

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 процес-
сы»
(наименование кафедры)

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Оборудование и технология сварочного производства

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Ремонтная сварка корпуса катера, изготовленного из алюминиевого сплава

Студент	<u>Михаил Михайлович Тарасов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Валерий Валентинович Ельцов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Александр Григорьевич Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Павел Александрович Корчагин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Оксана Михайловна Сярдова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., доцент В.В. Ельцов
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) _____ (личная подпись)
« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Мотолодка «Master 510» рассматриваемая в бакалаврской работе, имеет корпус изготовленный из алюминиевого сплава АМгб. Такие мотолодки имеют хорошие мореходные качества, хорошую прочность и при этом достаточно легкие. Но как и большинство материалов, алюминиевый сплав АМгб применяемый при изготовлении данного корпуса, подвержен повреждениям. Повреждения случаются во время эксплуатации мотолодки, пробоины, трещины, вмятины и т.п.

Для достижения цели работы было проделано следующие: проанализированы характеристики моторных лодок и катеров, изготовленных из алюминиевых сплавов, на примере мотолодки «Master 510»;

- рассмотрены сплавы использующиеся в судостроении;
- рассмотрены виды повреждений и дефектов;
- проведен анализ свариваемости алюминиевых сплавов, применяемых в судостроении;
- была разработана технология ремонта корпусов лодок и катеров, изготовленных из алюминиевых сплавов;
- анализ системы безопасности предприятия и ее модернизация;
- проведен расчет экономической эффективности.

Задачами работы были:

- на основе анализа повреждений корпусов лодок и катеров выявить наиболее эффективный способ их ремонта;
- разработать технологию заварки дефектов корпусов с помощью электродуговой сварки;
- оценить экономическую эффективность предложенной технологии.

Рассмотрев и проанализировав ремонт дефектов и повреждений мотолодок, недостаток был выявлен такой как низкая производительность, из-за используемого оборудования. Было предложено применение механизированной сварки, подобрана проволока, защитный газ, технология и

режимы сварки. Разработан техпроцесс ремонта. Для повышения защиты рабочего в процессе ремонта мотолодки, было рассмотрено и предложено улучшение организационных мероприятий и технической оснастки. Расчеты экономического эффекта от внедрения другого процесса с новым оборудованием составил 524 719.2руб.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Характеристики моторных лодок и катеров, изготовленных из алюминиевых сплавов. Виды повреждений и дефектов корпусов лодок. Анализ свариваемости материалов изделий.....	8
1.1 Алюминиевые сплавы для судостроения.....	8
1.2 Типовые характеристики моторных лодок и катеров, изготовленных из алюминиевых сплавов на примере мотолодки Master 510.....	11
1.3 Виды повреждений и дефекты корпусов лодок.....	14
1.4 Анализ свариваемости сплавов на основе алюминия, применяемых в судостроении.....	15
Задачи выпускной квалификационной работы.....	21
2 Разработка технологии ремонта корпусов лодок и катеров, изготовленных из алюминиевых сплавов.....	22
2.1 Анализ способов ремонта корпусов лодок из алюминиевых сплавов и материалов для его осуществления.....	22
2.2 Разработка технологии устранения дефектов корпусов лодок с помощью электродуговой сварки.....	24
2.2.1 Анализ способов электродуговой сварки изделий из алюминиевых сплавов.....	25
2.2.2 Технология заварки дефектов в виде пробоин и трещин в корпусе катера.....	26
2.2.2.1 Заделка пробоин постановкой заплат.....	26
2.2.2.2 Устранение трещин в обшивки и наборах корпуса судна.....	27
3 Безопасность и экологичность технического объекта.....	29
3.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.....	29
3.2 Идентификация профессиональных рисков.....	29

3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	30
3.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	32
3.4.1 Обеспечение пожарной безопасности объекта.....	32
3.4.2 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.....	33
3.5 Анализ негативных экологических факторов реализуемого производственно-технологического процесса (изготовления, транспортировки, хранения) и/или осуществляемой функциональной эксплуатации технического объекта с точки зрения обеспечения его экологической безопасности.....	35
4 Расчет эффективности ремонтной сварки изделия.....	37
4.1 Расчет штучного времени на выполняемые технологические операции.....	37
4.2 Расчет себестоимости сравниваемых вариантов.....	42
4.3 Расчет экономической эффективности разрабатываемого проекта.....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	56

ВВЕДЕНИЕ

Мы живем в стране, где есть много водоемов, морей, рек, озер. К тому же в наше время есть возможность приобрести лодку или катер любых размеров, качества и цены, так же можно взять в аренду. Отдых на катере это возможность провести время с семьей на природе, в одиночестве, с друзьями на рыбалке, сходить на экскурсию по воде вблизи дома или в путешествие по родным краям. Корабли катера задействованы в использовании во всех сферах человека: используется в армии, так же используют аварийно спасательные формирования, гражданские суда используют при перевозке пассажиров грузов, добыче полезных ископаемых, исследованиях и т.д.

Во время использования катера могут произойти поломки разного характера, такие как поломка агрегатов либо может нарушиться целостность корпуса. Повреждения корпуса катера могут возникнуть как во время эксплуатации, так и во время его стоянки на берегу. Во время эксплуатации может произойти столкновение катера с катером, наскок на «топляк», что может привести к вмятине (относится к металлическим катерам), либо трещине и пробоине корпуса судна. Вмятины ремонтируются если они крупные: такие как замят киль, днище, либо борт, все те повреждения которые приводят к нарушению геометрии корыта катера т.д. тем самым приводят к плохим эксплуатационным характеристикам.

В связи с этим появляется востребованность в обслуживании и ремонте катеров. Для поддержания катера в исправности необходимо проводить техническое обслуживание. Минимальное обслуживание и ежедневный осмотр необходимо производить самому владельцу перед каждым выходом на катере, так же как и на автомобиле, ежедневно перед тем как ехать куда либо мы осматриваем колеса накаченные или же спустили, смотрим на наличие всех жидкостей, так и перед каждым выходом на катере необходимо произвести осмотр корпуса и агрегатов, проверить на наличие все жидкости, работоспособность водяных помп, освещение, так как это

залог спокойного путешествия на катере. Ремонтные работы необходимо производить круглогодично и желательно в специализированном месте. Межсезонное обслуживание обычно подразумевает под собой плановый ремонт узлов и агрегатов, полный осмотр подводной части на наличие износа либо трещин в корпусе. Но корпус судна, так же как и агрегаты не должны оставаться без внимания весь год, так как благодаря его целостности, судно держится на плаву.

В зависимости от того на каком катере пластиковом или металлическом произошло повреждение корпуса от этого и зависит какой требуется ремонт. У пластиковых катеров обнаруживается дефект от времени, расслоение подводной части корпуса либо истирание. Такие дефекты случаются в основном от небрежного использования и от того, что судовладельцы не проходят плановое техническое обслуживание.

Пластиковые катера ремонтируют в основном клеевым способом. Он основан на применении эпоксидной смолы и стекловолокна, далее выравнивание места с помощью наждачной бумаги, грунтовка, покраска. Металлические катера в основном ремонтируют сваркой, пайкой, установкой заплаток с помощью клепок или проклейки с использованием эпоксидных смол.

Целью работы является повышение ресурса работы алюминиевых корпусов катеров и моторных лодок путем разработки эффективного способа ремонта повреждений, полученных в процессе эксплуатации.

1 Характеристики моторных лодок и катеров, изготовленных из алюминиевых сплавов

1.1 Алюминиевые сплавы для судостроения

«Название «Алюминий» происходит от «Алюмиум»- это вещество открыл ученый-химик Хемфри Дэви В 1807 г. Он пытался выделить алюминий в чистом виде, но ничего не получалось, и только в 1825 г. Ученый Ханс Кристиан Эрдсен – датчанин, смог получить алюминий без примесей. История получения алюминия путем плавления началась в конце 19 века. Этот способ был открыт в 1886 году одновременно двумя разными учеными: американцем Чарльзом Холлом и французом Полем Эру»[1].

«И с того момента, когда алюминий стали производить массово, этот материал подешевел. В наше время он очень популярен. Его популярность зависит от его свойств: при своей легкости он имеет высокую прочность. Так же алюминий имеет хорошую пластичность и коррозионную стойкость. Его коррозионная стойкость обуславливается наличием оксидной пленки, которая моментально образуется на поверхности и тем самым защищает металл от агрессивного воздействия окружающей среды. Он нашел применение во всех сферах деятельности человека начиная от посуды и заканчивая авиастроением»[1].

«Морской алюминий» - это разговорное понятие применяемое для алюминиево-магниевого сплава (магний 3-6 %), из которых изготавливают корпуса судов, район использования которых пресные речные и соленые морские водоемы.

«В 1891 году в Швейцарии был изготовлен первый катер LeMignon, с использованием алюминиевого сплава. Недостатками алюминия на то время казались низкое сопротивление коррозии и высокая стоимость изделий. Изменения произошли в 1954 году после появления сплава 5083 (аналог АМг5). Этот сплав показал себя, он смог противостоять соленой воде, хорошо поддавался сварке и оказался достаточно прост при формовке

изделия. На данный момент одним из технологических лидеров по показателям ударной вязкости и коррозионной стойкости является сплав Alustar (5059), зарегистрированный в Германии в конце XX века. «Морской алюминий» - это сплав. Алюминий легируют магнием, марганцем или медью. Для производства судов пользуется популярностью сплав АМг5. Среди преимуществ судов из алюминиевых сплавов такие, как:

- Легкость. Вес конструкции в сравнении с аналогичной из сталей примерно на 50% легче. По этому сплав используют при изготовлении надстроек на судах, для облегчения и улучшения технических показателей : скорость, маневренность, устойчивость.»[2]

- «Коррозионная стойкость. Морской алюминий в сто раз медленнее поддается коррозии, чем сталь (1 против 120 мм в год).

- Гарантированные свойства материала, в отличие от синтетических пластиков и ламинатов.

- Высокая относительная прочность. Надежность в эксплуатации.

- Ударо- и вибростойкость. Растяжение при ударе или разрыве – около 15%, алюминиевые детали поглощают энергию удара за счет этой деформации. Это же свойство делает алюминий устойчивым к вибрационным нагрузкам и продолжительным нежелательным воздействиям.

- Высокая ремонтпригодность, помимо стойкости к ударам, алюминий отличается простотой ремонта – ведь соединение материалов осуществляется методом сварки. Также алюминий пригоден к изготовлению специализированных профилей и легко подвергается механическим воздействиям при обработке. Эти особенности снижают трудоемкость создания алюминиевого судна по сравнению со стальным на 20%.»[2]

- Защита поверхности за счет оксидной пленки.

- Экологичность. Возможность вторичной переработки.

- Немагнитность и отсутствие искрообразования. Данное свойство важно при организации перевозок горючих грузов.

Так же еще изготавливают из этих сплавов:

- «Алюминиевые суда для широкого потребления. Были распространены в советское время среди них известные всем Обь, Казанка, Прогресс.

- Промышленное судостроение, в том числе экранопланы, суда на воздушной подушке, глубоководные аппараты.

- Частные яхты, катера.

- «Киты» — алюминиевое судостроение из наборов, состоящих из нарезанных деталей и сборочных чертежей. Чертежи разрабатываются лицензированным проектным бюро, а сборка осуществляется небольшими верфями с выпуском судов 3-5/год .

- Суда, предназначенные для эксплуатации в тяжелых условиях.

- Суда индивидуальной постройки.

- Рифленые листы для нужд судостроения, а также алюминиевые плиты, профили, трубы и прутки

Сфера применения алюминиевых сплавов разнообразна. Тип и вид сплава определяется назначением изделия, требованиями к коррозионной стойкости, упругости и др. Перечень сплавов и их свойства можно уточнить по ГОСТу и международным классификациям.»[2]

На данное время, можно выделить следующие ключевые виды «морского алюминия».

«Для малосоленой воды, к примеру, в акватории Балтики, рекомендуются листы из сплава АМг5 (по европейским классификаторам, 5083). Для пресной воды, речной или озерной, часто используют листы АМг3 (европейский стандарт — листы 5754). Также коррозионную стойкость в условиях работы с морской водой обеспечивают листы АМгб1 (аналог-1561).

Технологии не стоят на месте, и развитие отрасли продолжается, добиваясь уникальных свойств материала — стойкости к деформации и коррозии, соотношения прочности и пониженного веса»[2]

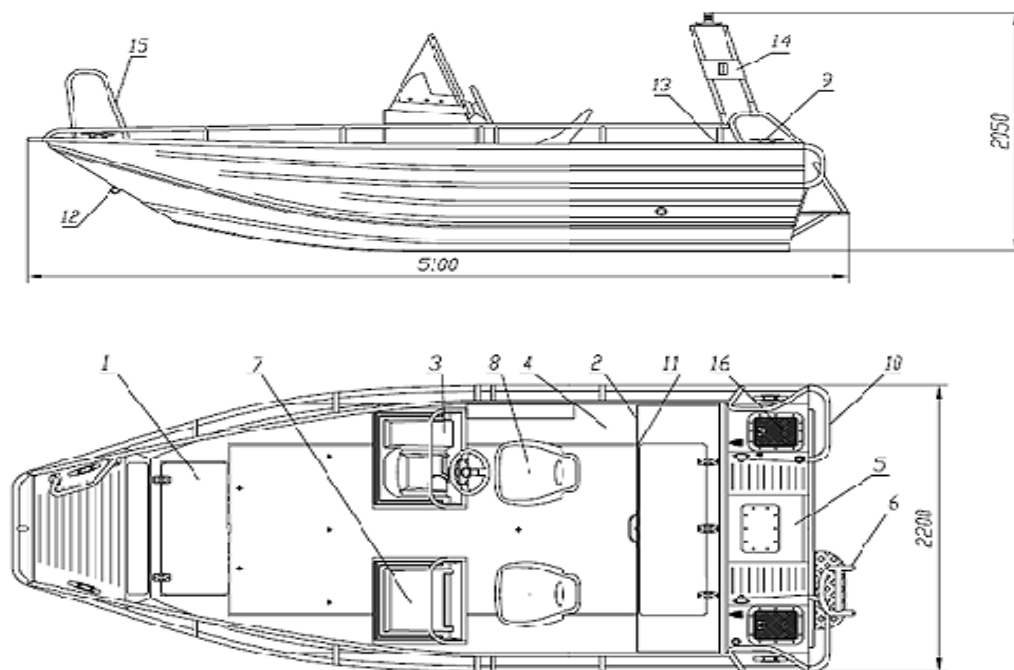
1.2 Типовые характеристики моторных лодок и катеров, изготовленных из алюминиевых сплавов на примере мотолодки Master 510

В данной работе я рассматриваю ремонт мотолодок и катеров из алюминиевых сплавов. Для примера возьму мотолодку Master 510.

«Эта мотолодка имеет качества повышенной мореходности. Подходит для использования в любых водоемах как морского, так и речного. При максимальной высоте волны 1 м максимальное удаление от берега составляет до 5000 м. В конструкции этой мотолодки предусмотрен самоотливной кокпит, усиленный днищевой набор, два ящика выполненные в виде консолей с установленными на них ветровыми стеклами, два кресла поворотные и палуба (пол) выполнена из рифленого алюминия. В лодке установлены: электропомпа (электронасос для откачки воды), мачта с бортовыми отличительными и ходовыми огнями, рулевое устройство. Мотолодка такой конструкции очень легкая и крепкая за счет высоких характеристик свойств алюминиевых сплавов.»[3]

«Основные характеристики данной моторной лодки:

- Длина наибольшая – 481 см
- Ширина наибольшая – 206 см
- Высота борта на миделе – 90 см
- Высота волны – 100 см
- Осадка – 30 см
- Угол килеватности днища на транце – 15 градусов
- Масса с оборудованием и снабжением не более – 480 кг
- Грузоподъемность – 450 кг
- Пассажир вместимость – 6 человек
- Максимально допустимая мощность мотора – 77 кВт/ч
- Допустимая высота волны – не более 100 см
- Климатическое исполнение по ГОСТ 15150 – 69 – м»[3]



1 - Носовая банка с ящиком; 2 - Кормовая банка с местом под бензобак;
 3 - Пульт управления с рундуком; 4 - Бортовая полка; 5 - Рецесс под моторный; 6 - Трап забортный; 7 - Штурманский столик с рундуком; 8 - Сиденье водителя; 9 - Утка швартовая; 10 - Ограждение кормовое; 11 - Пробка запорная системы осушения; 12 - Рым буксировачный; 13 - Привальный брус; 14 – Мачта; 15 - Поручень; 16 - Рундук кормовой.

Рисунок 1.1 Общий вид моторной лодки «Мастер 510»[3]

Мотолодки подобных модификаций используют как простые отдыхающие, так и специализированные службы. В спасательных формированиях подобные лодки используют: для спасения людей, материальных и культурных ценностей, для тушения пожаров – оснащаются лафетными стволами и насосом при помощи которого производят ликвидацию пожаров забортной водой.

«Корпус судна должен иметь хорошую прочность и стойкость к коррозии как в речной воде, так особенно и в морской. Наилучшей

стойкостью к коррозии обладает чистый алюминий, но при этом низкой прочностью. Выяснено, что если включать добавки в состав алюминия, легированием либо просто добавлять примеси то ухудшается его стойкость к коррозии. Так же выяснили, что если добавлять марганец, а для морской среды магний, и его содержание не более 5.5%, то его устойчивость к коррозии не изменяется, но увеличивают его механические свойства больше в 2 раза. В связи с этим Регистр устанавливает регламент на химический состав алюминиевых сплавов используемых в судостроении. Механические свойства полуфабрикатов зависят от степени легирования алюминиевого сплава и технологии производства полуфабриката»[4].

Правилами Регистра, алюминиевые сплавы по своим механическим свойствам, разделяются на категории. Связью между механическими свойствами и химическим составом позволяют регламентировать химический состав сплавов по категориям. Требования Регистра к химическому составу приведены в таблице 1.1» [4]

Таблица 1.1 Химический состав алюминиевых сплавов

Категория	Химический состав в %									
	Основные элементы			Другие элементы						
	Mg	Mn	Al	Ti	Zr	Si	Fe	Cu	Zn	Cr
1	2.7 – 3.8	< 0.6	Остаток	< 0.2	-	0.8	0.5	0.1	0.2	0.3
2	4.0 – 4.9	0.3 – 1.0	Остаток	< 0.2	-	< 0.4	0.4	0.1	0.2	0.25
3	4.3 – 5.8	0.2 – 0.8	Остаток	0.02-0.2	-	< 0.5	0.5	0.1	0.2	0.35
4	5.5 – 6.5	0.8 – 1.1	Остаток	-	0.0 – 0.2	< 0.4	0.4	0.1	0.2	-
5	5.8 – 6.8	0.5 – 0.8	Остаток	0.02 – 0.1	-	< 0.4	0.4	0.1	0.2	-
6	0.4 – 1.5	0.2 – 1.0	Остаток	< 0.2	-	0.6 – 1.6	0.5	0.1	0.2	-

Такие мотолодки имеют достаточно малый вес и крепкий корпус, т.к. корпус судна и его такелажный набор изготавливаются из алюминиевых сплавов которые проходят по ГОСТ 15150-69-М. к примеру АМгб. Его химический состав (Таблица 1.2) и механические свойства (Таблица 1.3) указаны в таблицах.

Таблица 1.2 Химический состав АМг5

Fe	Si	Mn	Cr	Ti	Al	Cu	Mg	Zn	Примеси
До 0.5	0.5-0.8	0.3-0.6	До 0.5	До 0.1	93.8-96	До 0.1	3.2-3.8	До 0.2	прочие, каждая 0.05 всего 0.1

«Технологические свойства:

Свариваемость – без ограничений

Таблица 1.3 «Механические свойства материала при T = 20°C»

T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁶	λ	ρ	C	R10 ³
град	МПа	1/град	Вт/(м*град)	кг/м ³	Дж/(кг*град)	Ом*м
20	0.71			2660		
100		23.5	151			49.6

Твердость АМг5 – НВ 10⁻¹ = 45 МПа» [4]

1.3 Виды повреждений и дефекты корпусов лодок

Как и любой материал алюминий подвержен повреждениям. Такие повреждения возникают в основном из-за столкновения мотолодок с препятствиями – такими как большие камни, топляки, либо другие суда. Так же возможны поломки в местах, предусмотренных для привязывания швартовых концов (утка, кнехт), из-за не правильной эксплуатации либо от усталости металла.

Рассмотрим некоторые из повреждений часто встречающихся при эксплуатации моторных лодок и катеров.

«Дыра» – такое повреждение чаще может быть результатом того, что водитель лодки на не известных ему пляжах либо мест прибрежной зоны не

аккуратно подходит к берегу, натываясь на какую либо арматуру торчащую из мусора в воде, камень и тп.

«Потеря заклепки» – чаще всего происходит от истирания - частого соприкосновения корпуса катера с песчаным либо каменным дном. Так же одна из причин это усталость металла, как самой заклепки, так и места крепления в корпусе судна. Потеря заклепок еще происходит из за постоянных вибраций и ударов тем зам может произойти разбалтывание детали и в дальнейшем порыв листа корпуса либо утеря самой заклепки.

«Разрыв» – может происходить разрыв металла в местах крепления швартовых устройств (утка, кнехт), по причинам не правильной ошвартовке судна.

«Вмятина» - основная причина это удар корпусом судна о различные препятствия: камни, топляки, другое судно, причальная стенка и т.д.

«Трещины по сварным швам» - такое явление может происходить в основном, если мотолодка была изготовлена «кустарным» способом в гараже и к тому же не квалифицированным сварщиком и т.д.

«Заводской брак» - здесь могут быть различные дефекты, начиная с того, что появляется коррозия металла, трещины по швам, отрыв различных частей катера и т.д. Такие дефекты происходят в основном из-за не соблюдения технологии сварки и сборки, человеческий фактор и т.д.

Типичные повреждения схематично отображены на рисунке 1.2 – «Типы повреждений алюминиевого корпуса судна».

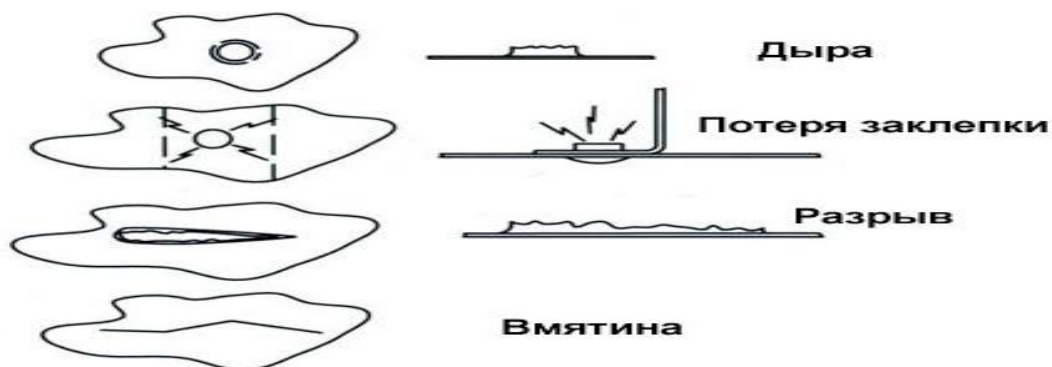


Рисунок 1.2 – Типы повреждений алюминиевого корпуса судна.

После того как произошло повреждение которое влияет на целостность корпуса, судно может перестать держаться на поверхности воды, т.к. через такие повреждения будет поступать вода на борт моторной лодки, перестанет держаться на поверхности воды. Тем самым она потеряет свою способность как плавучесть. «Плавучесть» - это способность судна держаться на поверхности воды. Для того чтобы восстановить «плавучесть» необходим ремонт повреждений.

1.4 Анализ свариваемости сплавов на основе алюминия, применяемых в судостроении

«Под свариваемостью понимают, совокупность свойств определяющих получение не разъемного соединения с определенным составом и качеством при данном виде сварки. Чем проще получаются качественные соединения, тем выше свариваемость у металла. В широкое понятие «свариваемость» входят ряд аспектов: склонность сварного соединения к образованию трещин, пористость, инородные включения в состав металла шва, механические свойства сварного соединения, коррозионная стойкость и т.д. Среди физико-химических характеристик металла наибольшее влияние на свариваемость оказывают наличие окисной пленки, химический состав, теплопроводность, температура плавления, плотность, коэффициенты теплопроводности и линейного расширения. Последнее приводит к тому, что уровень деформации алюминиевых сварных конструкций в 1.5-2 раза выше, чем у аналогичных стальных конструкций»[8]

«Существуют достаточно разнообразные технологии сварки алюминиевых сплавов, виды сварки ниже перечисленные имеют ряд особенностей. К основным особенностям далее перечисленных всех видов сварки относятся: необходимость удаления окисной пленки с поверхности сплава, правильная подготовка для сварки, предварительный подогрев и др. К трудностям сварки алюминиевых сплавов относятся:

- Наличие на поверхности металла окисной пленки и возможности ее образования ($T_{пл} = 2050 \text{ }^{\circ}\text{C}$), пластность больше чем у металла, и способствует загрязнению сварного шва»[8]

- «При повышенных температурах резкое падение прочности которое может привести к разрушению твердого металла, не расплавившихся частей кромок под действием веса сварочной ванны. В связи с высокой жидкотекучестью, алюминий может вытекать сквозь корень шва.

- Необходимо тщательно обрабатывать сварочную проволоку химическим методом очистки, и необходима механическая обработка свариваемых кромок.

- Из-за высокой теплопроводности алюминия необходимо использовать мощные источники теплоты. В связи с этим в некоторых случаях необходим начальный подогрев участков шва и сопутствующий подогрев основного металла.

- Металл шва склонен к возникновению трещин в связи с грубой столбчатой структурой металла шва и выделением по границам зерен легкосплавных эвтектик, а также развитием значительных усадочных напряжений в результате высокой литейной усадки алюминия (7%).» [8]

При дуговой сварке алюминиево-магниевого сплава в защитной газовой среде встречаются много разных дефектов, некоторые из них: газовая пористость, вольфрамовые включения, трещины (горячие и холодные), несплавление, смещение кромок и т.д.

Трещинообразование:

«При сварке сплавов Al—Mg, Al—Cu, Al—Zn и Al—Si установлена повышенная склонность к трещинообразованию на сплавах с максимально эффективным интервалом кристаллизации. Металлургические способы, уменьшения склонности к трещинам, заключаются во введении в основной металл и сварочную проволоку отдельных химических элементов которые, изменяя эффективный интервал кристаллизации и пластичность металла в твердо-жидком состоянии, оказывают влияние не только на величину

горячеломкости металла при сварке, но и позволяют за счет смещения неравновесного солидуса по отношению к равновесному перенести трещину из опасной зоны (зоны сплавления) в наплавленный металл.»[8]

«Технологические мероприятия по уменьшению трещин в сварном соединении находятся во взаимосвязи с темпом деформации в температурном интервале хрупкости, а также с наличием концентратора напряжений.»[8].

Порообразование.

«Причиной образования пористости в сварных швах из алюминиевых и магниевых сплавов является водород. К основным источникам появления водорода при сварке в среде инертных газов следует отнести: влажность защитной инертной среды, загазованность основного и присадочного металла, а также присутствие влаги на поверхности свариваемого материала. При этом основной объем газа (около 60%) приходится на поверхность металла сварочной проволоки»[8].

«Основные направления в разработке средств повышения плотности сварного соединения предполагают:

- химическую, тепловую и механическую обработку поверхности (химическое травление, прогрев проволоки в аргоне, $T = 250—300^{\circ}\text{C}$, шабрение кромок $R_z < 40$ мкм);
- соблюдение нормативной длительности хранения материала перед сваркой (основной металл после шабрения < 3 ч; сварочной проволоки после химического травления < 8 ч);
- обеспечение культуры производства (влажность 75—85%, запыленность IV класс чистоты, температуры 18—20°C);
- уменьшение доли участия поверхности сварочной проволоки при формировании наплавленного металла (увеличение диаметра сварочной проволоки с 1,5 до 3 мм; освоение формы разделки кромок под сварку С1, С3 вместо С5 и С6, уменьшение числа проходов при выполнении сварочного соединения);

- эффективное воздействие на условие кристаллизации жидкого металла сварочной ванны (скорость всплывания газового пузырька должна превышать скорость кристаллизации, чему способствуют подогрев, погонная энергия дуги, дополнительные источники тепла: двухдуговая, трехфазная сварка и т. д.);

- механическое воздействие на жидкий металл сварочной ванны (обработка УЗК при сварке, магнитное перемешивание и др.).

Вольфрамовые включения.

«Сварку Al, Mg и их сплавов производят, как правило, неплавящимся (вольфрамовым) электродом в атмосфере инертного газа. Высокая температура плазмы электрической дуги, достигающая 6000—10 000 К, и высокая плотность тока ($\sim 10^4$ — 10^6 А/см²) создают значительные тепловые нагрузки на электрод, работающий в условиях дугового разряда. Снижение дефектности по вольфрамовым включениям в сварном соединении возможно путем повышения эрозионной стойкости вольфрама за счет введения оксидов (оксид лантана или оксид иттрия и др.). Стойкость к токовым нагрузкам вольфрама марки ВЧ меньше, чем у других марок (ВЛ, СВИ, ВИ). Более долговечен в эксплуатации за счет высокой эмиссионной способности вольфрам с оксидом лантана (ВЛ) или оксидом иттрия (ВИ-20, ВИ-30, СВИ-1). Этот вольфрам поддерживает более высокую устойчивость дугового разряда»[8].

«Оптимизации технологии сварки способствует уменьшению тепловой перегрузки электрода со стабильной защитой W от воздействия окружающей среды. Для уменьшения перегрева W регламентируется продолжительность выполнения сварки. Следует избегать коротких замыканий электрода при сварке, обратив особое внимание на условия выполнения сварного соединения (труднодоступные места, сварка в пространственном положении и т. д.)»[8].

«Наибольшая стойкость W при сварке на постоянном токе прямой полярности, меньшая — при переменном токе, минимальная — при

постоянном токе обратной полярности. Оптимальный расход газа обеспечивает стабильный процесс горения дуги и хорошую защиту W от воздействия окружающего воздуха, а тем самым повышается стойкость W и уменьшается дефектность в сварных соединениях.»[8]

1.5 Задачи выпускной квалификационной работы

- на основе анализа повреждений корпусов лодок и катеров выявить наиболее эффективный способ их ремонта;
- разработать технологию заварки дефектов корпусов с помощью электродуговой сварки;
- оценить экономическую эффективность предложенной технологии.

2 Разработка технологии ремонта корпусов лодок и катеров, изготовленных из алюминиевых сплавов

2.1 Анализ способов ремонта корпусов лодок из алюминиевых сплавов и материалов для его осуществления

«Некоторые способы ремонта алюминиевых лодок:

Клепка и накладка заплата

Сварка

Пайка

Склеивание

Клепка и накладка заплата

Незначительные повреждения алюминиевой лодки, износ металла обычно быстро исправляется без термической обработки. В таких случаях часто используется клепка, как доступный и простой метод ремонта. Заклепки позволяют без труда починить мелкие отверстия и порезы.»[6]



Рисунок 2.1 - Установка заплата при помощи клепки.

- Сварка в среде защитного газа аргона

Этот вид ремонта представляет собой объединение газовой и электрической сварки металла. Аргон в данном случае необходим для

предотвращения попадания кислорода на сварочный шов. В противном случае сварку алюминия произвести не удастся. Аргонная сварка обеспечивает долговечность и высокую прочность соединения.



Рисунок 2.2 - Установка заплатки при помощи сварки.

- Ремонт алюминиевых лодок и катеров: применение горячей пайки при ремонте дюралевых корпусов

Небольшие трещины в корпусе можно неплохо и надежно устранить и с помощью пайки. Для этого надо приобрести припой марки «А», применяемый обычно для пайки алюминиевых кабелей.

Ни чем не обрабатывая места пайки, следует нагреть паяльной лампой зачищенную поверхность и одновременно конец стержня припоя. Затем, не прекращая нагревать, натереть поверхность припоем до полной полуды припоем ПОС-40, ПОС-60 или тем же припоем «А», расплавив его до кашеобразного состояния и разравнивая его.

Если не получается заделать повреждение заливкой припоя, то необходимо облудить заплатку из того же металла, прижать ее к также облуженному участку корпуса, и дать остыть, не снимая давления.

- Клеи при ремонте дюралевых корпусов катеров

Применение клея при ремонте корпусов катеров из дюралевых сплавов обеспечивает высокую прочность соединений, влаго- и вибростойкость, устойчивость к бензину и маслам и так же клей предотвращает возникновение коррозии в соединениях деталей.

Наиболее часто применяются клеи на основе эпоксидных смол.

Кроме ЭД-6 часто используют смолы ЭД-16 и ЭД -20 с тем же пластификатором и отвердителем. Для повышения прочности соединения в состав композиции входят различные наполнители. Для проведения ремонта корпуса катера по прочностным характеристикам в качестве наполнителей наиболее пригодны тонкий алюминиевый порошок и молотая слюда.

Для ремонта моторной лодки я использую сварку.

2.2 Разработка технологии устранения дефектов корпусов лодок с помощью электродуговой сварки

2.2.1 Анализ способов электродуговой сварки изделий из алюминиевых сплавов

Для сварки алюминия и его сплавов используются такие виды сварки:

А) Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся (вольфрамовым) электродом;

Б) Ручная электродуговая сварка покрытыми электродами;

В) Полуавтоматическая (механизированная) сварка плавящимся электродом в аргоновой среде;

Г) Автоматизированная аргонодуговая сварка плавящимся электродом;

Д) Автоматизированная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом;

Е) Автоматизированная сварка под слоем флюса.

Ж) Сжатой дугой (плазменная сварка)

Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся (вольфрамовым) электродом:

Сварка в среде аргона вольфрамовым электродом в настоящее время один из популярных и широко используемых способов, из-за возможности работы со многими видами металла, их толщинами, При такого вида сварки получается качественное сварное соединение и эстетичный сварной шов. Для

данного вида сварки, сварщику необходимо иметь высокую квалификацию, а это залог качества выполненных работ. При данном виде сварки вольфрамовый электрод не должен касаться изделия, иначе будет брак в шве виде вольфрамового включения, а сам процесс сварки осуществляется при помощи подачи припоя, в зону горения дуги. Для розжига дуги используется осциллятор. Процесс сварки происходит в аргоновой среде, для защиты сварного шва от попадания в него вредных газов кислорода, водорода и пр.

Ручная сварка покрытыми электродами:

Такой вид сварки используется в основном для деталей больших толщин, имеющих малую нагруженность, технический алюминий деформируемые и литейные алюминиевые сплавы. В состав покрытия таких электродов добавляют фтористые и хлористые соли натрия, которые растворяют оксидную пленку и убирают ее в шлак. Процесс сварки происходит в обратной полярности постоянным током. После сварки шлак удаляют и тщательно промывают шов, а так же обрабатывают металлическими щетками для удаления остатка шлака. Для улучшения показателей сварки деталь необходимо подогреть до 300-350 °С

Полуавтоматическая (механизованная) сварка плавящимся электродом в аргоновой среде:

Очень схожий вид, со сваркой покрытым электродом. Сварщик следит за скоростью вылета проволоки и скоростью подачи газа. Принцип основан на том, что подающий роликовый механизм толкает проволоку по рукаву, так же через рукав подается защитный газ, все проходит через сопло держака, и подается в зону сваривания. Преимущества данный вид имеет перед выше перечисленными: более дешевый вид сварки, простой использования и получением при этом качественного сварного соединения. Механизованная сварка имеет большую скорость сваривания в отличие от сварки неплавящимся электродом. Его можно использовать при сварке различных металлов и их толщин. Для питания дуги применяют источники питания постоянного тока с жесткой внешней вольт-амперной

характеристикой. Процесс происходит на токе обратной полярности, что обеспечивает надежное разрушение оксидной пленки за счет катодного распыления и правильное формирование шва.

Автоматическая сварка под слоем флюса:

«Осуществляется плавящимся электродом. Ее применяют для сварки стыковых соединений с толщинами от 4 мм и более. Дуга имеет постоянный ток с обратной полярностью. Применяются флюсы смалой электропроводностью. Сварка ведется в большинстве случаев расщепленными электродами». [21]

Автоматическая сварка плавящимся электродом :

Этот процесс такой же как и сварка механизированным способом. Основное отличие в том, что сварщик стоит за пультом управления задает параметры, а сам процесс происходит в автоматическом режиме.

Автоматическая сварка не плавящимся электродом:

Так же как и процесс ручной сварки неплавящимся электродом. Так же у пульта стоит оператор. Припой подается в зону дуги автоматически с помощью механизмов.

Сварка сжатой дугой:

Концентрация энергии очень высока. Главное преимущество перед другими, у этого вида сварки заключается в высокой скорости сварки, уменьшение зоны влияния высоких температур, стабильность процесса. Из-за глубокого проплавления увеличивается доля основного металла в шве. Для сварки алюминиевых сплавов применяется переменный ток. Можно сваривать тонколистовой металл от 0.2 мм.

2.2.2 Технология заварки дефектов в виде пробоин и трещин в корпусе катера

2.2.2.1 Заделка пробоин постановкой заплат

Пробоины чаще всего имеют рваные, гнутые края по этому часть вокруг дефекта необходимо обрезать. На оставшейся обшивке выпрямляют

вмятины, далее размечают контур реза, при этом закругляя углы радиусом не менее 20 мм. Далее по эскизу рисуют на новом листе металла контур, и вырезают заплатку. При расположении повреждения на прямом участке, заплатке придают изогнутость 10 – 15 мм на 1 м заплатки. Если пробоина находится на изогнутых и угловатых участках, то заплатке придают форму того места где она будет располагаться, при этом стараться чтобы отклонения по прилеганию были не более 3 – 5 мм.

На корпусе заплатка устанавливается таким образом, чтобы две кромки заплатки были прижаты корпусу без зазора. В-первую очередь сварка производится внутри корпуса, после с наружи вырубают контрольную канавку и производят сварку шва. Кроме заплатки при большой площади повреждения изготавливают и заменяют элементы набора корпуса.

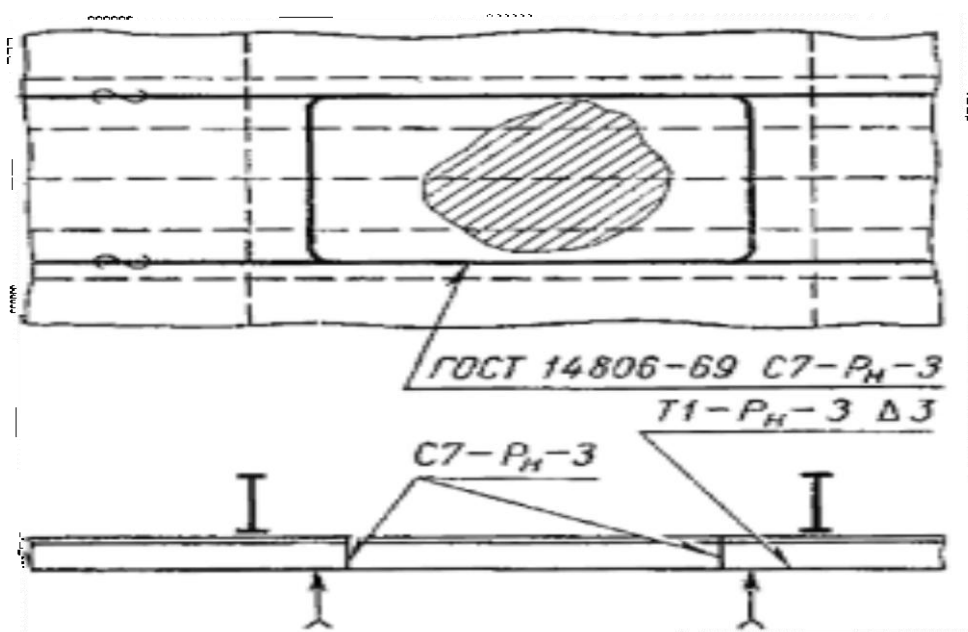


Рисунок 2.3 – Замена участка перекрытия корпуса судна.

2.2.2.2 Устранение трещин в обшивки и наборах корпуса судна

Одним из простых и надежных методов ремонта трещин, является аргонодуговая сварка. В редких случаях меняются части с дефектами, так же применяется метод наложения заплатки-дублера. Во круг трещины необходимо произвести зачистку металла. Далее идет конечное определение границ трещины, на ее концах просверливаю сквозные отверстия, и

производят разделку кромок с одной стороны, изнутри корпуса и сваривают. С наружной стороны, так же производят разделку но до наплавленного металла, и так же проваривают.

Для того чтобы не дать трещине в дальнейшем «ползти», во круг нее накладывается лист и обваривается сплошным швом.

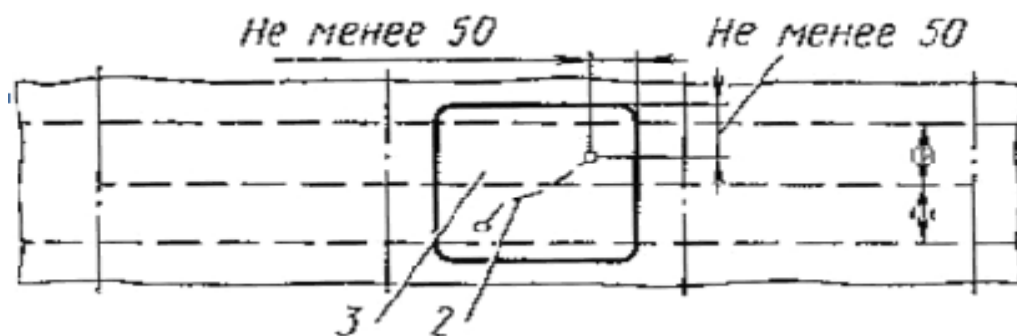


Рисунок 2.4 – Усиление накладкой в районе повреждения.

Так же могут появиться трещины в сварных швах. Чтобы устранить трещины в таких местах , нужно срубить шов до целого металла на расстояние 30 мм от ее краев. При образовании трещин в стыковых швах, их разделяют под углом 60°. Сварка производится обратноступенчатым швом.

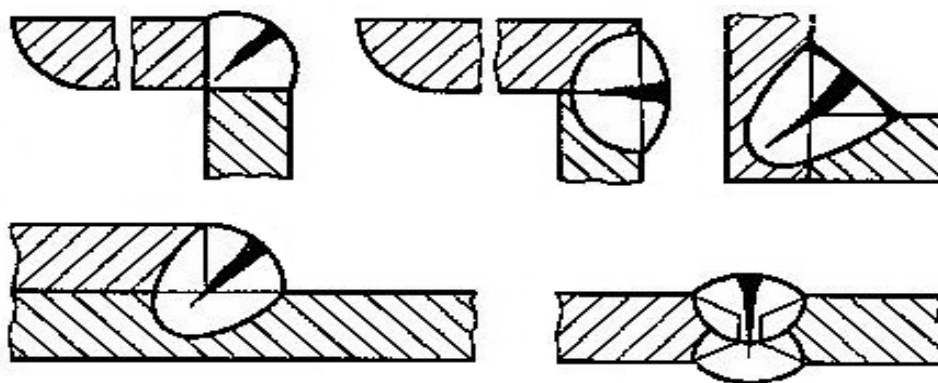


Рисунок 2.5 – Трещины в сварных швах.

При ремонте трещин швов, корпуса сверлятся отверстия 4-6мм, также производится дополнительная проверка на течь.

3 Безопасность и экологичность технического объекта

3.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

Тема бакалаврской работы «Ремонтная сварка корпуса катера, изготовленного из алюминиевого сплава».

В данной работе использую технологический процесс механизированная сварка в защитной среде аргона при ремонте корпуса катера, из алюминиевого сплава.

На участке ремонта и сварки в настоящее время используется следующее оборудование: полуавтомат сварочный аппарат MinarcMig Evo 200, баллон с Аргоном, УШМ для резки материала, шлифовальный станок для доработки детали, пост выходного контроля, вспомогательное оборудование: помещение для подготовки сварочной проволоки к сварке, складские помещения и стеллажи.

В производственных процессах, существует вероятность проявления опасных и вредных факторов. Т.к. этот процесс подразумевает под собой наличие приборов находящихся под напряжением, колющий и режущий инструмент, наличие вредных паров и прочее.

Для технологических процессов, описанных в данной бакалаврской работе, определим перечень опасных и вредных производственных факторов.

Таблица 3.1 – «Технологический паспорт технического объекта»[14].

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника выполняющего технологическую операцию,	Оборудование, технологическое приспособление	Материалы, вещества
Ремонтная сварка корпуса катера	Подготовка заготовки, подготовка поверхности, сварка	Слесарь, сварщик алюминиевых сплавов	Полуавтоматический сварочный аппарат MinarcMig Evo 200	Проволока для сварки 1.6 мм АМг6, газ Аргон, кислота для обработки проволоки

3.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 3.2 – «Идентификация профессиональных рисков»[14]

Производственно технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
Подготовка заплатаки, подготовка поверхности, сварка	<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"> -острые кромки,заусенцы и шероховатость по поверхностям заготовок инструмента и оборудования, - подвижные части оборудования, -движущиеся механизмы и машины, -высокий уровень загазованности в результате в сварки, -повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны,; -повышенная или пониженная темература поверхностей оборудования, и материалов; -повышенная или пониженная температура воздуха в рабочей зоне 	Электрическая сеть, Полуавтоматический сварочный аппарат, Проволока для сварки, газ Аргон, кислота для обработки проволоки

3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 3.3 – «Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов (как уже реализованных в базовом исходном состоянии, так и дополнительно или альтернативно предлагаемых бакалавром для реализации в рамках выпускной квалификационной работы)»[14].

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"> -острые кромки, заусенцы и шероховатость по поверхностям заготовок инструмента и оборудования, - подвижные части оборудования, -движущиеся механизмы и машины, -высокий уровень загазованности в результате в сварки, - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны,; -повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, и материалов; - воздуха в рабочей зоне 	<ul style="list-style-type: none"> - использование стационарной местной, переносной или встроенной в сварочное оборудование местных воздухоприемников; - не допускается проведение сварки при не работающей местной вентиляции; -применением встроенных в конструкцию средств защиты работающих, а также средств информации, предупреждающих о возникновении опасных (в том числе пожаровзрывоопасных) ситуаций; -Движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмоопасности, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним работающего - Проверка состояния воздушной среды осуществляется путем определения концентраций вредных веществ 	<ul style="list-style-type: none"> -обеспечены спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты с учетом условий проведения работ в соответствии с типовыми отраслевыми нормами, утвержденными в установленном порядке; - Профилактическая обработка средств индивидуальной защиты работающих - по нормативно-технической документации;

-* ГОСТ 12.3.003-86. Межгосударственный стандарт. ССБТ. Работы электросварочные. Требования безопасности.

-** ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда(ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

3.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 3.4 – «Идентификация классов и опасных факторов пожара»[14]

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие факторы пожара
Ремонтная сварка корпуса катера	Полуавтоматический сварочный аппарат	«Пожары категории (Е) «Горение электроустановок находящихся под напряжением»[11] *	«Пламя и искры, тепловой поток, повышенное количество токсических веществ, пониженное содержание кислорода, повышенная температура окружающей среды, снижение видимости в дыму»[12]**	«Осколки, части разрушенных сооружений, установок, оборудования и иного имущества, вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования и агрегатов, воздействие огнетушащих веществ»[12]**

-*«Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (последняя редакция), статья 8 – Классификация пожаров» [11]

-**«Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (последняя редакция), статья 9 – Опасные факторы пожара» [12]

3.4.1 Обеспечение пожарной безопасности объекта

Таблица 3.5 – «Технические средства обеспечения пожарной безопасности»[14]

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и 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.
Ящик с песком, кошма, огнетушитель порошковый и углекислотный	Пожарная охрана (вызывается)	Не применяются	Не применяются	Пожарные краны напорные, пожарные рукава	Действия согласно плану эвакуации	Лопата, багор, топор, ведро	Датчики дыма, Телефон находится в помещении, и у начальника

- * «ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1)»[13].

3.4.2 «Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

Таблица 3.6 – «Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности»[14]

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Ремонтная сварка корпуса катера	<ul style="list-style-type: none"> - максимально возможное применением негорючих и трудногорючих веществ и материалов; - изоляцией горючей среды (применением изолированных отсеков, камер, кабин и т.п.); - применением электрооборудования, соответствующего пожароопасной и взрывоопасной зонам, группе и категории взрывоопасной смеси ; - устройством аварийного отключения и переключения установок и коммуникаций - организацию пожарной охраны, организацию ведомственных служб пожарной безопасности в соответствии с законодательством; - порядок хранения веществ и материалов, тушение которых недопустимо одними и теми же средствами, в зависимости от их физико-химических и пожароопасных свойств; - разработку мероприятий по действиям администрации, рабочих, служащих и населения на случай возникновения пожара и организацию эвакуации людей; 	<p>ГОСТ Р 51330.2-99, ГОСТ Р 51330.5-99, ГОСТ Р 51330.11-99, ГОСТ Р 51330.19-99;</p>

-*«ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1)»[13].

3.5 Анализ негативных экологических факторов реализуемого производственно-технологического процесса (изготовления, транспортировки, хранения) и/или осуществляемой функциональной эксплуатации технического объекта с точки зрения обеспечения его экологической безопасности[14]

Таблица 3.7 – «Идентификация негативных экологических факторов технического объекта»[14]

Наименование	Структурные составляющие	Негативное экологическое воздействие	Негативное экологическое воздействие	Негативное экологическое воздействие
технического объекта, производственно-технологического процесса	технического объекта, производственно-технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических операций, технического оборудования), энергетической установки, транспортного средства и т.п.	технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)	технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра, образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Ремонтная сварка корпуса катера	Подготовка заплата, подготовка поверхности, сварка	Сажа, частицы пыли, продукты горения при сварке; -испарение к-т		Металлолом алюминиевые сплавы; -бумага, полиэтилен, упаковка от пров-ки

Таблица 3.8 – «Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду»[14]

Наименование технического объекта	Сварка
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Фильтры в системе вентиляции задержат мелкодисперсную пыль, сажу, продукты горения при сварке.*
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Запрет слива химических веществ в канализацию, утилизация.**
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Установка контейнеров для сбора производственного и бытового мусора, с соответствующими на них обозначениями ***

-*Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»;

-** Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;

-*** Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

Ремонтная сварка корпуса катера, изготовленного из алюминиевого сплава - этот технологический процесс имеет сопровождение вредных и опасных факторов. Был проведен анализ и произведена идентификация этих факторов.

Вся эта работа показала, что применение на участке сварки регламентированных средств пожарной безопасности обеспечит сохранность жизни и здоровья персонала.

Соблюдения правил и законов экологической безопасности сохранит хорошую экологическую обстановку окружающей среды.

Разработка специальных и дополнительных мер защиты не требуется.

4. Расчет эффективности ремонтной сварки изделия

4.1 Расчет штучного времени на выполняемые технологические операции

К данной детали - квадратной алюминиевой латки корпуса алюминиевого катера, я буду рассматривать два способа, которые будут являться первый - базовым, второй – проектным.

В базовом варианте предусматривается ручной способ сварки неплавящимся электродом в среде аргона с использованием припоя диаметром 3 мм, а в проектном применяется механизированная сварка плавящимся электродом АМг6 диаметром 1.6 мм в среде аргона

Таблица 4.1 – «Краткая характеристика оборудования»[16]

Баз оборудование	Проект оборудование
Св. аппарат ТИР-300ДМ, он применяется для сварки деталей несколькими способами. Такие как: плавящимся и неплавящимся электродом, на переменном и постоянном токе прямой полярности, для сварки в среде защитного газа «аргона» неплавящимся электродом изделий из алюминия и его сплавов на переменном токе. Еще один способ для которого он предназначен, это для ручной сварки плавящимся электродами с покрытием на постоянном или переменном токе. Электрод вольфр. В совокупности с применением припоя АМг6 используются при сварки алюминиевых изделий.	Сварочный полуавтомат MinarcMig Evo 200 предназначен для сварки изделий плавящимся электродом в среде защитных газов. Плавящиеся электроды АМг6 предназначена для создания неразъемного, прочного, ответственного, герметичного изделия в среде защитного газа аргон. Параметры газа и диаметр электрода берут в зависимости от толщины изделия.

Таблица 4.2 – «Данные для расчета экономической эффективности»[16]

Исходные данные	Обозначение	Единица измерения	Численное значение
Толщина металла	$S_{мет}$	мм	3
Длина сварного шва	$L_{шва}$	м	0.8
Вес изделия	$H_{мет}$	кг	0.324
Годовая программа	$N_{пр}$	шт	1000
Сила тока баз	I	А	120
Сила тока проект	I	А	120
Срок службы инструмента	Тинстр	лет	5
Срок службы приспособлений	Тприсп	лет	5

Таблица 4.3 – «Основные данные»[16]

Наименование	Баз оборудование	Проект оборудование
стоимость 1 кг листа АМГЗ	280 руб./кг	280 руб./кг
Стоимость за 1 кг: - Вольфр электрод - пруток 3 мм АМГб - проволока св 1.6 мм АМГб	2150 рублей 630 рубля -	- - 900 рублей
стоимостьоборудования: - ТИР-300 ДМ1 - КерприMigEvo 200	140000 рублей -	- 109000 рублей
Цена баллона под аргон 40 л:	7960 рублей	-*
Цена за 1 м ³ . газа	115 рублей	115 рублей
Цена за 1 л. газа	0.1 рубля	0.1 рубля

-*не учитывается т.к. при использовании нового сварочного оборудования баллон для аргона остается тот же

Расчет времени для изготовления одного изделия

$$t_{шт} = t_{н-з} + t_o + t_g + t_{отл} + t_{обсл}$$

Расчеты производятся сразу по проектному и базовому оборудованию:

$t_o = t_m$ - время необходимое для изг. одного изделия. При сварочных работах – это время необходимое для сварки детали (время горения дуги);

Так как необходимое время t_0 мне не известно, необходимо рассчитать его по формуле что я и буду делать:

для сварки и наплавки на одну деталь

$$t_0 = \frac{60 * M_{\text{напл.мет}} * L_{\text{ш}}}{I_{\text{св}} * a_{\text{напл}}}$$

$M_{\text{напл.мет}}$ – масса наплавленного металла с электрода (припоя) на одну деталь, кг в связи с тем, что масса неизвестна приходим к помощи формулы

$$M_{\text{напл.мет}} = \rho * F_{\text{н}} * 10^{-3} []$$

$L_{\text{ш}}$ – суммарная длина шва детали(м);

$I_{\text{св}}$ – сила сварочного тока, (А) базовый 120 ; проектный 140

$a_{\text{напл}}$ – коэффициент наплавки при электродуговой сварке $9 \frac{\text{г}}{\text{А} * \text{час}}$

Т.к. $M_{\text{напл.мет}}$ мне не известна , использую формулу для вычисления: []

$$M_{\text{напл.мет}} = \rho * F_{\text{н}} * 10^{-3}$$

где ρ – плотность наплавляемого металла, г/см³(для алюминиевых сплавов $\rho = 2.7 \text{ г/см}^3$);

$F_{\text{н}}$ – S поперечного сечения шва, мм².

$F_{\text{н}} = 8 - 12 * d_{\text{эл}}$ принимаю значение 10.

$$M_{\text{напл.мет}} = \rho * F_{\text{н}} * 10^{-3} = 2.7 * 30 * 10^{-3} = 81 \text{ г/м}$$

$$\text{Проект оборудование: } t_0 = \frac{60 * 81 \frac{\text{г}}{\text{м}} * 0.8 \text{ м}}{140 \text{ А} * 9 \frac{\text{г}}{\text{А} * \text{час}}} = 3.6 \text{ мин}$$

$$\text{Базов оборудование: } t_0 = \frac{60 * 81 \frac{\text{г}}{\text{м}} * 0.8 \text{ м}}{120 \text{ А} * 9 \frac{\text{г}}{\text{А} * \text{час}}} = 3 \text{ мин}$$

где $t_{\text{п-з}}$ – подготовительно-заключительное время; $t_{\text{п-з}} = 0,05\% \text{ от } t_0$

базов = 0.0018; проект = 0.0015

$t_{\text{в}}$ – вспомог время в соответствии с особенностями производственных технологий $t_{\text{в}} = 5-25\% \text{ от } t_0$; принимаем $t_{\text{в}} = 5\% \text{ от } t_0$ базов = 0.18;

проект = 0.15

$t_{\text{отл}}$ – время отдыха и личных потребностей $t_{\text{отл}} = 5\% \text{ от } t_0$

проект = 0.18; базов = 0.15

$t_{обсл}$ – время для подготовки и уборки рабочего места $t_{обсл} = 8\%$ от t_o
 базов = 0.288; проектн = 0.24

$t_o = t_m -$ - время необходимое для изг. одного изделия. При сварочных работах – это время необходимое для сварки детали

На основании первоначальных данных, рассчитанных выше, итоги записываю в таблицу трудоемкости операций, предусмотренные для времени изготовления одной детали

Таблица 4.4 – «Трудоемкость операций»[16]

Операции	$t_{n-з}$	t_o	t_o	$t_{отл}$	$t_{обсл}$	$t_{итт}$
баз	0.0018	3.6	0.18	0.18	0.284	4.0068
проект	0.0015	3	0.15	0.15	0.24	3.5415

Общие капитальные вложения в оборудование

$$K_{общ} = K_{пр} + K_{соп}$$

$K_{пр}$ – основные вложения в оборудование, (руб).;

$K_{соп}$ – дополнит вложения в оборудование, (руб).

Основные вложения вычисляю для двух образцов сравниваемого оборудования:

$$K_{пр} = \Sigma Цоб * k_з$$

$\Sigma Цоб$ – суммарная цена оборудования, (руб).;

$k_з$ – коэффициент загрузки оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования определяется при помощи формулы: $k_з = \frac{n_{об.расчет}}{n_{об.прин}}$

Количество штук необходимого оборудования, для изготовления деталей принятого кол-ва рассчитывается по формуле:

$$n_{об.расчет} = \frac{N_{пр} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60}$$

$N_{\text{пр}}$ – количество деталей, 1000 шт.;

$t_{\text{шт}}$ – необходимое время для производства одной детали, мин.;

$\Phi_{\text{эф}}$ – эффективное время работы сварочного оборудования, час.

Для выполнения принятого ($N_{\text{пр}}$) количества производства деталей принимаем целое число единиц оборудования ($n_{\text{об.прин.}}$)

Для этого ($n_{\text{об.расчет}}$) количество оборудования расчетного округляем до ближайшего целого большего числа.

Для расчета эффективного времени работы оборудования использую формулу:

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

$D_{\text{к}}$ – календарные дни в году;

$D_{\text{вых}}$ – выходные дни в году;

$D_{\text{пр}}$ – праздничные дни в году;

$T_{\text{см}}$ – длительность смены, (час);

S – рабочие смены;

$k_{\text{р.п.}}$ – простой оборудования из-за ремонта и переналадку (0,06).

$$\Phi_{\text{эф}} = 365 - 104 - 20 * 8 * 1 * 1 - 0.06 = 1812.32$$

Баз оборудование:

$$n_{\text{об.расчет}} = \frac{1000 * 4.0068}{1812.32 * 60} = 0.036$$

Проектное оборудование:

$$n_{\text{об.расчет}} = \frac{1000 * 3.5415}{1812.32 * 60} = 0.032$$

Базовое оборудование:

$$k_3 = \frac{0.036}{1} = 0.036$$

Проектное оборудование:

$$k_3 = \frac{0.032}{1} = 0.032$$

Базовое оборудование:

$$K_{\text{пр}} = 147960 * 0.036 = 5326.56 \text{руб}$$

Проектное оборудование:

$$K_{\text{пр}} = 109000 * 0.032 = 3488 \text{руб},$$

К сопутствующим капитальным вложениям:

$$K_{\text{соп}} = K_{\text{монт}} + K_{\text{дем}}$$

$$K_{\text{соп}} = 2500 + 10000 = 12500 \text{руб},$$

Для базового оборудования:

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{пр}} = 5326.56 \text{руб},$$

Для проектного оборудования:

$$K_{\text{общ}} = 3488 + 12500 = 15988 \text{руб}$$

Удельные капитальные вложения в оборудование (вложения на изготовление одной детали) []

$$K_{\text{уд}} = \frac{K_{\text{общ}}}{N_{\text{пр}}}$$

базовое оборудование:

$$K_{\text{уд}} = \frac{5326.56}{1000} = 5.32656 \text{руб},$$

проектное оборудование

$$K_{\text{уд}} = \frac{15988}{1000} = 15.988 \text{руб},$$

4.2 Расчет себестоимость сравниваемых вариантов

Затраты на материалы.

$$ЗМ = ЗМ_{\text{осн}} + ЗМ_{\text{всп}}$$

Для расчета материалов используют данные рассчитываемые на основании чертежа и/или карт технологического процесса. Расчет затрат:

Затраты на основной материал:

$$ЗМ_{\text{осн}} = N_{\text{м}} * Ц_{\text{м}} * k_{\text{т.з.}}$$

$N_{\text{м}}$ – норма расхода материала на деталь, (кг);

$Ц_{\text{м}}$ – стоимость кг материала детали, руб.;

$k_{т.з.}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов = 1.05;

$$H_M = 2.7 * 120 = 324 \text{ гр}$$

$$ЗМ_{осн} = 0.324 * 280 * 1.05 = 95.256 \text{ гр}$$

затраты на дополнительные материалы:

$$ЗМ_{св} = ЗМ_{неп.эл} + З_{з.г.} + З_{прип}$$

$ЗМ_{неп.эл}$ - неплавящийся электрод, (руб). ;

$З_{з.г.}$ - защитный газ, (руб).;

$З_{прип}$ - алюминиевый припой, (руб).;

$$ЗМ_{св} = ЗМ_{св.пров} + З_{з.г.}$$

$ЗМ_{св.пров}$ – сварочная проволока, (руб).;

$З_{з.г.}$ – аргон, (руб).» [16]

Сумма затраты на сварочную проволоку для расчета использую формулу:

$$ЗМ_{эл/пр} = H_{эл/пр} + Ц_{эл./пр}$$

$H_{эл/пр}$ – норма расхода электродов, проволоки или припоя на изготовление одной детали, кг;

$Ц_{эл./пр}$ – цена электродов, проволоки или припоя, руб. за 1кг.

Из-за того что норма расхода припоя, электродов и газа не известна я рассчитываю по формуле:

$$H_{эл/пр} = Y * L_{ш/в}$$

Y – удельная норма расхода материалов сумму длины шва (кг/м);

$L_{ш/в}$ – сумма швов в детали, (м).

$$Y = k_p * M_{напл.мет}$$

k_p – коэффициент расхода сварочных материалов, учитывающий потери электродного металла при сварке и наплавке (таблица 7);

$M_{напл.мет}$ – рассчитанная масса наплавленного металла, (кг/м).

Таблица 4.5 – «Коэффициент расхода сварочных материалов, (k_p)»[16]

Способ сварки	(k _p)
1. Автоматическая и полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в среде инертных газов	1,05
2. Сварка в среде инертных газов неплавящимся электродом с присадкой:	
- ручная	1,1
- автоматическая	1,02

базовое оборудование

$$U_{пр} = 1.1 * 0.081 = 0.0891 \text{ кг/м}$$

проектное оборудование

$$U = 1.05 * 0.081 = 0.08505 \text{ кг/м}$$

базовое оборудование

$$H_{пр} = 0.0891 * 0.8 = 0.07128 \text{ кг}$$

проектное оборудование

$$H_{эл} = 0.08505 * 0.8 = 0.06804 \text{ кг}$$

$$H_{эл} = 0.002 \text{ кг/м}$$

базов вариант

$$З_{Мэ/п} = (H_{эл} + H_{пр}) * (Ц_{эл} + Ц_{пр})$$

$$З_{Мэ/п} = (0.002 + 0.07128) * (630 + 2150) = 203.7 \text{ руб,}$$

проект вариант

$$З_{Мэл} = 0.06804 * 900 = 61.2 \text{ руб,}$$

$$З_{з.г} = H_{з.г} * Ц_{з.г}$$

H_{з.г} норма расхода защитного газа аргона на 1 погонный метр сварочного шва, литр/мин;

Ц_{з.г} цена аргона, руб./литр.

Норму расхода аргона рассчитываю по формуле:

$$H_{з.г} = U_{з.г} * L_{ш}$$

U_{з.г} удельная норма расхода аргона на 1 погонный метр шва;

Норму расхода защитного газа аргона на 1 погонный метр шва в изделии рассчитываю по формуле:

$$Y_{з.г} = q_{з.г} * t_{ol}$$

$q_{з.г}$ расход аргона в зависимости от типасварки, литр/мин, (см. таблицу 4.2.2);

t_{ol} необходимое время для изготовления погон метра шва

$$t_{ol} = \frac{t_o}{L_{ш}}$$

Таблица 4.6 – «Расход газа при сварке, литр/мин ($g_{з.г}$)»[16]

Защитный Газ	Вид сварки	Расход $g_{з.г}$
Аргон	неплавящимся электродом	10
Аргон	плавящимся электродом для алюминия	10

Для базов оборудования:

$$t_{01} = \frac{3.6}{0.8} = 4.5 \text{ мин/м}$$

$$У_{зг} = 4.5 * 10 = 45 \text{ л/м}$$

$$Н_{зг} = 45 * 0.8 = 36 \text{ л}$$

$$З_{зг} = 36 * 0.1 = 3.6 \text{ руб}$$

$$ЗМ_{ВСП} = 3.6 + 203.7 = 207.3 \text{ руб}$$

проект оборудования:

$$t_{01} = \frac{3}{0.8} = 3.75 \text{ мин/м}$$

$$У_{зг} = 3.75 * 10 = 37.5 \text{ л/м}$$

$$Н_{зг} = 37.5 * 0.8 = 30 \text{ л}$$

$$З_{зг} = 30 * 0.1 = 3 \text{ руб}$$

$$ЗМ_{ВСП} = 3 + 61.2 = 63.3 \text{ руб}$$

$$ЗМ = 63.3 + 95.256 = 158.55 \text{ руб}$$

«Траты на электро-энергию во время сварки рассчитывают в зависимости от применяемых режимов сварочного процесса и технической характеристики сварочного оборудования.»[16]

Таблица 4.7 – «Название и техническая характеристика сравниваемого оборудования»[16]

Марка сварочного оборудования	Технические характеристики	
ТИР 300 ДМ1	Напряжение питающей однофазной сети 50 Гц,	380
	В Наибольший сварочный ток при ПВ=100%, А	300
	Напряжение внешнего управляющего сигнала, В	65
	Ток паузы, А	25;50
	Время импульса, паузы, с	0.5-3
	Время спада тока в конце сварки, с	5
	Сварочное напряжение, В	15-30
	Потребляемая мощность, кВт*А	25
	КПД, %	80
	Габаритные размеры, мм	1230*620*1000
	Масса, кг	500
	Разработчик и изготовитель	НПО НИКИМТ [42]
	KemppiMigEvo 200	Напряжение питающей однофазной сети 50 Гц, В
Наибольший сварочный ток при ПВ=100%, А		120
Наибольший сварочный ток при ПВ=35%, А		200
Сварочное напряжение, В		15-26
Потребляемая мощность, кВт*А		6.2
КПД, %		80
Габаритные размеры, мм		450*227*368
Масса, кг		13
Разработчик и изготовитель	Kemppi	

При использовании дуговой сварки траты за израсходованную электрическую энергию рассчитывают исходя из полезной мощности оборудования:

$$Z_{ээ} = \frac{P_{об} * t_0}{\eta * 60} * Ц_{ээ}$$

« $P_{об} = I_{св} * U_d$ полезная мощность оборудования (кВт);

t_0 основное (машинное) время работы сварочного оборудования;

η коэффициент полезного действия оборудования;

$I_{св}$ сила сварочного тока, (А) $U_{д}$ напряжение на дуге, (В)»[16]

для баз оборудования:

$$P_{об} = 120 * 16 = 1920 \text{ ВА}$$

$$З_{э-э} = \frac{1920*3.6}{0.8*60} * 5.5 = 7.92 \text{ руб}$$

для проект оборудования:

$$P_{об} = 140 * 20 = 2800 \text{ ВА}$$

$$З_{э-э} = \frac{2800*3}{0.8*60} * 3.84 = 6.72 \text{ руб}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, приспособлений, рабочего инструмента и производственных площадей

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования

$$З_{об} = A_{об} + P_{тр}$$

$A_{об}$ амортизационные отчисления на оборудование, (руб).;

Затраты на амортизацию оборудования рассчитываются по формуле:

$$A_{об} = \frac{Ц_{об} * N_{аоб} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60 * 100}$$

« $Ц_{об}$ цена используемого сварочного оборудования, руб.;

$N_{аоб}$ норма амортизационных отчислений на оборудование, %»[16]

Таблица 4.8 – «Нормы амортизационных отчислений, (N_a)»[16]

Наименование оборудования и инструмента	Норма в процентах к балансовой стоимости
Инструменты	15
Станки и машины для механической обработки	15
Приспособления	12
Преобразователи и выпрямители на 1000 и более А, трансформаторы для автоматической и электрошлаковой сварки, аргонодуговые установки и автоматы для дуговой и электрошлаковой сварки	18
Машины для контактной сварки (точечные, стыковые, шовные) с номинальной мощностью:- до 50 кВА - более 50 кВА	20,4 19,5
Оборудование для плазменной резки	20
Печи термические (плазменные, дуговые, электронно-лучевые)	14
Установки для термической обработки сварных стыков	15,5
Самоходные сварочные установки	19
Средства для неразрушающих методов контроля	11,4
Производственные здания, сооружения	2

Для баз оборудования:

$$A_{об} = \frac{140000 * 18 * 4.0068}{1812.32 * 60 * 100} = 0.92 \text{руб}$$

Для проект оборудования:

$$A_{об} = \frac{109000 * 18 * 3.5415}{1812.32 * 60 * 100} = 0.63 \text{руб}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования рассчитываются по формуле:

$$P_{тр} = \frac{Ц_{об} * N_{тр} * k_3}{\Phi_{эф} * 100}$$

$N_{тр}$ норма отчислений на текущий ремонт оборудования, $\approx 35\%$;»[1]

Для базового варианта:

$$A_{об} = \frac{140000 * 35 * 0.036}{1812.32 * 100} = 0.97 \text{руб}$$

$$З_{об} = 0.92 + 0.97 = 1.89 \text{руб}$$

Для проектного варианта:

$$A_{об} = \frac{109000 * 35 * 0.032}{1812.32 * 100} = 0.67 \text{руб}$$

$$З_{об} = 0.63 + 0.67 = 1.3 \text{руб}$$

«Затраты на содержание и эксплуатацию приспособлений и рабочего инструмента

$$З_{прис} = \frac{Ц_{присп} * Na_{присп} * t_{шт}}{T_{присп} * N_{пр} * 100}$$

$Na_{присп}$ норма амортизационных отчислений на приспособления

$Ц_{присп}$ стоимость приспособлений, при изготовлении детали, (руб).;

$T_{присп}$ срок службы используемых приспособлений, лет» [16]

базов оборудования:

$$З_{присп} = \frac{22000 * 12 * 4.0068}{5 * 1000 * 100} = 2.1 \text{руб}$$

проект оборудования:

$$З_{присп} = \frac{22000 * 12 * 3.5415}{5 * 1000 * 100} = 1.8 \text{руб}$$

$$З_{инстр} = \frac{Ц_{инстр} * Na_{инстр} * t_{шт}}{T_{инстр} * \Phi_{эф} * 100}$$

« $Ц_{инстр}$ общая стоимость инструмента применяемого в работе, (руб).

$Na_{инстр}$ норма амортизационных отчислений на инструмент (таблица 4.2.4).

$T_{инстр}$ срок службы инструмента, (лет)» [16]

баз оборудования:

$$Z_{инстр} = \frac{10000 * 15 * 4.0068}{5 * 1812.32 * 100} = 0.66 \text{руб}$$

проект оборудования:

$$Z_{инстр} = \frac{10000 * 15 * 3.5415}{5 * 1812.32 * 100} = 0.58 \text{руб}$$

«Траты за содержание произв площадей

$$Z_{плоч} = \frac{Ц_{плоч} * S_{плоч} * Na_{плоч} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 100 * 60}$$

$Ц_{плоч}$ стоимость 1м^2 , (руб).;

$Na_{плоч}$ – норма амортизации на площадь производственную, (%);

$S_{плоч}$ площадь, на которой находится оборудование, (м^2)» [16]

баз оборудования:

$$Z_{пл} = \frac{1500 * 4 * 2 * 4.0068}{1812.32 * 100 * 60} = 0.004 \text{руб}$$

проект оборудование:

$$Z_{пл} = \frac{1500 * 2 * 2 * 3.5415}{1812.32 * 100 * 60} = 0.001 \text{руб}$$

«Траты на оплату сварщикам с налоговыми отчислениями

Бюджет оплаты сварщиков состоит из двух видов оплат основная и дополнительная: (ФЗП)

$$\text{ФЗП} = \text{ЗПЛ}_{осн} + \text{ЗПЛ}_{доп}$$

оплата основная вычисляется по формуле:

$$\text{ЗПЛ}_{осн} = C_{ч} * t_{шт} * k_{зпл}$$

$C_{ч}$ часовая тарифная ставка, (руб./час);

6 разряд - 49.66руб/час 5 разряд – 42.48руб/час

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

$$k_{зпл} = k_{пр} * k_{вн} * k_{у} * k_{пф} * k_{н}$$

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

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

$k_y = 1,1$ – коэффициент доплат за условия труда;

$k_{пф} = 1,067$ – коэффициент доплат за профессиональное мастерство;

$k_n = 1,133$ – коэффициент доплат за работу в вечерние и ночные смены»[16]

$$k_{зпл} = 1.25 * 1.1 * 1.1 * 1.067 * 1.133 = 1.8284778875$$

баз оборудования:

$$ЗПЛ_{осн} = 49.66 * 4.0068 * 1.8284778875 = 363.82 \text{руб}$$

проект оборудования:

$$ЗПЛ_{осн} = 42.48 * 3.5415 * 1.8284778875 = 275.13 \text{руб}$$

Оплата дополнительная сварщиков вычисляется из формулы:

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{k_d}{100} * ЗПЛ_{осн}$$

где k_d – коэффициент соотношения между основной и дополнительной заработной платой, принят в (%), (таблица 4.2.6.)»[16]

Таблица 4.9 – «Коэффициент соотношения между основной и дополнительной заработной платой (k_d), %»[16]

Условия труда	Число смен	(k_d), %
		Для основных производственных рабочих
Холодные работы	1	8
	2	10
Горячие и тяжелые работы	1	10
	2	12
Вредные и особо тяжелые работы	1	14
	2	16

«К дополнительной заработной плате относятся выплаты работникам предприятия за фактически не отработанное время: это оплата очередных и дополнительных отпусков, оплата сокращенного рабочего дня, выполнения государственных обязанностей и т.п., в соответствии с действующим законодательством.»[16]

базов оборудования:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{доп}} = \frac{10}{100} * 363.82 = 36.3 \text{руб}$$

$$\text{ФЗП} = 363.82 + 36.3 = 400.12 \text{руб}$$

проект оборудования:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{доп}} = \frac{10}{100} * 275.13 = 27.5 \text{руб}$$

$$\text{ФЗП} = 275.13 + 27.5 = 302.63 \text{руб}$$

Отчисления на социальные нужды рассчитываются по формуле:

$$O_{\text{с.н}} = \frac{N_{\text{соц}} * \text{ФЗП}}{100}$$

$N_{\text{соц}}$ норма отчислений на социальные нужды = (30%).

Для базового оборудования:

$$O_{\text{с.н.}} = \frac{30 * 400.12}{100} = 120 \text{руб}$$

Для проектного оборудования:

$$O_{\text{с.н.}} = \frac{30 * 302.63}{100} = 90.78 \text{руб}$$

Технологическая себестоимость изделия

$$C_{\text{тех}} = \text{ЗМ} + \text{З}_{\text{ээ}} + \text{З}_{\text{об}} + \text{З}_{\text{присп}} + \text{З}_{\text{инстр}} + \text{З}_{\text{плоч}} + \text{ФЗП} + O_{\text{сн}}$$

Для базового оборудования:

$$C_{\text{тех}} = 302.556 + 7.92 + 1.89 + 2.1 + 0.66 + 0.004 + 400.12 + 120 = 838.52 \text{руб}$$

Для проектного оборудования:

$$C_{\text{тех}} = 158.556 + 6.72 + 1.3 + 1.8 + 0.58 + 0.001 + 302.63 + 90.78 = 562.36 \text{руб}$$

Цеховая себестоимость изделия

$$C_{\text{цех}} = C_{\text{тех}} + P_{\text{цех}}$$

$P_{\text{цех}}$ – расходы в цеху, (руб).

«К таким расходам можно отнести не прямые расходы, траты на производство детали, это накладные и расходы для управления цеховым производством:

$$P_{\text{цех}} = k_{\text{цех}} * \text{ЗПЛ}_{\text{осн}}$$

$k_{\text{цех}}$ – коэффициент цеховых расходов = (2,5).» [16]

баз оборудования:

$$P_{\text{цех}} = 2.5 * 363.82 = 909.55 \text{руб}$$

$$C_{\text{цех}} = 838.52 + 909.55 = 1748.07 \text{руб}$$

проект оборудования:

$$P_{\text{цех}} = 2.5 * 275.13 = 687.82 \text{руб}$$

$$C_{\text{цех}} = 562.36 + 687.82 = 1250.18 \text{руб}$$

Заводская себестоимость изделия

$$C_{\text{зав}} = C_{\text{цех}} + P_{\text{зав}}$$

$P_{\text{зав}}$ – внутризаводские расходы, (руб).

Внутризаводские расходы не относятся к основным тратам на производство детали:

$$P_{\text{зав}} = K_{\text{зав}} + 3ПЛ_{\text{осн}}$$

$K_{\text{зав}}$ – коэффициент заводских расходов = (1,8).

баз оборудования:

$$P_{\text{зав}} = 1.8 * 363.82 = 654.88 \text{руб}$$

$$C_{\text{зав}} = 1748.07 + 654.88 = 2402.95$$

проект оборудования:

$$P_{\text{зав}} = 1.8 * 275.13 = 495.23 \text{руб}$$

$$C_{\text{зав}} = 1250.18 + 495.23 = 1745.41 \text{р}$$

Полная себестоимость изделия

$$C_{\text{полн}} = C_{\text{зав}} + P_{\text{вн}}$$

«где $P_{\text{вн}}$ – внепроизводственные расходы, руб.

Такие расходы, приходятся на продажу произведенной детали.

$$P_{\text{вн}} = k_{\text{вн}} * C_{\text{зав}}$$

где $k_{\text{вн}}$ – коэффициент внепроизводственных расходов = (0,05).» [16]

баз оборудования:

$$P_{\text{вн}} = 0.05 * 2402.95 = 120.15 \text{руб}$$

$$C_{\text{полн}} = 2402.95 + 120.15 = 2523.1$$

проект оборудования:

$$P_{\text{вн}} = 0.05 * 1745.41 = 87.27 \text{руб}$$

$$C_{\text{полн}} = 1745.41 + 87.27 = 1832.68$$

Таблица 4.10 – «Калькуляция стоимости детали»[16]

Затраты	Баз	Проект
1. Материалы основные	95.25	95.25
2. Материалы вспомогательные	207.3	63.3
3. Электроэнергия	7.92	6.72
4. Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	1.89	1.13
5. Затраты на содержание и ремонт инструмента	2.76	2.38
6. Затраты на содержание занимаемой под оборудование площади	0.004	0.001
7. Основная заработная плата	363.82	275.13
8. Дополнительная заработная плата	36.3	27.5
9. Отчисления на социальные страхования	120	90.78
Технологическая себестоимость	838.52	562.36
Цеховая себестоимость	1748.07	1250.18
Заводская себестоимость	2402.95	1745.41
Внепроизводственные расходы	120.15	87.27
Полная себестоимость	2523.1	1832.68

4.3 Расчет экономической эффективности

$$Pr_{\text{ож}} = \Delta_{\text{у.г.}} = C_{\text{полн}}^{\text{баз}} - C_{\text{полн}}^{\text{проект}} * N_{\text{пр}}$$

$$Pr_{\text{ож}} = \Delta_{\text{у.г.}} = 2523.1 - 1832.68 * 1000 = 690\,420$$

В связи с тем, что на моем производстве с такой технологией деталь готова к применению, и передается в руки покупателю то необходимо произвести расчет на налоговый вычет:

Вычет налога вычисляют по формуле:

$$N_{\text{пр}} = Pr_{\text{ож}} * k_{\text{нал}}$$

Где $k_{\text{нал}}$ – коэффициент налогообложения на прибыль = 0,24

$$N_{\text{пр}} = 690\,420 * 0.24 = 165\,700.8$$

Чистую прибыль которую ожидаю от смены оборудования вычисляю используя формулу::

$$Pr_{\text{чист}} = Pr_{\text{ож}} - N_{\text{пр}}$$

$$Pr_{\text{чист}} = 690\,420 - 165\,700.8 = 524\,719.2$$

Годовой эконом эффект ожидаемый от смены оборудования вычисляется по формуле:

$$\mathcal{E}_r = C_{\text{полн}}^{\text{баз}} + E_n * K_{\text{уд}}^{\text{баз}} - C_{\text{полн}}^{\text{проект}} + E_n * K_{\text{уд}}^{\text{проект}} * N_{\text{пр}}$$

где $C_{\text{полн}}^{\text{баз}}$ и $C_{\text{полн}}^{\text{проект}}$ – полная себестоимость продукции (базовая и проектная), т.е. до и после внедрения новогооборудования, руб.

E_n – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности $E_n = 0,33$.

$$\mathcal{E}_r = ((2523.1 + 0.33 * 5.32656) - (1832.68 + 0.33 * 15.988)) * 1000 = 686\,901.72 \text{руб}$$

Период времени за который окупится оборудование вычисляется:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{общ}}^{\text{проект}}}{\text{Пр}_{\text{чист}}} \text{ (лет)}$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{15988}{524\,719.2} = 0.03$$

Коэффициент сравнительной экономической эффективности

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}}$$

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{0.03} = 33.3$$

Так как выполняется неравенство $E_{\text{ср}} > E_n$, отсюда следует, то что замена оборудования эффективна.

Трудоёмкость изготовления изделия

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{t_{\text{шт}}^{\text{баз}} - t_{\text{шт}}^{\text{проектн}}}{t_{\text{шт}}^{\text{баз}}} * 100\%$$

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{4.0068 - 3.5415}{4.0068} * 100 = 11.6\%$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По всем расчетам, произведенным в работе можно сделать вывод, что проектное оборудование при сварки изделия более эффективна. Эффективность этого оборудования обуславливается тем, что оно имеет более простое устройство с базовым, оно легче компактнее. Для того что бы работать с плавящимся электродом в среде аргона, сварщику не нужна более высокая квалификация нежели при сварке неплавящимся электродом в защитной среде аргона. Во время работы на проектном оборудовании задействуется только одна рука, в которой находится сварочный пистолет. Тем самым рабочий имеет возможность контролировать свободной рукой деталь.

Деталь окупится именно в срок около года. Это видно по расчетам и складывается из совокупности экономий. При работе проектным оборудованием себестоимость расходных материалов дешевле. Катушка алюминиевая стоит дешевле чем вольфрамовый электрод + шлаковый припой. Электропотребление становится на порядок меньше в отличие от базового. Скорость сваривания детали возрастает, что способствует увеличению числа свариваемых деталей. К тому же экономический эффект складывается и от того, что перестает быть необходимость в сварщике 6 разряда, а соответственно и оплата труда становится ниже.

Со стороны качества, смена оборудования ни как не повлияет. Качество остается таким же, так как меняется оборудование, а технология остается прежней. Сварка происходит теми же составами, но только имеющих более меньшую стоимость.

С точки зрения безопасности новое оборудование имеет более высокую степень защиты от поражения электротоком. Это связано с тем, что в нынешнее время ужесточают классы безопасности. Новое оборудование имеет более длинные сварные рукава и провод массы, тем самым сварщик находится в достаточной дали от оборудования, это способствует как увеличению безопасности так и упрощает работу сварщику.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Морской алюминий [Электронный ресурс] : текст с экрана. Свободный доступ. 2010-2018 ООО «МДМ Групп» URL:<https://mdmgroup-spb.ru/poleznoe/morskoj-alyuminij> (дата обращения : 07.04.2019).
2. Сварка алюминия в судостроении. Теоретические основы от практиков. [Электронный ресурс] : Текст с экрана. Свободный доступ. evrotek.spb.ru. URL:https://evrotek.spb.ru/files/Svarka_aluminia_v_sudostroenii.pdf (дата обращения : 07.04.2019).
3. Master 510 – Катера Master. [Электронный ресурс] : Текст с экрана. Свободный доступ. [galactica.su](http://www.galactica.su) . URL:<http://www.galactica.su/catalog/5/152/> (дата обращения : 07.04.2019).
4. Особенности сварки алюминия. [Электронный ресурс] : Текст с экрана. Свободный доступ. Diplomba. URL:<http://diplomba.ru/work/70944> (дата обращения : 16.04.2019).
5. § 60. Ремонт и докование судов. [Электронный ресурс] : Текст с экрана. Свободный доступ. www.FLOT.com URL:<https://flot.com/publications/books/shelf/chainikov/64.htm> (дата обращения : 27.03.2019).
6. Ремонт алюминиевых лодок. [Электронный ресурс] : Текст с экрана. Свободный доступ. Роспромресурс URL:<http://rushovercraft.com/лодки/ремонт-алюминиевых-лодок.html> (дата обращения : 27.03.2019).
7. Технология сварки алюминиевых и магниевых сплавов. [Электронный ресурс] : Текст с экрана. Свободный доступ. [autoWelding.ru](http://www.autoWelding.ru) URL:https://www.autowelding.ru/publ/1/1/tekhnologija_svarki_aljuminievyykh_i_magnievyykh_splavov/2-1-0-213 (дата обращения 16.04.2019).

8. Методы контроля качества сварных соединений. [Электронный ресурс] : Текст с экрана. Свободный доступ. PIPE TECHNOLOGY. URL:<http://www.pipe-technology.ru/control.php?id=5> (Дата обращения : 16.04.2019).

9. Сварка, пайка, склейка и резка металлов и пластмасс. – 3-е изд.: Справ. изд. /Под ред. Ноймана А., Рихтера Е.: Пер. с нем. – М.: Металлургия, 1985. – 480 с.

10. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации Приказ от 20 февраля 2014 г. N 103н. «О внесении изменений и признании утратившими силу некоторых нормативных правовых актов министерства труда и социального развития Российской Федерации, министерства труда и социальной защиты Российской Федерации». [Электронный ресурс] : Текст с экрана. Свободный доступ. Контур.Норматив. URL:<https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=253164> (дата обращения : 23.04.2019)

11. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.07.2018). Статья 8. Классификация пожаров [Электронный ресурс] : Текст с экрана. Свободный доступ. КонсультантПлюс. URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/92ae38c718009996083a057e9d0fec1abe669fd4/ (дата обращения : 29.04.2019).

12. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.07.2018). Статья 9. Опасные факторы пожара. [Электронный ресурс] : Текст с экрана. Свободный доступ. КонсультантПлюс. URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/536083e9e39935b1f05a0f37e81d7116ddc66d23/ (дата обращения 29.04.2019).

13. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1). [Электронный ресурс] : Текст с экрана. Свободный доступ. Техэксперт. URL:<http://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата : обращения 29.04.2019).

14. Горина, Л.Н., Фесина М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. Л.Н. Горина, М.И. Фесина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016.

15. Собурь, С.В. Пожарная безопасность электроустановок [Электронный ресурс] : [учеб.-справ. пособие] / С. В. Собурь. - 9-е изд., перераб. с изм. - Москва : ПожКнига, 2013. - 272 с. : ил. - (Пожарная безопасность предприятия). - ISBN 978-5-98629-051-5. URL:http://www.f-book.ru/products_files/ptm-2014.pdf (дата обращения : 30.04.2019).

16. Краснопевцева, И. В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс] : [электрон. учеб.-метод. пособие] / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова ; ТГУ ; Ин-т финансов, экономики и управления ; каф. "Торговое дело и управление производством". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с. Свободный доступ. (дата обращения : 13.05.2019).

17. Государственный стандарт Союза ССР система стандартов безопасности труда работы электросварочные требования безопасности ГОСТ 12.3.003-86 [Электронный ресурс] : Текст с экрана. Свободный доступ. Valvol.grz.ru URL:http://valvol.qrz.ru/gost/gost12_3_003-86.pdf (дата обращения : 11.05.2019).

18. ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда(ССБТ).Оборудование производственное. Общие требования безопасности. [Элетронный ресурс] : Текст с экрана. Свободный доступ. Техэксперт. URL:<http://docs.cntd.ru/document/901702428> (Дата обращения : 11.05.2019).

19. Ручная дуговая сварка в среде аргона. [Электронный ресурс] : Текст с экрана. Свободный доступ. SVARKAGID. URL:<https://svarkagid.ru/tehnologii/dugovaya-svarka-v-srede-argona.html> (дата обращения : 11.05.2019).

20. Сварка алюминия и его сплавов покрытыми электродами [Электронный ресурс] : Текст с экрана. Свободный доступ. Bstudy.net URL:https://bstudy.net/685096/tehnika/svarka_aluminiumiya_splavov_pokrytymi_elektrodami (дата обращения : 11.05.2019).

21. Технология сварки. Сварка алюминия и алюминиевых сплавов. [Электронный ресурс] : Текст с экрана. Свободный доступ. Копирование с разрешения сайта. Svarkainfo.ru URL:<http://www.svarkainfo.ru/rus/lib/tech/tsal> (дата обращения : 12.05.2019)

22. Технология и организация судоремонта. [Электронный ресурс] : Текст с экрана. Свободный доступ. Библиофонд. URL:<https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=732349> (дата обращения : 12.05.2019).