / В.И. Косинцев [и др.] – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 395 с.
13. Действия населения в чрезвычайных ситуациях. Пособие. Под общей редакцией В.А. Владимирова. – М.: МЧС России, 1995.
14. Колганов Л. А. Сварочное производство : учеб. пособие / Л. А. Колганов. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2002. - 504 с.
15. Уткин И.Ю. Роль микролегирующих элементов в формировании механических свойствоколошовной зоны при сварке прямошовных труб большого диаметра групп прочности Х70-Х80. Автореферат диссертации кандидата технических наук. Москва: 2011. – 27 с.
16. Чебац В.А. Сварочные работы: Учеб. пособие [Текст] / В.А. Чебац - 3-е изд. перераб.- Ростов-на-Дону: изд. центр «Феникс», 2006. - 412 с.
17. Ефименко Л. А., Капустин О. Е., Илюхин В. Ю., Коновалова О. В. — Анализ склонности трубных сталей различной категории прочности к термомодеформационному старению // Сварочное производство. 2008. №1 — С. 10-12.
18. Федосеева Е.М. Повышение качества сварных соединений сталей трубного назначения для обеспечения эксплуатационной безопасности магистральных трубопроводов : диссертация ... кандидата технических наук : 05.02.10 / Федосеева Елена Михайловна; [Место защиты: Перм. гос. техн. ун-т]. - Пермь, 2011. - 140 с.
19. Уткин И.Ю. Роль микролегирующих элементов в формировании механических свойств околошовной зоны при сварке прямошовных труб большого диаметра групп прочности Х70–Х80: диссертация ... кандидата

Технических наук: 05.16.01 / Уткин Иван Юрьевич; [Место защиты: Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П.Бардина].- Москва, 2016.

20. Селиванов, Алексей Сергеевич. Повышение стабильности проплавления при аргонодуговой сварке конструкций из коррозионно-стойких сталей : диссертация ... кандидата технических наук : 05.02.10 / Селиванов Алексей Сергеевич; [Место защиты: Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова].- Барнаул, 2012.- 134 с.: ил. РГБ ОД, 61 12-5/3091