

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

(название института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные
процессы»

(наименование кафедры)

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

профиль «Оборудование и технология сварочного производства

(направленность, профиль, /специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Технология восстановления штампа для гибки и формовки
переднего подрамника автомобиля ВАЗ»

Студент(ка)	<u>Н.В. Кондратьев</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Г.М. Короткова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой СОМДиРП,
д.т.н, профессор

(личная подпись)

В.В. Ельцов

« _____ » _____ 2018г.

Тольятти, 2018

АННОТАЦИЯ

Существенное повышение стойкости штампового инструмента обеспечивается выбором состава штамповой стали, оптимизацией режимов термической обработки штампового инструмента, его цементацией и улучшением условий эксплуатации штампов. Однако наиболее эффективным методом повышения стойкости штампов является применение наплавки легированных сплавов на их изнашивающиеся поверхности, так как в этом случае наиболее доступно регулирование свойств наплавленного слоя путем изменения состава наплавленного металла и режимов его термической обработки.

Цель работы – повышение эффективности восстановления штамповой оснастки за счёт использования наукоёмких технологий.

При анализе известных способов восстановительной наплавки штамповой оснастки были рассмотрены: ручная дуговая наплавка, наплавка под слоем флюса, механизированная наплавка в защитных газах, наплавка порошковыми самозащитными проволоками, плазменная наплавка. Принято решение применить плазменную наплавку, которая позволит повысить качество и производительность наплавочных работ и вывести производство на принципиально новый уровень за счёт применения наукоёмких технологий.

В работе решены следующие задачи: 1) выполнить обзор и произвести выбор наплавочных материалов; 2) разработать технологический процесс восстановительной наплавки штамповой оснастки; 3) предложить оборудование для реализации проектной технологии.

Пояснительная записка состоит из 61 страницы, графическая часть включает в себя 6 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА РЕМОНТНОЙ СВАРКИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ	
1.1 Сведения об изделии и особенности его работы	7
1.2 Сведения о материале изделия	9
1.3 Сведения о базовой технологии	10
1.4 Выбор способа восстановления	11
1.5 Анализ научно-технической информации по тематике исследования	20
1.6 Постановка задач на выполнение выпускной квалификационной работы	23
2 ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ НАПЛАВКИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ	
2.1 Выбор схемы наплавки	24
2.2 Описание операций проектного технологического процесса наплавки	29
3 ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	
3.1 Технологическая характеристика объекта	33
3.2 Персональные риски, сопровождающие внедрение проектной технологии в производство	35
3.3 Предлагаемые мероприятия по снижению профессиональных рисков в ходе внедрения в производство проектной технологии	36
3.4 Предлагаемые мероприятия по обеспечению пожарной безопасности разрабатываемого технологического объекта	37
3.5 Оценка экологической безопасности разрабатываемого технологического объекта	39
3.6 Заключение по экологическому разделу	40
4 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	

ПРОЕКТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ	
4.1 Исходные данные для проведения экономического расчёта	41
4.2 Вычисление фонда времени работы оборудования	43
4.3 Расчёт времени, затрачиваемого для выполнения годовой программы, и коэффициента, учитывающего загрузку оборудования	44
4.4 Расчет заводской себестоимости базового и проектного вариантов технологии	46
4.5 Калькуляция заводской себестоимости сварки по базовому и проектному варианту технологии	50
4.6 Определение капитальных затрат по базовому и проектному вариантам технологии сварки	51
4.7 Расчёт показателей экономической эффективности проектного варианта технологии	53
4.8 Выводы по экономическому разделу	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	58

ВВЕДЕНИЕ

Штампы холодного деформирования металлов подразделяются на штампы для разделительных (вырубка, резка, обрезка облоя, пробивка отверстий и др.) и формоизменяющих операций (вытяжка, гибка, формовка, выдавливание и др.). Условия работы металла штампового инструмента определяют вид износа его контактирующей поверхности (истирание, выкрашивание, растрескивание, налипания штампуемого металла и др.), а последний предопределяет выбор состава штамповой стали и режимов ее термической обработки. Основным видом износа этого инструмента является потеря размеров контактирующих участков вследствие истирания.

Существенное повышение стойкости штампового инструмента обеспечивается выбором состава штамповой стали, оптимизацией режимов термической обработки штампового инструмента, его цементацией и улучшением условий эксплуатации штампов. Однако наиболее эффективным методом повышения стойкости штампов является применение наплавки легированных сплавов на их изнашивающиеся поверхности, так как в этом случае наиболее доступно регулирование свойств наплавленного слоя путем изменения состава наплавленного металла и режимов его термической обработки.

Разработка новой штамповой стали, организация ее производства, разработка технологического процессаковки и термической обработки требуют значительно больших затрат, чем разработка наплавочного материала, обеспечивающего наплавку новой штамповой стали. Кроме того, наплавленный слой можно наносить на основу из конструкционной стали, чем достигается экономия дефицитных легированных сталей. Современные методы наплавки позволяют наплавлять металл высокого качества, который может применяться как непосредственно после наплавки, так и после термической обработки.

Ремонт инструмента кузнечно-прессового оборудования наплавкой эффективен благодаря более низкой цене по сравнению с покупкой новой детали. Штампы и бойки для горячей штамповки иковки, пресс-формы для литья под давлением испытывают тепловые удары, высокие удельные давления, износ истиранием, которые приводят к образованию трещин, задиров и рисок, потери геометрии рабочих поверхностей деталей.

Выпускная квалификационная работа будет посвящена разработке технологии восстановления штамповой оснастки. Для поиска наиболее эффективных технологических решений необходимо произвести обзор и анализ научных работ по данной тематике.

Цель работы – повышение эффективности восстановления штамповой оснастки за счёт использования наукоёмких технологий.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА РЕМОНТНОЙ СВАРКИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ

1.1 Сведения об изделии и особенности его работы

На территории цеха установлены прессы, осуществляющие штамповку деталей кузова (рис. 1.1). Прессы располагаются друг за другом, образуя пооперационную линию. Прессы обеспечивают двойное действие, при опускании вниз сначала происходит зажатие металлического листа ползуном, а потом происходит штамповка. Перемещение заготовок от одной операции к другой происходит потоком при помощи транспортера, автоматически подающего заготовки от штампа к штампу. Работу прессов контролирует оператор-наладчик, который обслуживает одновременно несколько прессов и осуществляет их переналадку.



Рисунок 1.1 – Прессовое производство ВАЗа

Передний подрамник автомобиля ВАЗ предназначен защищает силовой агрегат от ударов снизу, частично выполняя функцию рамы. Подрамник повышает устойчивость автомобиля, соединяем между собой элементы подвески.

Изделие эксплуатируют в условиях при действия температур - 40...+40° °С. На изделие возможно действие статических и динамических нагрузок, возникающих при движении автомобиля и стоянке автомобиля. В

зависимости от типа дороги возможно действие на изделие вибрационной нагрузки. Обеспечивая пассивную безопасность при аварии автомобиля (фронтальный и боковой удары) изделие осуществляет защиту салона от деформации и проникновения в салон предметов. Кроме того, в случае опрокидывания автомобиля поперечина крыши в сборе должна обеспечить сохранение жизненного пространства внутри автомобиля. Следует отметить, что данная деталь не является лицевой.



Рисунок 1.2 – Передний подрамник

Элементы переднего подрамника выполняются штамповкой, расходным элементом которой является штамповая оснастка, подвергающаяся интенсивному износу. Появляются борозды, углубления, выкрашивание частиц металла, трещины, истирания.

Для того, чтобы поддерживать штамповую оснастку в рабочем состоянии, её необходимо периодически реставрировать с применением наплавки, которая выполняется ручной дуговой сваркой штучными электродами.

1.2 Сведения о материале изделия

Для изготовления штампового инструмента для холодной штамповки используются различные стали и сплавы с особым комплексом физико-механических свойств. По условиям работы инструмента эти стали делят на две категории: 1) деформирующие металл в холодном состоянии; 2) деформирующие металл в горячем состоянии.

Стали для «холодных штампов» должны обладать высокой твердостью, износостойкостью и прочностью, сочетающейся с достаточной вязкостью, а также должны быть теплостойкими. Стали для «горячих штампов» должны иметь низкую чувствительность к местным нагревам, высокие жаропрочность, красностойкость, термостойкость, вязкость и прокаливаемость [4].

Химический состав и назначение штамповых сталей регламентирует ГОСТ 5950-2000. По химическому составу такие материалы можно разделить на следующие группы: 1) высокоуглеродистые; 2) низколегированные; 3) высокохромистые; 4) комплекснолегированные (с пониженным содержанием хрома); 5) высоковольфрамовые; 6) дисперсионно-твердеющие сплавы; 7) твердосплавные.

Среди указанных сталей и сплавов наиболее подходящим для условий работы штампового инструмента холодного деформирования металла комплексом механических и технологических свойств обладают последние четыре группы. По эксплуатационным свойствам стали и сплавы для штампового инструмента можно условно разделить на пять основных групп [4]: 1) высокой износостойкости; 2) высокопрочные, теплоустойчивые; 3) высокопрочные, обладающие повышенной ударной вязкостью и минимальной деформацией при термической обработке; 4) высокой вязкости; 5) стали и сплавы общего назначения.

Изготовление рабочих частей штампов для осуществления холодной штамповки требует применения сталей, которые по степени прокаливаемости разделяют на следующие группы [5]: 1) к первой группе принадлежат

углеродистые инструментальные стали, имеющие относительно небольшую прокаливаемость (\varnothing до 25 мм): У8, У10; 2) ко второй группе следует отнести легированные стали, имеющие повышенную прокаливаемость (\varnothing до 40...50 мм): ШХ15, 9ХФ, ХГСВФ; 3) к третьей группе следует отнести высокохромистые стали, имеющие высокую прокаливаемость (\varnothing до 80 мм), высокую износостойчивость, малую деформацию при закалке: Х12Ф1, ХГЗСВФ, Х6ВФ; 4) к четвертой группе следует отнести легированные стали, имеющие повышенную вязкость (при твердости 56...58 HRC): 4ХС, 4ХВ2С, 5ХВГ.

Таблица 1.1 – Химический состав в % материала Х12М

С	Si	Mn	S	P	Cr	Mo	V
1.45 - 1.65	0.15 - 0.35	0.15 - 0.4	до 0.03	до 0.03	11 - 12.5	0.4 - 0.6	0.15 - 0.3

1.3 Сведения о базовой технологии

Для повышения стойкости новых штампов и восстановления изношенных применяется упрочняющая наплавка. Марки и состав большинства электродов для упрочняющей наплавки установлены ГОСТ 10051–75. В их числе большая группа электродов, специально предназначенных для наплавки штампов [6].

Электроды для наплавки штампов подразделяются на три группы в зависимости от легирования получаемого металла. Электроды первой группы, к которым относятся, в частности, ЭН-60М, ОЗШ-1, ЭН-60, ЦМ-4, позволяют получать высшую износостойкость поверхности, сохраняющуюся до температуры 400 °С, что особенно необходимо для штампов, нагреваемых в процессе штамповки до температуры, близкой к указанной. Ко второй группе относятся высоколегированные электроды на основе хрома (УОНИ-13/НЖ, ЭШГ, ЦМ-5, Ш-1). Применение этих электродов позволяет получить наплавленный слой, самозакаливается при охлаждении на

воздухе и сохраняющий мартенситную структуру при нагреве до 400...500 °С. Третью группу составляют электроды, легированные вольфрамом и молибденом. К ним относятся ОЗИ-3, ОЗИ-2, ЦМ-1М, КПИ-3Х2В8, К-53. Металл, полученный наплавкой электродами третьей группы, по составу близок к быстрорежущим сталям [6].

Наплавку толщиной более 10 мм производят комбинированным способом, послойно, применяя различные электроды. Сначала наплавляют нижние слои электродами ОЗИ-1 (или ОЗИ-1 т), затем электродами ЭН-60М или ОЗИ-3.

Поскольку рабочие детали имеют сложную форму и не технологичны для термообработки, то для разделительных штампов используют высоколегированные хромистые стали марок Х12Ф1, Х12М, 9ХС, ХВГ и др., которые обладают более высокой износостойкостью и при термообработке в меньшей степени подвержены поводке и короблению [7].

1.4 Выбор способа восстановления

Ручная дуговая наплавка штучными электродами

Ручная дуговая наплавка предусматривает применение штучных металлических электродов, и присадки легирующих элементов. При наплавке располагают электрод и присадочную полосу. Направление наплавки слева направо. Это устраняет попадание расплавленного металла на непрогретый основной металл. Так же при ведении наплавки слева направо уменьшается вероятность попадания шлака под наплавляемый слой. Присадку выполняют в виде стальной полосы, загнутой в виде длинного корытца. Присадка содержит необходимые легирующие элементы. Толщина полосы присадки составляет 1,5...1,7 мм, а её длина порядка 300 мм. Выполнение присадочной полосы в виде корытца позволяет заполнять её пастой из ферромарганца.

Для наплавки применяют обычные источники сварочного тока. Выбор параметров режима наплавки производят с учётом того обстоятельства, что при избыточной силе тока снижается качество наплавки. Следует также принимать во внимание, что способ обладает низкой производительностью, высокими потерями электродного металла на угар и разбрызгивание. Наплавка производится преимущественно на плоских поверхностях в нижнем положении. Наплавленный слой допускается толщиной 3...10 мм.

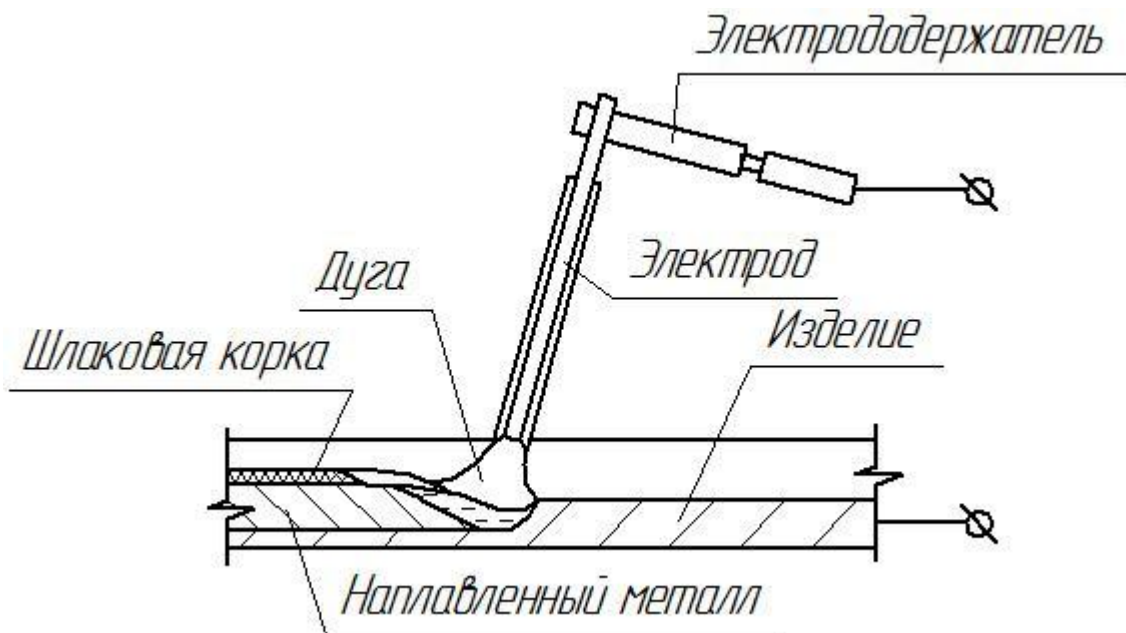


Рисунок 1.3 – Схема осуществления дуговой наплавки штучными электродами

Достоинствами ручной дуговой наплавки являются высокая прочность наплавленного слоя и простота используемого в процессе работ оборудования. Существенным недостатком метода, как и других способов ручной сварки, является низкая производительность операции и зависимость качества сварного соединения от квалификации исполнителя. Также недостатком метода является различная в начале и в конце операции скорость расплавления электрода. Глубина проплавления основного металла может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от изменения условий теплопереноса от дуги к металлу основы через жидкий металл ванны расплава. Это провоцирует изменение соотношения долей электродного и

основного металла, напрямую участвующие в образовании металла сварного соединения, следовательно, и его химический состав и механические свойства.

Механизированная наплавка в среде защитного газа

Механизированные способы дуговой наплавки в защитных газах получили широкое распространение и постоянно совершенствуются. Во многих опубликованных работах представлены достаточно значимые результаты по указанным процессам.

В настоящее время выполнен ряд разработок в данной области с использованием современных компьютеризованных электроприводов на основе вентильных электродвигателей специальной разработки. В частности, это позволило реализовать практически любой алгоритм движения электродной проволоки, включая реверсивное движение с регулированием всех составляющих, а именно: частота, шаг, амплитуда импульсов, а также скважность. При этом достигнут частотный диапазон, превышающий 50 Гц. Расширенные технические характеристики новых систем подачи электродной проволоки дали возможность существенно продвинуть исследования в части управления геометрическими характеристиками сварного соединения, оптимизации энергетических затрат и потерь электродного металла [2, 3].

Наиболее распространена наплавка в углекислом газе с применением плавящегося электрода, которая ведётся на постоянном токе обратной полярности. Поскольку углекислый газ окисляет расплавленный металл, необходимо введение в наплавочную проволоку раскислителей (марганца, кремния и др.). Тип и марка электрода подбираются исходя из материала ремонтируемой детали и необходимых свойств наплавляемого металла. Величину подачи проволоки подбирают в зависимости от силы тока, которая устанавливается так, чтобы при выполнении операции наплавки отсутствовали короткие замыкания или обрывы дуги. На скорость наплавки влияют необходимая толщина наплавляемого металла и необходимое

качество формируемого слоя. Наплавку осуществляют валиками с шагом примерно 2,5... 3,5 мм. Величина перекрытия соседних валиков должна быть не менее трети ширины одного валика.

К преимуществам данного метода можно отнести: 1) высокое качество получаемого слоя для разнообразных металлов и сплавов при различной толщине слоя; 2) высокую прочность полученного слоя, а также возможность получения однородного химсостава полученного слоя и основного материала; 3) возможность выполнения операции для различных пространственных положений; 4) возможность визуального контроля процесса, это является важным фактором при наплавке в полуавтоматическом режиме; 5) отсутствие дополнительных операций для засыпки и уборки флюса и удаления шлаковых отложений; 6) высокую производительность и простоту механизации и автоматизации технологии; 7) низкую себестоимость операции при применении активной защитной среды.

В качестве недостатка способа следует отметить сильное разбрызгивание электродного металла, которое приводит к налипанию брызг расплавленного металла на мундштук и засоряет сопло горелки.

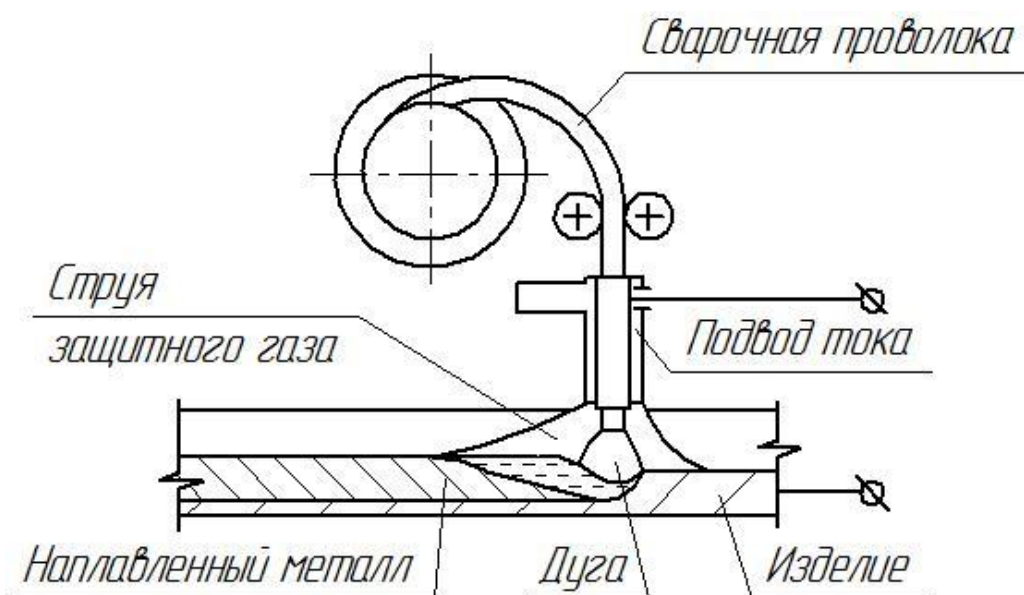


Рисунок 1.4 – Схема наплавки в защитных газах

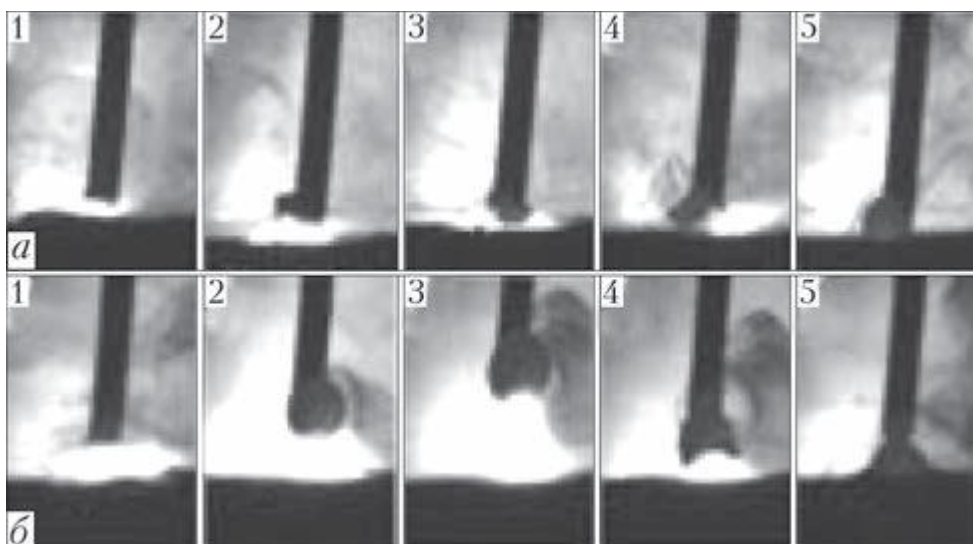


Рисунок 1.5 – Кадры скоростной видеосъемки цикла переноса электродного металла при наплавке в углекислом газе [3]

Наплавка порошковыми проволоками

При проведении восстановительной наплавки режущего и холодноштампового инструмента широко применяются самозащитные порошковые проволоки [12]. Восстановление штампового инструмента наплавкой позволяет получить наплавленный металл практически любого состава, повысить межремонтную и суммарную стойкость штампов, а, следовательно, снизить общую себестоимость продукции.

При наплавке самозащитной порошковой проволокой наблюдается гораздо меньшая чувствительность к влиянию скорости ветра на газонасыщенность металла наплавки и его свойства по сравнению с наплавкой в CO_2 на открытых площадках. Наплавка в среде CO_2 , кроме того, требует дополнительного оборудования по сравнению с наплавкой самозащитной проволокой.

Композиция сердечника самозащитной порошковой проволоки должна позволять получение защитных свойств и благоприятных сварочно-технологических свойств, обеспечивать хорошую рафинирующую способность шлаков, которая должна обладать достаточной раскисленностью и легированием наплавленного металла, высокой его стойкостью против образования трещин и пор. Общим для всех самозащитных порошковых

проволок является обеспечение равномерности плавления металлической оболочки и порошкового сердечника.

В самозащитных порошковых проволоках газовая защита обеспечивается введением в состав шихты их сердечников карбонатов, например: мрамора, магнезита, кальцинированной соды и пр. или органических компонентов. В большинстве сердечников порошковых проволок обязательным компонентом является плавиковый шпат, который вводится с целью повышения жидкотекучести шлака, что способствует улучшению рафинирования металла наплавки. По содержанию других шлакообразующих компонентов самозащитные порошковые проволоки существенно отличаются [8, 9, 10, 11].

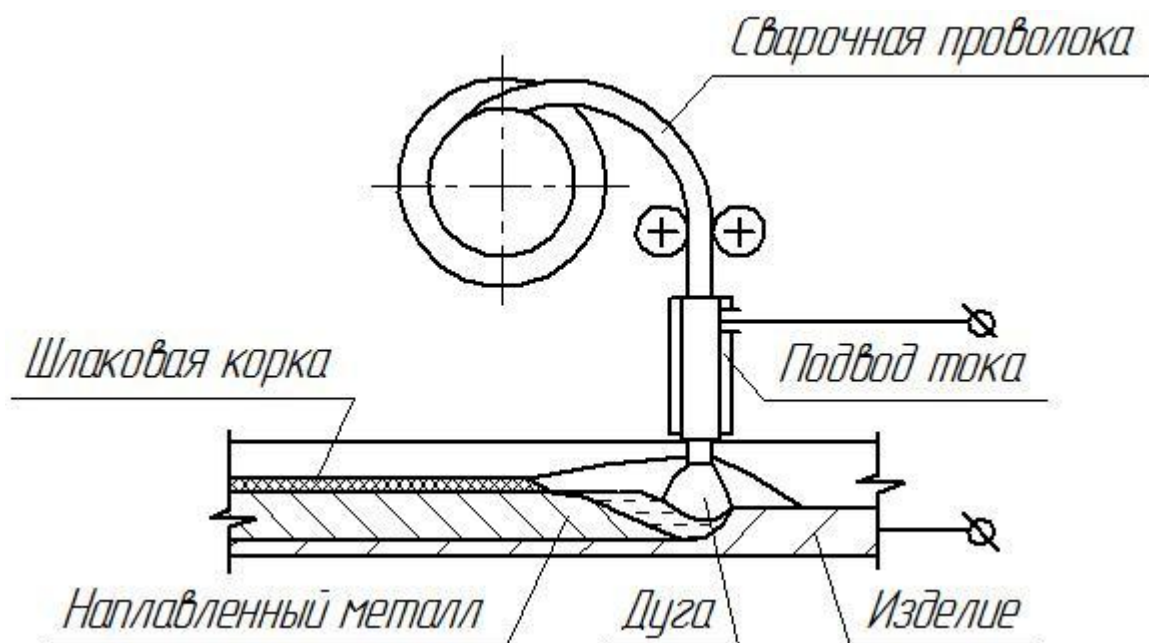


Рисунок 1.6 – Схема наплавки порошковой проволокой

Серийно выпускаемые наплавочные порошковые проволоки обеспечивают хорошие сварочно-технологические свойства в широком диапазоне составов наплавленного металла, высокий уровень раскисления, низкое содержание газов и неметаллических включений в металле наплавки [13, 14]. Однако при плавлении самозащитных порошковых проволок наблюдается отставание плавления сердечника от оболочки [15]. Этому способствует низкая электропроводность сердечника по сравнению с

металлической оболочкой. При больших скоростях подачи проволоки отставание приводит к ухудшению сварочно-технологических показателей. Низкая теплопроводность отдельных компонентов порошкообразного сердечника проволоки, их тугоплавкость, протекание эндотермических реакций при плавлении усугубляет данный недостаток. Кроме того, попадание нерасплавившихся компонентов сердечника в сварочную ванну вызывает засорение металла шва шлаковыми включениями.

Одним из путей обеспечения равномерности плавления сердечника и оболочки порошковой проволоки является введение в состав их шихты экзотермических смесей [16, 17].

Применение экзотермических смесей в составе шихты самозащитных порошковых проволок способствует повышению теплопроводности шихты и достижению равномерности плавления оболочки и сердечника. Поэтому при разработке самозащитной экзотермической порошковой проволоки для наплавки штампового инструмента необходимо изучить влияние экзотермической смеси на характеристики плавления проволоки, свойства наплавленного металла и характер формирования сварного шва.

Наплавка под флюсом

При выполнении дуговой наплавки под слоем флюса (рис. 1.7) с применением порошковой проволоки или проволоки сплошного сечения происходит резкое увеличение производительности. Также наблюдается повышение качества наплавочных работ, улучшаются условия труда персонала, занятого при наплавке изделий. Повышение производительности происходит по причине увеличения сварочного тока, а также благодаря возможности непрерывного процесса наплавки. Следует отметить, большой сварочный ток не только приводит к повышению производительности наплавки, но и к существенному увеличению глубины провара и доли основного металла в наплавленном слое. Для случая наплавки износостойких сплавов это будет крайне нежелательно.

Проведение наплавки штампов под слоем флюса может быть осуществлено с применением:

- 1) Порошковой проволоки: ПП-Х12ВФ; ПП-Х12Ф; ПП-Х12М; ПП-Х12ТФ; ПП-сормайт № 2 и флюса АН-30
- 2) Порошковой проволоки ПП-3Х2В8 и флюса АН-20
- 3) Проволоки сплошного сечения ЭИ-701 и флюса АН-20

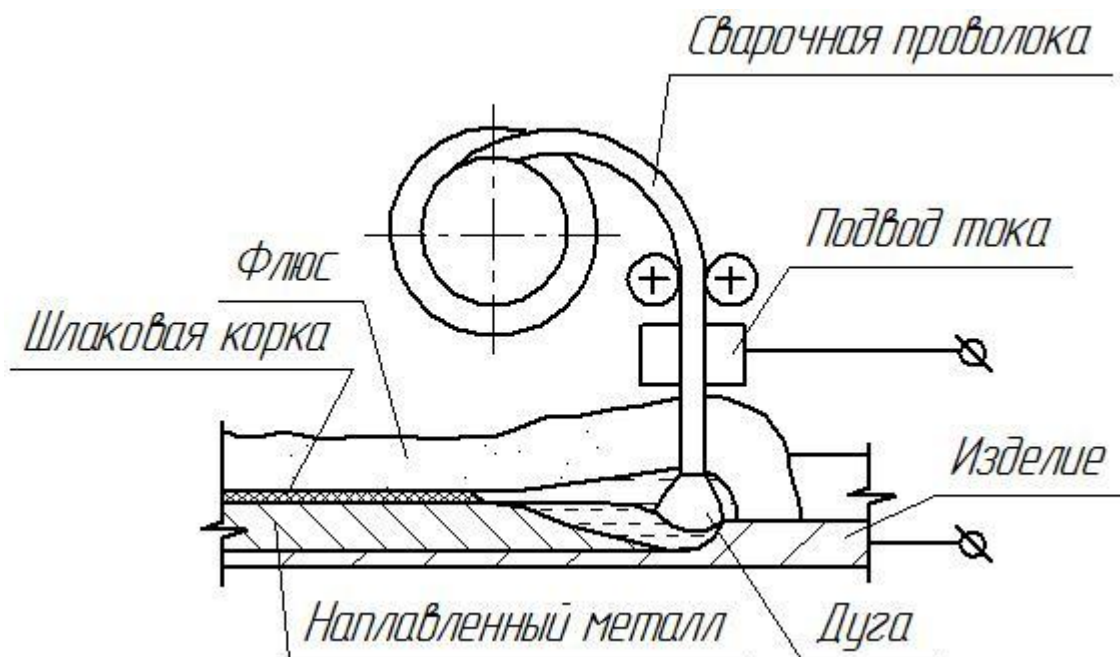


Рисунок 1.7 – Схема осуществления наплавки под флюсом

Плазменная наплавка

Плазменно-порошковая наплавка нашла достаточно широкое применение в промышленности [18, 19, 20], начиная с 60-х годов прошлого века. Наиболее хорошие результаты достигаются при использовании самофлюсующихся сплавов на основе никеля или кобальта (таких, как наплавочные сплавы типа N и Q). Данные сплавы обладают высокими антикоррозионными свойствами, износостойкостью и антифрикционными характеристиками, кроме того, несомненным достоинством этих сплавов является их высокая растекаемость по металлу наплавляемого изделия. Основным их недостатком является высокая стоимость, превышающая стоимость сплавов на железной основе в 10...20 раз. Кроме того, никелевые и

кобальтовые сплавы не пригодны для ряда деталей (вырубных штампов, роликов рольгангов для транспортировки горячего металла, так как их разупрочнение наступает при температурах 500...600 °С в зависимости от марки порошка).

Плазменно-порошковая наплавка безвольфрамовыми быстрорежущими сталями является перспективным направлением при восстановлении и изготовлении ряда изделий: режущих инструментов, фрез, резцов, метчиков, разверток, а также штампов глубокой вытяжки, штампов, ножей, шнеков экструдерных прессов, плунжеров насосов, штемпелей и форм для производства торфобрикетов, кирпича, топливных брикетов, брикетирования металлической стружки.

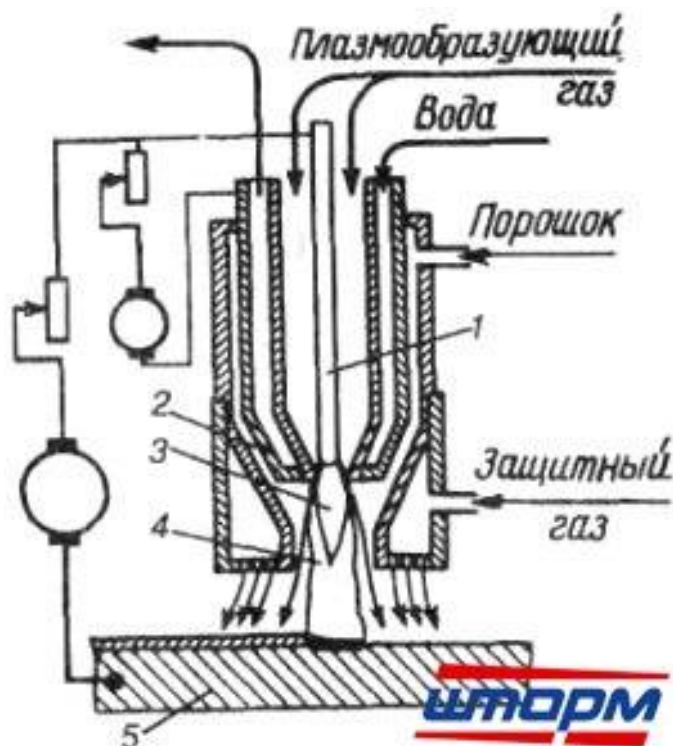


Рисунок 1.8 – Схема плазменной наплавки с вдуванием порошка в дугу

Однако в настоящее время промышленность не выпускает установки для плазменно-порошковой наплавки, а существующие установки импортного производства имеют крайне высокую стоимость [19]. Кроме того, зарубежные и выпускавшиеся ранее отечественные установки функционируют на постоянном токе одной полярности (в европейских

странах применяется в основном наплавка на прямой полярности, а в Японии – на обратной [18, 21]). Менее распространены в промышленности плазменные установки переменного тока.

1.5 Анализ научно-технической информации по тематике исследования

Выпускная квалификационная работа посвящена повышению эффективности восстановления штамповой оснастки. Для повышения научного уровня предлагаемых технических решений произведён поиск и анализ научных работ по рассматриваемой тематике.

Первая работа [22] представляет собой исследование влияния экзотермической смеси, входящей в состав наполнителя самозащитной порошковой проволоки, на параметры наплавленного валика. В ней доказана высокая эффективность восстановления штамповой оснастки с применением дуговой механизированной сварки порошковыми проволоками.

Результаты этой работы свидетельствуют о высокой эффективности механизированной сварки порошковой проволокой при восстановлении штамповой оснастки.

Вторая работа [23] позволила предложить новое оборудование для плазменной наплавки разнополярно-импульсным током, доказала эффективность плазменной наплавки штампового инструмента.

Результаты этой работы свидетельствуют о высокой эффективности плазменной наплавки при восстановлении штамповой оснастки. Результаты этой работы должны быть использованы при выборе способа восстановления.

Третья работа [24] посвящена повышению стойкости штампов и пресс-форм литья под давлением, за счет использования низковольфрамовых, высокованадиевых наплавочных материалов.

Результаты этой работы будут учтены при составлении проектной технологии восстановления и упрочнения штампов.

В четвёртой работе [25] предложена компактная установка и плазмотрон для плазменно-порошковой на-плавки на разнополярно-импульсном токе, надёжная в эксплуатации, имеющая невысокую себестоимость и обеспечивающая высокое качество нанесения покрытий. Эта работа ещё раз подтверждает эффективность применения такого перспективного способа восстановления штампов, как плазменная наплавка. Представленные результаты работы позволяют эффективно использовать их в выпускной квалификационной работе.

Результаты этой работы свидетельствуют о высокой эффективности плазменной наплавки при восстановлении штамповой оснастки. Результаты этой работы должны быть использованы при выборе способа восстановления.

В пятой работе [1] приведены результаты работ по увеличению ресурса оснастки кузнечно-прессового оборудования путем применения электродуговой наплавки наплавочными электродами и порошковыми проволоками. Предпочтительно создание и применение специализированных порошковых проволок, обеспечивающих высокий ресурс наплавленного металла путем оптимизации его легирования. Показано, что применение восстановительной наплавки существенно увеличивает межремонтный цикл работы бойков прессов и обеспечивает экономический эффект эксплуатации оборудования.

По результатам этой работы можно сделать вывод об эффективности замены ручной дуговой наплавки штампов штучными электродами на механизированную наплавку порошковыми проволоками. Эта работа была использована при анализе возможных способов восстановления штампа.

В шестой работе [30] исследовано влияние способов автоматической дуговой наплавки на проплавление основного металла, качество формирования и геометрические размеры наплавленных валиков. В экспериментах использовали девять партий порошковых проволок. Установлено, что наибольшее влияние на формирование наплавленных

валиков оказывает напряжение дуги. При этом диапазон значений напряжений, при котором обеспечивается хорошее формирование наплавленных валиков и отсутствие пор, не совпадает при наплавке разными способами проволокой одного диаметра. Результаты, полученные в данной работе, могут быть использованы при выборе способа дуговой наплавки, режимов наплавки, которые в наибольшей степени удовлетворяют условиям эксплуатации и требованиям к наплавленному металлу для конкретных деталей.

Результаты указанной работы использованы при анализе возможных способов наплавки.

В седьмой работе [31] рассматриваются результаты исследований при влиянии различных параметров импульсной подачи электродной проволоки для операции электродуговой наплавки в CO_2 на условие формирования валика наплавленного металла, износостойкость и потери электродного металла. Проведен сравнительный анализ результатов, полученных при постоянной и импульсной подаче электродной проволоки. Установлено что при изменении скорости подачи электродной проволоки при постоянном энергетическом воздействии процесса наплавки эффективно формируется наплавленный валик, улучшается износостойкость и уменьшается количество потерь металла электрода. Данный результат достигается за счет изменения кинематических условий переноса электродного металла с торца электрода через дуговой промежуток в ванну жидкого металла.

Результаты указанной работы будут использованы при анализе состояния вопроса и при составлении проектной технологии, если будет принято решение использовать наплавку в защитных газах.

1.6 Постановка задач на выполнение выпускной квалификационной работы

В выпускной квалификационной работе поставлена цель - повышение эффективности восстановления штамповой оснастки за счёт использования наукоёмких технологий.

В ходе работы над современным состоянием вопроса восстановительной наплавки штампов были проанализированы материалы, из которых изготавливают штамповую оснастку. Базовая технология восстановления предусматривает применение ручной дуговой наплавки специальными электродами. В числе недостатков базовой технологии следует отметить: малую производительность; низкое качество восстановительной наплавки; плохие условия труда сварщика.

При анализе известных способов восстановительной наплавки штамповой оснастки были рассмотрены: ручная дуговая наплавка, наплавка под слоем флюса, механизированная наплавка в защитных газах, наплавка порошковыми самозащитными проволоками, плазменная наплавка. Принято решение применить плазменную наплавку, которая позволит повысить качество и производительность наплавочных работ и вывести производство на принципиально новый уровень за счёт применения наукоёмких технологий.

Достижение поставленной цели может быть произведено при условии решения следующих задач:

- 1) выполнить обзор и произвести выбор наплавочных материалов;
- 2) разработать технологический процесс восстановительной наплавки штамповой оснастки;
- 3) предложить оборудование для реализации проектной технологии.

2 ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ НАПЛАВКИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ

2.1 Выбор схемы наплавки

В настоящее время разработано множество способов восстановительной наплавки, использующих тепловую энергию сжатой дуги и наплавочных для наплавки, которые могут быть в виде проволоки или порошков [26...29].

Существуют самые разнообразные схемы плазменной наплавки проволокой, различающиеся количеством подаваемых проволок, применением подогрева проволоки, осуществлением электрической взаимосвязи дуги, проволоки и изделия (рис. 2.1). Наиболее простой является наплавка сжатой дугой прямого действия, горящей между электродом и изделием, а подача нетоковедущей проволоки осуществляется непосредственно в сварочную ванну (рис. 2.1, а). Этот способ отличается повышенной глубиной проплавления основного металла и может быть рекомендован для случаев, когда наплавляемый и основной металлы мало отличаются по химическому составу. Производительность способа составляет порядка 8...9 кг/ч по наплавленному металлу.

Минимальной глубины проплавления можно достигнуть при осуществлении плазменной наплавки с токоподводом к присадочной проволоке (рис. 2.1, б). В этом способе сжатая дуга горит между электродом плазмотрона и присадочной проволокой. Основным источником тепла в этом случае является перегретый жидкий наплавляемый металл, дополнительным источником тепла является плазменный факел.

В случае наплавки массивных изделий происходит интенсивный теплоотвод от жидкого металла в основной металл. Тогда целесообразным является применение комбинированного способа наплавки (рис. 2.1, в),

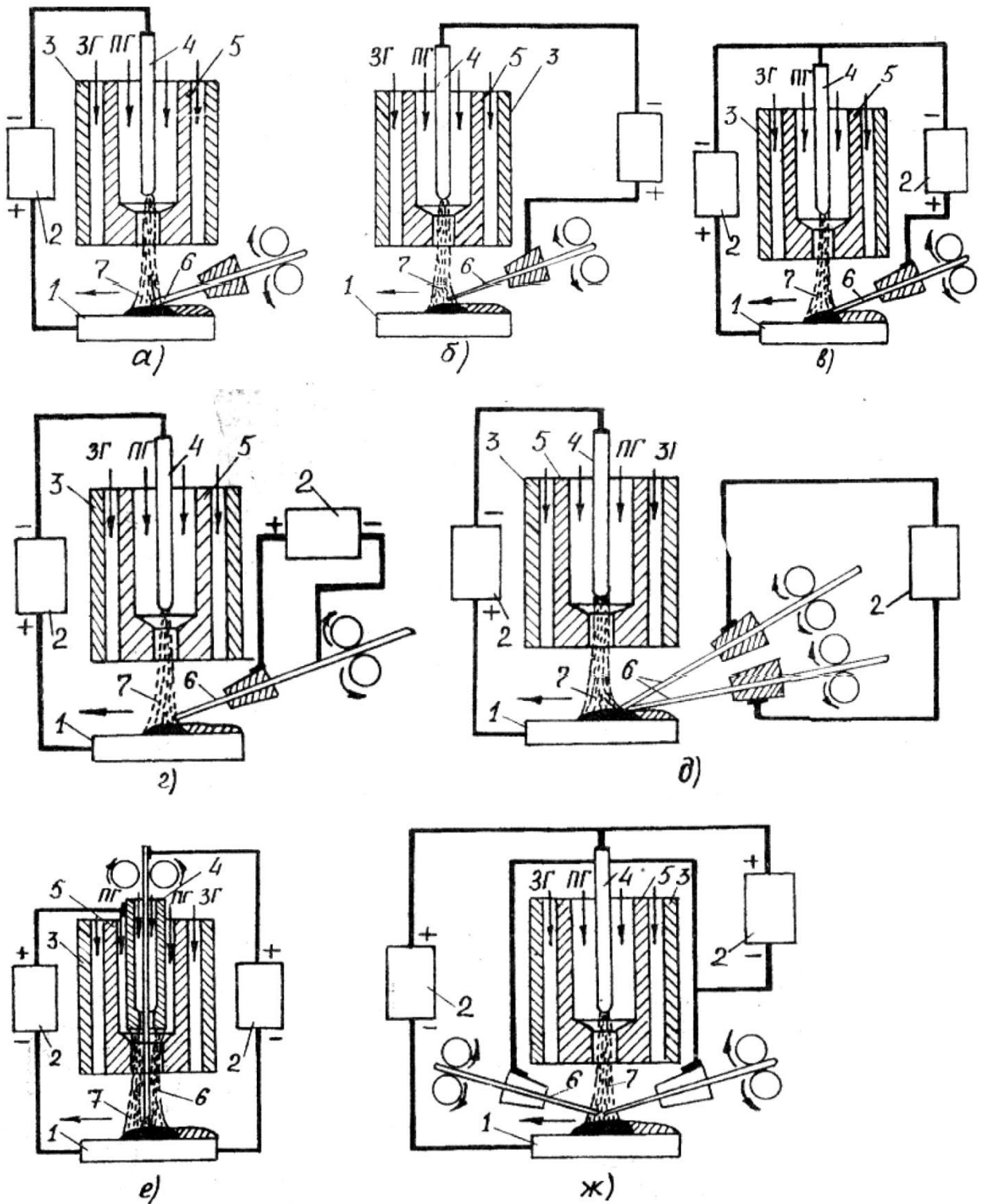
предусматривающего дополнительный подогрев основного металла сжатой дугой прямого действия малой мощности.

Основным достоинством наплавки дугой прямого действия с применением присадочной проволоки, которая подогревается током от отдельного источника питания (рис. 2.1, г), является стабильное формирование наплавляемого валика, высокая производительность процесса, малая доля основного металла в наплавленном слое.

Также часто применяется плазменная наплавка двумя проволоками (рис. 2.1, д), которые подключают последовательно к источнику переменного тока. При помощи этого источника проволоки подогреваются, далее происходит подача проволок в хвостовую часть сварочной ванны, которая образуется сжатой дугой прямого действия. Это способ отличает высокая производительность – до 30 кг/ч.

Такой же высокой производительностью обладает плазменно-дуговая наплавка (рис. 2.1, е), при которой сжатая дуга питается от источника постоянного тока и горит между электродом плазмотрона и наплавляемой поверхностью. Наплавочную проволоку подают через плазмотрон соосно сжатой дуге. Дополнительно между концом проволоки и изделием зажигают дугу, которую питают от второго источника, имеющего жесткую характеристику.

Высокопроизводительным является способ плазменной наплавки двумя проволоками (рис. 2.1, ж), подающимися в сжатую дугу двумя отдельными приводами. Питание сжатой дуги осуществляют двумя источниками тока. Первый источник подводит ток к неплавящемуся электроду плазмотрона и изделию. Второй источник подводит ток к электроду плазмотрона и двум наплавочным проволокам. Наплавочные проволоки проходят через скользящие контакты, нагреваются проходящим через них током и подаются в сжатую дугу близком к расплавленному состоянию. Этот способ характеризуется большой толщиной наплавленного за один проход слоя, составляющей 3...8 мм.

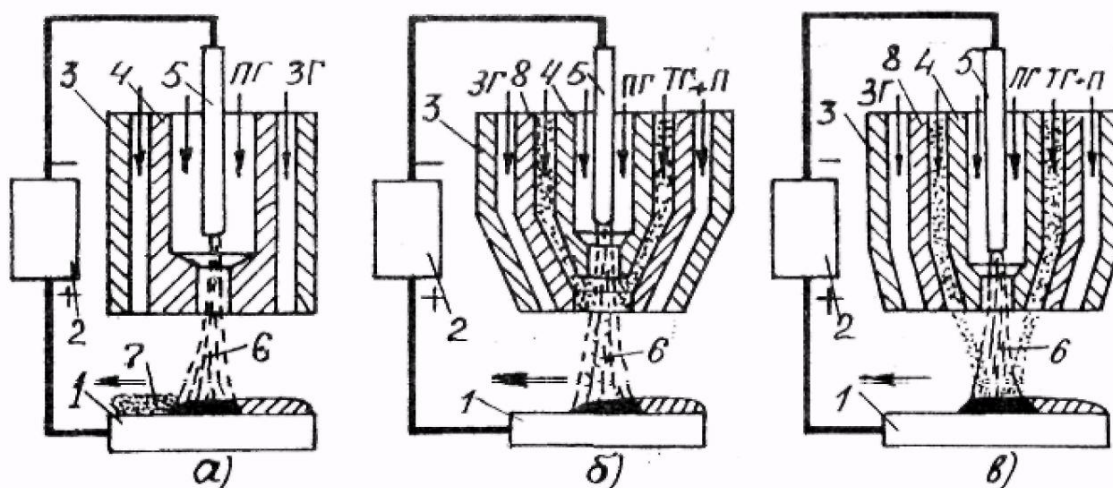


1- изделие; 2 - источник тока; 3 - защитное сопло; 4 - неплавящийся электрод; 5 - плазмообразующее сопло; б - наплавочная проволока; 7 - сжатая дуга; ПГ - плазмообразующий газ; ЗГ- защитный газ

Рисунок 2.1 – Разновидности схем плазменной наплавки, использующих наплавочные материалы в виде проволоки

Осуществление плазменной наплавки с использованием порошковых наплавочных материалов в виде порошков также может быть проведено по нескольким схемам.

Первая схема (рис. 2.2 а) предполагает проведение наплавки по слою порошка, при этом наплавочный порошок заранее насыпают на наплавляемую поверхность, а затем расплавляют сжатой дугой прямого действия. Этот способ нашёл применение при наплавке горизонтальных поверхностей с использованием крупнозернистых порошков, которые не могут быть раздуты потоком газа. Если при наплавке используется мелкий порошок, то с раздуванием борются, применяя различные связывающие вещества.



1 - изделие; 2 - источник тока; 3 - защитное сопло; 4 - плазмообразующее сопло; 5 - неплавящийся электрод; 6 - сжатая дуга; 7 - слой порошка; 8 - сопло для подачи порошка; ПГ- плазмообразующий газ; ЗГ-защитный газ; ТГ- транспортирующий газ; П- порошок

Рисунок 2.2 – Разновидности схем плазменной наплавки, использующих наплавочные материалы в виде порошка

Вторая схема предусматривает плазменно-порошковую наплавку с подачей порошка непосредственно в сжатую дугу (рис. 2.2, б). Порошок при помощи потока транспортирующего газа подают в столб дуги. В столбе дуги происходит нагрев порошка, его частичное оплавление и перенос на

поверхность изделия, которая подогрета и оплавлена дугой прямого действия.

Третья схема (рис. 2.2, в) предусматривает подачу присадочного порошка в сварочную ванну, которая образуется сжатой дугой прямого действия. Это способ является самым простым. В случае наплавки самофлюсующихся сплавов защита сварочной ванны обеспечивается потоком транспортирующего газа, поэтому нет необходимости в устройстве ещё одного защитного газового потока.

В проектной технологии предлагается применение плазменной наплавки с подачей порошка в сжатую дугу. В качестве наплавочного порошка рассмотрим порошки: ПР-Х12МФ (табл. 2.1), ПР-Х12МФ3Т (табл. 2.2), ПР-10Р6М5 (табл. 2.3) и ПР-Х3ВМФ5С (табл. 2.4). Для наплавки применим порошок ПР-Х12МФ, обладающий адекватной ценой при приемлемыми свойствами наплавленного слоя (рис. 2.3).

Таблица 2.1 – Состав порошка ПР-Х12МФ

	Fe	C	Cr	Mo	V	Mn	Ni
ПР-Х12МФ	Осн.	1,5	12	0,5	0,3	0,4	0,4

Таблица 2.2 – Состав порошка ПР-Х12МФ3Т

	Fe	C	Cr	Mo	V	Ti	Mn	Ni
ПР-Х12МФ3Т	Осн.	2,2	12	0,5	3	0,08	0,6	0,4

Таблица 2.3 – Состав порошка ПР-10Р6М5

	Fe	C	Cr	W	Mo	V	Si	Mn	Ni
ПР-10Р6М5	Осн.	1	4	6,5	5	2	<0,5	0,55	0,4

Таблица 2.4 – Состав порошка ПР-Х3ВМФ5С

	Fe	C	Cr	W	Mo	V	Si	Mn	Ni
ПР-Х3ВМФ5С	Осн.	1,3	3	1,5	1,5	5	0,8	0,5	0,4

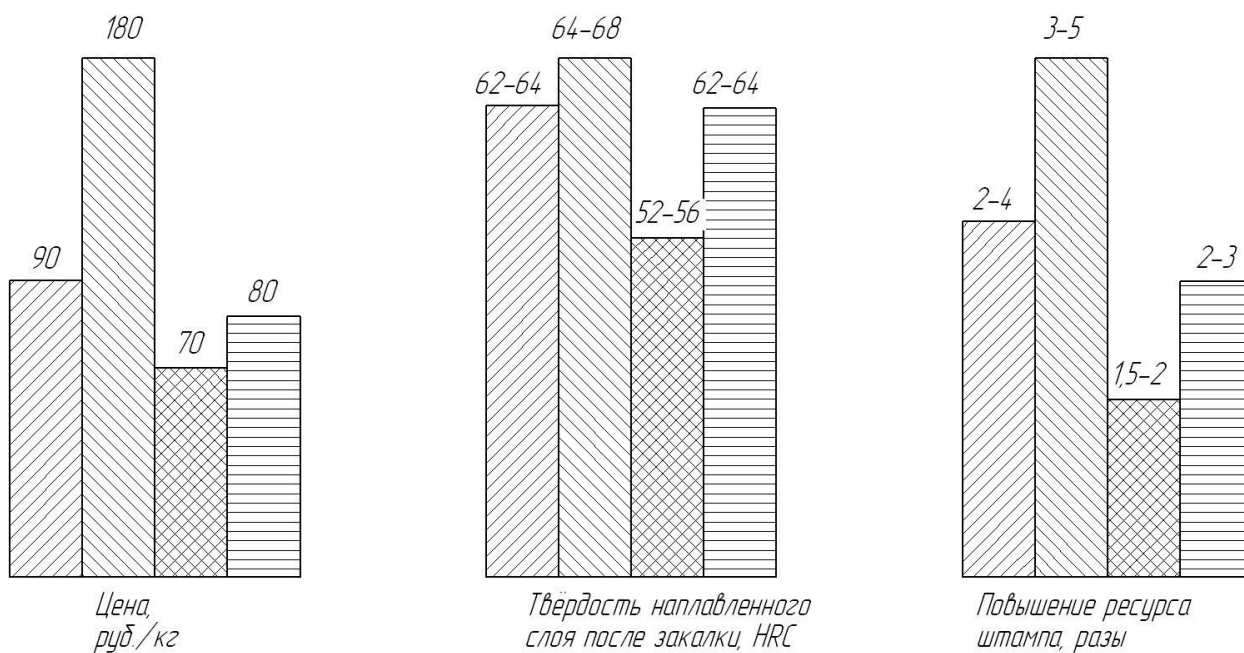


Рисунок 2.3 – Анализ порошков для наплавки

2.2 Описание операций проектного технологического процесса наплавки

Восстановительная наплавка штамповой оснастки включает в себя следующие операции:

- 1) проведение отжига штампов;
- 2) очистку рабочей поверхности штампов;
- 3) подготовку дефектного места;
- 4) проведение предварительного подогрева;
- 5) выполнение наплавки;
- 6) проведение высокого отпуска;
- 7) осуществление контроля качества;

Отжиг штампов обеспечивает возможность подготовки дефектного места с использованием режущего инструмента. Параметры режима отжига принимают в соответствии с маркой стали, из которой выполнен штамп. Отжиг может быть заменён высоким отпуском. Чтобы предохранить рабочую поверхность штампа от окисления, отжиг следует вести в плотно закрытых ящиках. При этом производят предварительную засыпку поверхности

штампа порошком древесного угля или обмазку рабочей поверхности тонким слоем (порядка 3 мм) смесью, которая включает в себя 15% кальцинированную соду 15 %, песок 40%, глину 35% и воду 10%. Отжиг производят при температуре 850...900 °С, время выдержки 2...4 часа.

Подготовка дефектного места. Производят удаление трещин, острых углов, выкрошившихся кромок и т. д. Производят снятие фаски и выточку по периметру наплавки; глубину фаски задают в соответствии с толщиной рабочего слоя наплавки (0,5...2 мм). Поверхность перед наплавкой зачищают до металлического блеска, удаляя с неё окалину, масло, ржавчину и грязь.

Разделку дефектов произведём с применением плазменной поверхностной резки, что повысит производительность разделки. При этом выплавление металла происходит под действием высокотемпературной плазменной дуги, а удаление металла происходит под действием направленного потока воздуха. Плазменно-поверхностную резку выполняют с использованием плазмотрона и вольфрамовых электродов. При осуществлении плазменной резки применим следующие параметры режима: род тока – постоянный; полярность – обратная; диаметр электрода – 8 мм; величина тока реза – 340...380 А; напряжение на дуге – 22...45 В; скорость реза – 11...15 мм/с.

Для плазменной резки применим установку УПР-201, оснащенную резаком ПРВ-202. При этом у стандартного сопла осуществим стачивание бурта, что позволит получить направление выхода охлаждающего воздуха параллельно столба дуги.

Предварительный подогрев предупреждает появление трещин. Температура подогрева определяется размерами восстанавливаемого штампа и металлом, из которого выполнен наплавляемый штамп. При восстановительной наплавке штампов из стали X12M предварительный подогрев проводят до температуры 200...300 °С (небольшие штампы) или до температуры 400...450 °С (массивные штампы).

Наплавка осуществляется порошком, размеры частиц которого лежат в пределах 70 ... 600 мкм. Наилучшего качества наплавки можно достигнуть при использовании порошка с однородными частицами, у которых разница в размерах не превышает 30 мкм. Параметры режима плазменной наплавки следующие: величину тока наплавки устанавливают в пределах 150...200 А, напряжение холостого хода должно составлять порядка 120...160 В, рабочее напряжение на дуге лежит в пределах 40...45 В. При помощи газорегулирующей аппаратуры устанавливают расход газов: плазмообразующего – 1,5...2,5 л/мин, транспортирующего – 5...7 л/мин, защитного – 16 ... 20 л/мин. Расход охлаждающей воды должен составлять не менее 5 л/мин. Наплавку ведут на скорости порядка 0,15...0,18 м/мин, расстояние от детали до горелки поддерживают порядка 10...18 мм, число колебаний горелки в минуту – 40...100.

Высокий отпуск и термическую обработку (закалка и отпуск) производятся по режимам, соответствующим данным маркам стали. Чтобы предохранить рабочую поверхность штампа от окисления, отжиг следует вести в плотно закрытых ящиках. При этом производят предварительную засыпку поверхности штампа порошком древесного угля. Температура отпуска – 700...750 °С, выдержка – 2...4 часа. После наплавки и термической обработки происходит восстановление стойкости штампов на 75...100%.

Контроль качества наплавки производят, чтобы убедиться в соответствии размеров наплавленного слоя заданным и в отсутствии дефектов.

В числе наиболее часто встречающихся при наплавке дефектов следует опасаться: трещин, пор и раковин, несплавлений наплавленного слоя с основным металлом.

Внешние дефекты выходят на поверхность наплавки. Внутренние дефекты располагаются внутри наплавленного слоя. Обнаружение внешних дефектов сравнительно простое и производится осмотром наплавки и магнитной дефектоскопией. Внутренние дефекты достаточно сложно

обнаружить, для их обнаружения следует применять: просвечивание рентгеновскими лучами, магнитную и ультразвуковую дефектоскопию.

Самым опасным дефектом наплавки следует признать трещины, поскольку при воздействии на восстановленное изделие нагрузок и тепловых колебаний происходит быстрое увеличение размеров трещин, что приводит к выходу детали из строя.

Поры образуются при наличии ржавчины на наплавляемой поверхности. Возникновение пор возможно при наплавки, если ранее применялась наплавка с использованием электродов с меловой обмазкой, поскольку это приводит к увеличению содержания азота в наплавленном слое. Поры являются менее опасным дефектом, чем трещины, но их наличие может привести к снижению износостойкости и прочности наплавленного металла.

Причинами появления несплавлений наплавленного слоя с основным металлом является несоблюдение заданной скорости наплавки, наличие загрязнений на наплавляемых поверхностях, нарушение заданных режимов наплавки. Из-за несплавлений при работе восстановленного штампа могут возникать отколы наплавленного слоя.

Объём визуального контроля качества составляет 100 %, его проводят применительно к всем наплавленным поверхностям по всей их площади.

Замер твёрдости проводят на наплавленных поверхностях, доступных для проведения замера.

3 ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

3.1 Технологическая характеристика объекта

Восстановительная наплавка штамповой оснастки включает в себя следующие операции: 1) проведение отжига штампов; 2) очистку рабочей поверхности штампов; 3) подготовку дефектного места; 4) проведение предварительного подогрева; 5) выполнение наплавки; 6) проведение высокого отпуска; 7) осуществление контроля качества;

Сварочные и родственные технологии остаются источниками многих опасных и вредных производственных факторов. С психофизиологической и социально-экономической точек зрения шум – это любой вредный для здоровья звук, мешающий восприятию полезных сигналов и снижающий работоспособность человека. В структуре профессиональной заболеваемости такой вид «шумовой болезни» как тугоухость вместе с заболеваниями органов дыхания, опорно-двигательного аппарата и с вибрационной болезнью составляет основную группу заболеваний работников промышленности.

Все это дополнительно усложняет и повышает стоимость сварочного оборудования, поэтому проводятся исследования, направленные на изучение влияния энергетических параметров (тока и напряжения) процесса сварки на объемы выделения сварочных аэрозолей и их вредных составляющих.

Возможности влияния процесса плазменной наплавки на гигиенические характеристики изучены недостаточно. Поэтому в данном разделе выпускной квалификационной работы необходимо выполнить сравнительную гигиеническую оценку плазменной наплавки и предложить методы защиты персонала от опасных и вредных производственных факторов.

Таблица 3.1 - Технологический паспорт объекта

Наименование технологических операций и выполняемых работ при осуществлении технологии	Наименование должности работника, в обязанности которого входит выполнение данной технологической операции	Перечень оборудования, устройств и приспособлений, применяемых при выполнении технологической операции	Вещества и материалы, применяемые при выполнении технологической операции
1. Отжиг штампов	Контролёр по термообработке	Печь термообработки	Порошок древесного угла
2. Подготовка дефектного места	Слесарь-сборщик	Установка плазменной резки УПР-201, резак ПРВ-202	Воздух сжатый
3. Проведение предварительного подогрева штампа	Контролёр по термообработке	Печь термообработки	-
4. Осуществление восстановительной наплавки	Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	Установка плазменной наплавки УПН-303	Порошок ПР-Х12МФ, аргон, вода техническая
5. Проведение высокого отпуска штампа	Контролёр по термообработке	Печь термообработки	Порошок древесного угла
6. Проведение контроля качества штампа	Инженер - дефектоскопист	Лупа, твердомер ТН-134	-

3.2 Персональные риски, сопровождающие внедрение проектной технологии в производство

Таблица 3.2 – Профессиональные риски, сопровождающие реализацию проектной технологии

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Источник появления опасных или вредных производственных факторов
1	2	3
1. Отжиг штампов	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека; - высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов 	Печь термообработки
2. Подготовка дефектного места	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека; - высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов; - повышенное значение в рабочей зоне уровня инфракрасной радиации 	Установка плазменной резки УПР-201, резак ПРВ-202
3. Проведение предварительного подогрева штампа	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека; - высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов 	Печь термообработки

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3
4. Осуществление восстановительной наплавки	- 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 ультразвуковых волн в рабочей зоне; - повышенное значение уровня инфракрасной радиации в рабочей зоне	Установка плазменной наплавки
5. Проведение высокого отпуска штампа	- острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин - высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека	Печь термообработки
6. Проведение контроля качества штампа	- острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин	Лупа, твердомер ТН-134

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

Таблица 3.3 - Выбор методов и средств по снижению воздействия каждого опасного и вредного производственного фактора

Перечень опасных и вредных производственных факторов, сопровождающих проектную технологию	Перечень предлагаемых организационных мероприятий и технических средств, осуществляющих защиту, снижение и устранение данного опасного и вредного производственного фактора	Наименование средства для осуществления индивидуальной защиты работника
1. Острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования;	Проведение периодического инструктажа, разъясняющего работникам вопросы техники безопасности	Перчатки, спецодежда.

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3
2. Подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин	Наносить предостерегающие надписи, выполнять соответствующую окраску, применять ограждения	-
3. Высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов	Проведение периодического инструктажа, разъясняющего работникам вопросы техники безопасности	Спецодежда, перчатки
4. Риск замыкания через тело человека электрической цепи, имеющей повышенное значение напряжения	Устройство и периодический контроль заземления электрических машин и изоляции	-
6. Повышенное значение уровня инфракрасной радиации в рабочей зоне	Осуществление экранирования зоны сварки с использованием щитов	Спецодежда, маска сварщика

3.4 Предлагаемые мероприятия по обеспечению пожарной безопасности разрабатываемого технологического объекта

Таблица 3.4 - Технические средства, обеспечивающие пожарную безопасность технологического объекта

Перечень первичных средств для проведения тушения возгорания	Перечень мобильных средств для проведения тушения возгорания	Перечень стационарных систем и установок для проведения тушения возгорания	Пожарная автоматика для проведения тушения возгорания	Перечень пожарного оборудования, для проведения тушения возгорания	Перечень средств индивидуальной защиты и спасения людей, применяющихся при	Перечень пожарного инструмента для проведения тушения	Перечень пожарной сигнализации, связи и систем оповещения
Ящики с песком, кошма, огнетушитель ОУ-80	-	-	-	-	План эвакуации,	Лопата, багор, топор	кнопка извещения о пожаре

Таблица 3.5 - Выявление классов и опасных факторов возможного пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок, на котором осуществляется восстановительная наплавка	Установка плазменной наплавки, термическая печь	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 ток частях технологических установок, агрегатов изделий высокого напряжения; термохимическое действие используемых при пожаре огнетушащих веществ, на предметы и людей

Таблица 3.6 – Перечень организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Наименование технологического процесса	Реализуемое организационное или техническое мероприятие	Требования по обеспечению пожарной безопасности
Подготовка дефектного участка, восстановительная наплавка, термическая обработка	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.

3.5 Оценка экологической безопасности разрабатываемого технологического объекта

Таблица 3.7 – Выявление и анализ вредных экологических факторов, сопровождающих внедрение проектной технологии

Реализуемый технологический процесс	Операции, входящие в состав технологического процесса	Негативное воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное воздействие технического объекта на литосферу
Подготовка дефектного участка, восстановительная наплавка, термическая обработка	Подготовка дефектного участка, восстановительная наплавка, термическая обработка	Выделяемые при сварке газообразные частицы и сажа	-	Бумажная и полиэтиленовая упаковка от вспомогательных материалов; бытовой мусор, преимущественно стальной металлолом.

Таблица 3.8 – Проведение организационно-технических мероприятий, направленных на снижение отрицательного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Рассматриваемый технический объект в рамках проектной технологии	Восстановление штампа
Мероприятия, позволяющие снизить негативное антропогенное воздействие на литосферу	Необходимо предусмотреть установку контейнеров, позволяющих селективный сбор бытового мусора и производственных отходов. Необходима установка отдельного контейнера для сбора металлолома. На контейнеры следует нанести соответствующие надписи. Необходимо проведение инструктажа среди производственного персонала по вопросу правильного складывания в контейнеры мусора и отходов.

3.6 Заключение по экологическому разделу

В ходе выполнения экологического 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. Внедрение проектной технологии в производство сопровождается угрозами экологической безопасности. Для устранения этих угроз необходимо соблюдение технологического регламента и производственной санитарии.

4 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

4.1 Исходные данные для проведения экономического расчёта

В выпускной квалификационной работе предложены технологические мероприятия по повышению производительности и качества выполнения восстановительной наплавки штамповой оснастки. При выполнении базовой технологии предусматривается ручная дуговая наплавка штучными электродами, что приводит к получению значительного числа дефектов и дополнительным затратам времени на их устранение. В проектном варианте технологии предложено произвести замену ручной дуговой наплавки на плазменную наплавку. Применение предложенных технологических решений позволит получить снижение трудоемкости сварки и повышение стабильности качества проводимых наплавочных работ.

Экономические расчеты следует производить по изменяющимся показателям.

Таблица 4.1 – Исходные данные для проведения экономического расчёта

№	Наименование экономического показателя	Обозначение показателя	Единица измерения	Значение экономического показателя по вариантам технологии	
				Базовый	Проектный
1	2	3	4	5	6
1	Общее количество рабочих смен	Ксм	-	1	1
2	Установленная норма амортизационных отчислений на используемое в технологическом процессе оборудование	На	%	21,5	21,5
3	Принимаемый разряд сварщика	Р.р.		V	V
4	Величина часовой тарифной ставки	Сч	Р/час	200	200

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6
5	Значение коэффициента, устанавливающего размер отчислений на дополнительную заработную плату	Кдоп	%	12	12
6	Значение коэффициента, устанавливающего размер доплат к основной заработной плате	Кд		1,88	1,88
7	Значение коэффициента, учитывающего размер отчислений на социальные нужды.	Ксн	%	34	34
8	Принятое значение размера амортизационных отчислений на площади	На.пл.	%	5	5
9	Стоимость эксплуатации производственных площадей	Сэксп	(Р/м ²)/год	2000	2000
10	Цена приобретения производственных площадей	Цпл	Р/м ²	3000	3000
11	Площадь, которая занята технологическим оборудованием	S	м ²	20	20
12	Значение коэффициента, который учитывает наличие транспортно-заготовительных расходов	Кт -з	%	5	5
13	Значение коэффициента, учитывающего затраты на монтаж и демонтаж технологического оборудования	Кмонт Кдем	%	3	5
14	Рыночная стоимость применяемого технологического оборудования	Цоб	Руб.	23000	900000
15	Значение коэффициента, учитывающего затраты на дополнительную производственную площадь	Кпл	-	3	3
16	Потребляемая мощность технологического оборудования	Муст	кВт	12	70
17	Стоимость расходуемой на проведение технологии электрической энергии	Цэ-э	Р/ кВт	1,79	1,79
18	Значение коэффициента, учитывающего выполнение нормы	Квн	-	1,1	1,1
19	Значение коэффициента полезного действия технологического оборудования	КПД	-	0,7	0,85

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6
20	Принятое значение нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений	Ен	-	0,33	0,33
21	Значение коэффициента, который учитывает цеховые расходы	Кцех	-	1,5	1,5
22	Значение коэффициента, который учитывает заводские расходы	Кзав	-	1,15	1,15
23	Значение коэффициента который учитывает производственной нормы	Кв		1,03	1,03
24	Время машинное	t _{МАШ}	час	60	3,7
25	Масса наплавленного металла	М	кг	110	110
26	Производительность наплавки	Пр	кг/ч	1,8	30
27	Цена применяемых сварочных материалов: - электроды - порошка ПР-Х12МФ - аргона	Ц	руб/кг руб/кг руб/м ³	240 - -	- 90 90
28	Расход применяемых сварочных материалов: - электродов - порошка ПР-Х12МФ - аргона	З	кг/изделие кг/изделие м ³ /час	200 - -	- 120 50

4.2 Вычисление фонда времени работы оборудования

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

$$F_H = (D_p \cdot T_{CM} - D_{II} \cdot T_{II}) \cdot C, \quad (4.1)$$

где T_{CM} – принятая продолжительность смены;

D_p – общее количество рабочих дней в году;

D_{II} – общее количество предпраздничных дней;

T_{II} – ожидаемое сокращение рабочего времени предпраздничные дни в часах;

C – общее количество смен.

Подставив в (4.1) заданные значения, получим:

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

Расчётное определение величины эффективного фонда времени работы оборудования производим с использованием зависимости:

$$F_Э = F_H \cdot \left(1 - \frac{B}{100}\right), \quad (4.2)$$

где B – плановые потери рабочего времени.

Подставив в (4.2) заданные значения, получим:

$$F_Э = 2209 \cdot \left(1 - \frac{7}{100}\right) = 2054 \text{ ч.}$$

4.3 Расчёт времени, затрачиваемого для выполнения годовой программы, и коэффициента, учитывающего загрузку оборудования

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

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{МАШ}} + t_{\text{ВСП}} + t_{\text{ОБСЛ}} + t_{\text{ОТЛ}} + t_{\text{П-З}}, \quad (4.3)$$

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% $t_{\text{МАШ}}$.

Подставив в (4.3) заданные значения, получим:

$$t_{\text{шт.баз}} = 6,0 + 6,0 \cdot 25\% + 6,0 \cdot 20\% + 6,0 \cdot 15\% + 6,0 \cdot 10\% = 10,2 \text{ ч.}$$

$$t_{\text{шт.проектн.}} = 3,7 + 3,7 \cdot 25\% + 3,7 \cdot 20\% + 3,7 \cdot 15\% + 3,7 \cdot 10\% = 6 \text{ ч.}$$

Годовую программу объемов работ определяем расчётным путём:

$$П_{Г} = \frac{F_{\text{Э}}}{t_{\text{шт}}} \quad (4.4)$$

где $F_{\text{Э}}$ – величина эффективного фонда времени работы оборудования;

$t_{\text{шт}}$ – штучное время на выполнение сварки одного стыка труб;

Подставив в (4.4) необходимые значения, получим:

$П_{Г \cdot \text{баз.}} = 2209/102 = 20$ штампов за год;

Для проведения дальнейших экономических расчётов принимаем $П_{Г} = 20$ штампов за год.

Количество оборудования определяем с использованием формулы:

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

где $t_{\text{шт}}$ – затрачиваемое штучное время на сварку одного стыка труб;

$П_{Г}$ – принятое значение годовой программы;

$F_{\text{Э}}$ – величина эффективного фонда времени работы сварочного оборудования;

$K_{\text{ВН}}$ – принятое значение коэффициента выполнения нормы.

Подставив в (4.5) необходимые значения, получим:

$$n_{\text{ДА\tilde{N} \times \tilde{A}}} = \frac{102 \cdot 20}{2054 \cdot 1,1} = 0,90$$

$$n_{\text{РАСЧБ}} = \frac{6 \cdot 20}{2054 \cdot 1,1} = 0,053$$

На основании проведённых расчётов принимаем одну единицу оборудования для реализации базового технологического процесса и одну единицу оборудования для реализации проектного технологического процесса.

Расчётное определение величины коэффициента загрузки оборудования выполним с использованием зависимости:

$$K_{\text{з}} = n_{\text{расч}}/n_{\text{пр}} \quad (4.6)$$

где $n_{\text{РАСЧ}}$ – рассчитанное согласно (4.5) количество сварочного оборудования,

$n_{\text{ПР}}$ – принятое ранее количество сварочного оборудования

Подставив в (4.6) необходимые значения, получим:

$$K_{\text{ЗБ}} = 0,9/1 = 0,9$$

$$K_{\text{ЗП}} = 0,053/1 = 0,053$$

4.4 Расчет заводской себестоимости базового и проектного вариантов технологии

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

$$M = C_{\text{М}} \cdot N_{\text{р}} \cdot K_{\text{Т-З}}, \quad (4.7)$$

где $C_{\text{М}}$ – стоимость сварочных материалов;

$K_{\text{Т-З}}$ – принятое значение коэффициента, учитывающего транспортно-заготовительные расходы.

$$M_{\text{баз.}} = 240 \cdot 200 \cdot 1,05 = 50400 \text{ рублей}$$

$$M_{\text{проектн.}} = 90 \cdot 120 \cdot 1,05 + 50 \cdot 6 \cdot 90 \cdot 1,05 = 11340 + 28350 = 39690 \text{ рублей}$$

Фонд заработной платы (ФЗП) представляет собой сумму основной заработной платы и дополнительной. Для расчётного определения основной заработной платы используем зависимость:

$$Z_{\text{ОСН}} = t_{\text{ШТ}} \cdot C_{\text{ч}} \cdot K_{\text{Д}} \quad (4.8)$$

где $C_{\text{ч}}$ – принятое значение тарифной ставки;

$K_{\text{Д}}$ – принятое значение коэффициента, который учитывает расходы на доплату к основной заработной плате.

Подставив в (4.8) необходимые значения, получим:

$$Z_{\text{осн.баз.}} = 102 \cdot 200 \cdot 1,88 = 38352 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{осн.проектн.}} = 6 \cdot 200 \cdot 1,88 = 2256 \text{ руб.}$$

Для расчётного определения дополнительной заработной платы используем формулу:

$$З_{\text{доп}} = \frac{К_{\text{доп}}}{100} \cdot З_{\text{осн}} \quad (4.9)$$

где $К_{\text{доп}}$ – размер коэффициента, учитывающего величину отчислений на дополнительную заработную плату

Подставив в (4.9) необходимые значения, получим:

$$З_{\text{доп.баз.}} = 38352 \cdot 12 / 100 = 4602 \text{ рублей};$$

$$З_{\text{доп.проектн.}} = 2256 \cdot 12 / 100 = 271 \text{ рублей};$$

$$\text{ФЗП}_{\text{баз.}} = 38352 + 4602 = 42954 \text{ рублей};$$

$$\text{ФЗП}_{\text{проектн.}} = 2256 + 271 = 2527 \text{ рублей}.$$

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

$$\text{Осн} = \text{ФЗП} \cdot К_{\text{сн}} / 100, \quad (4.10)$$

где $К_{\text{сн}}$ – значение коэффициента, который учитывает затраты отчисления на социальные нужды.

Подставив в (4.10) необходимые значения, получим:

$$\text{Осс}_{\text{баз.}} = 42954 \cdot 34 / 100 = 14604 \text{ руб.}$$

$$\text{Осс}_{\text{проектн.}} = 2527 \cdot 34 / 100 = 859 \text{ руб.}$$

Расчёт затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования производим с использованием зависимости:

$$З_{\text{об}} = A_{\text{об}} + P_{\text{э-э}}, \quad (4.11)$$

где $A_{\text{об}}$ – принятая величина амортизации оборудования;

$P_{\text{э-э}}$ – величина затрат на электрическую энергию;

Величину амортизации оборудования вычисляем с использованием формулы:

$$A_{\text{об}} = \frac{Ц_{\text{об}} \cdot N_{\text{а}} \cdot t_{\text{МАШ}}}{F_{\text{э}} \cdot 100} \quad (4.12)$$

где $Ц_{\text{об}}$ – принятое значение стоимости оборудования;

На – принятое значение нормы амортизации оборудования.

Подставив в (4.12) необходимые значения, получим:

$$\hat{A} \hat{a} \hat{a} = \frac{23000 \cdot 102 \cdot 21 \cdot 1}{2054 \cdot 100} = 240 \text{ рублей}$$

$$\hat{A} \hat{a} \hat{i} \hat{\delta} = \frac{900000 \cdot 6 \cdot 21 \cdot 1}{2054 \cdot 100} = 552 \text{ рублей}$$

Расчётное определение расходов на электроэнергию производим с использованием зависимости:

$$P_{\text{э-э}} = \frac{M_{\text{уст}} \cdot t_{\text{маш}} \cdot C_{\text{э-э}}}{\text{КПД}} \quad (4.13)$$

где $M_{\text{уст}}$ – принятое значение мощности установки;

$C_{\text{э-э}}$ – стоимость электрической энергии;

КПД – значение коэффициента полезного действия технологического оборудования.

Подставив в (4.13) необходимые значения, получим:

$$D_{\text{ууА}} = \frac{12 \cdot 1,79 \cdot 102 \cdot 1}{0,7} = 3130 \text{ рублей}$$

$$D_{\text{ууИ Д}} = \frac{70 \cdot 1,79 \cdot 6 \cdot 1}{0,8} = 940 \text{ рублей}$$

$$Z_{\text{об баз.}} = 240 + 3130 = 3370 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{об проектн.}} = 552 + 940 = 1492 \text{ руб.}$$

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

$$Z_{\text{пл}} = P_{\text{пл}} + A_{\text{пл}}, \quad (4.14)$$

где $P_{\text{пл}}$ – величина затрат на эксплуатацию и содержание производственных площадей;

$A_{\text{пл}}$ – амортизация площадей.

Величину затрат на содержание производственных площадей вычисляем на основании зависимости:

$$P_{пл} = \frac{C_{\text{ЭКСПЛ}} \cdot S \cdot t_{\text{шт}}}{F_3}, \quad (4.15)$$

где $C_{\text{ЭКСПЛ}}$ – расходы на содержание площадей

S – площадь, занятая под оборудование.

Подставив в (4.15) необходимые значения, получим:

$$P_{\text{ПЛБ}} = \frac{1800 \cdot 20 \cdot 15,12}{2054} = 894$$

$$P_{\text{ПЛБ}} = \frac{1800 \cdot 20 \cdot 6}{2054} = 105$$

Амортизацию площади вычисляем на основании формулы:

$$A_{\text{пл}} = \frac{C_{\text{пл}} \cdot Na_{\text{пл}} \cdot S \cdot t_{\text{шт}}}{F_3 \cdot 100}, \quad (4.16)$$

где $Na_{\text{пл}}$ – принятое значение нормы амортизации площади;

$C_{\text{пл}}$ – цена приобретения площадей

Подставив в (4.16) необходимые значения, получим:

$$A_{\text{пл}}^{\text{Баз}} = \frac{3000 \cdot 10 \cdot 102 \cdot 2}{2054 \cdot 100} = 30$$

$$A_{\text{пл}}^{\text{Проектн}} = \frac{3000 \cdot 20 \cdot 6 \cdot 2}{2054 \cdot 100} = 4$$

$$Z_{\text{ПЛБаз.}} = 30 + 894 = 924 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{ПЛПроектн.}} = 4 + 105 = 109 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины технологической себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{ТЕХ}} = M + \Phi ЗП + O_{\text{сс}} + Z_{\text{ОБ}} + Z_{\text{ПЛ}} \quad (4.17)$$

Подставив в (4.17) необходимые значения, получим:

$$C_{\text{ТЕХБаз.}} = 50400 + 42954 + 14604 + 3370 + 924 = 112252 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ТЕХПроектн.}} = 39690 + 2527 + 859 + 1492 + 109 = 44667 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величину цеховой себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = C_{\text{ТЕХ}} + Z_{\text{ОСН}} \cdot K_{\text{ЦЕХ}} \quad (4.18)$$

где $K_{\text{ЦЕХ}}$ – коэффициент, который учитывает цеховые расходы

Подставив в (4.18) необходимые значения, получим:

$$C_{\text{ЦЕХБаз.}} = 112252 + 38352 \cdot 1,5 = 112252 + 57528 = 169780 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ЦЕХПроектн.}} = 44667 + 2256 \cdot 1,5 = 44667 + 3384 = 48061 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины заводской себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + Z_{\text{ОСН}} \cdot K_{\text{ЗАВ}} \quad (4.19)$$

где $K_{\text{ЗАВ}}$ – коэффициент, учитывающий заводские расходы

Подставив в (4.19) необходимые значения, получим:

$$C_{\text{ЗАВБаз.}} = 169780 + 38352 \cdot 2,15 = 169780 + 82457 = 252237 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ЗАВПроектн.}} = 48061 + 2256 \cdot 2,15 = 48061 + 4850 = 52911 \text{ руб.}$$

4.5 Калькуляция заводской себестоимости сварки по базовому и проектному варианту технологии

Таблица 4.2 – Заводская себестоимость сварки

№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ	Услов. обозн.	Калькуляция., руб	
			Базовый	Проектн.
1	Затраты на материалы	М	50400	39690
2	Величина фонда заработной платы	ФЗП	42954	2527
3	Отчисления на соц. нужды	О _{СН}	14604	859
4	Размер затрат на оборудование	Зоб	3370	1492
5	Величина расходов на площади	Зпл	924	109
	Себестоимость технологич.	Стех	112252	44667
6	Величина расходов цеховых	Рцех	57528	3384
	Себестоимость цеховая	Сцех	169780	48061
7	Расходы заводские	Рзав	82457	4850
	Себестоимость заводская	С _{ЗАВ}	252237	52911

4.6 Определение капитальных затрат по базовому и проектному вариантам технологии сварки

Расчётное определение величины капитальных затраты, сопровождающих реализацию базового варианта технологии производим с использованием следующей зависимости:

$$K_{\text{ОБЩБ}} = K_{\text{ОББ}} = n \cdot Ц_{\text{ОБ.Б.}} \cdot K_{\text{З.Б.}}, \quad (4.20)$$

где $K_{\text{З}}$ – значение коэффициента, который учитывает загрузку технологического оборудования;

$Ц_{\text{ОБ.Б.}}$ – размер остаточной цены оборудования, полученный с учетом срока службы технологического оборудования (рублей);

n – принятое количество оборудования, которое необходимо для выполнения производственной программы согласно описанию технологического процесса.

$$Ц_{\text{ОБ.Б.}} = Ц_{\text{ПЕРВ.}} - (Ц_{\text{ПЕРВ.}} \cdot T_{\text{СЛ}} \cdot N_{\text{А}} / 100), \quad (4.21)$$

где $Ц_{\text{ПЕРВ.}}$ – стоимость приобретения технологического оборудования (рублей)

$T_{\text{СЛ}}$ – установленный срок службы технологического оборудования на момент внедрения результатов выпускной квалификационной работы в производство (лет);

$N_{\text{А}}$ – принятое значение нормы амортизации технологического оборудования (%).

Подставив в (4.20) и (4.21) необходимые значения, получим:

$$Ц_{\text{ОБ.Баз.}} = 23000. - (23000 \cdot 3 \cdot 21 / 100) = 8510 \text{ рублей}$$

$$K_{\text{ОБЩБаз.}} = 8510 \cdot 0,90 = 7660 \text{ рублей}$$

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

$$K_{\text{ОБЩПР}} = K_{\text{ОБПР}} + K_{\text{ПЛПР}} + K_{\text{СОПР}} \quad (4.22)$$

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

$K_{\text{ПЛ}}$ – принятая величина капитальных вложений в площади (поскольку базовый и проектный вариант технологии предполагает использование одной и той же площади, размеры площади не изменились, поэтому расчёта капитальных вложений в площади не производим);

$K_{\text{СОП}}$ – принятая величина сопутствующих капитальных вложений.

$$K_{\text{ОБПроектно}} = \text{Ц}_{\text{ОБПР}} \cdot K_{\text{Т-З}} \cdot K_{\text{ЗБ}} \quad (4.23)$$

Подставив в (4.23) необходимые значения, получим:

$$K_{\text{ОБПроектн.}} = 1 \cdot 900000 \cdot 1,05 \cdot 0,053 = 50085 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{СОП}} = K_{\text{ДЕМ}} + K_{\text{МОНТ}} \quad (4.24)$$

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

$K_{\text{МОНТ}}$ – принятое значение коэффициента расходов на монтаж оборудования.

$$K_{\text{ДЕМ}} = \text{Ц}_{\text{Б}} \cdot K_{\text{ДЕМ}} \quad (4.25)$$

где $K_{\text{ДЕМ}}$ – коэффициент, учитывающий расходы на демонтаж.

Подставив в (4.25) необходимые значения, получим:

$$K_{\text{ДЕМ}} = 17098 \cdot 0,05 = 854 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{МОНТ}} = \text{Ц}_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{МОНТ}}, \quad (4.26)$$

где $K_{\text{МОНТ}}$ – значение коэффициента, учитывающего затраты на монтаж технологического оборудования для реализации проектного процесса.

Подставив в (4.24) и (4.25) необходимые значения, получим:

$$K_{\text{МОНТ}} = 17098 \cdot 0,05 = 854 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{СОП}} = 854 + 854 = 1708 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ОБЩПроектн.}} = 50085 + 1590 + 45000 = 96675 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины дополнительных капитальных вложений выполняем с использованием зависимости:

$$K_{\text{ДОП}} = K_{\text{ОБЩПР}} - K_{\text{ОБЩБ}} \quad (4.27)$$

Подставив в (4.27) необходимые значения, получим:

$$K_{\text{доп}} = 96675 - 7660 = 89015 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины удельных капитальных вложений выполняем с использованием зависимости:

$$K_{\text{уд}} = \frac{K_{\text{общ.}}}{\Pi_{\Gamma}}, \quad (4.28)$$

где Π_{Γ} – принятое значение годовой программы.

Подставив в (4.28) необходимые значения, получим:

$$K_{\text{удБаз.}} = 7660/20 = 383 \text{ руб./ед.}$$

$$K_{\text{удПроектн.}} = 96675 / 20 = 4834 \text{ руб./ед.}$$

4.7 Расчёт показателей экономической эффективности проектного варианта технологии

Величину показателя снижения трудоемкости определим с использованием формулы:

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{t_{\text{штБ}} - t_{\text{штПР}}}{t_{\text{штБ}}} \cdot 100\% \quad (4.29)$$

Подставив в (4.29) необходимые значения, получим:

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{10,2 - 6}{10,2} \cdot 100\% = 41\%$$

Величину показателя повышения производительности труда определим по формуле:

$$\Pi_{\Gamma} = \frac{100 \cdot \Delta t_{\text{шт}}}{100 - \Delta t_{\text{шт}}} \quad (4.30)$$

Подставив в (4.30) необходимые значения, получим:

$$\Pi_{\Gamma} = \frac{100 \cdot 41}{100 - 41} = 69,5\%$$

Величину показателя снижения технологической себестоимости определим по формуле:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{C_{\text{ТЕХБ}} - C_{\text{ТЕХПР}}}{C_{\text{ТЕХБ}}} \cdot 100\% \quad (4.31)$$

Подставив в (4.31) необходимые значения, получим:

$$\Delta C_{\text{ОАО}} = \frac{112252 - 44667}{112252} \cdot 100\% = 60\%$$

Величину условно-годовой экономии определим по формуле:

$$\text{Э}_{\text{у.г.}} = (C_{\text{ЗАВБ}} - C_{\text{ЗАВПР}}) \cdot \text{Пг} \quad (4.32)$$

Подставив в (4.32) необходимые значения, получим:

$$\text{Э}_{\text{у.г.}} = (112252 - 44667) \cdot 20 = 1351700 \text{ руб.}$$

Величину срока окупаемости дополнительных капитальных вложений определим по формуле:

$$T_{\text{ОК}} = \frac{K_{\text{ДОП}}}{\text{Э}_{\text{у.г.}}} \quad (4.33)$$

Подставив в (4.33) необходимые значения, получим:

$$T_{\text{ОК}} = \frac{96675}{135170} \approx 1 \text{ года}$$

Размер годового экономического эффекта в сфере производства определим по формуле:

$$\text{Э}_{\text{ГП}} = [C_{\text{ЗАВБ}} - (C_{\text{ЗАВПР}} + E_{\text{Н}} \cdot K_{\text{удПР}})] \cdot \text{Пг} \quad (4.34)$$

Подставив в (4.34) необходимые значения, получим:

$$\text{Э}_{\text{ГП}} = [112252 - (44667 + 0,33 \cdot 4834)] \cdot 20 = 1319796 \text{ руб.}$$

4.8 Выводы по экономическому разделу

В экономическом разделе выпускной квалификационной работы были произведены расчеты с целью определения таких экономических параметров, как технологическая и заводская себестоимость сварки.

Установлено, что проектная технология сварки после своего внедрения в производство даст такие эффекты, как снижение трудоемкости на 41 %, повышение производительность труда на 69,5 %, снижение технологической себестоимости на 60 %.

Величина годового экономического эффекта в сфере производства, полученная с учетом затрат на дополнительные капитальные вложения, составила 1,3 млн. рублей. Дополнительные капитальные вложения в объеме 100 тыс. рублей будут окуплены за 1 год.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что предлагаемая технология ремонтной наплавки обладает экономической эффективностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поставленная в выпускной квалификационной работе цель – повышение эффективности восстановления штамповой оснастки за счёт использования наукоёмких технологий.

В ходе работы над современным состоянием вопроса восстановительной наплавки штампов были проанализированы материалы, из которых изготавливают штамповую оснастку. Базовая технология восстановления предусматривает применение ручной дуговой наплавки специальными электродами. В числе недостатков базовой технологии следует отметить: малую производительность; низкое качество восстановительной наплавки; плохие условия труда сварщика.

При анализе известных способов восстановительной наплавки штамповой оснастки были рассмотрены: ручная дуговая наплавка, наплавка под слоем флюса, механизированная наплавка в защитных газах, наплавка порошковыми самозащитными проволоками, плазменная наплавка. Принято решение применить плазменную наплавку, которая позволит повысить качество и производительность наплавочных работ и вывести производство на принципиально новый уровень за счёт применения наукоёмких технологий.

Сформулированы задачи выпускной квалификационной работы: 1) выполнить обзор и произвести выбор наплавочных материалов; 2) разработать технологический процесс восстановительной наплавки штамповой оснастки; 3) предложить оборудование для реализации проектной технологии.

В выпускной квалификационной работе предложены технологические мероприятия по повышению производительности и качества выполнения восстановительной наплавки штамповой оснастки. При выполнении базовой технологии предусматривается ручная дуговая наплавка штучными электродами, что приводит к получению значительного числа дефектов и дополнительным затратам времени на их устранение. В проектом варианте

технологии предложено произвести замену ручной дуговой наплавки на плазменную наплавку. Применение предложенных технологических решений позволит получить снижение трудоемкости сварки и повышение стабильности качества проводимых наплавочных работ.

В ходе выполнения экологического 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.

Произведена оценка экономической эффективности проектной технологии. Величина годового экономического эффекта в сфере производства, полученная с учетом затрат на дополнительные капитальные вложения, составила 1,3 млн. рублей. Сделан вывод о том, что предлагаемая технология ремонтной наплавки обладает экономической эффективностью.

На основании изложенного цель выпускной квалификационной работы можно считать достигнутой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Соломка, Е.А. Восстановительная и упрочняющая наплавка деталей штампового оборудования / Е.А. Соломка, А.И. Лобанов, Л.Н. Орлов, А.А. Голякевич, А.В. Хилько // Автоматическая сварка. – 2014. – № 6–7. – С. 111–113.
2. Потапьевский, А.Г. Сварка сталей в защитных газах плавящимся электродом. Техника и технология будущего / А.Г. Потапьевский, Ю.Н. Сараев, Д.А. Чинахов – Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2012. – 208 с.
3. Лебедев, В.А. Особенности формирования структуры сварных соединений при дуговой наплавке с импульсной подачей электродной проволоки / В.А. Лебедев, И.В. Лендел, А.В. Яровицын [и др.] // Автоматическая сварка. – 2006. – № 3. – С. 25–30.
4. Позняк, Л.А. Штамповые стали для холодного деформирования / Л.А. Позняк. – М.: Металлургия, 1966.
5. Романовонский, В.И. Справочник по холодной штамповке / В.И. Романовонский. – М.: Маштиз, 1959.
6. Владимиров, В.М. Изготовление штампов, пресс-форм и приспособлений / В.М. Владимиров. – М.: Высшая школа, 1974. – 431 с.
7. Старова, Е.П. Малолегированная быстрорежущая сталь с азотом / Е.П. Старова. – М.: Машгиз, 1953. – 58 с.
8. Походня, И.К. Производство порошковой проволоки / И.К. Походня, В.Ф. Альтер, В.Н. Шлепаков и др. – Киев: Вища школа, 1980. – 231 с.
9. Походня, И.К. Исследования и разработки ИЭС им. Е. О. Патона в области электродуговой сварки и наплавки порошковой проволокой / И.К. Походня, В.Н. Шлепаков, С.Ю. Максимов, И.А. Рябцев // Автоматическая сварка. – 2010. – № 12. – С. 34–42.

10. Шоно, С.А. Плавкость шлаков, образующихся при износостойкой наплавке порошковой проволокой открытой дугой / С.А. Шоно // Автоматическая сварка. – 1974. – № 1. – С. 7–9.
11. Юзвенко, Ю.А. Защита металла при наплавке порошковой проволокой открытой дугой / Ю.А. Юзвенко, Г.А. Кирилук // Автоматическая сварка. – 1974. – № 3. – С. 58–60.
12. Грохальский, Н.Ф. Восстановление деталей машин и механизмов сваркой и наплавкой / Н.Ф. Грохальский. – М. : Машиностроение, 1962.
13. Походня И. К. Металлургия дуговой сварки / И. К. Походня. – К. : Наукова думка, 2004. – 430 с.
14. Походня, И.К. Порошковые проволоки для электродуговой сварки : каталог-справочник / И.К. Походня, А.М. Суптель, В.А. Шлепаков и др. – Киев : Наукова думка, 1980. – 180 с.
15. Походня, И.К. Сварка порошковой проволокой / И.К. Походня, А.М. Суптель, В.Н. Шлепаков. – Киев : Наукова думка, 1972. – 224 с.
16. Зареченский, А.В. Особенности плавления порошковых лент с термитными смесями / А.В. Зареченский, Л.К. Лещинский, В.В. Чигарев // Сварочное производство. – 1985. – № 8. – С. 39–41.
17. Иофоре, И.С. Влияние титано-термитной смеси, входящей в электродное покрытие, на повышение производительности сварки / И.С. Иофоре, О.М. Кузнецов, В.М. Питецкий // Сварочное производство. – 1980. – № 3.
18. Сидоров, А.И. Восстановление деталей машины напылением и наплавкой / А.И. Сидоров. – М. : Машиностроение, 1987. – 192 с.
19. Гладкий, П.В. Плазменная наплавка / П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. – К. : Екологія, 2007. – 292 с.
20. Малаховский, В.А. Плазменные процессы в сварочном производстве / В.А. Малаховский. - М.: Высшая школа, 1988. - 72 с.
21. Кудинов, В.В. Нанесение плазмой тугоплавких покрытий / В.В. Кудинов, В.М. Иванов. – М. : Машиностроение. – 1981. – 192 с.

22. Жариков, С.В. Влияние экзотермической смеси в составе сердечника самозащитной порошковой проволоки на параметры наплавленного валика / С.В. Жариков // Вісник східноукраїнського національного університету ім. В. Даля.. – Луганск: СНУ, 2010. – № 2. – С. 102–105.

23. Макаренко, Повышение эффективности работы деталей машин металлургического и прессового производства применением плазменно-порошковой наплавки на разнополярном токе / Н.А. Макаренко, А.А. Богуцкий, Н.А. Грановская // Вісник східноукраїнського національного університету ім. В. Даля.. – Луганск: СНУ, 2011. – № 1. – С. 108–114.

24. Салманов, Л.Н. Разработка высокованадиевых наплавочных материалов и упрочняющих технологий для штампов и пресс-форм. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. – Барнаул: Алтайский государственный технический университет. – 2000.

25. Макаренко, Н.А. Разработка установки и плазмотрона для плазменно-порошковой наплавки на разнополярно-импульсном токе / Н.А. Макаренко, А.А. Богуцкий, Н.А. Грановская, В.В. Синельник // Вісник східноукраїнського національного університету ім. В. Даля.. – Луганск: СНУ, 2010. – № 2. – С. 168–173.

26. Плазменная технология: Опыт разработки и внедрения. Сост. А.Н. Герасимов. – Л. Лениздат, 1980. – 152 с.

27. Сидоров А.И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой / А.И. Сидоров. – М.: Машиностроение, 1987. – 192 с.

27. Вайнерман, А.Е. Плазменная наплавка металлов / А.Е. Вайнерман, В.Д. Веселков, В.С. Новосадов. – Л.: Машиностроение, 1969. – 190 с.

28. Малаховский, В.А. Плазменные процессы в сварочном производстве / В.А. Малаховский. – М.: Высшая школа, 1988. – 72 с.

29. Гладкий, П.В. Центробежная плазменная наплавка / П.В. Гладкий, , А.П. Сом, Е.Ф. Переплетчиков // Новые процессы наплавки, свойства наплавленного металла и переходной зоны. – 1984. – С. 31–34.

30. Бабинец, А.А. Влияние способов дуговой наплавки порошковой проволокой на проплавление основного металла и формирование наплавленного металла / А.А. Бабинец, И.А. Рябцев, А.И. Панфилов [и др.] // Автоматическая сварка. – 2016. – № 11. – С. 20–25.

31. Лендел, И.В. Влияние импульсной подачи электродной проволоки на формирование и износостойкость наплавленного валика, а также потери электродного металла при дуговой наплавке в углекислом газе / И.В. Лендел, С.Ю. Максимов, В.А. Лебедев, О.А. Козырко // Автоматическая сварка. – 2015. – № 5–6. – С. 46–48.

32. Горина, Л. Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве: учебное пособие / Л. Н. Горина. – Тольятти: ТолПИ, 2000. – 68 с.

33. Краснопевцева, И. В. Экономическая часть дипломного проекта: метод. указания / И. В. Краснопевцева – Тольятти: ТГУ, 2008. – 38 с.

34. Егоров, А. Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста: учебно-методическое пособие / А. Г. Егоров, В. Г. Виткалов, Г. Н. Уполовникова, И. А. Живоглядова – Тольятти, 2012. – 135 с.