

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные
процессы»

(наименование)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технология сварки узлов установки для разрезания аккумуляторов

Студент

Д.О. Соколов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент А.Л. Федоров

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

Консультанты

к.э.н., доцент Н.В. Зубкова

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

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

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

Тольятти 2021

Аннотация

Цель бакалаврской работы – экономия материальных ресурсов за счет продления срока службы станины оборудования для разрезания корпуса аккумуляторной батареи. Для достижения поставленной цели выполнены следующие задачи: модернизирована конструкция станины; разработан технологический процесс механизированной сварки изделия в защитных газах; подобрано сварочное оборудование; разработана специализированная сборочная оснастка; предусмотрены мероприятия по охране здоровья и жизни производственного персонала; произведена оценка экономической эффективности предложенных мероприятий.

Графическая часть содержит 6 листов формата А1. Пояснительная записка содержит 57 стр. формата А4, 19 рисунков, 13 таблиц.

Проанализирована конструкция станины, базовая технология сварки, требования к изделию. Станина модернизированной конструкции позволит облегчить удаление остатков пролитой кислоты, облегчит замену кожуха, подверженного интенсивной коррозии, снизит общий вес металлоконструкции. Для исключения недостатков применяемого технологического предложено заменить защитный газ, углекислый, на смесь газов и применить сборочную оснастку. Подобрано оборудование для реализации технологии сварки в среде защитных газов - источник МАГМА-315 и полуавтомат ФЕБ-09.

Годовой экономический эффект при внедрении проектной технологии составляет 8600 руб.

Содержание

Введение.....	5
1. Состояние вопроса	6
1.1. Описание изделия и условий его эксплуатации	6
1.2 Подбор материала для изготовления станины.....	9
1.3 Выбор способа соединения узлов и комплектующих станины	10
1.5 Задачи работы.....	16
2. Конструкторский раздел.....	18
2.1. Разработка конструкции станины	18
2.2. Разработка конструкции колеса привода	20
2.3. Разработка конструкции приспособления.....	22
2.4 Выбор способа управления каплепереносом	24
2.5 Заготовительные операции	25
2.6 Выбор режимов сварки.....	27
2.7 Технологический процесс сборки и сварки изделия	28
3 Безопасность и экологичность проектного технологического процесса	31
3.1 Технологическая характеристика объекта	31
3.2 Идентификация профессиональных рисков.....	32
3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	34
3.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	35
3.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	37
4 Оценка экономической эффективности проектной технологии	39
4.1 Исходная информация для выполнения экономической.....	39
оценки предлагаемых технических решений.....	39
4.2 Расчёт фонда времени работы оборудования	41
4.3 Расчет нормы штучного времени на операции ремонтной сварки.....	42
4.4 Заводская себестоимость базового и проектного вариантов технологии .	44
4.5 Капитальные затраты по базовому и проектному вариантам технологии	48
4.6 Показатели экономической эффективности.....	51

Заключение	54
Список используемой литературы и используемых источников.....	55

Введение

Отработанные аккумуляторные батареи являются самым распространенным видом вторичного сырья. В среднем батареи отработывают от трех до пяти лет. И, вместе с тем, аккумуляторный лом – это достаточно сложное для утилизации сырье. Не переработанные или неправильно утилизированные аккумуляторные батареи представляют собой угрозу для экологической ситуации целых регионов, поэтому Федеральным Классификационным Каталогом Отходов им присвоен 2 и 3 уровень вредности.

Поэтому работы направленные на совершенствование технологий и оборудования для переработки отработанных аккумуляторных батарей являются актуальными.

Например, для разрезания корпуса аккумуляторной батареи используют специализированные станки. Опыт эксплуатации таких станков показал, что срок службы базового элемента, станины, достаточно непродолжительный. Главная причина выхода из строя станины – коррозионные процессы. Хотя перед разрезанием корпуса из него сливают электролит, некоторое количество электролита остается, и проливается в процессе разрезания.

К другим неудобствам, выявленным в процессе эксплуатации, можно отнести сложность демонтажа отдельных узлов и агрегатов при необходимости их замены.

Цель настоящей работы – экономия материальных ресурсов за счет продления срока службы станины оборудования для разрезания корпуса аккумуляторной батареи.

1. Состояние вопроса

1.1. Описание изделия и условий его эксплуатации

Промышленность предлагает достаточно широкий спектр установок для разрезания корпусов аккумуляторных батарей. Как правило, это автоматизированные установки, рисунок 1. Производительность их 50-80 и более аккумуляторных батарей в час. За счет этого и цена их сравнительно высока.

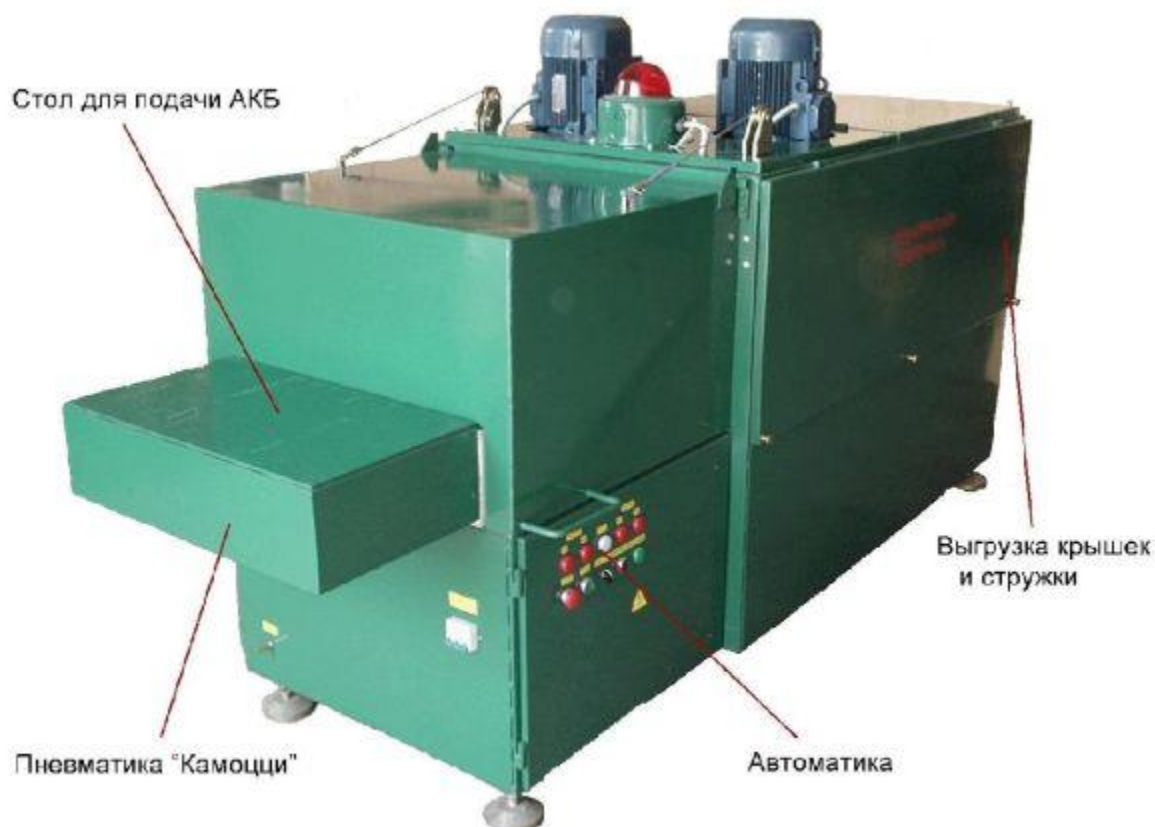


Рисунок 1 – Установка для разрезания аккумуляторов

Однако, применительно к нашему предприятию не требуется столь высокая производительность. Поэтому эксплуатируем разработанную инженерами предприятия и изготовленную здесь же установку. Ее габаритные размеры 1350x1550x1350 мм, рисунок 2., рисунок 3. На станине 1 установлены электродвигатель 3, редуктор 4, стол подъема аккумулятора 2.

Рама станины изготовлена из уголков размером полки 63x5 мм. «Эксплуатируется изделие в помещении. Поэтому диапазон температур эксплуатации может составлять +15...+30°C. Станина защищена лакокрасочным покрытием» [16]. Станина работает при прямом попадании электролита.

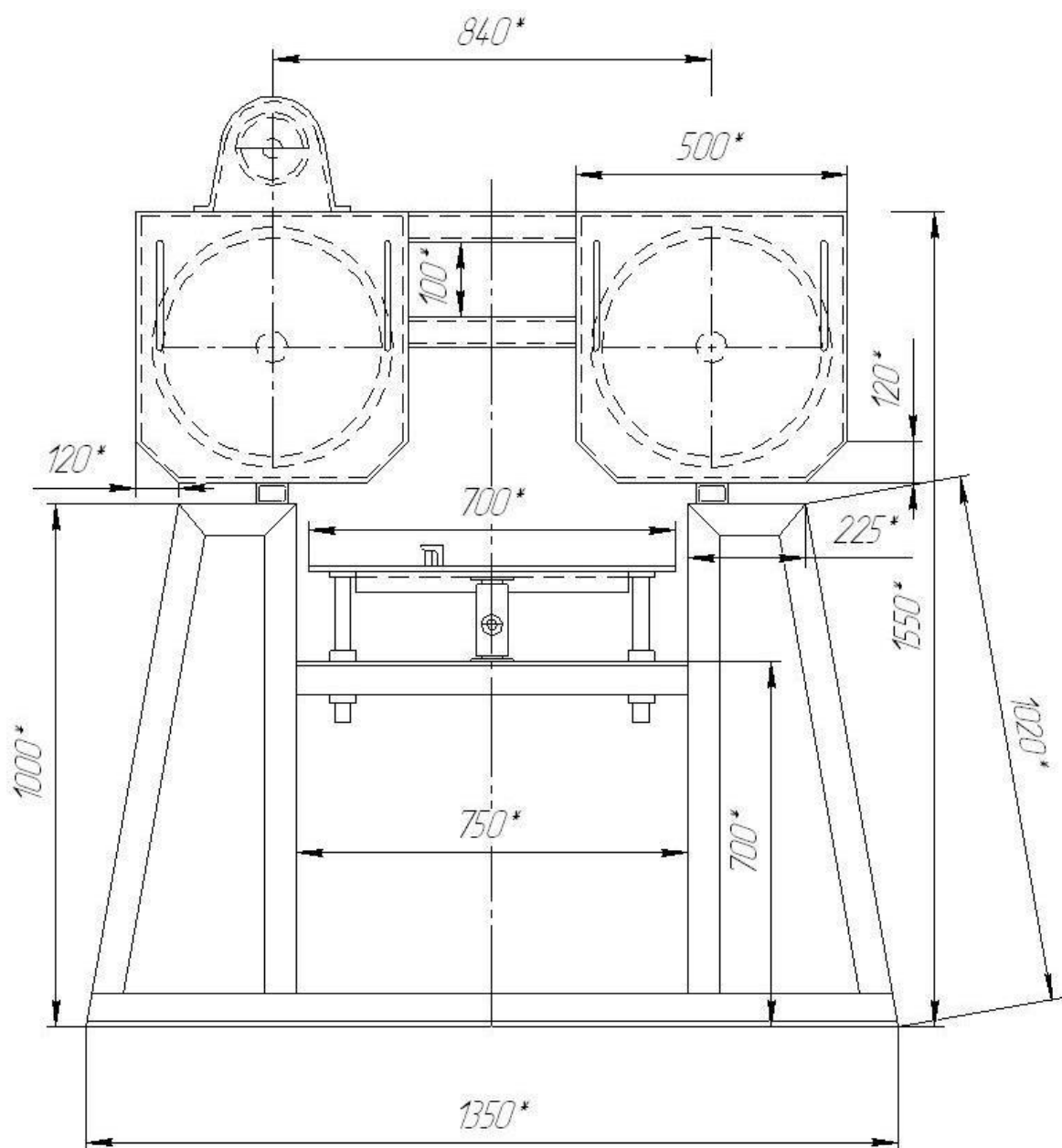


Рисунок 2 - Главный вид установки

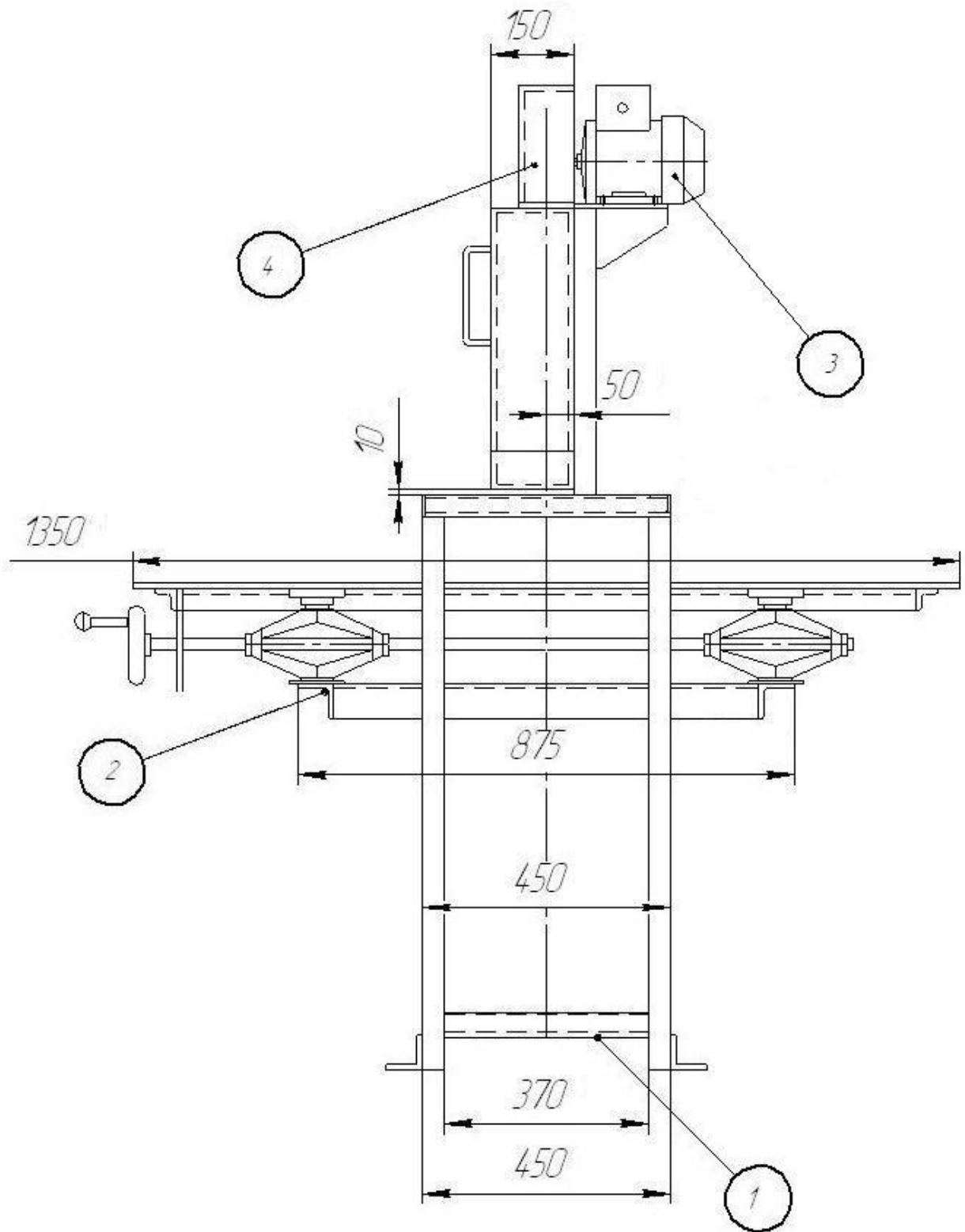


Рисунок 3 - Вид установки сбоку

Материал, из которого выполнена рама станины Сталь 3. кп Ее химический состав показан в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав стали Ст 3 кп,% по ГОСТ 380-71

Углерод	Марганец	Кремний	Сера	Фосфор
0,14-0,22	0,3 - 0,6	<0,05	0,05	0,04

«Механические свойства сталей зависят от содержания углерода. Прочность стали возрастает с увеличением содержания углерода в ее составе» [16].

«Механические характеристики стали Ст 3 кп показаны в таблице 1.2» [16].

Таблица 2 - Механические свойства стали Ст 3 кп по ГОСТ 1050-74

Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %
384-470	240	27	60

Следует отметить сравнительно низкий коэффициент загрузки оборудования.

«Общий вес станины составляет 41 килограмм. Точность изготовления должна быть обеспечена в пределах ± 1 мм» [16].

«Все детали соединены сваркой. В базовой технологии предусмотрена ручная дуговая сварка по ГОСТ 5264-80 штучными электродами МР-3. В конструкции представлен весь спектр соединений – тавровые, угловые, нахлесточные» [16].

1.2 Подбор материала для изготовления станины

Изготовление деталей станины не требует применения каких-либо дефицитных материалов или специальных сталей. Возможен вариант изготовления из низкоуглеродистых и низколегированных сталей. Однако с учетом интенсивности коррозионных процессов, применение таких сталей

вызывает некоторые сомнения. Возможные варианты здесь – применение материалов, успешно сопротивляющихся коррозии под действием серной кислоты.

«Применение алюминиевых сплавов нецелесообразно, т.к. алюминий дороже сталей и для сварки его требуется специальное оборудование» [16]. Кроме того, стойкость алюминия коррозии при действии серной кислоты также невелика.

Применение легированных сталей, например нержавеющей, нецелесообразно. Нержавеющая сталь не нуждается в окраске, но стоимость ее высока. Кроме того, такие стали относятся к ограниченно свариваемым материалам.

«Иные конструкционные материалы – титан, магний и их сплавы дороги, да и сваривать их проблематично» [16].

К преимуществам полимеров следует отнести хорошее соотношение между прочностью и плотностью, хорошую стойкость к коррозии, практически неограниченную пластику создаваемой конструкции. Главный недостаток, требуется дорогое оборудование для получения корпуса, и в первую очередь сложный штамп. Кроме того, пластмассы дороже, чем низкоуглеродистые, низколегированные стали.

Таким образом окончательный выбор остановим на стали Ст 3 кп. Однако предусматриваем мероприятия, обеспечивающие продление срока службы станины.

1.3 Выбор способа соединения узлов и комплектующих станины

Если рассмотреть классификацию способов сварки согласно ГОСТ 19521-74 «Сварка металлов. Классификация», сварка классифицируется по группам признаков на физические, технические и технологические. По физическим группам признаков сварка подразделяется на классы: термический, термомеханический и механический. Если

рассмотреть термический класс сварки, то он может быть реализован посредством таких видов сварки как: дуговая, электрошлаковая, электронно-лучевая, плазменно-лучевая, ионно-лучевая, тлеющим разрядом, световая, индукционная, газовая, термитная, литейная [19].

Однако не все перечисленные виды могут быть применены к сварке подставок для цветов. Сразу отмечаем вариант электрошлаковой сварки, не подходят толщины и пространственное положение сварного шва. Для реализации варианта электронно-лучевой сварки необходима вакуумная камера, сложное оборудование. Наиболее подходящим вариантом сварки является дуговая. Однако она может быть реализована несколькими способами.

Возможно применение сварки покрытыми штучными электродами, рисунок 4.

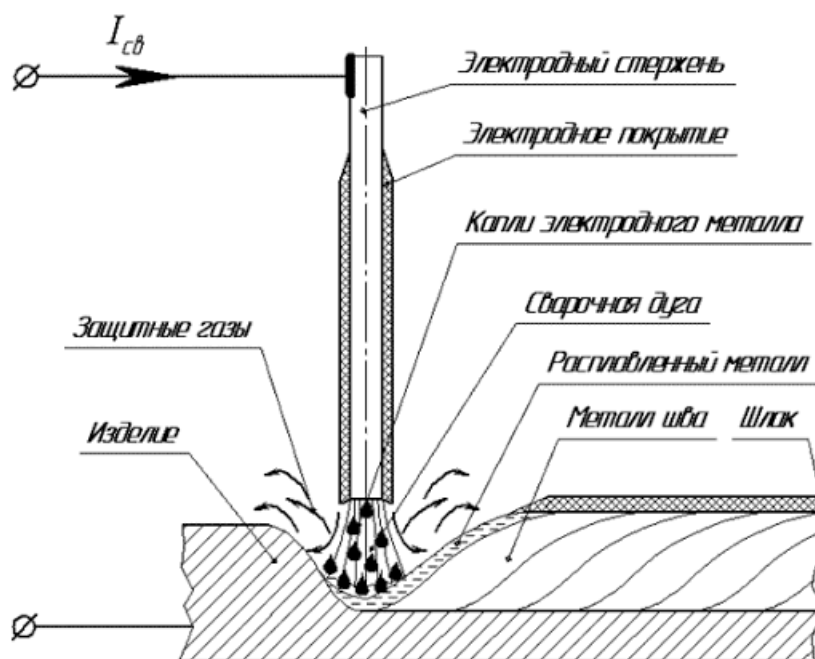


Рисунок 4 – Схема сварки покрытыми электродами

Рассмотрим подробнее сварку штучными электродами. Ручная электродуговая сварка штучными электродами применяется при выполнении коротких швов длиной до 1000 мм в конструкциях со стыковыми, тавровыми и нахлесточными соединениями. Толщина свариваемого металла может быть 1...50 мм, при этом возможна сварка как без разделки кромок (для малых

толщин), так и с разделкой кромок (для больших толщин). Также ручная дуговая сварка штучными электродами применяется при исправлении дефектов сварки, в том числе, и в сварных швах, выполненных другими способами сварки [2, 3].

В настоящее время доля сварных конструкций, получаемых с применением ручной дуговой сварки штучными электродами, неуклонно снижается. Это объясняется недостатками, присущими способу сварки. В первую очередь, следует отметить малую производительность выполнения сварочных работ, в настоящее время ресурс повышения скорости сварки и наплавки штучными электродами за счёт назначения оптимальных режимов и сварочных материалов полностью выработан. Вторым недостатком следует признать работу сварщика в тяжёлых условиях, которые приводят к возникновению профессиональных заболеваний и заставляют увеличивать расходы на обеспечение безопасности персонала. Третьим недостатком следует признать зависимость качества сварки от профессионализма и кондиции сварщика.

Один из недостатков сварки штучными электродами, такой как низкая производительность, устраняется применением механизации процесса подачи присадочного материала в зону горения дуги.

Механизированную сварку производят на постоянном токе, полярность обратная, рисунок 5.

Электродную проволоку выбирают исходя из условий работы детали. Чаще всего это проволоки с повышенным содержанием марганца и кремния [16]. Это нужно для обеспечения одинакового химического состава наплавленного валика сварного шва и основного металла.

Марганец и кремний в результате их высокого сродства к кислороду выгорают. Скорость сварки выбирается исходя из геометрических параметров детали (толщины изделия).

Достоинства сварки в защитном газе: меньшее проплавление основного металла и как следствие более однородная структура металла шва,

эксплуатационные характеристики наплавленного металла на порядок выше, чем при наплавке с помощью покрытых электродов, возможность проводить процесс сварки в различных пространственных положениях, высокая степень производительности и механизации [14].

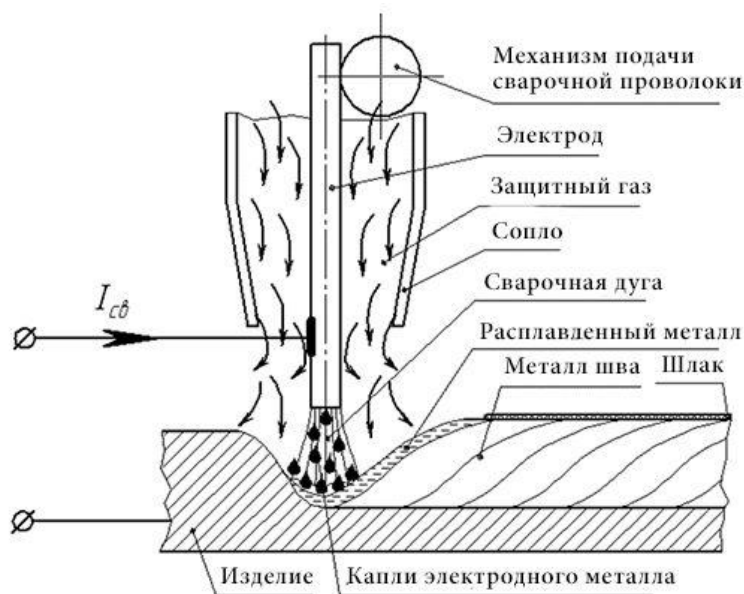


Рисунок 5 – Схема осуществления механизированной сварки в среде защитного газа

Недостатками сварки в смеси защитных газов являются: 1) наличие газовых баллонов (ограниченная подвижность сварщика); 2) повышенное разбрызгивание электродного металла (ограничение на ток сварки и производительность, потери металла); 3) низкая пластичность наплавленного металла (опасность получения трещин); 4) Высокие требования к настройке оборудования.

Главным достоинством сварки неплавящимся электродом, рисунок 6, является высокая степень концентрация тепловой энергии в дуге. Другим достоинством является возможность автоматизации процесса сварки. К третьему достоинству следует отнести низкое разбрызгивание присадочного металла.

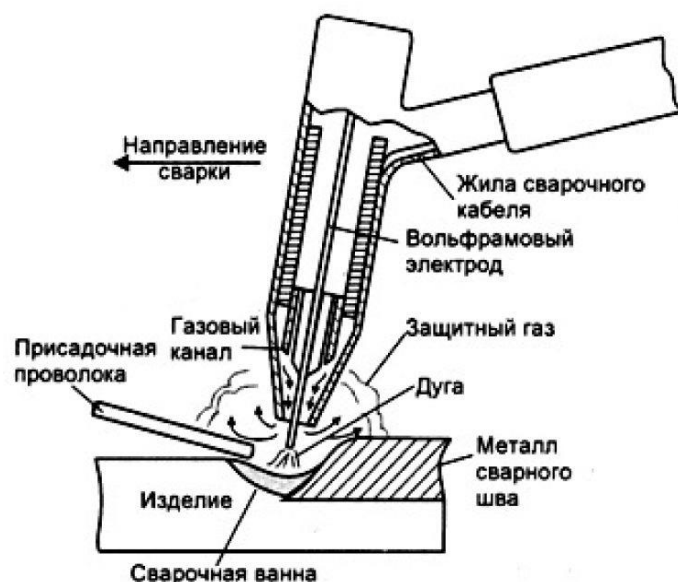


Рисунок 6 - Схема осуществления сварки неплавящимся электродом в среде защитного газа

Недостатки способа: 1) высокая стоимость расходных материалов. 2) необходимость применения специального оборудования. 3) требование высокой квалификации сварщика.

Сопоставительный анализ возможных способов сварки позволяет сделать вывод о том, что ручная электродуговая сварка штучными электродами целесообразна при выполнении коротких швов в конструкциях со стыковыми, угловыми, тавровыми и нахлесточными соединениями. Толщина свариваемого металла может быть до 50 и более мм, при этом возможна сварка как без разделки кромок (для малых толщин), так и с разделкой кромок (для больших толщин). Также ручная дуговая сварка штучными электродами применяется при исправлении дефектов сварки, в том числе, и в сварных швах, выполненных другими способами сварки [2, 3].

Основное преимущество метода ручной дуговой сварки покрытыми электродами (РДСПЭ) - мобильность. Оборудование для ручной сварки компактно и легко поддается транспортировке. Используя длинные электрические кабели, можно перемещаться по территории объекта, а также выполнять сварочные работы в труднодоступных местах.

На данный момент ручная электродуговая сварка металла является самой популярной и востребованной технологией сварки, т.к. она очень проста и удобна для применения не только в домашних условиях, но и на различных производствах. Также он обеспечивает большое разнообразие соединяемых металлов благодаря широкой номенклатуре электродов. Причем переналадка оборудования производится в считанные минуты.

Конечно, следует помнить и о недостатках. Главный из них – затраты времени на замену израсходованного электрода. Помимо затрат времени прерывание цикла сварки чревато появлением дефектов сварного шва. Кроме того, сварщик при выполнении соединения вручную, в соответствии со своим опытом и практическими навыками управляет процессом.

В частности при получении сварного соединения способом РДСПЭ рабочему приходится выполнять движение электродом в трех направлениях. Первое направление – вдоль оси стержня электрода. Второе - вдоль оси шва, по сути оно определяет скорость сварки. Третье – поперек шва. Выполняя движения электродом в данном направлении рабочий обеспечивает качественный провар кромок соединяемых деталей.

Необходимость управления и контроля множества параметров процесса требует высокой квалификации сварщика, приводит к быстрой его утомляемости.

У РДСПЭ есть еще такой недостаток, как химическая неоднородность сварного шва. Обусловлено это следующими причинами. Начинается процесс сварки, когда температура покрытия, примерно, равна температуре окружающей среды. В процессе получения сварного соединения в начале процесса электродное покрытие находится под одной температурой. По мере израсходования электрода из-за прохождения сварочного тока покрытие нагревается. Его характеристики меняются. Кроме того, любое отклонение от установившегося процесса сварки также приводит к появлению химической неоднородности в сварных швах.

Поэтому останавливаемся на технологии механизированной сварки в среде защитного газа.

1.5 Задачи работы

«Анализ конструктивных особенностей изделия, условий его эксплуатации, программы выпуска позволяет рекомендовать для сварки станины сварку в среде активного газа» [16]. Однако, разбрызгивание металла, характерное для данного способа сварки, нежелательно, так как проведенный анализ вышедшей из строя рамы показал, что наплывы металла, и особенно не удаленные застывшие капли расплавленного металла являются источниками коррозии. Так как здесь сложно удалять электролит. Таким образом, необходимо применить методы снижающие разбрызгивание. Возможен вариант применения сварки в газовой смеси – углекислого газа и аргона, при котором разбрызгивание малое. Возможен вариант применения источников питания, обеспечивающих струйный перенос расплавленного металла.

«Учитывая, что выбрана в качестве материала рамы сталь 3 кп необходимо подобрать присадочный материал, режимы и разработать технологический процесс сварки изделия» [16].

Другой проблемой при эксплуатации базовой станины является сложность удаления остатков электролита. Дело в том, что проблемно удалять электролит из внутренних частей уголков. При этом, на станине в данных частях заметно интенсивное коррозионное разрушение. В некоторых местах коррозия сквозная.

На основании вышеизложенного можно сформулировать задачи выпускной квалификационной работы, решение которых позволит достигнуть поставленной цели: модернизировать конструкцию станины; разработать технологический процесс механизированной сварки изделия в защитных газах; подобрать сварочное оборудование; разработать специализированную сборочную оснастку; следует оценить предлагаемые

решения с точки зрения отрицательного влияния на окружающую среду и рабочий персонал, разработать мероприятия по обеспечению безопасности производственного персонала; также следует определить затраты на внедрение предлагаемых технологических решений и потенциальный экономический эффект при принятии в производство проектной технологии сварки..

2. Конструкторский раздел

2.1. Разработка конструкции станины

Поскольку в уголках имеются труднодоступные места для удаления электролита, то при сохранении существующих конструктивных особенностей станины необходимо найти замену уголкам.

Анализ показывает, что труба размером 60x40x3 мм позволит сохранить требуемую геометрию станины. При этом произойдет приемлемое увеличение веса станины. Главный вид станины на рисунке 7.

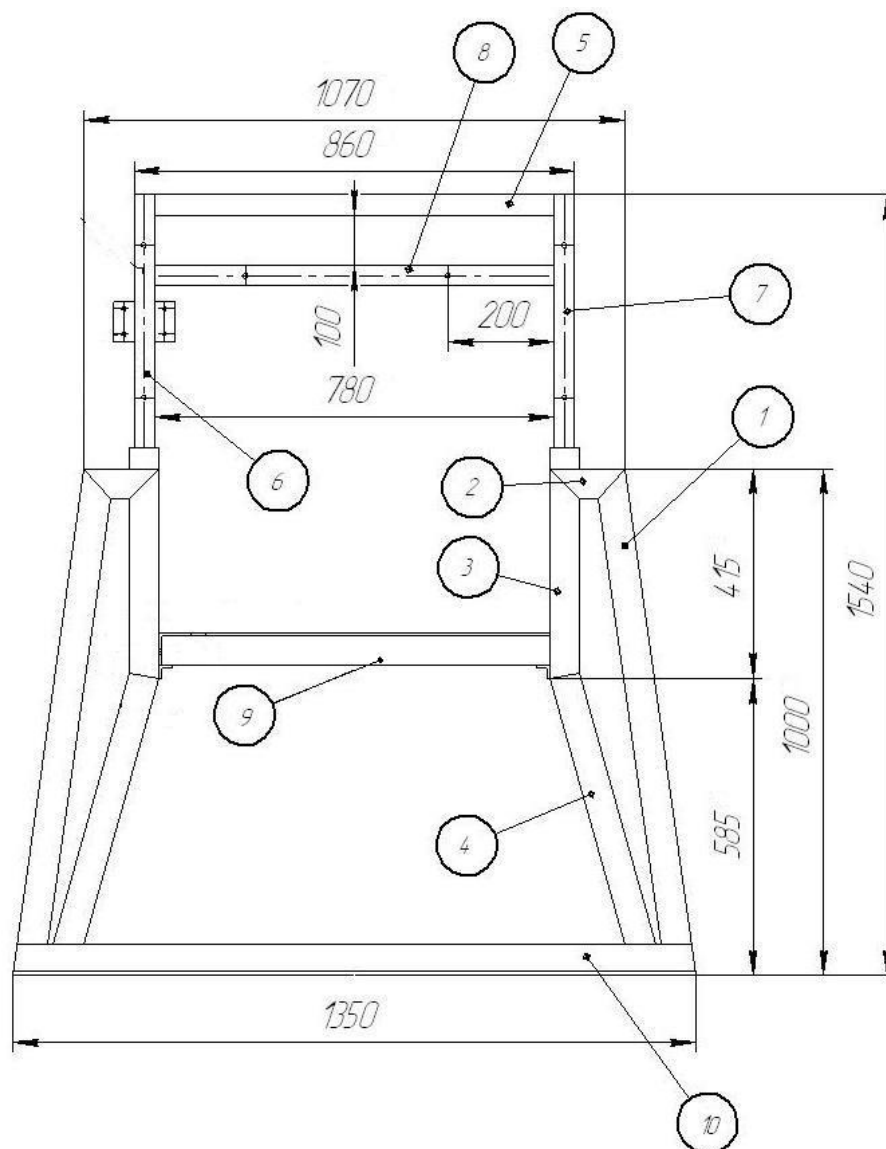


Рисунок 7 - Станина из труб. Главный вид.

Основание станины 10 как и в базовом варианте выполнено из уголков сечением 63х5 мм и длиной 1350 мм. Главные стойки 4 выполнены из трубы прямоугольной размером 60х40х3 мм длиной 630 мм. Раскосы 1 выполнены из трубы прямоугольной 60х40х3 мм длиной 1000 мм. Стойки 3 выполнен из трубы прямоугольной 60х40х3 мм длиной 413 мм. Поперечины 5 выполнены из трубы прямоугольной 60х40х3 мм длиной 780 мм. Стойки верхние 6 и 7 выполнены из трубы прямоугольной 60х40х3 мм длиной 500 мм. Поперечина крепления кожуха защитного 8 выполнена из трубы прямоугольной 60х40х3 мм длиной 780 мм. Поперечина крепления стола подъемного 9 выполнена из уголка сечением 63х5 мм и длиной 750 мм.

Расчет площади поперечного сечения уголка показывает, что ее величина составляет 613 мм². Площадь поперечного сечения трубы составляет 564 мм². Таким образом, имеем выигрыш по массе.

Поперечина 8 для обеспечения крепления кожуха защитного без применения технологий сварки выполнена с двумя отверстиями, в которых нарезана резьба, рисунок 8.

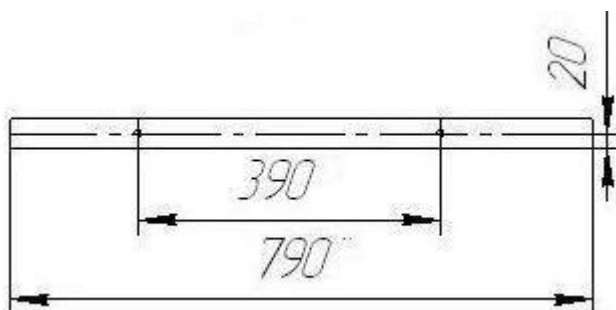


Рисунок 8 - Поперечина крепления кожуха защитного

Стойка верхняя 6 для крепления редуктора и кожуха защитного выполнена с двумя отверстиями с расстоянием между ними 300 мм и с приварной планкой с выполненными в ней 4мя отверстиями, рисунок 9.

Стойка верхняя 7 выполнена с двумя отверстиями для крепления кожуха защитного, рисунок 2.4. Расстояние между отверстиями 300 мм.

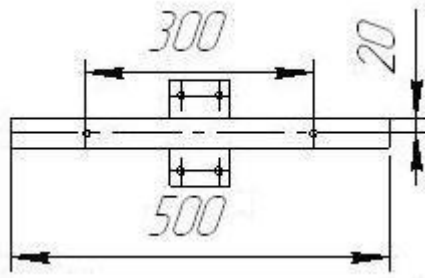


Рисунок 9 - Стойка верхняя правая.

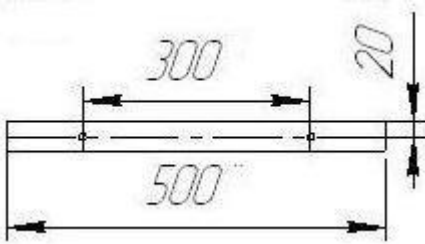


Рисунок 10 - Стойка верхняя левая

Таким образом, применение показанных технических решений позволит облегчить удаление остатков пролитой кислоты, облегчит замену кожуха, подверженного интенсивной коррозии, снизит общий вес металлоконструкции.

2.2. Разработка конструкции колеса привода

Для модернизации конструкции колеса привода пилы для разрезания аккумулятора принимали во внимание что базовая технология изготовления колеса предусматривает вырезку заготовки колеса из листового металлопроката толщиной 30 мм и последующее точение на токарном станке. Данная технология характеризуется высокой трудоемкостью и большим количеством отходов в стружку.

Предложено применить сварной вариант колеса, рисунок 11, 12, 13. Диск вырезается из стального листа толщиной 15 мм. Обод вытачивается из стальной трубы диаметром 410 мм. После чего детали соединяются сваркой и обрабатываются на токарном станке.

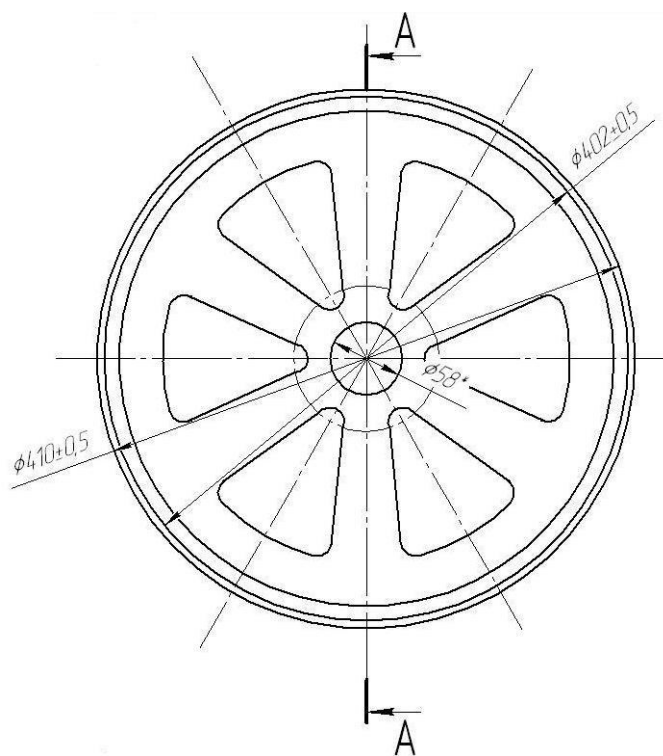


Рисунок 11 - Колесо привода, главный вид

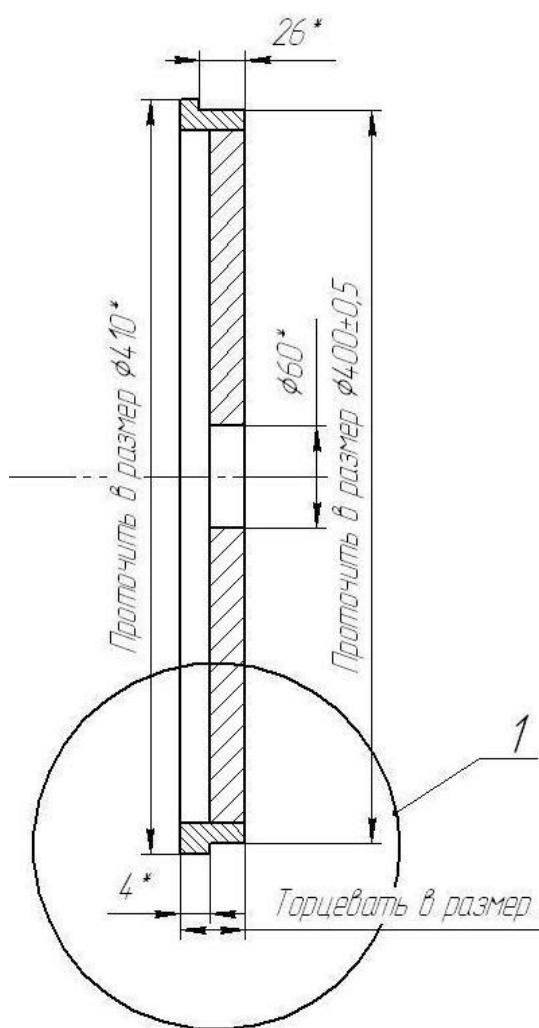


Рисунок 12 - Колесо привода, сечение А-А

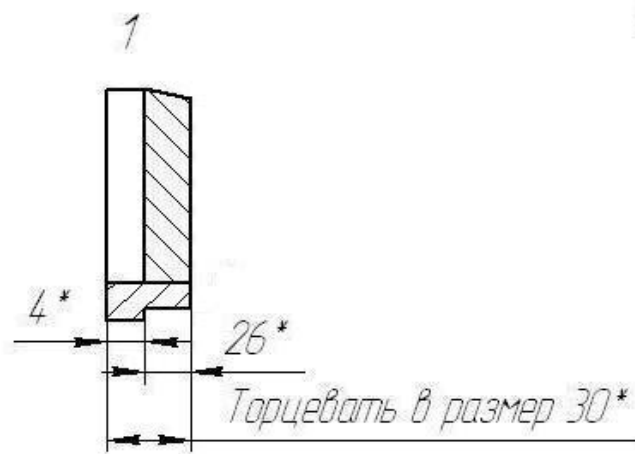


Рисунок 13 - Вид 1.

2.3. Разработка конструкции приспособления

Прежде чем разработать оснастку, необходимо создать схему базирования детали, рисунок 14.

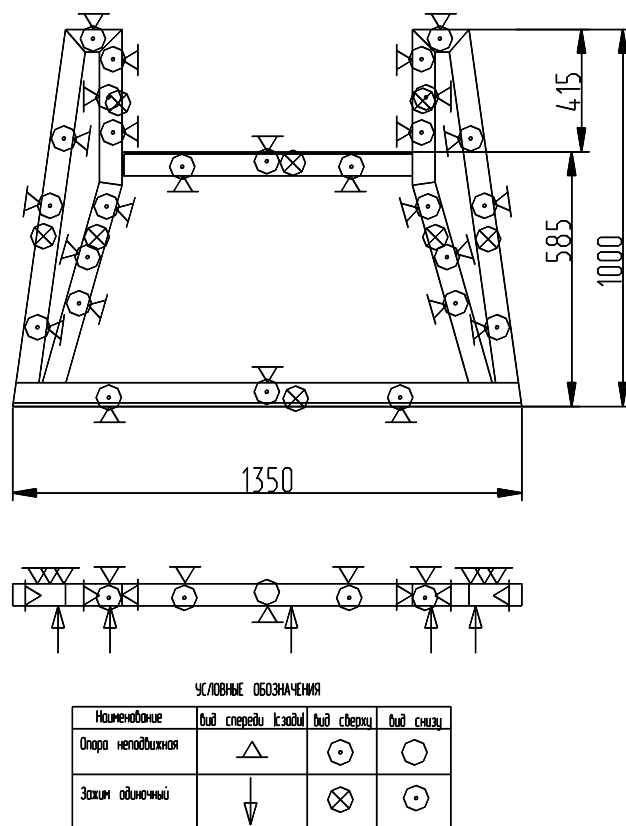


Рисунок 14 - Схема базирования.

«Анализ наиболее часто используемых зажимных механизмов, обеспечивающих фиксацию деталей, приведен в таблице 3» [16].

Таблица 3 - Анализ зажимных механизмов

Тип механизма	Достоинства	Недостатки
Эксцентриковый	«Быстродействие, низкая стоимость, простота в эксплуатации» [16].	Малый ход, небольшие усилия прижатия
Механический рычажный	«Простота в изготовлении и эксплуатации, высокое быстродействие. Не требуются энергоносители» [16].	«Малое усилие зажатия деталей. Невозможно дистанционное управление» [16].
Механический винтовой	«Простота в изготовлении и эксплуатации, возможность создавать большие усилия зажатия деталей. Не требуются энергоносители» [16].	«Медленнодействующий, малопроизводительный механизм. Невозможно дистанционное управление» [16].
Гидравлический	«Возможность дистанционного управления для больших прижимных деталей, большое усилия прижатия, бесшумность работы» [16].	«Относительно медленный, необходим подвод жидкости (масла) под давлением более 1 МПа. Возможна утечка масла» [16].
Пневматический	Высокая скорость работы, возможность дистанционного управления.	«Относительно небольшое развиваемое усилие, шумность работы, необходим подвод воздуха под давлением (менее 1 МПа)» [16].
Магнитный	Универсальность, быстродействие, простота и компактность.	«Сложность конструкции; может быть использован только для ферромагнитных материалов, высокая стоимость» [16].

«При разработке приспособления применим механический привод зажимного механизма так как программа выпуска небольшая. Применим механический винтовой прижим» [16].

2.4 Выбор способа управления каплепереносом

Второе направление повышения стойкости станины – уменьшение разбрызгивания металла. Поскольку отказ от технологии ручной дуговой сварки в пользу механизированной сварки в среде активного газа приводит к увеличению разбрызгивания присадочного металла, то один из возможных вариантов здесь – применение газовых смесей. Однако возможен вариант при котором управление каплепереносом производится за счет характеристик источника питания.

Разработаны электронные источники с очень малой инерционностью. Например источник «МАГМА-315», рисунок 15, является полностью электронным прибором и построен на базе высокочастотного полупроводникового преобразователя электроэнергии с ШИМ модуляцией.



Рисунок 15 - Общий вид источника.

Блок подачи проволоки выбираем ФЕБ-09 «ФОРТ», рисунок 16. Блок подачи проволоки с цифровой индикацией для дуговой сварки в среде защитного газа. Предназначен для сварки сплошной электродной проволокой

диаметром 0,8-1,6 мм (в том числе стальной, нержавеющей и алюминиевой) в среде активных и инертных газов.



Рисунок 16 – Подающий механизм FEB-09

2.5 Заготовительные операции

Технология сборки и сварки станины предусматривает выполнение следующих операций: входной контроль; заготовительная; сварка труб; контроль качества.

Перед началом сварки проверяется:

- наличие у сварщика допуска к выполнению данной работы;
- состояние кромок и прилегающих поверхностей;
- наличие документов, подтверждающих положительные результаты контроля сварочных материалов;
- состояние сварочного оборудования или наличие документа, подтверждающего надлежащее состояние оборудования;
- температура предварительного подогрева свариваемых деталей (если таковой предусмотрен НТД или ПТД).

Предъявляются следующие технические требования к трубам [10, 11]:

- на поверхности труб не допускаются дефекты в виде: раковин, сквозных разрывов, загрязнений, вкатанных окалин, вздутий, трещин;
- допускаемые дефекты: волнистость и прогиб не более 15 мм / 1000 мм, в противном случае необходима дополнительная правка труб;
- устранение поверхностных дефектов проводится зачисткой (допустимое уменьшение толщины трубы 0,25-0,4 мм);
- на обрезных кромках труб не допускается расслоение, трещины, разрывы;
- расслоение контролируется осмотром кромок.

При заготовительных операциях выполняют: правку труб, разметку, резку, подготовку кромок.

До начала сборки трубопровода мастером проверяется наличие клейм, маркировки, а также сертификатов завода-изготовителя, подтверждающих соответствие блоков, труб и деталей их назначению на всех поступающих на монтажную площадку блоках, трубах и деталях. При отсутствии клейм, маркировки или сертификатов блоки, трубы и детали к дальнейшей обработке не допускаются.

Первоначально проводят входной контроль. Проверяется фасонный прокат (трубы прямоугольные и уголки) на наличие клейм, заводской маркировки, сертификатов завода-изготовителя, производится осмотр металла на выявление повреждений.

«Затем в заготовительном участке и токарно-фрезерном участке производят заготовку комплектующих для станины» [16]. Нарезать на пиле дисковой из уголка и трубы заготовки. Из листового металла толщиной 2 мм нарезать на ножницах гильотинных пластины крепления кожуха.

На сверлильном станке сверлить отверстия в стойках верхних, поперечине крепления кожуха защитного. «Готовые детали станины контролируются на соответствие требованиям чертежа, притупляются у них острые кромки и они перемещаются на операцию сборки и сварки» [16].

2.6 Выбор режимов сварки

Повышение эффективности механизированной сварки в защитном газе проволокой сплошного сечения может быть достигнуто при применении дополнительной присадочной проволоки и смеси защитных газов [25, 28]. Применение импульсного управления горением сварочной дуги при механизированной сварке проволоками сплошного сечения позволяет значительно снизить разбрызгивание металла [29, 30]. Во время импульса тока при горении сварочной дуги интенсивно расплавляется торец сварочной проволоки. Во время перехода электродного металла с варочную ванну ток дуги снижается, что уменьшает действие электромагнитного поля на каплю расплавленного металла и упрощает её переход в сварочную ванну. При последующем увеличении тока в момент окончания перехода капли с электрода в сварочную ванну улучшает условия формирования сварного шва.

Применение самозащитной порошковой проволоки позволяет отказаться от использования газовой аппаратуры (редукторы, смесители газов, баллоны, осушители, шланги), которые в значительной мере снижают мобильность сварщика [31, 32].

Недостатками сварки самозащитной порошковой проволокой являются: необходимость удаления шлаковой корки с поверхности шва; высокая стоимость порошковой проволоки; сильное порообразование и возможность получения дефектов в виде пор и шлаковых включений; необходимость борьбы с заломками сварочной проволоки из-за её излишней мягкости; неравномерное плавление оболочки и сердцевины сварочной проволоки.

На основании проведённого анализа альтернативных способов уменьшения разбрызгивания предлагается в проектной технологии применить смесь газов: аргона и углекислого.

«Основные параметры режима сварки в смеси газов следующие: сила сварочного тока; сечение электродной проволоки; напряжение на дуге; расход защитного газа» [16].

Поэтому согласно [2] при сварке кипящей низкоуглеродистой стали рекомендуется сварочная проволока Св-12ГС. Ее химический состав приведен в таблице 3.

Таблица 3 - Химический состав сварочной проволоки Св-12ГС

Углерод	Марганец	Кремний	Сера	Фосфор	Хром	Никель
<0,14	0,8 - 1,1	0,6 – 0,9	0,05	0,04	<0,2	<0,3

Определим требуемое количество проволоки.

Для шва N1, длина 250 мм. Катет К=4 мм.

$$F_H = K^2/2 = 8 \text{ мм}^2 = 0,08 \text{ см}^2.$$

$$M_H = 7,8 * 0,08 * 25 = 15,6 \text{ г.}$$

Для шва N2, длина 130 мм. Катет К=2 мм.

$$F_H = K^2/2 = 2 \text{ мм}^2 = 0,02 \text{ см}^2.$$

$$M_H = 7,8 * 0,02 * 13 = 2 \text{ г.}$$

Для шва N3, длина 475 мм. Катет К=5 мм.

$$F_H = K^2/2 = 12,5 \text{ мм}^2 = 0,125 \text{ см}^2.$$

$$M_H = 7,8 * 0,125 * 47,5 = 46 \text{ г.}$$

Для шва N4, длина 540 мм.

$$F_H = 10 \text{ мм}^2 = 0,1 \text{ см}^2.$$

$$M_H = 7,8 * 0,10 * 54 = 42,12 \text{ г.}$$

Таким образом, для выполнения всех сварочных швов на изделии понадобится примерно 150 грамм сварочной проволоки

2.7 Технологический процесс сборки и сварки изделия

«Следующий этап изготовления станины – сборка в специализированном приспособлении» [16]. Установить на плиту специализированного сборочного приспособления заготовки боковины, фиксировать винтовыми прижимами, контролировать на наличие смещений. «После контроля сварщик прихватывает детали, длина прихваток 10-12 мм. Сила тока 70-100 А, напряжение на дуге 18-23 В, расход газа 8-10 л/мин. По окончании

прихваток сварщиком сварщик варит сварные швы согласно чертежу. Шов N1, Рисунок 17, шов N2, Рисунок 18, шов N 3, рисунок 19» [16].

Режимы указаны в п. 2.2 работы. Последовательность наложения швов произвольная. По окончании сварки основание охлаждается, направляется на операцию контроля.

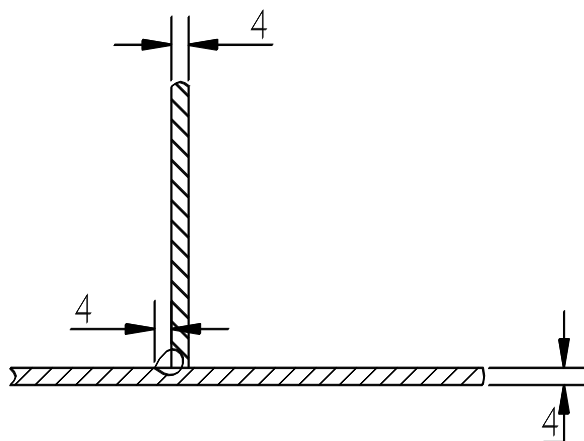


Рисунок 17 – Выполнение шва №1

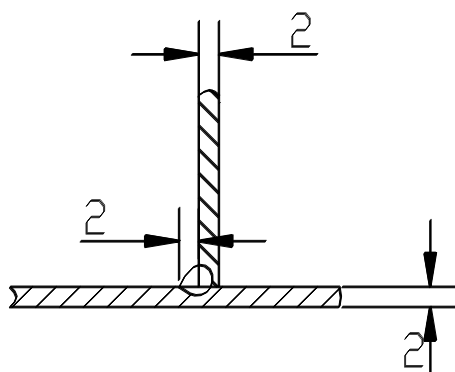


Рисунок 18 – Выполнение шва №2

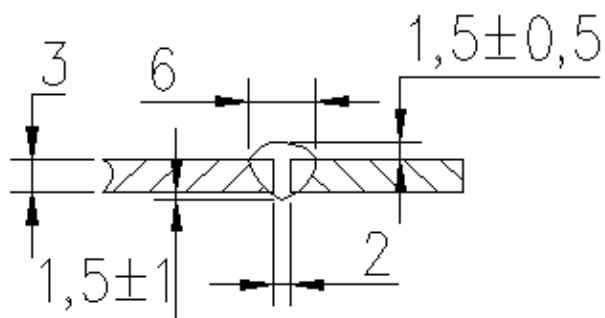


Рисунок 19 – Выполнение шва №3

После выполнения сварки следует очистить поверхность сварного шва от брызг, шлака и натёков металла. Контролируется геометрия изделия. Размеры сваренной станины должны совпадать с требованиями чертежа. Размерные допуски должны быть выдержаны. Контроль геометрии сварных швов предусмотрен визуальный. Контролируются 100% сварных швов. Поверхность сварных швов должна быть гладкой, без наплывов и резких переходов. Незаплавленные кратеры, поверхностные поры наплывы, задиры и шлаковые включения не допускаются. В случае обнаружения дефектов их зачищают и заваривают способом РДСПЭ электродами МР-3.

Сваренные и прошедшие контроль основания перемещают на участок окраски.

Технологический процесс сварки обода заключается в следующем. Из листового металла толщиной 15 мм вырезается колесо. Вырезается газовой резкой. Применяется при этом резак ГРМ-70, редукторы ДКП-1-65, ДАП-1-65. Окончательная обработка колеса в размер производится на токарном станке. Затем из трубы диаметром 410 мм вырезаются на токарном станке заготовки для обода.

Следующая операция – сборка. Установить на приспособление универсальное заготовки для колеса и обода. Фиксировать струбцинами, контролировать размеры. После чего выполнить прихватку. Расстояние между прихватками 150-200 мм, длина прихватки 10-12 мм. Сила тока 110-130 А, напряжение на дуге 18-23 В, расход газа 8-10 л/мин.

После контроля размеров варить сварной шов согласно чертежу. Сила тока 120-150 А, напряжение на дуге 18-23 В, расход газа 8-10 л/мин.

После контроля на наличие дефектов на токарном станке колесо торцует в размер.

3 Безопасность и экологичность проектного технологического процесса

3.1 Технологическая характеристика объекта

Настоящая выпускная квалификационная работа посвящена вопросу повышения эффективности выполнения сварочных работ при сварке станины установки для разрезания аккумулятора. Проектная технология предусматривает применение механизированной сварки с применением источника питания сварочной дуги МАГМА-315 и подающего механизма ФЕБ-09. Выполнение операций проектного технологического процесса предусматривает возникновение опасных и вредных производственных факторов, действие которых на персонал может привести к нежелательным последствиям.

Исходя из этого, в настоящем разделе выпускной квалификационной работы следует выявить опасные и вредные факторы, которые сопровождают предлагаемую к реализации проектную технологию, оценить возможность защиты от них с применением стандартным средств и мероприятий.

Проектная технология предусматривает последовательное выполнение операций, таблица 4: 1) входной контроль (для выполнения операции применяются кран-балка, набор строп, линейка металлическая, карманный фонарик, маркер по металлу, индикатор); 2) сборочная операция (для выполнения операции применяются линейка металлическая, рулетка); 3) прихватка (для выполнения операции применяются специализированное приспособление, угольник, линейка, сварочный источник питания, подающий механизм, сварочная проволока, защитный газ, зачистная машинка); 4) окончательная сварка (для выполнения операции применяются сварочный источник питания, сварочная проволока, защитный газ, зачистная машинка); 5) контроль качества (для выполнения операции применяется набор визуально-измерительного контроля).

Таблица 4 - Технологический паспорт технического объекта

Составляющая технологический процесс операция и перечень выполняемых работ	Должность работника, который выполняет технологическую операцию	Технологическое оборудование, применяемое для выполнения операции	Вспомогательные материалы и вещества, применяемые для выполнения операции
1) входной контроль	Дефектоскопист	стреловой кран, набор строп, линейка металлическая, карманный фонарик, маркер по металлу, индикатор	Рукавицы
2) сборочная операция	Слесарь-сборщик	стреловой кран, набор строп, линейка металлическая, рулетка	Рукавицы
3) прихватка	Электросварщик	струбцины, угольник, линейка, сварочный источник питания, зачистная машинка	Рукавицы, сварочная проволока, защитный газ,
4) окончательная сварка	Электросварщик	сварочный полуавтомат, сварочный источник питания	Рукавицы сварочная проволока, защитный газ,
5) контроль качества	Дефектоскопист	набор визуально-измерительного контроля, набор капиллярного контроля	Рукавицы

3.2 Идентификация профессиональных рисков

Идентификация профессиональных рисков предполагает поиск и формулировку опасных и вредных производственных факторов, сопровождающих эксплуатацию технологического оборудования в соответствии с операциями рассматриваемого технологического процесса, таблица 5. Первопричиной всех травм и заболеваний, связанных с процессом труда, является неблагоприятное воздействие на организм занятого трудом человека тех или иных факторов производственной среды и трудового процесса. Это воздействие, приводящее в различных обстоятельствах к

различным результирующим последствиям, зависит от наличия в условиях труда того или иного фактора, его потенциально неблагоприятных для организма человека свойств, возможности его прямого или опосредованного действия на организм.

Таблица 5 – Идентификация профессиональных рисков

Составляющая технологический процесс операция и перечень выполняемых работ	Наименование опасного или вредного фактора, действие которого в условиях производства может составлять угрозу жизни и здоровью персонала	Перечень оборудования и других объектов производства, являющихся источником опасного или вредного фактора
1	2	3
1) входной контроль	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; 	<ul style="list-style-type: none"> - стреловой кран; - острые кромки изделия; - инструменты
2) сборочная операция	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека 	<ul style="list-style-type: none"> - стреловой кран; - острые кромки изделия; - инструменты
3) прихватка	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; - опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги 	<ul style="list-style-type: none"> - специализированное приспособление; - угольник; - линейка; - сварочный источник питания; - подающий механизм; - зачистная машинка; - сварочная дуга; - сварочный аэрозоль; - нагретые края изделия

Продолжение таблицы 5

1	2	3
4) окончательная сварка	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; - опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги 	<ul style="list-style-type: none"> - сварочный полуавтомат; - сварочный источник питания; - сварочная дуга; - сварочный аэрозоль; - нагретые края изделия
5) контроль качества	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; 	

3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 6 – Применяемые для уменьшения воздействия негативных производственных факторов средства и методики

Наименование опасного или вредного фактора, действие которого в условиях производства может составлять угрозу жизни и здоровью персонала	Технические средства и методики, применение которых по отношению к негативному фактору позволит полностью устранить его или уменьшить до приемлемого уровня	Средства индивидуальной защиты
1	2	3
1) острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;	<ul style="list-style-type: none"> - размещение в отведённых местах информационных плакатов и табличек; - проведение с персоналом инструктажа по технике безопасности 	Спецодежда.
2) движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования;	<ul style="list-style-type: none"> - применение ограждений, ограничивающих проникновение персонала в опасную зону; - размещение в отведённых местах информационных плакатов и табличек 	Спецодежда

Продолжение таблицы 6

1	2	3
3) повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;	- применение устройств местного удаления загрязнённого воздуха; - применение устройств общеобменной вентиляции рабочего пространства, позволяющих обеспечить подачу чистого воздуха извне	Средства защиты дыхательных путей
4) повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	- организация защитного заземления; - проведение периодического инструктажа по технике безопасности; - периодический контрольный замер изоляции; - периодический контрольный замер сопротивления заземляющей цепи	Спецодежда
5) повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	- проведение с персоналом инструктажа по технике безопасности ; - механизация и автоматизация основных и вспомогательных операций технологического процесса	Спецодежда
6) инфракрасное излучение в рабочей зоне сверх безопасных значений уровня инфракрасной радиации	- применение защитных экранов; - применение ограждений, ограничивающих проникновение персонала в опасную зону	Спецодежда.
7) ультрафиолетовое излучение в рабочей зоне сверх безопасных значений	- применение защитных экранов; - применение ограждений, ограничивающих проникновение персонала в опасную зону	Спецодежда.
8) токсичность применяемых растворов №1 и №2	- размещение в отведённых местах информационных плакатов и табличек; - уменьшение времени воздействия негативного фактора на оператора	Спецодежда.

3.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Разрабатываемый перечень мероприятий направлен на защиты персонала и имущества предприятия от опасных факторов возможного пожара. В соответствии с классификацией пожаров возможный на рассматриваемом техническом объекте пожар может быть отнесён к классу «Е» - горение веществ и материалов под напряжением. Анализ опасных факторов такого пожара, таблица 7, позволит в дальнейшем сформулировать технические предложения, таблица 8. Предлагаемые технические средства

должны обладать достаточной эффективностью против рассматриваемых опасных факторов пожара.

Таблица 7 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Наименование участка» [18]	«Наименование оборудования» [18]	«Классификация по виду горящего вещества» [18]	«Наименование основных опасных факторов пожара» [18]	«Наименование вторичных опасных факторов пожара» [18]
«Участок, на котором осуществляется сборка и сварка» [18]	«Источник питания сварочной дуги, сварочный полуавтомат, кран-балка, машинка шлифовальная» [18]	«пожары, которые происходят за счет воспламенения и горения веществ и материалов на электроустановках, запитанных электрическим напряжением (Е)» [18]	«Резкое повышение температуры на участке и вокруг него; выделение при горении токсичных продуктов и угарного газа; выделение аэрозолей, снижающих видимость на участке и вокруг него» [18].	«Короткие замыкания на оборудовании, запитанном высоким электрическим напряжением; действие на людей, находящихся в районе возгорания продуктов разложения составов, используемых для пожаротушения» [18].

Таблица 8 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Емкость с песком, переносные углекислотные огнетушители.	«Первичные средства пожаротушения» [18]	Нет необходимости	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	План эвакуации	Средства индивидуальной защиты и спасения людей	Ведро конусное, лом, лопата штыковая	Пожарный инструмент (механизированный)	Кнопка оповещения, сигнализация, связь и
Специализированные расчеты (вызываются)	«Мобильные средства пожаротушения» [18]	Нет необходимости	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	План эвакуации	Средства индивидуальной защиты и спасения людей	Ведро конусное, лом, лопата штыковая	Пожарный инструмент (механизированный)	Кнопка оповещения, сигнализация, связь и

Полноценная защита работающего персонала и имущества предприятия от вероятностного пожара обеспечивается при условии проведения соответствующих организационных мероприятий, таблица 9.

Таблица 9 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование участка» [18]	«Перечень мероприятий» [18]	«Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты» [18]
«Участок для сборки и сварки рамы установки (механизированная сварка в защитном газе проволокой сплошного сечения)» [18]	«Инструктаж сотрудников производственного участка правилам предупреждения возгораний и действиям в случае возгорания, деловые игры с сотрудниками по тематике борьбы с пожарами» [18].	«На участке необходимо иметь первичные средства пожаротушения в достаточном количестве, должны быть защитные экраны, ограничивающие разлет искр» [18].

3.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Разработанный технологический процесс помимо опасных и вредных производственных факторов приводит к возникновению опасных и вредных экологических факторов. Следовательно, в рамках выполнения экологического раздела следует выполнить идентификацию, таблица 10 этих негативных факторов и предложить меры защиты, таблица 11 от этих факторов.

Таблица 10 – Идентификация опасных и вредных экологических факторов при реализации рассматриваемого технологического процесса

«Анализируемый технологический процесс» [18]	«Операции, осуществляемые в рамках анализируемого технологического процесса» [18]	«Факторы, негативно влияющие на атмосферу» [18]	«Факторы, негативно влияющие на гидросферу» [18]	«Факторы, негативно влияющие на литосферу» [18]
«Сборка и сварка рамы механизированная сварка в защитном газе проволокой сплошного сечения)» [18]	«Подготовительная операция, сборочная операция, операция сварки стыка, контрольные операции» [18]	«Выделяемые в процессе горения сварочной дуги аэрозоли, частицы сажи и газообразные частицы» [18]	-	«Упаковочный материал от присадочных материалов, мусор – бытовой и производственный» [18].

Таблица 11 – Предлагаемые меры по борьбе с негативными экологическими факторами

Наименование технического объекта	Сварка
«Мероприятия по исключению негативного действия на воздушную среду» [18].	Оснащение вентиляционной системы фильтрами, позволяющими выполнить сбор и утилизацию выделяющихся при горении дуги вредных продуктов
«Мероприятия по исключению негативного действия на водную среду» [18].	-.
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу» [18]	Установка на участке сварки соответствующих емкостей для сбора отходов производственного цикла и при проведении повторных инструктажей подробное разъяснение необходимости складирования отходов производственного цикла в установленные емкости.

Настоящий раздел выпускной квалификационной работы посвящён поиску и анализу негативных производственных и экологических факторов, возникновение которых произойдёт при реализации предлагаемой технологии сборки и сварки рассматриваемого изделия.

Изучение особенностей технологического процесса сборки и сварки станины установки для разрезания аккумуляторов позволило идентифицировать опасные и вредные производственные факторы. На основании этих выделенных факторов предложен ряд стандартных средств и методик, позволяющих устранить опасный фактор или уменьшить его влияние на персонал до приемлемого уровня.

Разработан перечень мероприятий для защиты персонала и имущества предприятия от возможного пожара, для чего идентифицированы опасные факторы пожара, предложены стандартные средства и методики для их устранения. Анализ экологичности предлагаемого технологического процесса позволил установить, что внедрение в производство предлагаемых решений приведёт к возникновению негативных воздействий на окружающую среду (атмосферу, гидросферу и литосферу). Предложены мероприятия, обеспечивающие снижение влияния негативных экологических факторов.

4 Оценка экономической эффективности проектной технологии

4.1 Исходная информация для выполнения экономической оценки предлагаемых технических решений

В настоящей выпускной квалификационной работе предложены мероприятия по повышению эффективности сварки станины для разрезания аккумуляторов за счёт применения современных достижений сварочной науки в области сварки. Принято решение построение проектной технологии ремонтной сварки выполнять на базе применения источника питания с очень малой инерционностью, МАГМА-315.

Базовый вариант технологии предполагает использование механизированной дуговой сварки. Проектный вариант технологии предполагает использование сварки в защитных газах проволокой сплошного сечения, механизированной, и специализированного источника питания. Помимо данного технического решения предложено изменить конструкцию станины, вместо уголков применить трубы.

Такая замена способа сварки позволяет существенно повысить производительность выполнения сварочных работ. Существенное повышение стабильности качества также приводит к повышению производительности, так как уменьшается время, затрачиваемое на исправление дефектов сварки.

Таким образом, в настоящем разделе следует оценить затраты на внедрение предлагаемых технологических решений и потенциальный экономический эффект при принятии в производство проектной технологии сварки рассматриваемой конструкции.

Для выполнения экономических расчётов следует привести исходные данные по базовой и проектной технологиям, таблица 12.

Таблица 12 – Исходные данные для выполнения расчётов по оценке экономической эффективности проектной технологии по отношению к базовой технологии

Экономический показатель	Принятое в расчётной формуле буквенное обозначение показателя	Единица измерения экономического показателя	Значение экономического показателя применительно к базовой и проектной технологиям	
			Базовая технология	Проектная технология
1	2	3	4	5
Разряд занятого в выполнении технологических операций персонала	P_p	%	V	V
Величина часовой тарифной ставки занятого в выполнении технологических операций персонала	$Cч$	%	200	200
Суточное количество смен, предусмотренных для выполнения технологических операций	$K_{см}$	-	1	1
Принятые значения коэффициентов для расчёта фонда заработной платы: - доплат к основной заработной плате	$K_{доп}$	%	12	12
- отчислений на дополнительную заработную плату	K_d	-	1,88	1,88
- отчислений на социальные нужды	$K_{сн}$	%	34	34
- выполнения нормы	$K_{вн}$	-	1,1	1,1
Стоимость оборудования, которое используется для выполнения операций технологического процесса	$C_{об}$	Руб.	1500000	2400000
Принятое значение установленной мощности оборудования для выполнения операций рассматриваемого технологического процесса	$M_{уст}$	кВт	5	8
Принятые значения коэффициентов для расчёта расходов на оборудование: - норма амортизации оборудования	$На$	%	21,5	21,5
- коэффициент транспортно-заготовительных расходов	$K_{т-з}$	%	5	5
- коэффициент затрат на монтаж и демонтаж	$K_{мон}$ $K_{дем}$	%	3	5

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5
- стоимость электрической энергии для питания оборудования при выполнении технологических операций	$C_{э-э}$	Р/ кВт	3,02	3,02
- коэффициент полезного действия оборудования для выполнения технологических операций	КПД	-	0,7	0,85
Общая площадь под оборудование, выполняющее операции рассматриваемого технологического процесса	S	m^2	11	11
Принятые значения коэффициентов и показателей для расчёта расходов на площади: - стоимость эксплуатации площадей	$C_{эсп}$	(Р/ m^2)/год	2000	2000
Цена производственных площадей	$C_{пл}$	Р/ m^2	30000	30000
Норма амортизации производственных площадей	$На.пл.$	%	5	5
Коэффициента дополнительной производственной площади	$K_{пл}$	%	3	3
Принятые значения коэффициентов и показателей для расчёта заводской себестоимости: - коэффициент цеховых расходов	$K_{цех}$	%	1,5	1,5
Коэффициент заводских расходов	$K_{зав}$	%	1,15	1,15
Коэффициент эффективности капитальных вложений	E_n	%	0,33	0,33

4.2 Расчёт фонда времени работы оборудования

Выполнение операций базового и проектного технологического процессов сварки изделия предусматривает применение оборудования и рабочего персонала. Для расчёта фонда заработной платы и затрат на оборудование и производственные площади требуется определить фонд времени работы оборудования. Для базового и проектного вариантов технологии фонд времени работы оборудования будет одинаков.

Значения параметров и коэффициентов примем с учётом исходных данных, таблица : суммарное число рабочих дней в календарном году $D_p = 277$ дней, длительность рабочей смены $T_{см} = 8$ часов, количество предпраздничных дней $D_{п} = 7$ дней, уменьшение продолжительности рабочей смены в часах в предпраздничные дни $T_{п} = 1$ час, принятое для рассматриваемого технологического процесса число рабочих смен $K_{см} = 1$. Таким образом, рассчитываем фонд времени по зависимости:

$$F_{н} = (D_p \cdot T_{см} - D_{п} \cdot T_{п}) \cdot K_{см} . \quad (1)$$

Расчёты, выполненные согласно (1) после подстановки численных значений параметров и коэффициентов из исходных данных:

$$F_{н} = (277 \cdot 8 - 7 \cdot 1) \cdot 1 = 2209 \text{ ч.}$$

Эффективный фонд времени сварочного оборудования, которое применяется для выполнения операций базового и проектного вариантов технологического процесса определяется с учётом процента планируемых потерь рабочего времени $B = 7$ %:

$$F_{э} = F_{н} (1 - B/100). \quad (2)$$

Расчёты, выполненные согласно (2) после подстановки численных значений параметров и коэффициентов из исходных данных:

$$F_{э} = 2209 \cdot (1 - 7/100) = 2054 \text{ ч.}$$

4.3 Расчет нормы штучного времени на операции ремонтной сварки

Штучное время определим по формуле:

$$t_{шт} = t_{н-з} + t_o + t_v + t_{отл} + t_{обсл} + t_{н.п} \quad (3)$$

где t_{n-3} – подготовительно-заключительное время, $t_{n-3} = 0,05\%$ от t_0

$t_0 = t_M$ – основное (машинное) время.

t_g – вспомогательное время $t_g = 10\%$ от t_0 .

$t_{отл}$ – время на отдых и личные надобности $t_{отл} = 5\%$ от t_0 ;

$t_{обсл}$ – время обслуживания рабочего места $t_{обсл} = 8\%$ от t_0 ;

$t_{н.п}$ – время неустраняемых перерывов, предусмотренных технологическим процессом, в картах технологического процесса заложено 1% от t_0 .

Машинное время для ручной и полуавтоматической сварки на единицу изделия определим по формуле:

$$t_0 = \frac{60 \cdot M_{напл.мет} \cdot L_{ш}}{I_{св.} \cdot \alpha_{напл}}, \quad (4)$$

где: $M_{напл.мет}$ – масса наплавленного металла в изделии, кг (из данных чертежа составляет 0,014 кг);

$L_{ш}$ – длина швов в изделии, м;

$I_{св}$ – сила сварочного тока, А;

$\alpha_{напл}$ – коэффициент наплавки при электродуговой сварке = 9 Г/А*час.

Базовый вариант

$$t_{об} = \frac{60 \cdot 0,014 \cdot 0,2}{80 \cdot 9} = 1,8 \text{ мин.}$$

Проектный вариант

$$t_{опр} = \frac{60 \cdot 0,014 \cdot 0,2}{100 \cdot 0,9} = 1,2 \text{ мин.}$$

Штучное время, базовый вариант

$$t_{штб} = 0,09 + 1,8 + 0,18 + 0,09 + 0,144 + 0,018 = 2,04 \text{ мин} = 0,034 \text{ час.}$$

Штучное время, проектный вариант

$$t_{штпр} = 0,06 + 1,2 + 0,12 + 0,06 + 0,096 + 0,012 = 1,38 \text{ мин} = 0,023 \text{ час.}$$

4.4 Заводская себестоимость базового и проектного вариантов технологии

При получении сварных соединений труб с трубной доской кожухотрубчатого теплообменника требуются вспомогательные сварочные материалы. Применяемый на предприятии технологический процесс ручной сварки характеризуется расходом присадочной проволоки и защитного газа. Разработанный и предлагаемый к применению технологический процесс автоматической сварки характеризуется расходом защитной смеси газов и сварочной проволоки.

Затраты M на сварочные материалы вычисляем с учётом нормы расходов H_p , цены материалов C_m и коэффициента $K_{ТЗ}$ транспортно-заготовительных расходов:

$$M = C_m \cdot H_p \cdot K_{ТЗ}, \quad (7)$$

Затраты на материалы, рассчитанные согласно (7) для базового и проектного вариантов технологии, составят:

$$M_{\text{баз.}} = 11 \cdot 5,5 \cdot 1,05 = 63,5 \text{ руб.},$$

$$M_{\text{проектн.}} = 11 \cdot 4,7 \cdot 1,05 + 130 \cdot 7 \cdot 1,05 = 63,8 \text{ руб.}$$

Объём основной заработной платы $Z_{\text{осн}}$ работников, занятых в выполнении операций по базовому и проектному вариантам технологии, рассчитаем с учётом штучного времени $t_{\text{шт}}$, часовой тарифной ставки $C_{\text{ч}}$ и коэффициента $K_{\text{д}}$ доплат:

$$Z_{\text{осн}} = t_{\text{шт}} \cdot C_{\text{ч}} \cdot K_{\text{д}}. \quad (8)$$

Основная заработная плата рабочих для базового и проектного вариантов технологии после подстановки значений в формулу (8) составляет:

$$Z_{\text{осн.баз.}} = 0,034 \cdot 200 \cdot 1,88 = 12,78 \text{ руб.},$$

$$Z_{\text{осн.проектн.}} = 0,023 \cdot 200 \cdot 1,88 = 8,64 \text{ руб.}$$

Объём дополнительной заработной платы $Z_{\text{доп}}$ работников, занятых в выполнении операций по базовому и проектному вариантам технологии, рассчитаем с учётом основной заработной платы $Z_{\text{осн}}$ и коэффициента $K_{\text{доп}}$ дополнительных доплат ($K_{\text{доп}} = 12 \%$):

$$Z_{\text{доп}} = \frac{K_{\text{доп}}}{100} \cdot Z_{\text{осн}}. \quad (9)$$

Дополнительная заработная плата $Z_{\text{доп}}$ работников, занятых в выполнении операций по базовому и проектному вариантам технологии, рассчитанная согласно (9) после подстановки значений составляет:

$$Z_{\text{доп.базов.}} = 12,78 \cdot 12/100 = 1,53 \text{ руб.},$$

$$Z_{\text{доп.проектн.}} = 8,64 \cdot 12/100 = 1,03 \text{ руб.}$$

Фонд заработной платы $\Phi ЗП$ вычисляется как сумма основной $Z_{\text{осн}}$ и дополнительной $Z_{\text{доп}}$ работников, занятых в выполнении операций по базовому и проектному вариантам технологии:

$$\Phi ЗП_{\text{базов.}} = 12,78 + 1,53 = 14,31 \text{ руб.},$$

$$\Phi ЗП_{\text{проектн.}} = 8,64 + 1,03 = 9,67 \text{ руб.}$$

Объём отчислений $O_{\text{сн}}$ из фонда заработной платы на социальные нужды определяем с учётом коэффициента $K_{\text{сн}}$ отчислений на социальные нужды:

$$O_{\text{сн}} = \Phi ЗП \cdot K_{\text{сн}} / 100. \quad (10)$$

Отчисления на социальные нужды по базовому и проектному вариантам технологии после подстановки в (10) соответствующих значений:

$$O_{\text{сн.баз.}} = 14,31 \cdot 34/100 = 4,86 \text{ руб.},$$

$$O_{\text{сн.проектн.}} = 9,67 \cdot 34/100 = 3,28 \text{ руб.}$$

Затраты $Z_{\text{об}}$ на оборудование, которое применяется для выполнения операций по базовому и проектному вариантам технологии, вычисляются как сумма затрат $A_{\text{об}}$ на амортизацию и $P_{\text{э}}$ на электрическую энергию:

$$Z_{об} = A_{об} + P_{ээ}. \quad (11)$$

Величина $A_{об}$ амортизации оборудования рассчитывается исходя из цены оборудования $C_{об}$, нормы амортизации H_a , машинного времени $t_{маш}$, и эффективного фонда времени $F_э$ с использованием зависимости:

$$A_{об} = \frac{C_{об} \cdot H_a \cdot t_{МАШ}}{F_э \cdot 100}. \quad (12)$$

Амортизация оборудования, которое применяется для выполнения операций по базовому и проектному вариантам технологии, после подстановки в (12) соответствующих значений, составляет:

$$A_{ОБ.БАЗ} = \frac{150000 \cdot 0,03 \cdot 21,5}{2054 \cdot 100} = 0,47 \text{ руб.}$$

$$A_{ОБ.ПР} = \frac{240000 \cdot 0,02 \cdot 21,5}{2054 \cdot 100} = 0,5 \text{ руб.}$$

Расходы $P_{ээ}$ на электрическую энергию по базовому и проектному вариантам технологии рассчитываются с учётом установленной мощности оборудования $M_{уст}$, цены электрической энергии $C_{ээ}$ для предприятий, машинного времени $t_{маш}$ и КПД оборудования:

$$P_{э-э} = \frac{M_{уст} \cdot t_{маш} \cdot C_{э-э}}{КПД}. \quad (13)$$

Рассчитанные после подстановки в (13) соответствующих значений расходы на электрическую энергию по базовому и проектному вариантам технологии составляют:

$$P_{ээ \text{ баз}} = 6,8 \cdot 0,03 \cdot 3,2 / 0,7 = 0,93 \text{ руб.},$$

$$P_{ээ \text{ пр}} = 3,2 \cdot 0,02 \cdot 3,2 / 0,85 = 0,24 \text{ руб.}$$

Рассчитанные после подстановки в (11) соответствующих значений расходы на оборудование по базовому и проектному вариантам технологии составляют:

$$Z_{об\text{баз.}} = 0,47 + 0,93 = 1,4 \text{ руб.},$$

$$Z_{об\text{проектн.}} = 0,5 + 0,24 = 0,74 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость $C_{\text{тех}}$ рассчитывается как сумма затрат на материалы M , фонда заработной платы $\Phi ЗП$, отчислений на социальные нужды $O_{\text{сн}}$ и затрат на оборудование $Z_{об}$:

$$C_{\text{ТЕХ}} = M + \Phi ЗП + O_{\text{сн}} + Z_{\text{об}} \quad (14)$$

Рассчитанная после подстановки в (14) соответствующих значений технологическая себестоимость по базовому и проектному вариантам технологии составляет:

$$C_{\text{ТЕХБаз.}} = 63,5 + 14,31 + 4,86 + 1,4 = 84,07 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ТЕХПроектн.}} = 63,8 + 9,67 + 3,28 + 0,74 = 77,49 \text{ руб.}$$

Цеховая себестоимость $C_{\text{цех}}$ рассчитывается с учётом технологической себестоимости $C_{\text{тех}}$, основной заработной платы $Z_{\text{осн}}$ и коэффициента $K_{\text{цех}}$ цеховых расходов:

$$C_{\text{цех}} = C_{\text{тех}} + Z_{\text{осн}} \cdot K_{\text{цех}}. \quad (15)$$

Рассчитанная после подстановки в (15) соответствующих значений цеховая себестоимость по базовому и проектному вариантам технологии составляет:

$$C_{\text{ЦЕХБаз.}} = 84,07 + 1,5 \cdot 12,78 = 84,07 + 19,17 = 103,24 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ЦЕХПроектн.}} = 77,49 + 1,5 \cdot 8,64 = 77,49 + 12,96 = 90,45 \text{ руб.}$$

Заводская себестоимость $C_{\text{зав}}$ рассчитывается с учётом цеховой себестоимости $C_{\text{цех}}$, основной заработной платы $Z_{\text{осн}}$ и коэффициента $K_{\text{зав}}$ заводских расходов:

$$C_{\text{зав}} = C_{\text{цех}} + Z_{\text{осн}} \cdot K_{\text{зав}}. \quad (16)$$

Рассчитанная после подстановки в (16) соответствующих значений заводская себестоимость по базовому и проектному вариантам технологии составляет:

$$C_{\text{ЗАВБаз.}} = 103,24 + 1,15 \cdot 12,78 = 103,24 + 14,69 = 117,93 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ЗАВПроектн.}} = 90,45 + 1,15 \cdot 8,64 = 90,45 + 9,93 = 100,38 \text{ руб.}$$

Расчетные значения составляющих экономических показателей заводской, цеховой и технологической себестоимости для применяемого на предприятии технологического процесса сварки рамы станины для разрезания аккумуляторов и разработанного в бакалаврской работе и предлагаемого к внедрению отражены в таблице 13.

Таблица 13 – Калькуляция технологической, цеховой и заводской себестоимости сварки

Наименование экономического показателя	Услов. обозн.	Калькуляция, руб	
		Применяемый	Предлагаемый
1. Расходы на основные материалы	<i>М</i>	63,53	63,84
2. Расходы на заработную плату	<i>ФЗП</i>	14,31	9,67
3. Отчисления на соц. нужды	<i>Осн</i>	4,86	3,28
4. Затраты на оборудование	<i>Зоб</i>	1,4	0,74
5. Технологическая себестоимость	<i>Стех</i>	84,07	77,49
6. Цеховые расходы	<i>Рцех</i>	19,17	12,96
7. Цеховая себестоимость	<i>Сцех</i>	103,24	90,45
8. Заводские расходы	<i>Рзав</i>	14,69	9,93
9. Заводская себестоимость	<i>Сзав</i>	117,93	100,38

4.5 Капитальные затраты по базовому и проектному вариантам технологии

Капитальные затраты $K_{\text{общ. б.}}$ для базового варианта технологии рассчитываем с учётом остаточной стоимости оборудования $Ц_{\text{об.б.}}$, коэффициента загрузки оборудования $K_{\text{з. б.}}$ рассчитанного для базового варианта согласно (6):

$$K_{\text{общ. б.}} = Ц_{\text{об.б.}} \cdot K_{\text{з. б.}}. \quad (17)$$

Остаточную стоимость $\mathcal{C}_{\text{об.б.}}$ оборудования для базового варианта рассчитаем с учётом рыночной стоимости оборудования $\mathcal{C}_{\text{перв}}$, срока службы оборудования T_c и нормы амортизации H_a оборудования:

$$\mathcal{C}_{\text{об.б.}} = \mathcal{C}_{\text{перв}} - (\mathcal{C}_{\text{перв}} \cdot T_{\text{сл}} \cdot H_a / 100). \quad (18)$$

Остаточная стоимость оборудования, рассчитанная после подстановки в (18) соответствующих значений, составляет:

$$\mathcal{C}_{\text{об.баз.}} = 150000 - (150000 \cdot 2 \cdot 21,5 / 100) = 85500 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{общ.баз.}} = 1 \cdot 85500 \cdot 0,55 = 27360 \text{ руб.}$$

Капитальные затраты $K_{\text{общ. пр.}}$ для проектного варианта технологии рассчитываем как сумму вложений в оборудование $K_{\text{об. пр.}}$, вложений в производственные площади $K_{\text{пл. пр.}}$, сопутствующих вложений $K_{\text{соп.}}$:

$$K_{\text{общ. пр.}} = K_{\text{об. пр.}} + K_{\text{пл. пр.}} + K_{\text{соп.}} \quad (19)$$

Капитальные вложения $K_{\text{об. пр.}}$ в оборудование для выполнения операций по проектному варианту технологии рассчитываются с учётом цены оборудования $\mathcal{C}_{\text{об. пр.}}$, коэффициента транспортно-заготовительных расходов $K_{\text{тз}}$ и коэффициента загрузки оборудования $K_{\text{зп}}$ по проектному варианту:

$$K_{\text{об. пр.}} = \mathcal{C}_{\text{об. пр.}} \cdot K_{\text{тз}} \cdot K_{\text{зп}} \quad (20)$$

Величина капитальных вложений в оборудование после подстановки в (20) соответствующих значений составляет:

$$K_{\text{об. пр.}} = 240000 \cdot 1,05 \cdot 0,27 = 37800 \text{ руб.}$$

Сопутствующие капитальные вложения $K_{\text{соп}}$ по проектному варианту технологии рассчитываются с учётом расходов на демонтаж $K_{\text{дем}}$ базового оборудования и расходов на монтаж $K_{\text{монт}}$ проектного оборудования:

$$K_{\text{соп}} = K_{\text{дем}} + K_{\text{монт}}. \quad (21)$$

Расходы на демонтаж $K_{\text{дем}}$ и монтаж $K_{\text{монт}}$ рассчитываем с учётом стоимости оборудования $C_{\text{б}}$ и $C_{\text{пр}}$ по базовому и проектному вариантам, коэффициентов $K_{\text{д}}$ и $K_{\text{м}}$ на демонтаж и монтаж оборудования:

$$K_{\text{дем}} = C_{\text{об. б.}} \cdot K_{\text{д}}, \quad (22)$$

$$K_{\text{монт}} = C_{\text{об. пр.}} \cdot K_{\text{м}}. \quad (22)$$

Сопутствующие капитальные вложения при проектном варианте технологии, рассчитанные после подстановки в (21), (22) и (23) соответствующих значений:

$$K_{\text{дем}} = 1 \cdot 150000 \cdot 0,05 = 7500 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{монт}} = 240000 \cdot 0,05 = 12000 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{соп}} = 7500 + 12000 = 19500 \text{ руб.}$$

Капитальные затраты для проектного варианта, рассчитанные после подстановки в (19) соответствующих значений:

$$K_{\text{общ. пр.}} = 37800 + 19500 = 57300 \text{ руб.}$$

Дополнительные капитальные вложения $K_{\text{доп}}$ рассчитываем исходя из капитальных затрат $K_{\text{общ. пр.}}$ и $K_{\text{общ. б.}}$ для проектного и базового вариантов технологии:

$$K_{\text{доп}} = K_{\text{общ. пр.}} - K_{\text{общ. б.}}: \quad (24)$$

$$K_{\text{доп}} = 57300 - 27360 = 29940 \text{ руб.}$$

Величину удельных капитальных вложений $K_{уд}$ рассчитываем с учётом годовой программы Π_T :

$$K_{уд} = \frac{K_{общ.}}{\Pi_T}, \quad (25)$$

После подстановки в (25) соответствующих значений:

$$K_{удБаз.} = 27360/1000 = 27,3 \text{ руб./ед.}; K_{удПроектн.} = 57300/1000 = 57,3 \text{ руб./ед.}$$

4.6 Показатели экономической эффективности

Расчёт снижения трудоёмкости $\Delta t_{шт}$ при внедрении в производство проектной технологии выполним с учётом штучного времени $t_{шт.б.}$ и $t_{шт.пр.}$ по базовому и проектному вариантам:

$$\Delta t_{шт} = \frac{t_{штб} - t_{штпр}}{t_{штб}} \cdot 100\% . \quad (26)$$

Расчётное снижение трудоёмкости согласно (26) составило:

$$\Delta t_{шт} = \frac{25,06 - 12,53}{25,06} \cdot 100\% = 50\%$$

Расчёт повышения производительности труда Π_T при внедрении в производство проектной технологии выполним с учётом рассчитанного выше снижения трудоёмкости $\Delta t_{шт}$:

$$\Pi_T = \frac{100 \cdot \Delta t_{шт}}{100 - \Delta t_{шт}} . \quad (27)$$

Расчётное повышение производительности труда согласно (27) составило:

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

Расчёт снижения технологической себестоимости $\Delta C_{\text{ТЕХ}}$ при внедрении в производство проектной технологии выполняется по формуле:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{C_{\text{ТЕХБ}} - C_{\text{ТЕХПР}}}{C_{\text{ТЕХБ}}} \cdot 100\% \quad (28)$$

Расчётное снижение технологической себестоимости согласно (28) составило:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{84 - 77}{84} \cdot 100\% = 35\%$$

Расчёт условно-годовой экономии $\text{Пр}_{\text{ож}}$ (ожидаемой прибыли), которая может быть получена при принятии проектной технологии, выполним следующим образом:

$$\text{Пр}_{\text{ож.}} = \text{Э}_{\text{у.г.}} = \left(C_{\text{зав}}^{\text{б}} - C_{\text{зав}}^{\text{пр}} \right) \cdot \text{П}_{\Gamma} \quad (29)$$

Ожидаемая прибыль после подстановки в (29) соответствующих значений составила:

$$\text{Пр}_{\text{ож.}} = \text{Э}_{\text{у.г.}} = (117,93 - 100,38) \cdot 1000 = 17600 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости $T_{\text{ок}}$ дополнительных капитальных вложений определим следующим образом:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{доп}}}{\text{Э}_{\text{уг}}} \quad (30)$$

Срок окупаемости после подстановки в (30) соответствующих значений составил:

$$T_{\text{ок}} = \frac{29940}{17600} \approx 1,5 \text{ года}$$

Годовой экономический эффект Э_{Γ} , получаемый при принятии проектной технологии определим следующим образом:

$$\mathcal{E}_Г = \mathcal{E}_{уГ} - E_H \cdot K_{доп} \quad (31)$$

Годовой экономический эффект после подстановки в (31) соответствующих значений составил:

$$\mathcal{E}_Г = 17600 - 0,33 \cdot 29940 = 8600 \text{ руб.}$$

При выполнении базовой технологии сварки дефектных станины для разрезания аккумуляторов применяется дуговая механизированная сварка в среде углекислого газа.

Недостатки применения механизированной дуговой сварки плавящимся электродом в среде углекислого газа: 1) малая производительность выполнения сварочных работ; 2) работа сварщика в тяжёлых условиях; 3) низкая стабильность качества сварки; 4) повышенный расход электродного материала на угар, разбрызгивание и огарки.

Проектный вариант технологии предлагает применить сварку в смеси газов и с использованием источника питания МАГМА-315.

Такая замена способа сварки позволяет существенно повысить производительность выполнения сварочных работ. Существенное повышение стабильности качества также приводит к повышению производительности, так как уменьшается время, затрачиваемое на исправление дефектов сварки.

Выполнение экономических расчётов позволило выявить экономическую эффективность проектной технологии: уменьшение трудоемкости на 50 %, повышение производительности труда на 100 %, уменьшение технологической себестоимости на 35%. Срок окупаемости капитальных затрат составит 1,5 года.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод о высокой экономической эффективности проектной технологии.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе поставлена цель – экономия материальных ресурсов за счет продления срока службы станины оборудования для разрезания корпуса аккумуляторной батареи.

Анализ конструктивных особенностей станины, условий эксплуатации и базового технологического процесса изготовления выявил несколько недостатков как в конструкции станины, так и в технологии ее изготовления.

Применение уголков в станине не позволяет проводить тщательную ее очистку от электролита.

Применяемая технология ручной дуговой сварки характеризуется низкой степенью механизации и автоматизации.

По результатам анализа состояния вопроса по теме сварки рамных конструкций сформулированы задачи выпускной квалификационной работы.

Замена в конструкции станины уголков на трубы прямоугольные позволила избежать мест, в которых проблематична очистка от попадания электролита.

При замене ручной дуговой сварки на механизированную для снижения разбрызгивания металла рекомендовано проводить сварку в смеси газов, аргона и углекислого газа, и использовать источник питания с низкой инерционностью, МАГМА-315.

Разработан технологический процесс механизированной сварки. Проволока подобрана Св-12ГС. Рассчитаны режимы сварки изделия.

Разработано специализированное сборочное приспособление. Это позволило повысить производительность на операции сборки и качество, за счет улучшения геометрии.

Следовательно, цель работы достигнута.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Алешин, Н.П., Лысак В.И., Лукьянов В.Ф. Современные способы сварки: Учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2011. 59 с.
2. Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений. М.: Машиностроение. 2006. 368 с.
3. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением: учебное пособие. Томск: Издательство ТПУ, 2008. 96 с.
4. Виноградов В.С. Технологическая подготовка производства сварных конструкций в машиностроении. М.: Машиностроение. 1981. 224с.
5. Горина, Л. Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве: учеб. пособие. Л. Н. Горина. Гриф УМО. Тольятти : ТолПИИ. 2000. 79 с.
6. Гостюшин А. В. Энциклопедия экстремальных ситуаций. М.: Изд. «Зеркало», 1995. 288 с.
7. Гринин А. С., Орехов Н.А. Экологический менеджмент : учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 206 с.
8. Действия населения в чрезвычайных ситуациях. Пособие. Под общей редакцией В.А. Владимирова. М.: МЧС России, 1995. 230 с.
9. Егоров А.Г., Уполовникова Г.Н., Живоглядова И.А. Правила оформления выпускных квалификационных работ для бакалавриата и специалитета: учебно-методич. пособие по выполнению дипломного проекта. Тольятти.: ТГУ, 2011. 87 с.
10. Климов А.С. Выпускная квалификационная работа бакалавра: Учебно-метод. пособие по выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра по направлению подготовки 150 700.62 «Машиностроение». Тольятти: ТГУ, 2014. 52с.

11. Козулин, М.Г. Технология изготовления сварных конструкций. Учеб-метод. пособие к курсовому проектированию. - Тольятти: ТГУ 2008. 77 с.
12. Колганов, Л. А. Сварочное производство. Учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. 512 с.
13. Краснопевцева И. В. Экономическая часть дипломного проекта: метод. указания. Тольятти: ТГУ. 2008. 38 с.
14. Кудинова Г. Э. Организация производства и менеджмент: метод. указания к выполнению курсовой работы. Тольятти: ТГУ. 2005. 35 с.
15. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка: Учеб. для сред. ПТУ. - 2-е изд. перераб. М.: Высш. школа, 1986. 208 с.
16. Саблин А.В. Технология и оборудование сборки и сварки балки опорной трактора МТМ-10. [Электронный ресурс] // Бакалаврская работа. Тольятти, ТГУ. 2020. 64 с. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13101> (дата обращения 24.05.2021).
17. Фатхутдинов, Р.А. Организация производства: Учебник. М.: ИНФРА М. 2001. 672 с.
18. Цыганова Е.С. Технология и оборудование для ремонта трубного пучка теплообменника [Электронный ресурс] // Бакалаврская работа. Тольятти, ТГУ. – 2020. – 64 с. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13202> (дата обращения 24.05.2021).
19. Ahlblom B. Oxygen and its Role in Determining Weld Metal Microstructure and Toughness. A State of the Art Review. Reprinted in ASM Handbook. // ASM International. International Institute of Welding. 1984. Vol. 6. Doc. №. IX-1322.
20. Cresswell R. A. Gases and gas mixtures in MIG and TIG welding // Welding and Metal Fabrication. – 1972. – 40, № 4. – P. 114–119.
21. Dilthy U., Reisgen U., Stenke V. et al. Schutgase zum MAGM – Hochleistungsschweißen // Schweissen und Schneiden. – 1995. – 47, № 2. – S. 118–123.

22. Dixon K. Shielding gas selection for GMAW of steels // *Welding and Metal Fabrication*. – 1999. – № 5. – P. 8–13.

23. Evans G. Microstructure and Properties of Ferritic Steel Welds Containing Ti and B. // *Welding Journal*. 72 (8). 1996. P. 251-260.

24. Shiliang W., Weiping H., Bogang T. Improving the Toughness of Weld Metal by Adding Rare Earth Elements. // *Welding International* 3. 1986. P. 284-287.

25. Tsuboi J., Terashima H. Review of strength and toughness of Ti and Ti-B microalloyed deposits (en) *Welding in the world*. // *Le Soudage dans le monde*. 1983. Vol 21. Num. 11/12. ref : 33. P. 304-317.