

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра « Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Технология сборки и сварки элементов выпускной системы
легкового автомобиля»

Студент	Е.В. Тупалов	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	А.Л. Федоров	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	В.Г. Виткалов	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	И.В. Краснопевцева	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	А.Н. Москалюк	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)

Допустить к защите

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

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

(личная подпись)

« _____ » 20 _____ г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Цель настоящей работы – повышение качества и производительности на операции сборки и сварки корпуса глушителя основного с кронштейнами автомобиля ВАЗ 21904

Для достижения цели в бакалаврской работе решены следующие задачи: разработана технология автоматической сварки глушителя основного с кронштейнами автомобиля ВАЗ 21904; подобрано оборудование и разработана технология автоматической сварки; выполнен анализ опасных и вредных факторов разработанной технологии и предложены решения по их устранению; выполнен экономический расчет.

Пояснительная записка содержит _48_ стр., _4_ рисунка, _10_ таблиц.

Для устранения недостатков базовой технологии предложено автоматизировать процесс механизированной сварки в среде $\text{Ar}+\text{CO}_2$. Анализ способов механизации и автоматизации показал, что наиболее эффективно для данного класса изделий применение робототехнического комплекса (РТК). Разработана технология сборки-сварки изделия на РТК. Произведен расчет режимов сварки и выбран сварочный трансформатор. Разработана компоновка РТК. Подобран программируемый манипулятор ПР-601.

.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Анализ исходных данных и известных технических решений.....	6
1.1 Описание основных компонентов выпускной системы.....	6
1.2 Анализ способов сварки.....	8
1.3 Базовый технологический процесс изготовления изделия	10
1.4 Способы механизации и автоматизации базовой технологии	11
1.5 Задачи бакалаврской работы.....	13
2 Разработка механизированного и автоматизированного процесса сварки..	15
2.1 Выбор и обоснование параметров режима сварки.....	15
2.2 Проектный технологический процесс.....	18
3 Разработка конструкции РТК	20
3.1. Выбор робота	20
3.2. Компоновка РТК	21
4 Безопасность и экологичность проекта.	23
4.1 Технологическая характеристика участка сварки.....	23
4.2 Персональные риски, сопровождающие внедрение проектной.....	24
технологии в производство.....	24
4.3 Предлагаемые мероприятия по снижению профессиональных.....	25
рисков в ходе внедрения в производство проектной технологии.....	25
4.4 Предлагаемые мероприятия по обеспечению пожарной	25
безопасности разрабатываемого технологического объекта	25
4.5 Оценка экологической безопасности разрабатываемого	27
технологического объекта	27
4.6 Заключение по разделу	28
5 Экономическая эффективность проекта.....	29
5.1 Исходные данные для расчетов	30
5.2 Вычисление фонда времени работы оборудования	31
5.3 Капитальные вложения в оборудование	32

5.4 Расчет заводской себестоимости базового и проектного вариантов технологии.....	35
5.5 Цеховая себестоимость	39
5.6 Заводская себестоимость	40
5.7 Расчет показателей экономической эффективности проектного варианта технологии.....	40
Выводы по экономическому разделу.....	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	43
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	44

ВВЕДЕНИЕ

Шум оказывает на человека неблагоприятное действие. Поэтому с шумом ведется борьба, в том числе и на автомобильном транспорте.

Отработавшие газы покидают цилиндры двигателя легкового автомобиля под высоким давлением. Во время движения отработавших газов по системе выпуска создаются звуковые волны, скорость распространения которых быстрее, чем отработавших газов. Глушитель предназначен для преобразования энергии звуковых колебаний в тепловую энергию, за счет чего происходит снижение уровня шума до определенного (комфортного) значения. Конечно, применение глушителя приводит к некоторому снижению мощности двигателя.

В современных легковых автомобилях устанавливают от одного до пяти глушителей, как правило – два. Установленный ближе к двигателю глушитель называют предварительным или резонатором. Следом расположен основной глушитель. Для каждой конкретной модели автомобиля и марки двигателя используется свой набор глушителей.

Цель настоящей работы – повышение качества и производительности на операциях соединения компонентов выпускной системы автомобилей ВАЗ.

1 Анализ исходных данных и известных технических решений

1.1 Описание основных компонентов выпускной системы

В состав выхлопной системы легкового автомобиля обычно входят следующие главные компоненты: выхлопные трубы; каталитический конвертер; глушители. Поэтому выхлопная система уменьшает шум автомобиля и снижает количество появляющихся при сгорании бензина или иного топлива в двигателе вредных выбросов.

Каталитический конвертер очищает выхлопные газы двигателей у которых зажигание искровое. Устанавливают его возможно ближе к двигателю. Чем быстрее конвертер достигнет рабочей температуры, тем меньше вредных газов попадет в атмосферу и выше его эффективность при городском цикле движения.

Применяют один или несколько глушителей, рис. 3.1. Количество глушителей, их размеры определяются характеристиками транспортного средства.

Выхлопные трубы предназначены для отвода выхлопных газов из цилиндров и соединяют воедино другие компоненты выпускной системы.. Поперечное сечение и длина выхлопных труб зависят от литража двигателя и класса автомобиля.

В процессе монтажа под днищем автомобиля выхлопные трубы, глушители и иные компоненты соединяют с днищем и друг другом с помощью соединительных колец, гребней, гибких элементов подвески.

Особо тщательно выбирают места фиксации к днищу кузова. Иначе возможна передача вибрации кузову, что приведет к возникновению излишнего шума в салоне автомобиля.

Общий объем выпускной системы легкового автомобиля примерно в три восемь раз больше, чем объем двигателя. Общий вес выпускной системы

легкового автомобиля зависит от общего объема и типа глушителя, и достигает 40 кг.

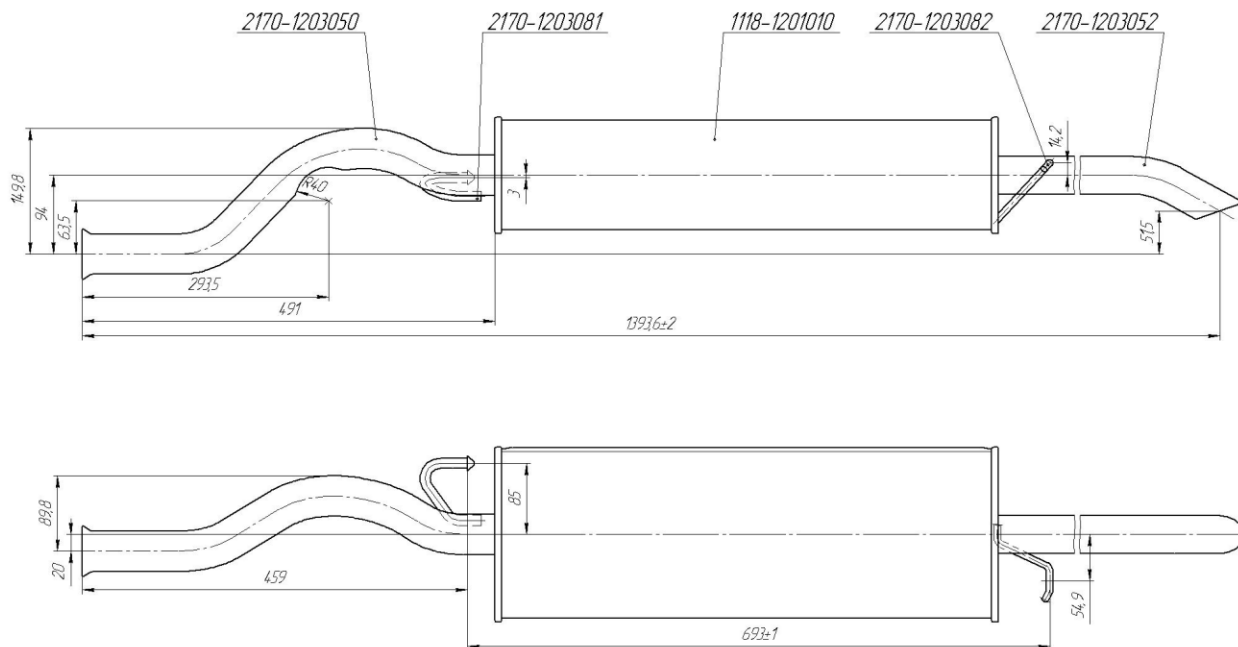


Рисунок 3.1 - Общий вид глушителя.

Работает глушитель в процессе эксплуатации автомобиля при неблагоприятных условиях. На него действуют высокие температуры и агрессивные газы внутри. Снаружи попадает вода, возможны ударные нагрузки. Поэтому обеспечивают защиту глушителя специальными покрытиями, или применяют для его изготовления нержавеющую сталь.

Так, для глушителей новых автомобилей АвтоВАЗа, Гранты и Весты используют сталь 12Х18Н10Т. Эта сталь относится к сталям аустенитного класса. Сталь применяют для деталей, эксплуатируемых при температурах до 600 °С, при действии на них агрессивных кислот, щелочей и иных агрессивных сред.

Главным элементом стали 12Х18Н10Т является хром. Он обеспечивает высокую коррозионную стойкость. Содержание хрома в сталях в количестве 18% обеспечивает стойкость сталей в средах окислительного характера. Добавки в сталь 12Х18Н10Т никеля до 9-12% за

счет получения аустенитной структуры обеспечивает высокие технологические свойства стали.

Для оценки свариваемости стали рассчитаем эквивалент углерода. Для коррозионно-стойких сталей воспользуемся формулой:

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} > 0,45\%.$$

Результаты расчета показывают, что свариваемость стали удовлетворительная.

1.2 Анализ способов сварки

Сначала рассмотрим и проанализируем возможные способы сварки изделия. Наибольшее распространение в автомобилестроении получила контактная сварка, в частности такие ее виды как точечная, рельефная, шовная [1,3,6]. Также используют дуговую сварку в среде защитных газов и газовую.

Особенности контактной точечной сварки, рис. 1.2., заключаются в том, что нагрев и приложенное усилие сосредоточены в определенном месте, т.е. в точке, через которую проходит сварочный ток. Сварочный трансформатор 4 понижает вторичное напряжение до 3-12 вольт, напряжение подводится к электродам 3, сжимающим свариваемые листы 1 и 2. Соединение, полученное этим способом при правильном выборе режимов, имеет характерные вмятины от электродов 5.

Контактная точечная сварка обладает рядом преимуществ по сравнению с другими способами соединения изделий сваркой:

1. высокая скорость сварки
2. незначительный расход вспомогательных материалов
3. не требуется высокая квалификация оператора
4. возможность сварки металла малых толщин
5. легкость в механизации и автоматизации процесса сварки

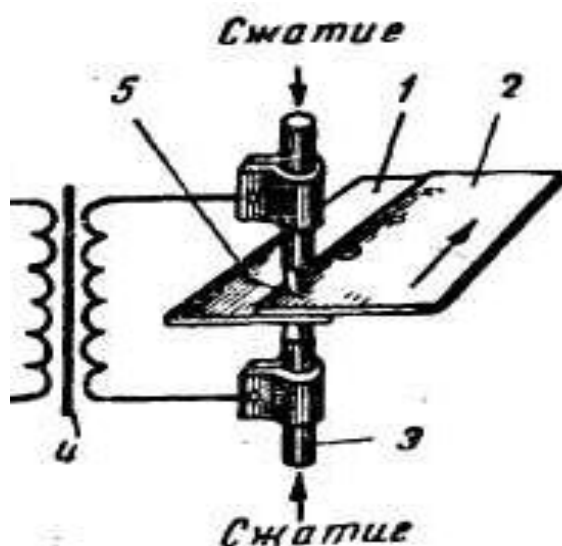


Рисунок 1.2 - Схема процесса контактной точечной сварки

Рельефная сварка – это разновидность контактной сварки, при которой нагрев и приложенное усилие сосредотачивается в рельефе (например выступе одной из деталей). Через рельеф проходит сварочный ток. Поскольку точки можно получить расплавлением одновременно нескольких рельефов, производительность высокая. Рельефной сваркой сваривают отдельные детали кузовов, гаек, болтов, детали типа пластин.

Недостатком этого способа является невозможность выполнения сварки отдельных узлов. Требуется навык в работе и достаточно высокая квалификация персонала.

Шовная сварка это также разновидность контактной сварки, при которой нагрев и приложенное усилие сосредотачиваются выборочно или по всему периметру свариваемого изделия, что обеспечивает получение сварного шва. Шовная сварка используется для получения детали с герметичными соединениями. Недостатки этого способа – невозможность сварки отдельных узлов, специальная форма электродов.

Для дуговой сварки в защитных газах в качестве защитной среды широко используется углекислый газ.

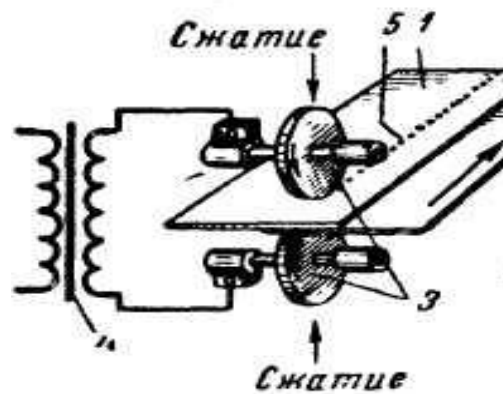


Рисунок 1.3 - Схема процесса шовной сварки

Сварка в среде защитных газов обладает рядом преимуществ:

- высокой производительностью (скорость сварки в 2,5 раза выше, чем у ручной дуговой сварки покрытыми электродами);
- использование инертных газов позволяет достичь высокоэффективной защиты зоны расплава;
- наличие возможности визуального наблюдения за процессом сварки;
- диапазон толщин свариваемых заготовок варьируется в значительных пределах;
- 1 существует возможность сварки при различных пространственных положениях;
- отсутствует необходимость зачистки швов при многослойной сварке;
- узкой зоной термического воздействия.

1.3 Базовый технологический процесс изготовления изделия

Первая операция технологического процесса – сборка. На этой операции собираются глушитель основной и кронштейны. Глушитель в оборотной таре поступает на участок затем оператор перемещает требуемое количество из оборотной тары на операцию сборки. Кронштейны также поступают в оборотной таре.

Кронштейны складируют у приспособления для сборки в специальной оснастке. Предварительно в базирующую полость приспособления укладывают глушитель, затем в него вставляют кронштейны. При сборке

должна быть обеспечена равномерность зазора. Сварка производится ручным способом. Используется технология аргонодуговой сварки плавящимся электродом. Силу тока принимают 180 А, напряжение на дуге 38 В, скорость сварки 60 метров в час. Расход защитного газа 7 л/мин. Смещение электрода не должно превышать 0,5 мм.

Полностью сваренный глушитель поступает на операции контроля. Не допускаются наплывы, непровары, подрезы более 0,15 мм, сквозные поры. Производится выборочный, 1% от партии, контроль геометрии сваренного узла. Изделие укладывают в кондуктор, и проверяют соответствие геометрии требованиям чертежа.

К недостаткам данного технологического процесса можно отнести следующие. Сварщик вручную производит манипуляции горелкой, следовательно, положение сварочной горелки относительно кромок свариваемого изделия, скорость сварки целиком определяются сварщиком. Получается что качество соединения зависит от субъективных характеристик сварщика. Манипуляции сварочной горелкой в течение смены – 8 часов – утомляют сварщика. Производительность труда снижается. Устранение данных недостатков ручной сварки возможно путем механизации и автоматизации процесса сварки. Рассмотрим возможные варианты автоматизации процесса дуговой сварки.

1.4 Способы механизации и автоматизации базовой технологии

По широте номенклатуры выпускаемой продукции и объему выпуска производство классифицируют на массовое, серийное и единичное.

Характерным для массового производства являются большие объемы выпуска продукции в течение продолжительного времени. Рабочие места организуют таким образом, чтобы на одном рабочем месте выполнялась одна операция. Другой особенностью организации рабочих мест в условиях массового производства является применение специализированного высокопроизводительного оборудования и значительный уровень механизации и автоматизации процессов обработки.

В качестве типичных примеров массового производства можно привести изготовление автомобилей, тракторов, мотоциклов, велосипедов, подшипников, бытовой техники.

Применяемое при массовом производстве оборудование, как правило, является дорогостоящим, но за счет массового выпуска продукции оно окупается в сжатые сроки.

Характерным для серийного производства является изготовление деталей (узлов) повторяющимися партиями. Серийное производство, в свою очередь, с учетом количества изделий в партии подразделяют на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное.

В машиностроении применяется, в основном, серийный тип производства. В серийном производстве обработка деталей и сборка узлов построены на основе дифференциации операций. Отдельную операцию закрепляют за конкретным рабочим местом. В связи с этим необходима периодическая переналадка оборудования для того, чтобы перейти на обработку следующей партии деталей. Хотя технологические операции обработки могут выполняться на универсальном оборудовании, требуется их оснащение как специализированными приспособлениями так и универсальными. В некоторых случаях является целесообразным применение специализированных измерительных приборов.

Средняя квалификация работников в случае серийного производства выше, чем в случае массового производства.

Характерным при единичном производстве являются незначительные объемы выпуска одинаковых изделий. Причем, зачастую, не предусматривается их изготовление повторно [8,13].

Для рабочих мест в условиях единичного производства характерным является разнообразие операций и использование универсального технологического оборудования, универсальной технологической оснастки и измерительных средств [8,13].

Специальная технологическая оснастка может применяться только в случаях, когда иначе изготовить деталь невозможно. Разнообразие выполняемых работ требует рабочих высокой квалификации.

Зная тип производства можно осуществить подбор оптимального оборудования, правильно организовать рабочие места. Анализируя количество производимых за год глушителей, вес и габариты определим тип производства как массовое. В условиях массового производства характерно применение автоматических линий, использование уникального и специализированного оборудования и оснастки. Следовательно, при внедрении технологии изготовления потребуется применить робототехнический комплекс.

1.5 Задачи бакалаврской работы

Анализ конструктивных особенностей изделия, условий его эксплуатации, а также базовой технологии сборки-сварки, годовой программы изготовления показывает, что основным недостатком базового технологического процесса является низкий уровень автоматизации сварочных работ. В данных условиях качество узла и производительность труда на операции его изготовления зависят от субъективных факторов оператора. Во первых требуется квалифицированный рабочий, высокого разряда, следовательно и заработная плата его будет высока. Во вторых, физические кондиции работника напрямую оказывают влияние на производительность и качество.

Возможные пути автоматизации процессов сварки показывают, что можно применить робототехнический комплекс (РТК). Это будет экономически целесообразно, так как за счет применения разной сборочно-сварочной оснастки можно на данном комплексе сваривать разные изделия. В этом случае можно будет повысить коэффициент использования

оборудования. В случае применения МСМ, учитывая ее высокую производительность, коэффициент загрузки будет мал.

Таким образом, для достижения поставленной в работе цели необходимо решить следующие задачи:

- Разработать технологический процесс автоматизированной сварки изделия
- Подобрать оборудование и разработать оснастку для реализации разработанного технологического процесса.

2 Разработка механизированного и автоматизированного процесса сварки

2.1 Выбор и обоснование параметров режима сварки

В группу основных параметров режимов сварки плавления электродом в среде защитных газов входят: полярность постоянного тока сварки, его величина, величина напряжения на дуге, скорость подачи проволоки, вылет электрода, состав и расход защитного газа.

Полярность тока как правило выбирается обратная, т.к. в этом случае достигается меньшая длина дуги, меньшее измерение и меньшее разбрызгивание по сравнению со сваркой на прямой полярности.

Сила сварочного тока определяющий фактор, оказывающий влияние как на технологические характеристики процесса, время сарки, например, так е на геометрические характеристики получаемого соединения - глубина и форма провара, (см. рис.2.1, 2.2). Известно, что при сварке в активных газах глубина провара больше чем, например при сварке под слоем флюса, т.к. в процессе сварки в активных газах дуга несколько оттесняет металлы из-за своего основания.

Другой важнейший элемент режима сварки - напряжение на дуге. Напряжение дуги U_d увеличивается и увеличивается длина дуги и глубина шва, уменьшается форма углубления (см. рис. 2.3.), однако растут потери на разбрызгивание.

Вообще, сварку, с целью получения хорошей формы провара, внешнего вида шва, небольших потерь на разбрызгивание, а также высокой производительности, следует вести на активных значениях напряжения тока сварки. Величина их зависит от рода защитного газа, силы сварного тока, пространственного положения при сварке, диаметра и состава электрода, динамических свойств источника и других факторов.

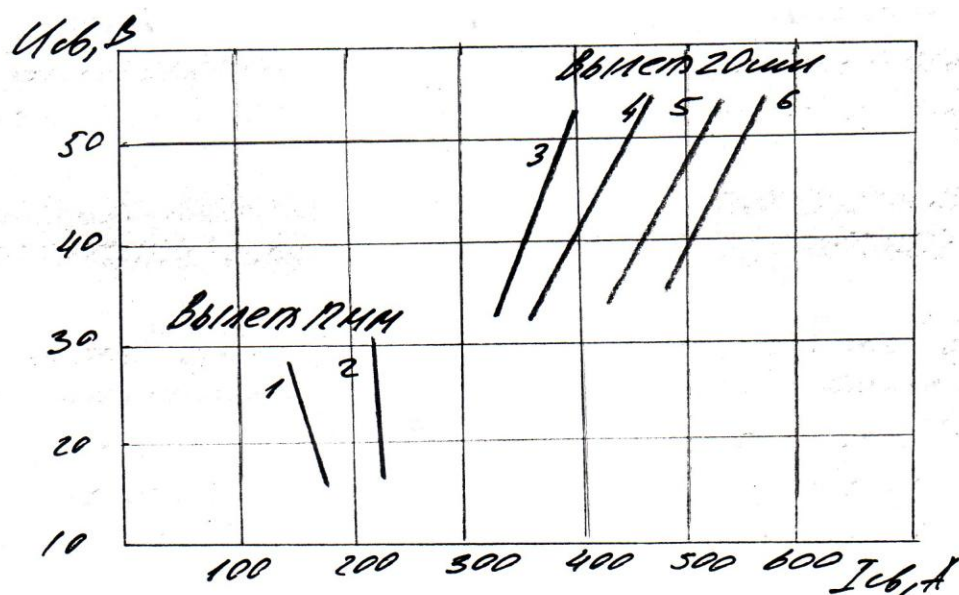


Рисунок 2.1 - Вольт-амперные характеристики устойчивого течения процесса сварки в аргоне проволокой Св Х18Н10Т, диаметр 1,2мм.

1. $V_n=180\text{м/ч}$; 2. $V_n=350\text{м/ч}$; 3. $V_n=900\text{м/ч}$;
4. $V_n=1200\text{м/ч}$; 5. $V_n=1500\text{м/ч}$; 6. $V_n=1800\text{м/ч}$.

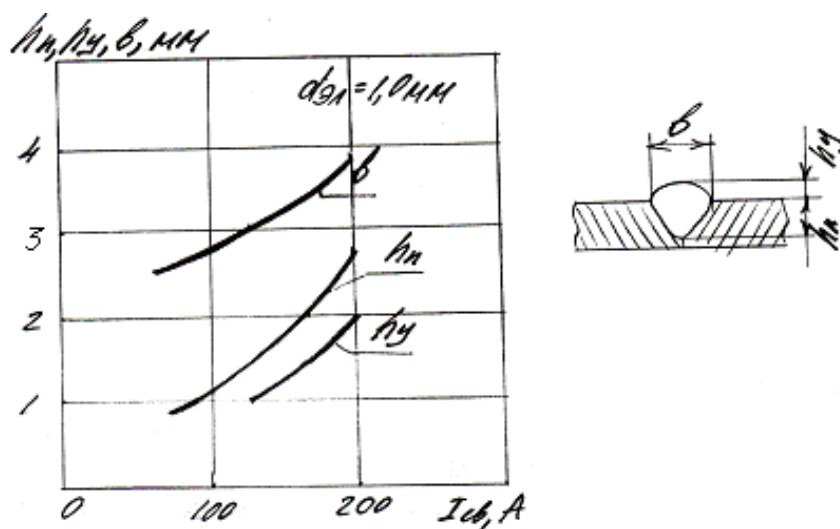


Рисунок 2.2 - Зависимость размеров шва (h_n , h_y , $в$) от силы сварочного тока и схема обозначения размеров шва. Сварка в среде аргона на обратной полярности проволокой СвХ18Н10Т.

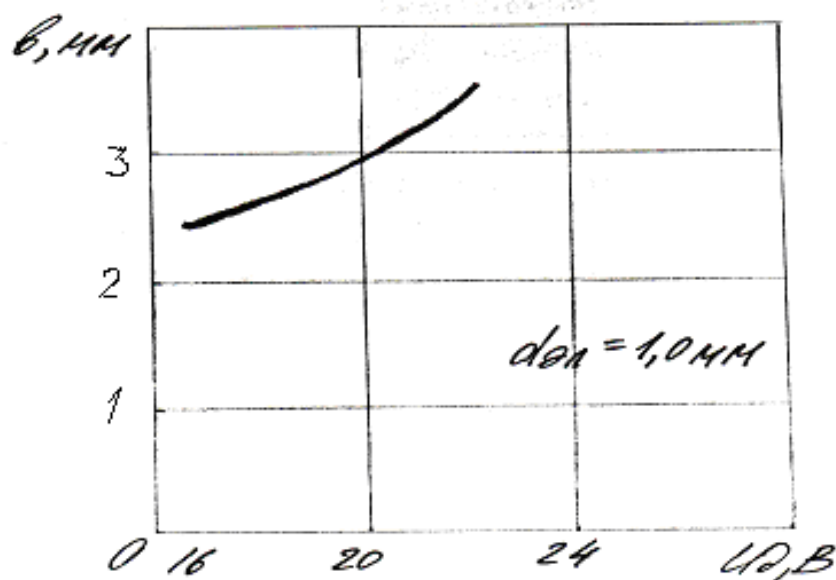


Рисунок 2.3 - Зависимость ширины шва от напряжения дуги при сварке в среде аргона на обратной полярности проволокой Св 08X18N10T

Химический состав проволоки выбирается исходя из оценки окислительной способности газа. Известно, что чистый углекислый газ – активный, а его смесь с кислородом – сильно окислительная, что требует изменения в качестве электрода проволоки, способной к надежному расплавлению металла шва. При сварке проволокой X18N10T в среде аргона состав присадочной проволоки может совпадать с составом основного материала. Компоненты проволоки, обладающие высоким сродством к кислороду практически не выгорают [1].

Вылет электрода (проволоки) при диаметрах от 0,5 до 1,4 мм существенно влияет на стабильность сварки. Это обусловлено нагревом электрода на вылете проходящим током. В случае подогрева электрода до вылета от отдельного источника вылет необходимо пропорционально предварительному нагреву уменьшить. Увеличение вылета позволяет повысить коэффициент расплавления.

Газ влияет на форму проплавления. При сварке в углекислом газе форма провара как при сварке под флюсом. При сварке в смеси углекислого газа и кислорода, проплавление узкое и глубокое. При большой силе тока

глубина провара увеличивается. При сварке в смеси углекислого газа и кислорода, шов получается шире, но поверхность покрывается некоторым количеством сплава.

Влияние скорости сварки традиционно и в целом аналогично сварке под флюсом.

Сварка нахлесточных соединений ведется электродной проволокой, наклоненной поперек шва на $50-60^\circ$ к поверхности изделия. Для сварки металла разных толщин электрод направляется в сторону детали большей толщины. Точно угол наклона возможно определить лишь при опытной сварке образцов.

По результатам анализа литературных данным можно определить следующие параметры режима сварки соединения корпуса глушителя с кронштейнами.

Сила сварочного тока составит 110 А. напряжение на дуге 24 В. скорость сварки примем 75 м/час. Расход аргона 6 литров в минуту. Полярность прямая, на электрод подается «-».

2.2 Проектный технологический процесс

На участке сварки заготовки изымаются из оборотной тары и укладываются в специальную тару, расставленную у первого поста робототехнического комплекса (РТК). Затем сварщик берет глушитель основной, укладывает ложементы оснастки сборочного поста РТК, находящегося в положении 1. Затем берет из тары кронштейны, укладывает их на ложементы сборочного поста РТК. После того, как изделие собрано, производится контроль геометрии визуально. Перекосы не допускаются. По окончании проверки сварщик нажимает кнопку «Пуск» двурукого включения. Двуручное включение предусмотрено для того, чтобы обезопасить сварщика от движущихся частей оснастки. Включается подача воздуха в пневмоцилиндры привода зажимов, детали фиксируются, затем производится

поворот и пост перемещается в положение 2. Производится фиксация карусели и начинает работу робот. Производится автоматическая сварка. По окончании сварки робот перемещается в исходное положение и сваренный узел перемещается в положение поста №3. По окончании сварки робот перемещаются в исходное положение и сваренный узел перемещается в положение поста №1. Происходит автоматическая расфиксация прижимов, и рабочий снимает сваренное изделие с ложементов. При этом он 100% изделий визуально контролирует. Готовый узел после контроля помещается в обратную тару, которую по мере наполнения изымают с участка и перевозят на участок сборки-сварки глушителей.

Одно изделие из ста контролирует работник бюро технического контроля цеха. Контролируемое изделие проверяется в специальном кондукторе на соответствие геометрии

3 Разработка конструкции РТК

Выбор способа автоматизации и механизации остановили, по результатам анализа в 1 разделе работы, на робототехническом комплексе.

При выборе компоновки РТК следует учесть следующие моменты. Если применить схему с одним роботом-манипулятором то для нее характерен низкий коэффициент занятости рабочего и манипулятора. Схема с тремя манипуляторами, как и автоматическая линия со встроенными манипуляторами плоха тем, что занимает большие производственные площади и дорога. Такие схемы экономически целесообразны при сварке больших узлов кузова автомобиля. Для нашего варианта подошла бы схема с двумя манипуляторами и трехпозиционным поворотным столом. В этом случае роботы и оператор будут работать независимо друг от друга и коэффициент загрузки оборудования будет большой. Поскольку программа выпуска автомобиля ВАЗ-2170 после выхода цеха на проектную мощность будет 60000 автомобилей в год, то на данном комплексе можно будет, меняя оснастку еще и другие узлы автомобиля изготавливать.

Таким образом, комплекс по результатам анализа принимаем состоящим из 1 робота. На карусели, перемещающей изделия, будет 3 сборочных поста. Комплекс будет состоять из сборочного станда поворотного типа (карусель), робота, системы управления, сварочной оснастки. С учетом рассчитанных режимов сварки подберем сварочную оснастку.

3.1. Выбор робота

При выборе робота – манипулятора следует учесть вес сварочной оснастки, требуемую точность позиционирования, требования к системе управления. Главное достоинство промышленных роботов высокая гибкость, легкость переналадки на другое изделие. Поэтому их применение эффективно при частой смене обрабатываемых изделий.

Роботы классифицируют по характеру выполняемых операций; степени специализации; области применения по виду производства; системы основных координатных перемещений; числу степеней подвижности; грузоподъемности; мобильности; конструктивному исполнению; типу силового привода; характеру отработки программы; характеру программирования скоростей и дискретности перемещений.

Учитывая массу горелки, точность позиционирования, ± 1 мм, а также геометрические параметры изделия определяем что нам нужен робот средней грузоподъемности, с несколькими степенями подвижности, с полярной системой основных координатных перемещений. Робот может быть и специальным и многоцелевым. Операции робот выполняет основные технологические. Робот должен быть гибкопрограммируемым. Соответствует данным требованиям робот ПР-161/60. Еще одно преимущество именно данного робота в том, что он выпускается на ПТО АО «АвтоВАЗ», широко применяется в цехах сварки кузова автомобилей ВАЗ 2105, -07, -04, -08, -09, -10 и персонал автозавода с ним знаком.

3.2. Компоновка РТК

Общий вид компоновки РТК приведен на Рис. 3.1. Габаритные размеры РТК, с учетом вспомогательного оборудования 7650x7000 мм. На участке установлены сварочные роботы, (2). На участке установлено ограждение (5) с целью обеспечения безопасности персонала. Сборочная оснастка (условно не показана) установлена на поворотной карусели, (3).

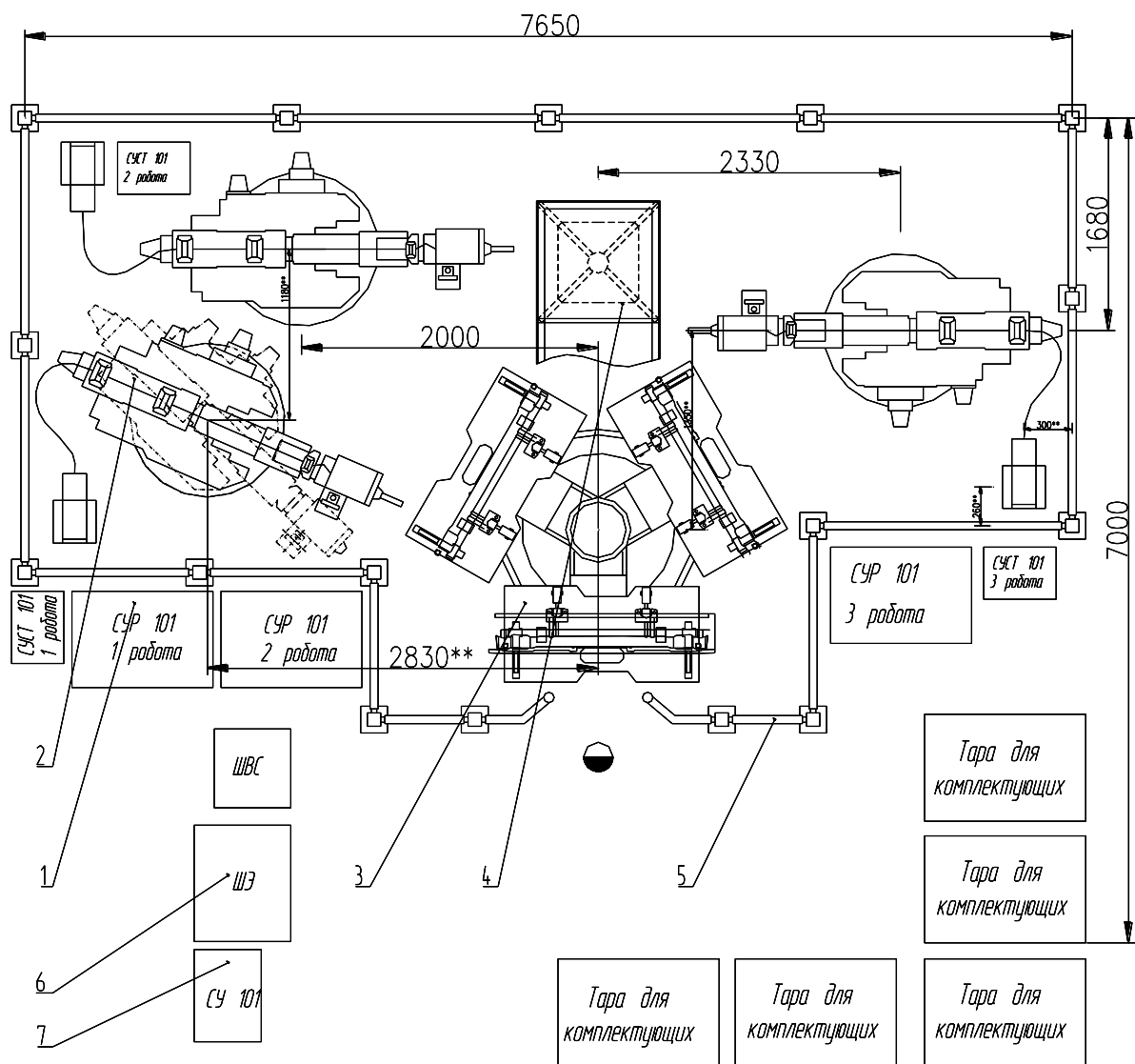


Рисунок 3.1 - Общий вид компоновки РТК

4 Безопасность и экологичность проекта.

4.1 Технологическая характеристика участка сварки.

В проектной технологии предлагается заменить способ механизированной сварки в защитных газах на автоматическую сварку в защитных газах. Практика автомобилестроения показывает, что одним из путей улучшения санитарно-гигиенических характеристик дуговой сварки как раз и является применение автоматизации, которые позволяют удалить рабочего от опасных участков, где горит дуга. Таким образом, уменьшается воздействие на рабочего вредных веществ в составе сварочного аэрозоля. Становится возможным повышать качество сварных соединений, за счет того, что от субъективных характеристик работника качество теперь не зависит.

Проектная технология сварки предусматривает выполнение следующих операций: сборка на первом посту РТК; сварка; контроль качества сварки.

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Должность работника, выполняющего данную технологическую операцию	Оборудование, устройства и приспособления, применяемые при выполнении технологической операции	Вещества и материалы, применяемые при выполнении технологической операции
1	2	3	4
1. Сборка	Слесарь-сборщик,	1) первый пост (сборочный) робототехнического комплекса	1) перчатки диагональные
2. Сварка	Автоматическая	1) второй пост (сварочный) робототехнического комплекса	1) проволока Св-06Х19Н9Т Ø1,2 мм 2) газ углекислый 3) аргон
3. Сварка	Автоматическая	1) третий пост (сварочный) робототехнического комплекса	1) проволока Св-06Х19Н9Т Ø1,2 мм 2) газ углекислый 3) аргон
4. Контроль качества сварки, визуально 100%, на стенде 1%.	Дефектоскопист	1) лупа х4 3) стенд для контроля геометрии	-

4.2 Персональные риски, сопровождающие внедрение проектной технологии в производство

Таблица 3.2 –Профессиональные риски, сопровождающие осуществление проектной технологии

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Источник появления опасного или вредного производственного фактора
1	2	3
1. Сборка	- острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека	1) робототехнический комплекс
2. Сварка	- острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека; - высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов; - повышенное значение уровня инфракрасной радиации в рабочей зоне	1) робототехнический комплекс
3. Контроль качества сварки	- острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека	1) лупа х4 2) шаблон сварщика УШС-3 3) стенд для контроля геометрии

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

Таблица 3.3 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Наименование предлагаемого организационного мероприятия и технического средства, осуществляющего защиту, снижение и устранение данного опасного и вредного производственного фактора	Наименование средства для осуществления индивидуальной защиты работника
1	2	3
- Острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования	Проведение периодического инструктажа по вопросам техники безопасности	Перчатки, спецодежда.
- Подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин	Нанесение предостерегающих надписей, соответствующая окраска, применение ограждения	-
- Высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов	Проведение периодического инструктажа по вопросам техники безопасности	Спецодежда, перчатки
- Повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека	Устройство и периодический контроль заземления электрических машин и изоляции	-
- Повышенное значение уровня инфракрасной радиации в рабочей зоне	Осуществление экранирования зоны сварки с использованием щитов	Спецодежда, маска сварщика

4.4 Предлагаемые мероприятия по обеспечению пожарной безопасности разрабатываемого технологического объекта

Таблица 4.4 - Технические средства, обеспечивающие пожарную безопасность технологического объекта

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

Таблица 3.5 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

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

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

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

4.5 Оценка экологической безопасности разрабатываемого технологического объекта

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Реализуемый технологический процесс	Операции, входящие в состав технологического процесса	Негативное воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное воздействие технического объекта на литосферу
Сварка глушителя	Сборка глушителя на первом посту, сварка глушителя на втором посту, контроль качества сварных соединений	Выделяемые при сварке газообразные частицы и сажа	-	Бумажная и полиэтиленовая упаковка от вспомогательных материалов; бытовой мусор, преимущественно стальной металлолом .

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

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

4.6 Заключение по разделу

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

5 Экономическая эффективность проекта

По базовому варианту сварка глушителя производится дуговой сваркой механизированным способом. Сборка осуществляется вручную. В проектном варианте предлагается установить промышленный робот, позволяющий ускорить процесс сварки. Увеличение скорости сварки при прочих равных условиях обеспечивает снижение времени, расходуемого на выполнение приварки кронштейнов к корпусу глушителя. Годовой экономический эффект получаем за счет повышения производительности труда в новом технологическом процессе.

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

Характеристика базового варианта и предлагаемого отражена в таблице 5.1. В левом столбце таблицы указан недостаток базового варианта, в правом столбце охарактеризован предлагаемый вариант устранения недостатка.

Таблица 5.1 - Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Базовый вариант	Проектный вариант
Дуговая сварка изделия производится механизированным способом. Рабочий манипуляции горелкой производит вручную.	Дуговая сварка изделия производится с помощью робота, который производит манипуляции сварочной горелкой.

5.1 Исходные данные для расчетов

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

Таблица 5.2 – Исходные данные

№	Показатели	Усл. обозн.	Ед. изм.	Значение	
				Баз. вар.	Пр. вар.
1	2	3	4	5	6
1	Годовая программа	Пг.	Шт/год	100000	100000
2	Разряд рабочего	Р.р.		III	III
3	Часовая тарифная ставка	Сч	Р/час	74,89	53,16
4	Коэффициент отчислений на доп. з/пл	Кдоп.	%	12	12
5	Коэффициент доплат к основной з/пл	Кд.		1,88	1,88
6	Норма амортизации оборудования	На	%	19,5	19,5
7	Норма амортизации на площади	На.пл.	%	5	5
8	Коэффициент отчислений на соц. нужды.	Ксн	%	30	30
9	Стоимость воды	Цв.	Руб/м ³	1,2	1,2
10	Расход воды	Рв.	м ³ /час.	70	70
11	Стоимость сж.воздуха	Цвозд.	Руб/м ³	0,12	0,12
12	Расход сж. воздуха	Рвозд.	м ³ /час.	32	32
13	Стоим. эксп. площадей	Сэксп.	(Р/м ²)/год	2000	2000
14	Цена приобретения площадей	Цпл.	Р/м ²	3000	3000
15	Площадь, занимаемая оборудованием	S	м ²	6	10
16	Коэф.-т транспортно-заготовит. расходов	Кт -з	%	5	5
17	Коэф -т. затрат на монтаж и демонтаж оборудования	Кмонт. Кдем.	%	3	5
18	Цена оборудования	Цоб	Руб.	580000	1210000
19	Коэффициент, учитывающий доп. площадь	Кпл.	-	3	3
20	Потребляемая мощность	Муст	кВт	23	38
21	Стоимость э-энергии	Цэ-э	Р/ кВт	2,5	2,5
22	Коэф-т выполн. нормы	Квн	-	1,1	1,1
23	Коэф-т полезн. действия	КПД	-	0,7	0,85

24	Нормативный коэффициент экономической эффективности	Ен	-	0,33	0,33
25	Значение коэффициента, который учитывает цеховые расходы	Кцех	-	250	250
26	Значение коэффициента, который учитывает заводские расходы	Кзав	-	215	215
27	Потери сж. воздуха	Кпот.	-	1,2	1,2

5.2 Вычисление фонда времени работы оборудования

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

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{маш}} + t_{\text{всп}} + t_{\text{обсл}} + t_{\text{отл}} + t_{\text{п-з}} \quad (5.1)$$

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

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

$t_{\text{всп}}$ – время, которое затрачивает персонал на подготовку к работе сварочного оборудования и составляет 10% от $t_{\text{маш}}$;

$t_{\text{обсл}}$ – время, которое затрачивает персонал на обслуживание, текущий и мелкий ремонт сварочного оборудования и составляет 5% $t_{\text{маш}}$;

$t_{\text{отл}}$ – время, которое затрачивает персонал на личный отдых, составляет 5% $t_{\text{маш}}$;

$t_{\text{п-з}}$ – время на подготовительно – заключительные операции, 1% $t_{\text{маш}}$.

Нормы машинного времени определим из карт технологического процесса.

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

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

$$t_{\text{машпр}} = 1,333 \text{ мин} = 0,022 \text{ час.}$$

$$t_{\text{штпр}} = 1,333 + 1,333 \cdot 12\% + 1,333 \cdot 8\% + 1,333 \cdot 5\% + 1,333 \cdot 1\% = 1,60 \text{ мин} = 0,027 \text{ час.}$$

5.3 Капитальные вложения в оборудование

Расчётное определение величины капитальных вложений в оборудование производим с использованием следующей зависимости:

$$K_{общ} = K_{пр} + K_{соп} \quad (5.2)$$

где: $K_{пр}$ – прямые капитальные вложения, руб.;

$K_{соп}$ – сопутствующие капитальные вложения, руб.

Рассчитаем прямые капитальные вложения по базовому и проектному варианту:

$$K_{пр} = \Sigma Ц_{об} * k_3 \quad (5.3)$$

где $\Sigma Ц_{об}$ – суммарная цена оборудования, руб.;

k_3 – коэффициент загрузки оборудования.

Количество оборудования определяем с использованием формулы:

:

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

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

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

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

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

Расчётное определение величины коэффициента загрузки оборудования выполним с использованием зависимости:

$$k_3 = \frac{n_{об.расчетн}}{n_{об.прин}} \quad (5.5)$$

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

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

где: D_k – количество календарных дней в году;

$D_{вых}$ – количество выходных дней в году;

$D_{пр}$ – количество праздничных дней в году;

$T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, час;

S – количество рабочих смен;

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

$$\Phi_{эф.} = (365 - 110 - 14) * 8 * 2 * (1 - 0,06) = 3654 \text{ час.}$$

$$n_{об.расчетн.б} = \frac{100000 \cdot 3,15}{3654 \cdot 60} = 1,43 \text{ шт}$$

$$n_{об.расчетн.пр} = \frac{100000 \cdot 1,6}{3654 \cdot 60} = 0,79 \text{ шт}$$

Округлив в большую сторону, получим что для базового варианта требуется 2 единицы оборудования, а для проектного варианта надо 1 РТК по прин.б. = 2, по прин.пр = 1

$$k_{зб} = \frac{1,43}{2} = 0,715$$

$$k_{зпр} = \frac{0,79}{1} = 0,79$$

Капитальные вложения в базовом

$$K_{общб} = K_{пр} = 2 \cdot 580000 \cdot 0,715 = 829400 \text{ руб.}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$K_{\text{монт}} = 1 \cdot 1210000 \cdot 0,2 = 242000 \text{ руб.},$$

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

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

$$K_{\text{дем}} = 2 \cdot 580000 \cdot 0,2 = 232000 \text{ руб.}$$

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

$$K_{\text{плоч}} = S_{\text{плоч}} * C_{\text{плоч}} * g * k_z \quad (5.10)$$

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

$$K_{\text{плочпр}} = 3000 \cdot 2 \cdot 1,7 \cdot 0,79 = 7110 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{общбаз}} = 829400 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{общпр}} = 955900 + 242000 + 232000 + 7110 = 1437010 \text{ руб}$$

$$K_{\text{общ}}^{\text{пр}} = 705600 + 7110 + 17000 + 610,5 = 730320,5 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины удельных капитальных вложений выполняем с использованием зависимости:

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

$$K_{БАЗУД} = 829400 / 100000 = 8,29 \text{ руб.}$$

$$K_{ПРУД} = 1437010 / 100000 = 14,37 \text{ руб}$$

$$K_{уд}^{ПР} = 715770,5 / 100000 = 7,15 \text{ руб.}$$

5.4 Расчет заводской себестоимости базового и проектного вариантов технологии.

Затраты на основные и вспомогательные материалы, используемые при реализации базового и проектного вариантов технологии не рассчитываем, так как основные материалы и вспомогательные одни и те же.

Расчётное определение расходов на электроэнергию производим с использованием зависимости:

$$Зэ - э = \frac{P_{об} \cdot t_{об}}{КПД} Цэ - э \quad (5.18)$$

где $P_{об}$ – полезная мощность сварочного оборудования, кВт;

$Цэ - э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб/кВт·час;

$КПД$ – КПД установки.

Мощность сварочного оборудования определим по режимам сварки: сила тока и напряжение,

Базовый

$$M_{уб} = 125 \cdot 23 = 2875 \text{ Вт} = 2,75 \text{ кВт}$$

Тогда

$$Зэ - эб = \frac{2,75 \cdot 2,2 \cdot 0,04}{0,7} = 0,34 \text{ руб.}$$

Проектный

$$M_{упр} = 10,2 \text{ кВт}$$

Тогда

$$Зэ - эпр = \frac{10,2 \cdot 2,2 \cdot 0,022 \cdot 1}{0,7} = 0,70 \text{ руб}$$

Расчёт расходов по содержанию и эксплуатации задействованного в технологическом процессе оборудования производим с использованием зависимости:

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

где $A_{об}$ – принятая величина амортизации оборудования, руб.;

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

Величину амортизации оборудования вычисляем с использованием формулы:

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

где $Ц_{об}$ – рыночная стоимость производственного оборудования, руб;

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

Подставив в (5.19) необходимые значения, получим:

$$A_{обб} = \frac{580000 \cdot 0,052 \cdot 18 \cdot 2}{3654 \cdot 100} = 2,91 \text{ руб.}$$

$$A_{обпр} = \frac{1210000 \cdot 0,028 \cdot 18 \cdot 1}{3654 \cdot 100} = 1,66 \text{ руб}$$

Для расчетного определения затрат на текущий ремонт производственного оборудования воспользуемся зависимостью:

$$P_{т.р} = \frac{Ц_{об} * H_{т.р} * k_3}{\Phi_{эф} * 100} \quad (5.20)$$

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

Подставив в (5.20) необходимые значения, получим:

$$P_{т.р.б} = \frac{850000 \cdot 35 \cdot 0,71}{3654 \cdot 100} = 78,8 \text{ руб.}$$

$$P_{т.р.пр} = \frac{1210000 \cdot 35 \cdot 0,715}{3654 \cdot 100} = 82,86 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты на оборудование

$$Зоб = Аоб + Ртр \quad (5.25)$$

$$Зобб = 2,91 + 78,8 = 81,71 \text{ руб.}$$

$$Зобпр = 1,66 + 82,86 = 84,52 \text{ руб.}$$

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

$$Зпл = Апл + Рэкс \quad (5.28)$$

Расчётное определение затрат на производственные площади производим на основании зависимости:

$$Апл = \frac{Цпл \cdot S \cdot t_{шт} \cdot Нпл}{Фэф \cdot 100} \quad (5.26)$$

где Цпл – стоимость приобретения площадей, руб/м²;

S – площадь занимаемая производственным оборудованием, м²;

Нпл – амортизационные отчисления на площади, %.

$$Аплб = \frac{3000 \cdot 8 \cdot 0,0525 \cdot 21}{3654 \cdot 100} = 0,07 \text{ руб}$$

$$Аплпр = \frac{3000 \cdot 11 \cdot 0,028 \cdot 21}{3654 \cdot 100} = 0,05 \text{ руб}$$

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

$$Рэкс = Сэкс \cdot S \cdot t_{шт} / Фэф \quad (5.27)$$

где Сэкс – стоимость эксплуатации площадей.

$$Рэкспб = 3000 \cdot 8 \cdot 0,0525 / 3654 = 0,34 \text{ руб.}$$

$$Рэксппр = 3000 \cdot 11 \cdot 0,028 / 3654 = 0,25 \text{ руб.}$$

Итого, затраты на производственные площади

$$Зплб = 0,07 + 0,34 = 0,41 \text{ руб.}$$

$$Зплпр = 0,05 + 0,25 = 0,30 \text{ руб.}$$

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

$$\Phi ЗП = ЗПЛ_{осн} + ЗПЛ_{доп} \quad (5.28)$$

Для расчётного определения основной зарплаты используем зависимость:

$$ЗПЛ_{осн} = t_{шт} \cdot C_{ч} \cdot k_{зпл} \quad (5.29)$$

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

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

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

$$k_{зпл} = k_{пр} * k_{вн} * k_{у} * k_{пф} * k_{н} \quad (5.30)$$

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

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

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

$k_{пф} = 1,057$ – коэффициент доплат за профессиональное мастерство;

$k_{н} = 1,133$ – коэффициент учитывающий доплаты при работе вечером и ночью.

$$k_{зпл} = 1,25 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,057 \cdot 1,133 = 1,81$$

$$ЗПЛ_{осн}^Б = 2 \cdot 0,052 \cdot 74,89 \cdot 1,81 = 11,26 \text{ руб.}$$

$$ЗПЛ_{осн}^{ПР} = 0,028 \cdot 53,16 \cdot 1,88 = 2,79 \text{ руб.}$$

Для расчётного определения дополнительной заработной платы используем формулу:

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{k_d}{100} \cdot ЗПЛ_{осн} \quad (5.31)$$

где k_d – размер коэффициента, учитывающего величину отчислений на дополнительную заработную плату, 10%.

$$ЗПЛ_{доп}^Б = 11,26 \cdot 12 / 100 = 1,35 \text{ руб.}$$

$$ЗПЛ_{доп}^{ПР} = 2,79 \cdot 12 / 100 = 0,33 \text{ руб.}$$

$$\Phi ЗП_Б = 11,26 + 1,35 = 12,61 \text{ руб.}$$

$$\PhiЗП_{\text{пр}} = 2,79 + 0,33 = 3,12 \text{ руб.}$$

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

$$O_{\text{CH}} = \PhiЗП \cdot H_{\text{соц}} / 100 \quad (5.32)$$

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

Подставив в (5.32) необходимые значения, получим:

$$O_{\text{CH}}^{\text{б}} = 12,61 \cdot 30 / 100 = 4,28 \text{ руб.}$$

$$O_{\text{CH}}^{\text{пр}} = 3,12 \cdot 30 / 100 = 1,06 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины технологической себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{ТЕХ}} = ЗМ + З_{\text{э-э}} + З_{\text{об}} + З_{\text{пл}} + \PhiЗП + O_{\text{CH}} \quad (5.33)$$

Подставив в (5.33) необходимые значения, получим:

$$C_{\text{техб}} = 0,34 + 81,71 + 0,41 + 12,61 + 4,28 = 99,35$$

$$C_{\text{техпр}} = 0,7 + 84,52 + 0,30 + 3,12 + 1,06 = 89,7 \text{ руб}$$

5.5 Цеховая себестоимость

Расчётное определение величины цеховой себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = C_{\text{ТЕХ}} + P_{\text{ЦЕХ}} \quad (5.34)$$

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

$$P_{\text{ЦЕХ}} = k_{\text{ЦЕХ}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (5.35)$$

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

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

Подставив в (5.35) необходимые значения, получим:

$$P_{\text{ЦЕХ}}^{\text{б}} = 99,35 + 2,5 \cdot 11,26 = 99,35 + 28,15 = 127,5 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ЦЕХ}}^{\text{пр}} = 89,7 + 2,5 \cdot 11,26 = 89,7 + 28,15 = 117,85 \text{ руб.}$$

5.6 Заводская себестоимость

Расчётное определение величины заводской себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{Зав}} = C_{\text{Цех}} + P_{\text{Зав}} = C_{\text{Цех}} + k_{\text{Зав}} \cdot Z_{\text{Осн}} \quad (5.36)$$

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

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

Подставив в (5.36) необходимые значения, получим:

$$C_{\text{Зав}}^{\text{б}} = 127,5 + 11,26 \cdot 215/100 = 127,5 + 24,20 = 151,70 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{Зав}}^{\text{пр}} = 96,67 + 2,79 \cdot 215/100 = 96,67 + 5,99 = 102,66 \text{ руб.}$$

Результаты выполненных расчетов обобщим в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Калькуляция себестоимости изготовления одного глушителя

№ п/п	Показатели	Усл. обозн	Калькуляция, руб	
			базов	Проект
1	2	3	4	5
1	Материалы	М	-	-
2	Фонд заработной платы	ФЗП	12,61	3,12
3	Отчисления на социальные нужды	О _{сн}	4,28	1,06
4	Затраты на электроэнергию	Зэ-э	0,41	0,70
5	Затраты на площади	Зпл	0,47	0,30
6	Затраты на оборудование	Зоб	81,71	84,52
	Себестоимость технологическая	Стех	99,35	89,7
7	Расходы цеховые		28,15	6,97
	Себестоимость цеховая	Сцех	127,5	96,67
8	Расходы заводские		24,20	5,99
	Себестоимость заводская	Сзав	151,70	102,66

5.7 Расчет показателей экономической эффективности проектного варианта технологии

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

$$Pr_{\text{ож.}} = \mathcal{E}_{\text{y.g.}} = \left(C_{\text{зав}}^{\text{б}} - C_{\text{зав}}^{\text{пр}} \right) \cdot N_{\text{пр}} \quad (5.37)$$

Подставив в (5.31) необходимые значения, получим:

$$\mathcal{E}_{y,\Gamma} = (151,70 - 102,66) \cdot 100000 = 4904000 \text{ руб.}$$

Для определения размера годового экономического эффекта воспользуемся формулой

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = [(C_{\text{ЗAB}}^{\text{Б}} + E_{\text{Н}} \cdot K_{\text{уд}}^{\text{Б}}) - (C_{\text{ЗAB}}^{\text{ПР}} + E_{\text{Н}} \cdot K_{\text{уд}}^{\text{ПР}})] \cdot N_{\text{ПР}} \quad (5.38)$$

$$\mathcal{E}_{\Gamma\text{П}} = [(151,70 + 0,33 \cdot 8,29) - (102,66 + 0,33 \cdot 14,37)] \cdot 100000 = 4702100 \text{ руб.}$$

Величину показателя снижения трудоемкости определим с использованием формулы:

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{t_{\text{штБ}} - t_{\text{штПР}}}{t_{\text{штБ}}} \cdot 100\% \quad (5.39)$$

Подставив в (5.33) необходимые значения, получим:

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{0,0525 - 0,028}{0,0525} \cdot 100\% = 46\%$$

Величину показателя увеличения производительности труда определим по формуле:

$$\Pi_{\text{Т}} = \frac{100 \cdot \Delta t_{\text{шт}}}{100 - \Delta t_{\text{шт}}} \quad (5.40)$$

Подставив в (5.34) необходимые значения, получим:

$$\Pi_{\text{Т}} = \frac{100 \cdot 37}{100 - 37} = 59\%$$

Величину показателя снижения технологической себестоимости определим по формуле:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{C_{\text{ТЕХ}}^{\text{БАЗ}} - C_{\text{ТЕХ}}^{\text{ПР}}}{C_{\text{ТЕХ}}^{\text{БАЗ}}} \cdot 100\% \quad (5.41)$$

Подставив в (5.35) необходимые значения, получим:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{99,35 - 89,70}{99,35} \cdot 100\% = 10\%$$

Величину срока окупаемости дополнительных капитальных вложений определим по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{общпр}}}{\Xi_{\text{уг}}} \quad (5.42)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{730320,5}{4489000} \approx 0,5 \text{ года}$$

Сравнительная экономическая эффективность

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}} = \frac{1}{0,5} = 2 \quad (5.43)$$

Выводы по экономическому разделу

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

Установлено, что проектный вариант автоматической сварки после своего внедрения в производство даст такие эффекты, как уменьшение трудоемкости на 46 %, увеличение производительности труда на 59 %, что уменьшило технологическую себестоимость на 10%. Расчётная величина условно-годовой экономии составила 811698 рублей.

Величина годового экономического эффекта, полученная с учетом затрат на капитальные вложения в оборудование, составила 4702100 рублей. Капитальные вложения в оборудование размером 1437010 рублей будут окуплены за 0,5 года.

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поставленная в выпускной квалификационной работе цель - повышение качества и производительности на операциях соединения компонентов выпускной системы автомобилей ВАЗ.

Базовая технология сварки предусматривает применение механизированной дуговой сварки проволокой сплошного сечения и обладает следующими недостатками: малая производительность сварки, низкое качество выполняемых работ по причине получения множественных дефектов.

В выпускной квалификационной работе предложены технологические мероприятия по повышению производительности и качества выполнения сварных стыков глушителей. В проектом варианте технологии предложено произвести замену механизированной дуговой сварки на автоматическую сварку проволокой сплошного сечения. Применение предложенных технологических решений позволит получить снижение трудоемкости сварки и повышение стабильности качества выполняемых сварных соединений.

На основании анализа научной информации был произведён анализ способов повышения эффективности механизированной сварки в углекислом газе. Разработана проектная технология сборки и сварки с использованием РТК. В работе предусмотрены мероприятия по обеспечению безопасности труда персонала.

Внедрение проектной технологии сварки в производство приводит к уменьшению трудоемкости на 46 %, повышению производительности труда на 59 %, снижению технологической себестоимости на 10%. Расчётная условно-годовая экономия составляет 4904000 руб.

Вышеизложенное свидетельствует о факте достижения поставленной цели.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пейсахов А. М. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. для студентов немашиностроит. специальностей вузов / А. М. Пейсахов, А. М. Кучер. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Изд-во Михайлова В. А., 2004. - 406 с.
2. Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах : ПОТ РМ-020-2001 : ввод. в действие с 1 янв. 2002 г. - Москва : [б. и.], 2001. - 58 с..
3. Справочник конструктора и технолога / сост. В. М. Михин, Б. Е. Кобызов, В. В. Михайленко. - Королев : ЦНИИМАШ, 2000. - 582 с.
4. Щекин В. А. Технологические основы сварки плавлением : учеб. пособие для вузов. - Изд. 2-е, перераб / В. А. Щекин - Ростов н/Д. : Феникс, 2009. - 345 с.
5. Цепенев Р. А. Автоматическое управление процессом сварки : учеб. пособие / Р. А. Цепенев ; ТолПИ ; Каф. "Оборуд. и технология сварочного пр-ва". - Тольятти : ТолПИ, 2001. - 76 с.
6. Прыкин Б. В. Технология металлов и сварки : учеб. для вузов по спец. "Пр-во строит. изделий и конструкций" / Б. В. Прыкин. - Киев : Вища шк., 1978. - 240 с. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: Учебник / Р.А. Фахрутдинов. – М.: ИНФРА – М, 2001.– 672 с.
7. Сахно К. В. Технология сварки металлов: учебник для вузов [Текст] / К. В. Сахно. - Киев : Вища школа, 1977. - 180 с.
8. Жерносеков А.М. Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом (Обзор) / А.М. Жерносеков, В.В. Андреев // Автоматическая сварка. – 2007. – № 10. – С. 48–52.
9. Действия населения в чрезвычайных ситуациях. Пособие. Под общей редакцией В.А. Владимирова. – М.: МЧС России, 1995.
10. Колганов Л. А. Сварочное производство : учеб. пособие / Л. А. Колганов. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2002. - 504 с.

11. Гостюшин А. В. Энциклопедия экстремальных ситуаций [Текст] / А. В. Гостюшин. — М.: Изд. «Зеркало», 1995.-288 с.
12. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка: Учеб. для сред. ПТУ [Текст] / В.М. Рыбаков. - 2-е изд. перераб.- М.: Высш. школа, 1986.- 208 с.
13. Рыбаков А.М. Сварка и резка металлов. Учебник для средних профессионально-технических училищ [Текст] / А.М. Рыбаков. - М.: Высшая школа, 1977.
14. Михлюк С. П. Технология и оборудование для сварки плавлением : учеб. пособие для вузов. [Текст] / С. П. Михлюк - Ростов н/Д. : Феникс, 2002. - 215 с.
15. Красовский А.М. Основы проектирования сварочных цехов [Текст] / А.М. Красовский. – М.: Машиностроение, 1979 – 319 с.
16. Волченко В.Н. Сварка и сварочные материалы, том . 1 [Текст] / В.Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1991 – 527 с.
17. Ключев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика [Текст] /В.В. Ключев. - М.: Машиностроение, 1995. - 390 с.
18. Александров А.Р. Источники питания для дуговой сварки [Текст] / А.Р. Александров, В.С. Милютин. - М.: Машиностроение, 1982-427 с.
19. Золотоносов Я. Д. Сварочное производство. Современные методы сварки [Электронный ресурс] : учеб. пособие/ Я. Д. Золотоносов, И. А. Крутова ; Казан. гос. архит.-строит. ун-т. - Казань : КГАСУ, 2016. - 216 с.
20. Колганов Л. А. Сварочное производство. Учебное пособие [Текст] / Л.А. Колганов. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. - 512 с.
21. Марфин К. С. Источники питания сварочной дуги : учеб. пособие [Текст] / К. С. Марфин. - ВУЗ/изд. - Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2000. - 172 с.
22. Гитлевич А.Д., Этитоф А.А. Механизация и автоматизация сварочного производства [Текст] / А.Д. Гитлевич, А.А. Этитоф. – М.: Машиностроение, 1987 – 280 с.