

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОСНОВАНИЯ АККУМУЛЯТОРНОГО БЛОКА

Выпускная квалификационная работа

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль Машиностроение и материалобработка

Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном про-
изводстве

Идентификационный код ВКР: 727

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга в профессиональном обучении в машиностроении и
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____ Б.Н.Гузанов
«____» _____ 2018 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**Разработка технологического процесса изготовления основания
аккумуляторного блока**

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-404С _____ Я.Т. Нурлыев

Руководитель:
ст. преподаватель _____ Е.В. Радченко

Нормоконтролер:
к.т.н., доцент _____ Л.Т. Плаксина

Екатеринбург 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Описание изделия.....	6
1.1 Характеристика изделия.....	6
1.2 Характеристика основного металла.....	7
1.2.1 Технологические свойства стали.....	7
1.2.2 Химический состав стали.....	7
1.2.4 Расчет склонности стали к образованию холодных трещин.....	8
1.3 Выбор способа сварки.....	9
1.3.1 Обоснование выбора способа сварки.....	9
1.4 Выбор и описание сварочных материалов.....	15
1.4.1 Выбор сварочной проволоки.....	18
1.5 Расчет параметров режимов сварки соединения Т1, Н1.....	19
1.6 Оборудование для сварки.....	30
1.7 Оборудование, применяемое при изготовлении основания.....	35
1.8 Технологическая последовательность изготовления.....	36
2 Экономический раздел.....	38
2.1 Определение капиталобразующих инвестиций.....	38
2.2 Расчет количества оборудования и его загрузки.....	42
2.3 Рассчитаем количество единиц сварочного оборудования:.....	43
2.4 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций.....	47
2.4.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкций.....	47
2.5 Расчет показателей экономической эффективности.....	61
3 Методический раздел.....	68
3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов.....	69
3.2 Разработка учебного плана переподготовки.....	73
3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология».....	74
3.4 Разработка плана - конспекта урока.....	75
Заключение.....	83
Список использованных источников.....	84
Приложение А – Спецификация.....	87

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		3

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время особое значение приобрела проблема рационального использования всех имеющихся ресурсов сырья, материалов и электроэнергии. Повышение эффективности использования материальных ресурсов имеет большое значение, как для экономики отдельного предприятия, так и для государства в целом. От того на сколько рационально и грамотно используются ресурсы зависит как развитие экономики в целом, так и ее отдельных секторов. Результативность использования материальных ресурсов обеспечивает увеличение объемов производимой продукции при тех же размерах материальных затрат, и даже меньших.

Одним из основных направлений в решении этой проблемы является применение автоматической сварки.

В данном дипломном проекте рассматривается вопрос сборки и сварки основания блока аккумуляторов вагона.

В связи с этим была поставлена задача – разработать технологию сварки сборки и сварки основания и выбор оборудования для реализаций предлагаемой технологий с последующим применением его на предприятии.

Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкции -основание.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки основания.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса сварки основания с использованием автоматической сварки в среде защитных газов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		4

- проанализировать базовый вариант;
- проработать и обосновать проектируемый способ сварки основания;
- провести необходимые расчеты автоматической сварки в среде защитных газов;
- выбрать и обосновать сборочное и сварочное оборудование;
- разработать технологию сварки основания;
- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части разработан проектируемый вариант технологического процесса сварки основания, включающий автоматическую сварку в среде защитных газов; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства сварки основания.

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие *методы*:

- теоретические методы, включающие анализ специальной научной и технической литературы, а также обобщение, сравнение, конкретизацию данных, расчеты;

- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		5

1 Описание изделия

1.1 Характеристика изделия

Аккумуляторная батарея на электровозах служит источником напряжения 50 В для катушек аппаратов, осветительных и сигнальных ламп при неработающих генераторах управления. Кроме того, аккумуляторная батарея необходима для питания малого мотор-компрессора, обеспечивающего подачу сжатого воздуха для подъема токоприемника и наполнения воздушного резервуара главного выключателя (если нет воздуха в главных резервуарах электровоза).

Конструкция аккумуляторной батареи. Аккумуляторная батарея состоит из металлического ящика с открывающейся верхней крышкой; в нем расположено 42 аккумулятора (элемента), из которых 40 соединены последовательно медными никелированными шинами и включены в работу, а два являются резервными.



Рисунок 1.1 - Блок аккумуляторной батареи

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		6

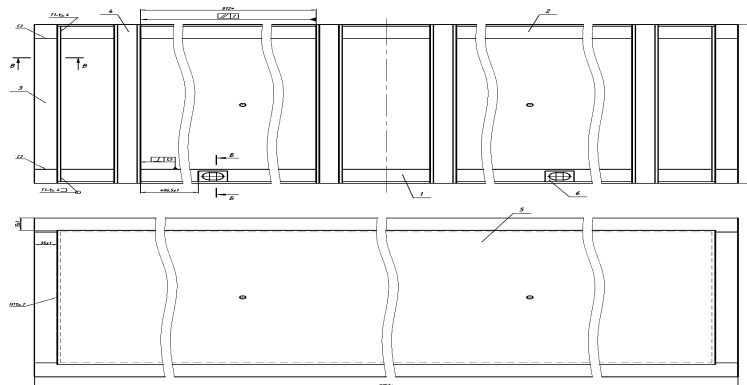


Рисунок 1.2 – Основание

1.2 Характеристика основного металла

1.2.1 Технологические свойства стали

Сталь 09Г2С по ГОСТ 19281-89 - конструкционная низколегированная, применяемая для производства деталей и элементов сварных конструкций, работающих при температуре от -70°C до $+425^{\circ}\text{C}$ под давлением.

Свариваемость: без ограничений, способы сварки: РДС, АДС под флюсом и в защитном газе, ЭШС.

Температура ковки: начала - 1250°C , конца - 850°C .

Склонность к отпускной хрупкости: не склонна

1.2.2 Химический состав стали

Таблица 1.1 - Химический состав стали 09Г2С по ГОСТ 19282-73, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu
до 0,12	0.5 - 0.8	1.3 - 1.7	до 0.3	до 0.035	до 0.035	до 0.3	до 0.008	до 0.3

Механические свойства стали 09Г2С по ГОСТ 19282-73 приведены в таблице 1.2.

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		7

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 09Г2С по ГОСТ 19282-73

Сортамент	Размер	Напр.	σ_b	σ_T	δ_5	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	кДж/м ²	-
Лист, ГОСТ 5520-79			430-490	265-345	21	590-640	Закалка и отпуск
Сталь	От 10 до 20		1520	1320	21	590	

Технологические свойства стали 09Г2С по ГОСТ 19282-73 приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3-Технологические свойства стали 09Г2С по ГОСТ 19282-73

Свариваемость:	без ограничений
Склонность к отпускной хрупкости:	не склонна

1.2.4 Расчет склонности стали к образованию холодных трещин

В настоящее время применяется целый ряд прямых и косвенных методов определения склонности металла к образованию холодных трещин. Один из косвенных методов – расчётное определение эквивалентного углерода (обозначается $C_{э\text{кв}}$). Различные исследователи предложили более десятка выражений для определения $C_{э\text{кв}}$, существенно отличающихся коэффициентами при легирующих элементах. В практике чаще всего применяется выражение:

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} + 5 \cdot B \quad (1.1)$$

Если $C_{\text{экв}} < 0,45$, то говорят, что металл не склонен к образованию холодных трещин.

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + 1,3/6 + 0,3/5 + 0,3/15 + 0,3/13 = 0,43\%$$

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		8

Таким образом, основной металл не склонен к образованию холодных трещин.

Определим склонность к образованию горячих трещин по формуле:

$$HCS = \frac{C\left(S+P+\frac{Si}{25}+\frac{Ni}{100}\right)1000}{3Mn+Cr+Mo+V}, \quad (1.2)$$

где HCS - параметр, оценивающий склонность сварных швов к образованию горячих трещин, %;

C, S, P и другие химические элементы, %.

$$HCS = \frac{0.12\left(0.04 + 0.035 + \frac{0.5}{25} + \frac{0.3}{100}\right)1000}{3 \times 1.3 + 0.3} = 2,8$$

Так как расчетное значение параметра HCS менее 4, появление горячих трещин невозможно.

1.3 Выбор способа сварки

1.3.1 Обоснование выбора способа сварки

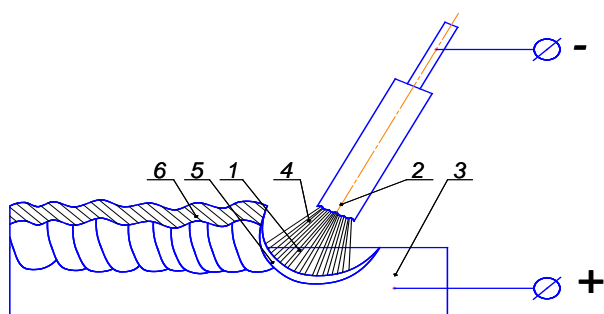
Базовый вариант «Ручная дуговая сварка»

В базовом варианте сварка основания осуществлялась ручной дугой сваркой. Ручная дуговая сварка металлическими электродами с покрытием в настоящее время остается одним из самых распространенных методов, используемых при изготовлении сварных конструкций. Это объясняется простотой и мобильностью применяемого оборудования, возможность выполнения сварки в различных пространственных положениях и в местах, труднодоступных для механизированных способов сварки [6].

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		9

Существенный недостаток ручной дуговой сварки покрытым электродом – малая производительность процесса и зависимость качества сварного шва от практических навыков сварщика.

К электроду и свариваемому изделию для образования и поддержания сварочной дуги от источников сварочного тока подводится постоянный либо переменный сварочный ток. Схема процесса ручной дуговой сварки приведена на рисунке 2. Дуга 1 расплавляет металлический стержень электрода 2, его покрытие и основной металл 3.



1 – дуга; 2 – электрод; 3 – металл; 4 – капли; 5 - сварочная ванна;
6 – шлаковая корка

Рисунок 1.3 - Ручная дуговая сварка покрытым электродом

Расплавляющийся металлический стержень электрода в виде отдельных капель 4, покрытых шлаком, переходит в сварочную ванну 5. В сварочной ванне расплавленный металл электрода и основного металла смешивается, а расплавленный шлак всплывает на поверхность, образуя шлаковую корку 6.

Размеры сварочной ванны зависят от режима сварки и обычно находятся в пределах: глубина до 7 мм, ширина 8 - 15 мм, длина 10 - 30 мм. Доля участия основного металла в формировании металла шва обычно составляет 15 - 35 % .

Проектируемый вариант «Автоматическая сварка в среде CO₂»

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

ДП44.03.04.727 ПЗ

Лист

10

Сварка в защитных газах — один из распространенных способов сварки плавлением. По сравнению с другими способами он имеет ряд преимуществ, из которых главные: возможность визуального, в том числе и дистанционного, наблюдения за процессом сварки; широкий диапазон рабочих параметров режима сварки в любых пространственных положениях; возможность механизации и автоматизации процесса, в том числе с применением робототехники; высокоэффективная защита расплавленного металла; возможность сварки металлов разной толщины в пределах от десятых долей до десятков миллиметров.

Сварка в защитных газах (СЗГ) — общее название разновидностей дуговой сварки, осуществляемой с вдуванием через сопло горелки в зону дуги струи защитного газа. В качестве защитных применяют: инертные (Ar, He), активные (CO₂, O₂, N₂, H₂).

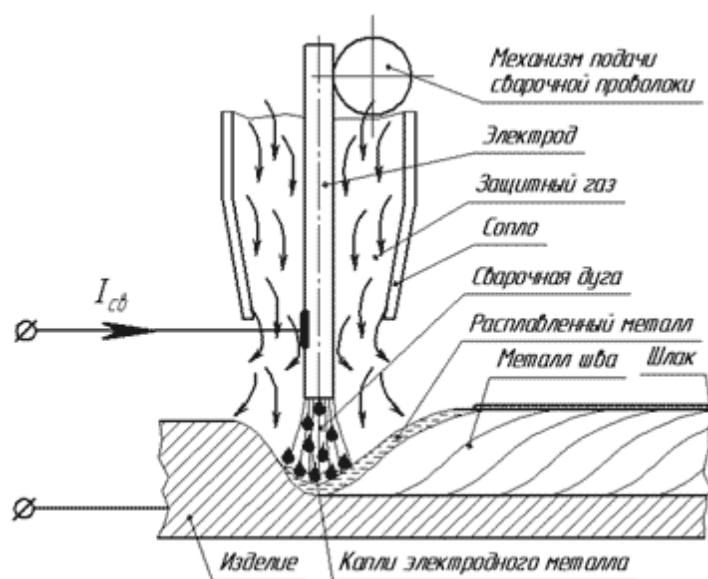


Рисунок 1.4 - Схема сварки в защитных газах

При сварке плавящимся электродом в защитном газе (рисунок 3) в зону дуги, горящей между плавящимся электродом (сварочной проволокой) и

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

ДП44.03.04.727 ПЗ

Лист

11

изделием через сопло подаётся защитный газ, защищающий металл сварочной ванны, капли электродного металла и закристаллизовавшийся металл от воздействия активных газов атмосферы. Теплотой дуги расплавляются кромки свариваемого изделия и электродная (сварочная) проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов.

При сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей для защиты расплавленного электродного металла и металла сварочной ванны чаще всего применяют углекислый газ и смеси аргона с углекислым газом до 30 %. Аргон и гелий в качестве защитных газов применяют только при сварке конструкций ответственного назначения. Сварку в защитных газах выполняют плавящимся и неплавящимся металлическим электродом.

В некоторых случаях для сварки используют неплавящийся угольный или графитовый электрод. Этот способ применяют при сварке бортовых соединений из низкоуглеродистых сталей толщиной 0,3 - 2,0 мм (например, канистр, корпусов конденсаторов и т. д.). Так как сварку выполняют без присадки, содержание кремния и марганца в металле шва невелико. В результате прочность соединения составляет 50 - 70% прочности основного металла.

При автоматической и полуавтоматической сварке плавящимся электродом швов, расположенных в различных пространственных положениях, используют электродную проволоку диаметром до 1,2 мм, а при сварке швов, расположенных в нижнем положении - проволоку диаметром 0,8 - 1,6 мм.

Структура и свойства металла швов и околошовной зоны на низкоуглеродистых и низколегированных сталях зависят от использованной электродной проволоки, состава и свойств основного металла и режима сварки (термического цикла сварки, доли участия основного металла в формирова-

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		12

нии шва и формы шва). Влияние этих условий и технологические рекомендации примерно такие же, как и при ручной дуговой сварке и сварке под флюсом.

На свойства металла шва влияет качество углекислого газа. При повышенном содержании азота и водорода, а также влаги в газе в швах могут образовываться поры. При сварке в углекислом газе влияние ржавчины незначительно. Увеличение напряжения дуги, повышая, угар легирующих элементов, ухудшает механические свойства шва.

Сварка низкоуглеродистых и низколегированных сталей в аргоне применяется редко, так как эти стали хорошо свариваются под флюсом и в углекислом газе, и лишь в исключительных случаях, когда требуется получение швов высокого качества, используется инертный газ.

При применении чистого аргона для сварки конструкционных сталей соединения характеризуются недостаточной стабильностью и неудовлетворительным формированием шва. Добавка к аргону небольшого количества кислорода или углекислого газа существенно повышает устойчивость горения дуги и улучшает формирование шва. Растворяясь в жидком металле и скапливаясь преимущественно на поверхности, кислород значительно снижает его поверхностное натяжение. Поэтому для сварки сталей применяют не чистый аргон, а смеси с кислородом или углекислым газом.

Высокие технологические свойства при сварке сталей обеспечиваются при добавке к аргону до 1 - 5 % кислорода. При применении кислорода понижается критический ток, при котором капельный перенос переходит в струйный; дуга горит стабильно, обеспечивая сварку небольших толщин. Кислород способствует увеличению плотности металла шва, улучшению сплавления, уменьшению подрезов и увеличению производительности процесса сварки. Кислород снижает содержание углерода в металле шва до бо-

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		13

лее низкого уровня. Избыток кислорода в защитном газе приводит к образованию пор в металле шва.

Для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей может также применяться аргон с добавкой 10 - 20 % углекислого газа. Углекислый газ способствует устранению пористости в швах и улучшению формирования шва.

Широкий диапазон применяемых защитных газов обуславливает большое распространение этого способа, как в отношении свариваемых металлов, так и их толщин (от 0,1 мм до десятков миллиметров).

Основными преимуществами рассматриваемого способа сварки являются следующие:

- высокое качество сварных соединений на разнообразных металлах и их сплавах разной толщины, особенно при сварке в инертных газах из-за малого угара легирующих элементов;
- возможность сварки в различных пространственных положениях;
- отсутствие операций по засыпке и уборке флюса и удалению шлака;
- возможность наблюдения за образованием шва, что особенно важно при механизированной сварке;
- высокая производительность и легкость механизации и автоматизации процесса;
- низкая стоимость при использовании активных защитных газов.

К недостаткам способа относятся: необходимость применения защитных мер против световой и тепловой радиации дуги; возможность нарушения газовой защиты при сдувании струи газа движением воздуха или при забрызгивании сопла; потери металла на разбрызгивание, при котором брызги прочно соединяются с поверхностями шва и изделия; наличие газовой аппаратуры и в некоторых случаях необходимость водяного охлаждения горелок.

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		14

Учитывая особенность марки стали и ее свариваемость, конструкцию изделия, особенности сварных швов, для сварки кислородного баллона целесообразно использовать автоматическую дуговую сварку в среде защитного газа плавящимся электродом.

Достоинства сварки в углекислом газе: высокая производительность, большой диапазон свариваемых толщин, низкая стоимость сварки, маневренность, отсутствие необходимости применения флюсов или покрытий, а, следовательно, и очистки швов от шлака и неиспользованных остатков флюса после сварки. Также следует помнить, что полумеханизированный способ сварки в CO_2 применяется для сварки коротких швов недоступных для сварки автоматом. Сварка в среде углекислого газа обеспечивает глубокий провар. Качество сварного шва выше ручной сварки в 1,5 раза и на 15-20% выше полумеханизированной под слоем флюса. Качество сварного шва обеспечивается из-за малого угара легирующих элементов, возможности наблюдать за образованием шва.

1.4 Выбор и описание сварочных материалов

Сварочные материалы, используемые в базовом варианте

Электроды УОНИ-13/55

Электроды марки УОНИ-13/55 предназначены для ручной дуговой сварки особо ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей, когда к металлу сварных швов предъявляют повышенные требования по пластичности и ударной вязкости, особенно при работе в условиях пониженных температур. Сварка во всех пространственных положениях, кроме вертикального сверху вниз, постоянным током обратной полярности.

Особые свойства

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		15

Металл шва характеризуется высокой стойкостью против образования кристаллизационных трещин и низким содержанием водорода. Сварку следует производить короткой дугой методом опирания. Свариваемые кромки должны быть очищены от окалины, ржавчины и следов масла.

Характеристики плавления электрода

Производительность (для диаметра 4,0 мм) 9,5 г/(А х ч):1,4 кг/ч. Расход электродов на 1 кг наплавленного металла 1,7кг. Сварку производят короткой дугой по очищенным кромкам. Обязательна прокатка перед сваркой: 150-180 °С; 0,5 ч.

Сварочные материалы, используемые в проектируемом варианте

Сварочная проволока Св-08Г2С

Св-08Г2С применяют при работе со сварочными автоматами и полуавтоматами в промышленности. С ее помощью можно выполнять [ручную сварку](#) любых изделий из стали. Она гарантирует прочное высококачественное соединение, характеризующееся чистым и очень ровным сварочным швом. Св-08Г2С незаменима для выполнения двух важных операций:

- образования на соединительном шве валика;
- заполнения пространства между краями свариваемого изделия.

Сварочная проволока обеспечивает надежное сваривание с ровным и чистым швом, а также заполняет зазор между краями металла. У этой марки небольшое содержание примесей: фосфора и серы. Это вредные вещества, которых в совокупности менее 0,03%. Также в ее составе незначительное количество хрома – 0,2% и никеля – до 0,25%. Практически нет титана и молибдена.

Химический состав наплавленного данной проволокой металла по ГОСТ 2246-70 представлен в таблице 1.4.

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		16

Таблица 1.4 – Химический состав наплавленного металла по ГОСТ 2246-70, %

C	Si	Mn	S	P
0,05-0,11	0,70-0,95	1,80-2,10	≤0,025	≤0,03

Таблица 1.5 – Механические свойства металла шва и наплавленного металла по ГОСТ 2246-70

Механические свойства наплавленного металла	Нормативные	Типичные
Предел текучести, МПа	490-660	580
Временное сопротивление разрыву, МПа	≤375	475
Относительное удлинение, %	≤22	25
Работа удара, Дж	≤47(-20°C)	50

В качестве защитных газов для сварки сталей в промышленности нашли широкое применение активные (CO_2 , O_2) и инертные (Ar, He) защитные газы.

Диоксид углерода (углекислота) отличается дешевизной и широкой распространенностью. Инертные газы более дорогие и требуют наличия специализированных заводов по производству газов. Смеси инертных газов с активными газами позволяет повысить устойчивость дуги, увеличить глубину проплавления, улучшить внешний вид сварного шва, уменьшить разбрызгивание металла при сварке плавящимся электродом, повысить плотность металла шва, увеличить производительность процесса сварки.

Для сварки низколегированных сталей марки 09Г2С наиболее выгодным и экономичным будет смесь газов – 82% Ar + 18% CO_2 .

Углекислый газ (CO_2) — бесцветный, со слабым запахом, с резко выраженными окислительными свойствами, хорошо растворяется в воде. Тяжелее воздуха в 1,5 раза, может скапливаться в плохо проветриваемых помещениях, в колодцах, приямок. Состав двуокиси углерода представлен в таблице 7.

Таблица 1.6 – Состав двуокиси углерода по ГОСТ 8050-85

Газ	Сорт	Содержание основных компонентов, об %				Содержание водяных паров, % не более	Температура насыщения, К не более
		Ar He ме- нее	O ₂ He ме- нее	N ₂ He бо- лее	CO ₂ He бо- лее		
Углекислый газ	Высший Первый	-	-	-	99,8	0,037	225
					99,5	0,184	

Серьезное влияние на свойства металла шва оказывает качество углекислого газа. Повышенное содержание водяных паров и воды способствует образованию пор даже при хорошей защите дуги от воздуха и надлежащем количестве кремния и марганца в сварочной ванне.

Согласно ГОСТ 8050-85, CO₂ не должен содержать сероводород, кислоты, органические соединения (спирты, эфиры, альдегиды, органические кислоты), аммиак, этаноламины, ароматические углеводороды.

1.4.1 Выбор сварочной проволоки

Выбор марки электродной проволоки для сварки – один из главных элементов разработки технологии автоматизированной дуговой сварки в CO₂. Химический состав электродной проволоки определяет состав металла шва и, следовательно, его механические свойства. При сварке стали 09Г2С можно использовать такие марки проволоки, как Св-08А, Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70.

Проволока Св-08А предназначена для сварки (наплавки) изделий из углеродистых конструкционных сталей в защитных газах, в смесях, для сварки под флюсом. Проволока гарантирует высокие сварочно-технологические свойства, стабильность механических свойств металла шва и надежность сварных соединений. Но при сварке ответственных нагружен-

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		18

ных конструкций основной задачей является обеспечение равнопрочности металла шва основному металлу. При использовании этой проволоки механические свойства шва будут ниже, чем механические свойства основного металла, так как данная проволока не имеет в своем составе кремния, который влияет на прочностные характеристики сварного соединения.

Проволока Св-08Г2С имеет схожий химический состав с основным металлом, что обеспечит равнопрочность сварного шва с основным металлом. Проволока также гарантирует высокие сварочно-технологические свойства, стабильность механических свойств металла шва и надежность сварных соединений. Из этих соображений при сварке основания будем применять проволоку Св-08Г2С.

Химический состав проволоки Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70:

- углерода от 0,05 до 0,11%
- марганца от 1,8 до 2,1%
- кремния от 0,7 до 0,95%
- хрома до 0,2%
- никеля до 0,25%
- серы не более 0,025%
- фосфора не более 0,030%

1.5 Расчет параметров режимов сварки соединения Т1, Н1

В комплекте технологической документации принят тип сварного соединения Т1.

Основание, как сварная конструкция собран и сварен соединениями Т1 по ГОСТ 14771 – 76.

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		19

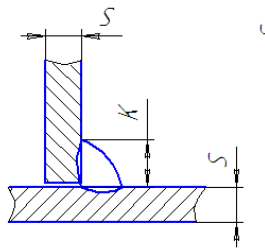


Рисунок 1.5 – Соединение Т1 -Δ3 по ГОСТ 14771-76, сварной шов №1

1. Рассчитаем площадь наплавленного металла для сварного шва №1

$$F_H = \frac{K^2}{2} + 1,05k \quad (1.3)$$

где k – катет шва, $k = 3$ мм

$$F_H = \frac{3^2}{2} + 1,05 \cdot 8 = 7,65 \text{ мм}^2$$

Сваркой в защитном газе допускает получение сечений наплавленного металла сварного шва 41 мм^2 . Однако, учитывая ответственность конструкции выполним сварку в 1 прохода. Примем площадь наплавленного металла равной $F_H = 8 \text{ мм}^2$, что предполагает получение сварного шва катетом $K = 3$ мм по формуле [5]

$$h_{KI} = (0,7 \div 1,1)K \quad (1.4)$$

$$h_{KI} = 1 \cdot 3 = 3,0 \text{ мм}$$

где h_{KI} – расчетная глубина проплавления, мм

Выполним расчет диаметра электродной проволоки $d_Э$ по формуле [9]

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		20

$$d_{\text{э}} = K_d F_n^{0.625} \quad (1.5)$$

где K_d – табличный коэффициент, $K_d = 0,12$ [5]

при сварке в нижнем положении

$$d_{\text{э}} = 0,12 \cdot 8^{0.625} = 1,13 \text{ мм}$$

Примем $d_{\text{э}} = 1,2$ мм, как диаметр проволоки из основного ряда диаметров по ГОСТ 2246-70.

Рассчитаем значение сварочного тока $I_{\text{св}}$ через расчетную глубину проплавления и коэффициент проплавления K_H принимаем из таблицы [9]

$$I_{\text{св}} = \frac{h_{\text{к1}}}{K_H} 100, \text{ А} \quad (1.6)$$

$$I_{\text{св}} = \frac{3.0}{2.1} 100 = 142,8 \text{ А} \approx 143 \text{ А}$$

Примем $I_{\text{св}} = 140 \pm 5 \text{ А}$

Рассчитаем оптимальный вылет электродной проволоки [5]

$$l_{\text{э}} = 10d_{\text{э}} \pm 2d_{\text{э}} \quad (1.7)$$

$$l_{\text{э}} = 10 \cdot 1,2 \pm 12 \text{ мм}$$

Рассчитаем величину потерь при сварке в CO_2

$$\Psi = 16 \exp[-7.48 \cdot 10^{-5} \cdot (200-j)^2], \% \quad (1.8)$$

где j – плотность тока, $\text{А}/\text{мм}^2$

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		21

$$j = \frac{4 \cdot I_{CB}}{\pi d_3^2} \quad (1.9)$$

$$j = \frac{4 \cdot 140}{3,14 \cdot 1,2^2} = 124 \text{ A / мм}^2$$

$$\Psi = 16 \exp[-7.48 \cdot 10^{-5} \cdot (200-124)^2] = 9,21 \%$$

Найдем величину коэффициента расплавления и наплавки [5]

$$\alpha_p = 1.21 \cdot I_{CB}^{0.32} \cdot l_3^{0.39} \frac{1}{d_3^{0.64}} \quad (1.10)$$

$$\alpha_p = 1.21 \cdot 144^{0.32} \cdot 12^{0.39} \frac{1}{1,2^{0.64}} = 13 \text{ г / A} \cdot \text{ч}$$

$$\alpha_H = \alpha_p \frac{100 - \Psi}{100} \quad (1.11)$$

$$\alpha_H = 13 \frac{100 - 9}{100} = 10,6 \text{ г / A} \cdot \text{ч}$$

где α_p – коэффициент расплавления г/А·ч;

α_H – коэффициент наплавки г/А·ч

Рассчитаем скорость сварки корневого прохода V_{CB1}

$$V_{CB1} = \frac{\alpha_H \cdot I_{CB}}{3600 \rho \cdot F_{H1}} \quad (1.12)$$

$$V_{CB1} = \frac{10,6 \cdot 140}{3600 \cdot 7,8 \cdot 8} = 0,58 \text{ мм / с} = 21 \text{ м / ч} = 35 \text{ см / мин}$$

где ρ – плотность стали, $\rho = 7,8 \text{ г / см}^3$

Рассчитаем напряжение на дуге, В [5]

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		22

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot I_{CB} \quad (1.13)$$

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot 140 = 20 \text{ В}$$

Выполним расчет погонной энергии

$$q_n = \frac{I_{CB} U_d \eta}{V_{CB}} \quad (1.14)$$

$$q_n = \frac{140 \cdot 20 \cdot 0,75}{0,35} = 6000 \text{ Дж / см}$$

где q_n – погонная энергия, Дж/см

η – коэффициент полезного действия дуги, $\eta = 0,75$

Рассчитаем коэффициент провара $\psi_{ПР}$ по формуле [5]

$$\psi_{ПР} = K(19 - 0,01 I_{CB}) \frac{d_3 U_d}{I_{CB}} \quad (1.15)$$

$$\psi_{ПР} = 0,92(19 - 0,01 \cdot 140) \frac{1,2 \cdot 20}{140} = 2,17$$

где $\psi_{ПР}$ – коэффициент провара

K – коэффициент, величина которого зависит от плотности тока и полярности; при $j \geq 120 \text{ А/мм}^2$ для постоянного тока обратной полярности $K = 0,92$

Коэффициент формы провара описывает соотношение ширины шва к глубине проплавления. Нормально сформированными считаются сварные швы с коэффициентом $\psi_{ПР}$ в пределах $\psi_{ПР} = 0,8 \div 4$, то сварной шов соответствует нормам формирования.

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		23

Проверим глубину проплавления по формуле [5]

$$h = 0.0081 \sqrt{\frac{q_n}{\psi_{ПП}}} \quad (1.16)$$

$$h = 0.0081 \sqrt{\frac{6000}{2,17}} = 0,276 \text{ мм}$$

где h – глубина проплавления заданная глубина проплавления $h = 3,0$ мм, расчетная глубина проплавления $h = 2,76$ мм, отклонение менее 10%, что допустимо.

Рассчитаем скорость подачи электродной проволоки, м/ч

$$V_{Э.Пл} = \frac{4 \cdot F_{Н1} \cdot V_{Св} \cdot (1 + 0.01\psi_P)}{\pi \cdot d_{Э.Пл}^2} \quad (1.17)$$

$$V_{Э.Пл} = \frac{4 \cdot 8 \cdot 0,6 \cdot (1 + 0.01 \cdot 2,17)}{3.14 \cdot 1.2^2} = 156,96 \text{ м/ч}$$

Расход газа

$$q_r = 0.0033 \cdot I^{0.75}$$

$$q_r = 0.0033 \cdot 140^{0.75} = 0.12 = 7,2 \text{ л/мин}$$

Таблица 1.6 - Параметры режима сварки соединения Т1

$d_{Э}$, мм	$I_{СВ}$	$l_{Э}$, мм	$V_{СВ}$, м/ч	$U_{д}$, В	$V_{ПП}$, м/ч	$F_{Н1}$, мм ²
1,2	140±5	12	21±1	20	157	8

Рассчитаем режимы сварки соединения Н1



Рисунок 1.6 – Соединение Н1 - Δ3 по ГОСТ 14771-76, сварной шов №2

2. Рассчитаем площадь наплавленного металла для сварного шва №2

$$F_H = F_1 + F_2 \quad (1.18)$$

$$F_1 = 0.73qe \quad (1.19)$$

$$F_2 = \frac{K^2}{2} \quad (1.20)$$

где q – выпуклость сварного шва, мм, $q = 2$ мм

e – ширина сварного шва, $e = 4$ мм

K – катет шва, $K = 3$ мм

$$F_1 = 0.73 \cdot 2 \cdot 4 = 5.84 \text{ мм}^2$$

$$F_2 = \frac{2^2}{2} = 2.0 \text{ мм}^2$$

$$F_H = 4.5 + 1.05 \cdot 3 = 7.7 = 8 \text{ мм}^2$$

Сваркой в защитном газе допускает получение сечений наплавленного металла сварного шва 65 мм^2 . Однако, учитывая ответственность конструкции выполним сварку в 1 прохода. Примем площадь наплавленного металла равной $F_{H1} = 8 \text{ мм}^2$, что предполагает получение сварного шва катетом $K=3\text{мм}$ по формуле [5]

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		25

$$h_{K1} = (0.7 \div 1.1)K \quad (1.21)$$

$$h_{K1} = 1,1 \cdot 3 = 3,3 \text{ мм}$$

где h_{K1} – расчетная глубина проплавления, мм

Выполним расчет диаметра электродной проволоки $d_{\text{э}}$ по формуле [5]

$$d_{\text{э}} = K_d F_n^{0,625} \quad (1.22)$$

где K_d – табличный коэффициент, $K_d = 0,12$ [5]

при сварке в нижнем положении

$$d_{\text{э}} = 0,12 \cdot 8^{0,625} = 0,5 \text{ мм}$$

Примем $d_{\text{э}} = 0,8$ мм, как диаметр проволоки из основного ряда диаметров по ГОСТ 2246-70.

Рассчитаем значение сварочного тока $I_{\text{св}}$ через расчетную глубину проплавления и коэффициент проплавления K_H принимаем из таблицы [2]

$$I_{\text{св}} = \frac{h_{K1}}{K_H} 100, \text{ А} \quad (1.23)$$

$$I_{\text{св}} = \frac{3,3}{2,9} 100 = 114 \text{ А}$$

Примем $I_{\text{св}} = 114 \pm 5 \text{ А}$

Рассчитаем оптимальный вылет электродной проволоки [5]

$$l_{\text{э}} = 10d_{\text{э}} \pm 2d_{\text{э}} \quad (1.24)$$

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		26

$$l_{\varnothing} = 10 \cdot 0.8 \pm 2 \cdot 0.8 = 8 \pm 1.6 \text{ мм}$$

Рассчитаем величину потерь при сварке в CO₂

$$\Psi = 16 \exp[-7.48 \cdot 10^{-5} \cdot (200-j)^2], \% \quad (1.25)$$

где j – плотность тока, А/мм²

$$j = \frac{4 \cdot I_{CB}}{\pi d_{\varnothing}^2} \quad (1.26)$$

$$j = \frac{4 \cdot 114}{3.14 \cdot 0.8^2} = 228 \text{ А/мм}^2$$

$$\Psi = 16 \exp[-7.48 \cdot 10^{-5} \cdot (200-228)^2] = 4,6 \%$$

Найдем величину коэффициента расплавления и наплавки [5]

$$\alpha_p = 1.21 \cdot I_{CB}^{0.32} \cdot l_{\varnothing}^{0.39} \frac{1}{d_{\varnothing}^{0.64}} \quad (1.27)$$

$$\alpha_p = 1.21 \cdot 114^{0.32} \cdot 8^{0.39} \frac{1}{0.8^{0.64}} = 14,4 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

$$\alpha_H = \alpha_p \frac{100 - \Psi}{100} \quad (1.28)$$

$$\alpha_H = 14,4 \frac{100 - 4,6}{100} = 5,7 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

где α_p – коэффициент расплавления г/А·ч;

α_H – коэффициент наплавки г/А·ч

Рассчитаем скорость сварки V_{CB1}

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		27

$$V_{CB1} = \frac{\alpha_H \cdot I_{CB}}{3600 \rho \cdot F_{H1}} \quad (1.29)$$

$$V_{CB1} = \frac{5,7 \cdot 114}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,8} = 0,3 \text{ см/с} = 10,8 \text{ м/ч}$$

где ρ – плотность стали, $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$

Рассчитаем напряжение на дуге, В [5]

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot I_{CB} \quad (1.30)$$

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot 114 = 19,7 \approx 20 \text{ В}$$

Выполним расчет погонной энергии

$$q_n = \frac{I_{CB} U_d \eta}{V_{CB}} \quad (1.31)$$

$$q_n = \frac{114 \cdot 20 \cdot 0,75}{0,3} = 5700 \text{ Дж/см}$$

где q_n – погонная энергия, Дж/см

η – коэффициент полезного действия дуги, $\eta = 0,75$

Рассчитаем коэффициент провара $\psi_{ПР}$ по формуле [5]

$$\psi_{ПР} = K(19 - 0,01 I_{CB}) \frac{d_3 U_d}{I_{CB}} \quad (1.32)$$

$$\psi_{ПР} = 0,92(19 - 0,01 \cdot 114) \frac{0,8 \cdot 20}{114} = 2,3$$

где $\psi_{ПР}$ – коэффициент провара

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		28

К – коэффициент, величина которого зависит от плотности тока и полярности; при $j \geq 120 \text{ А/мм}^2$ для постоянного тока обратной полярности $K = 0,92$

Коэффициент формы провара описывает соотношение ширины шва к глубине проплавления. Нормально сформированными считаются сварные швы с коэффициента $\psi_{\text{ПР}}$ в пределах $\psi_{\text{ПР}} = 0,8 \div 4$, то сварной шов соответствует нормам формирования.

Проверим глубину проплавления по формуле [5]

$$h = 0.0081 \sqrt{\frac{q_n}{\psi_{\text{ПР}}}} \quad (1.33)$$

$$h = 0.0081 \sqrt{\frac{5700}{2,3}} = 1,6 \text{ см}$$

где h – глубина проплавления заданная глубина проплавления $h = 2$ мм, расчетная глубина проплавления $h = 1,6$ мм, отклонение менее 10%, что допустимо.

Рассчитаем скорость подачи электродной проволоки, м/ч

$$V_{\text{Э.Пл}} = \frac{4 \cdot F_{\text{Н1}} \cdot V_{\text{Св}} \cdot (1 + 0.01\psi_{\text{ПР}})}{\pi \cdot d_{\text{Э.Пл}}^2} \quad (1.34)$$

$$V_{\text{Э.Пл}} = \frac{4 \cdot 8 \cdot 10,8 \cdot (1 + 0.01 \cdot 2,3)}{3.14 \cdot 0.8^2} = 178 \text{ м/ч}$$

Таблица 1.7 - Параметры режима сварки соединения Н1

$d_{\text{Э}}$, мм	$I_{\text{СВ}}$	$l_{\text{Э}}$, мм	$V_{\text{СВ}}$, м/ч	$U_{\text{д}}$, В	$V_{\text{ПП}}$, м/ч	$F_{\text{Н1}}$, мм ²
0,8	114±5	8±1,6	11±1	20	178	8

1.6 Оборудование для сварки



Рисунок 1.7 - Инверторный источник сварочного тока

Aristo Mig 4004i Pulse – это легкий инверторный источник сварочного тока с электронным управлением для сварки MIG/MAG/MMA, предназначенный для областей, где требуется высокая производительность и высокое качество сварки.

По сравнению с традиционными аналогами у него на 70% меньше площадь опорной поверхности. Новая компактная конструкция в сочетании с легким весом (благодаря использованию инвертора) делают Aristo Mig 4004i Pulse по-настоящему мобильным.

Системы жидкостного охлаждения (опция) увеличивают время непрерывной сварки. Блок COOL 1 обеспечивает охлаждение горелок с жидкостным охлаждением, повышая комфорт работы сварщика. При прерывании сварки через 6,5 минут автоматически отключаются вентиляторы охлаждения в источнике питания и система охлаждения горелки, что существенно снижает расход энергии во время простоя.

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		30

Инвертор 4-го поколения работает значительно более эффективно – коэффициент мощности у него выше 0,95. Это означает низкое энергопотребление, а значит, и более низкие эксплуатационные расходы при одинаковых условиях работы.

Высокий ПВ – подходит для длительной работы.

- Широкий диапазон допустимого отклонения сетевого напряжения: 380 - 440 В +/- 10%.
- Возможность работы от генератора позволяет использовать аппарат на самых разных объектах.
- Функция перехода в режим пониженного энергопотребления.
- Запрограммированные синергетические линии обеспечивают оптимальный выбор настроек для широкого диапазона материалов, диаметра проволоки и комбинаций газов.
- Память на 10 (U6) или 255 (U82) режимов сварки.
- Индивидуальная настройка синергетических линий (U82).
- SuperPulse – сварка с управляемым переносом (U82).
- QSet – интеллектуальная система настройки.
- Функции «Плавный старт», «Предварительная подача газа» и «Горячий старт» улучшают начальное зажигание дуги и уменьшают разбрызгивание.
- Заварка кратера, настройка времени отжига и последующей подачи газа позволяют улучшить качество поверхности, увеличить срок службы токоподводящего наконечника и гарантируют отсутствие трещин при окончании сварки.
- Система TrueArcVoltage (только для горелок серии PSF) позволяет измерять действительное напряжение дуги независимо от длины соединительного кабеля, обратного кабеля и длины сварочной горелки.

Область применения


- Высокопроизводительная сварка MIG/MAG

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		31

- Сварка ММА с повышенными требованиями
- Типичные сегменты рынка:
 - общепромышленные работы
 - электроэнергетика
 - ветроэнергетические установки
 - грузовой и пассажирский автотранспорт
 - железнодорожный транспорт
 - землеройное и горно-шахтное оборудование
- Транспортные средства
 - стальные профили- судостроение / оффшорные сооружения

Таблица 1.8 - Технические характеристики

Характеристика	Aristo Mig 4004i Pulse
1	2
Сетевое питание, В / фаза	380-440 / 3 ~ 50/60
Сетевой кабель, Ø мм ²	4 x 4
Предохранитель (от скачков напряжения), А	20
Допустимый ток для MIG/MAG	
ПВ = 100%, А/В	300/29
ПВ = 60%, А/В	400/34
Диапазон установок, А:	
MIG/MAG	16-400
ММА	16-400
TIG (LiveTIG)	4-400
Напряжение холостого хода, В	55
Напряжение холостого хода (УПН), В	<35
Мощность холостого хода, кВт	137
КПД при макс. токе, %	88

1	2
Коэффициент мощности при макс. токе	0,94
Размеры, ДхШхВ, мм	610 x 250 x 445
Масса, кг (без блока охлаждения)	44,5
Масса, кг (с блоком охлаждения)	58
Рабочая температура, °С	От -10 до +40
Класс защиты	IP23
Класс применения	S
Класс изоляции	H
Сертификация	CE
Характеристика	Блок водяного охлаждения COOL 1
Напряжение источника питания, В DC	24
Скорость потока охлаждающей воды, л/мин	2,0
Кол-во хладагента, л	4,5
Охлаждающая способность, кВт	1,3
Макс. давление, бар	4,5
Макс. высота напора (над уровнем горелки), м	8,5
Масса с учетом хладагента, кг	12 / 16,5
Размеры с учетом впускной трубки (Д x Ш x В), мм	610 x 256 x 256
Панель управления Aristo U6 <ul style="list-style-type: none"> • Профессиональная сварка методом MMA • Импульсная сварка методом MIG/MAG • Автоматическая настройка QSet™ • Запрограммированные синергетические линии • 2/4-х тактный контроллер горелки • Функция заварки кратера • Плавный старт, горячий старт и время отжига проволоки, которые можно установить • Можно установить предварительную и последующую подачу газа • Продувка газа и холостая подача проволоки • 10 ячеек памяти • Защита паролем 	

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

ДП44.03.04.727 ПЗ

Лист

33

1	2
<p>Панель управления Aristo U82 (дополнительную информацию смотри в закладке Документация)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Все функции панели управления U6 • 255 ячеек памяти • Управление файлами • Автоматическое резервное копирование данных • Режим SuperPulse • Производственная статистика • Больше 230 запрограммированных синергетических линий 	 <p>The image shows a handheld electronic control panel for a welding machine. It has a yellow and black casing. The screen displays '0.0 Volt', '0 Amp', and '5.0 m/min'. Below the screen are several buttons and a small keypad with numbers 01-05. The brand name 'Aristo' is visible at the top right of the device.</p>

Сварочный автомат

В качестве сварочного автомата выбран автомат для дуговой сварки A2 S GMAW Mini Master



Рисунок 1.8 – Автомат для дуговой сварки A2 S GMAW Mini Master

A2 S GMAW Mini Master - компактная версия сварочной головки для сварки для сварки МИГ/МАГ. Сварочная головка укомплектована горелкой MTW 600, специально сконструированной для автоматической сварки МИГ/МАГ при тяжелых условиях работы. Эффективное жидкостное «вихревое» охлаждение охлаждает не только контактное устройство головки, но

и ее корпус. Все необходимые подводки находятся в верхней части горелки, что предохраняет их от воздействия тепла и радиации сварочной дуги.

Таблица 1.8 - Технические характеристики

Наименование	MIG/MAG одной проволокой
Макс, ток при ПВ100%, А (смесь газов/Ar)	600
Макс, ток при ПВ100%, А (CO2)	650
Диаметр проволоки, мм	1,0-2,4
Скорость подачи проволоки, м/мин	2-25

1.7 Оборудование, применяемое при изготовлении основания

Машины термической резки серии «ULTRAREX™ UXL G» предназначены для прямолинейного и фигурного раскроя листового металла газопламенным и/или плазменным способом, в условиях заготовительных цехов металлообрабатывающих предприятий, как самостоятельные изделия с индивидуальным обслуживанием, так и в составе поточно-механизированной линии.



Рисунок 1.9 – Машина термической резки. Тип: ULTRAREX™ UXL



Рисунок 1.10 - Угловая шлифмашина Makita

- угловая шлифмашина
- мощность 1400 Вт
- частота вращения диска до 10500 об/мин
- диаметр диска до 125 мм
- вес: 1.8 кг

1.8 Технологическая последовательность изготовления

Таблица 1.9 – Технология изготовления основания блока аккумуляторов

№ операции	Наименование операции	Содержание операции	Используемое оборудование и режимы
1	2	3	4
1	Заготовительная	Резка	Машина термической резки ULTRAREX
2	Транспортная	Транспортировать на сборку	Тележка
3	Сборочная	Сборка Установить заготовку рамки основания по размерам. Установить салазки 4 шт. Фиксировать зажимами.	Стол для сборки и сварки. Выставляем прихватки ПДГ – 312. $I_{св} = 120A$, $U_d = 20B$, $d = 1.2$ Св – 08Г2С. $q = 6$ л/мин Каргон К18
4	Слесарная	Зачистить прихватки	Угловая шлифмашина Makita
5	Сварочная	Сварка рамки основания и приварка салазок	Стол для сборки и сварки ПДГ – 312. Режимы сварки сварного соединения Т1: $I_{св} = 140A$, $U_d = 20B$, $d = 1.2$ Св – 08Г2С. $q = 7$ л/мин

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата
-----	------	---------	------	------

ДП44.03.04.727 ПЗ

Лист

36

			Каргон К18
1	2	3	4
6	Слесарная	Зачистить сварные швы	Угловая шлифмашина Makita
7	Кантование	Повернуть заготовку на 180 ⁰	Кран мостовой электрический од- нобалочный подвесной г\п 5т
8	Сборочная	Установить рамку основания. Установить лист металла на рамку. Фиксировать зажимами. Выставить прихватки	Стол для сборки и сварки Выставляем прихватки ПДГ – 312 I _{св} = 100А, U _д = 18В, d = 0,8 Св – 08Г2С. q= 7 л/мин Каргон К18
9	Сварочная	Приварить лист к рамке	Установка для сварки Режимы сварки сварного соедине- ния Н1: I _{св} = 114А, U _д = 20В, d = 0,8 Св – 08Г2С. q= 7 л/мин Каргон К18
10	Слесарная	Зачистить сварные швы	Угловая шлифмашина Makita
11	Контрольная	Контроль качества основания	ВИК. Лупа 4-10 ^x

Вывод: В технологической части разработан проектируемый вариант на основе анализа базового варианта технологического процесса изготовления основания блока аккумуляторов вагона, при помощи автоматической сварки в среде защитного газа. Выбрали способ сварки, сварочные материалы, рассчитали режимы сварки, определились со сварочным оборудованием, так же разработали технологию последовательного изготовления изделия.

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		37

2 Экономический раздел

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки малых емкостей, изготавливаемых из стали марки 09Г2С с применением автоматической сварки в среде защитных газов.

По базовому варианту работа выполнялась механизированной (полуавтоматической) сваркой в среде CO_2 . При этом для сборки и сварки использовалась сварочная установка, в состав которой входили: сварочный полуавтомат ПДГ-251с источником ВДГ-302, сварочная горелка, сварочная плита, баллон с углекислотой.

Проектируемая технология предполагает замену механизированной сварки на автоматическую в среде защитных газов K20. Оборудование: Автомат для дуговой сварки A2 S GMAW Mini Master,

2.1 Определение капиталобразующих инвестиций

2.1.1 Определение технологических норм времени для получения сварного изделия

Общее время на выполнение сварочной операции $T_{шт-к}$, ч., состоит из нескольких компонентов и определяется по формуле:

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{нз} + t_{г} + t_{обс} + t_n, \quad (2.1)$$

где $T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время на выполнение сварочной операции, ч.;

$t_{осн}$ – основное время, ч.;

$t_{нз}$ – подготовительно-заключительное время, ч.;

$t_{г}$ – вспомогательное время, ч.;

$t_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, ч.;

t_n – время перерывов на отдых и личные надобности, ч.

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		38

Основное время ($t_{осн}$, ч) – это время на непосредственное выполнение сварочной операции. Оно определяется по формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{шв}}{V_{св}} \quad (2.2)$$

где $L_{шв}$ – сумма длин всех швов, $m \Sigma L_{шв} = 36,8$ м;

$V_{св}$ – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч, $V_{св} = 18$ м/ч;

$V_{св}$ – скорость сварки (базовый вариант), м/ч, $V_{св} = 8$ м/ч

Определяем основное время по формуле для обоих вариантов

$$t_{осн} = \frac{36,8}{8} = 4,6 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{36,8}{18} = 2,04 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Подготовительно-заключительное время ($t_{нз}$) включает в себя такие операции как получение производственного задания, инструктаж, получение и сдача инструмента, осмотр и подготовка оборудования к работе и т.д. При его определении общий норматив времени $t_{нз}$ делится на количество деталей, выпущенных в смену. Примем:

$$t_{нз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{нз} = \frac{4,6 \cdot 10}{100} = 0,46 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{нз} = 0,2 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Вспомогательное время (t_e) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой $t_э$, осмотр и очистку свариваемых кромок $t_{кр}$, очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$, клеймение швов $t_{кл}$, установку и поворот изделия, его закрепление $t_{узм}$:

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		39

$$t_{\theta} = t_{\varepsilon} + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (2.3)$$

При полуавтоматической и автоматической сварке во вспомогательное время входит время на заправку кассеты с электродной проволоки. Это время можно принять равным $t_{\varepsilon} = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ ч}$.

Время зачистки кромок или шва $t_{кр}$ (мин.) вычисляют по формуле:

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_C - 1)) \quad (2.4)$$

где n_C – количество слоев при сварке за несколько проходов, $n_C = 1$;

$L_{шв}$ – длина шва, м, $L_{шв} = 36,8 \text{ м}$.

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле для обоих вариантов

$$t_{кр} = 36,8 \cdot (0,6 + 1,2 \cdot (1-1)) = 22,08 \text{ мин.} = 0,37 \text{ ч.}$$

Сварка и в базовом и проектируемом варианте производится в один проход. Время на очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$ (мин.) рассчитываем по формуле

$$t_{бр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_C - 1)) \quad (2.5)$$

$$t_{бр} = 0,37 \text{ ч.}$$

Время на установку клейма ($t_{кл}$) принимают 0,03 мин. на 1 знак, $t_{кл} = 0,456 \text{ мин.} = 0,0076 \text{ ч}$.

Время на установку, поворот и снятие изделия ($t_{уст}$) зависит от его массы, данные указаны в таблице 6.

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		40

Таблица 2.1 – Норма времени на установку, поворот и снятие изделия в зависимости от его массы

Элементы работ	Вес изделия, кг						
	5	10	15	25	до 40	до 50	до 100
	Время, мин						
	вручную				краном		
Установить, повернуть, снять сборочную единицу и отнести на место складирования	1,30	3,00	4,30	6,00	5,20	6,30	8,40

$$t_{уст} = 3 \text{ мин.} = 0,05 \text{ ч.}$$

Таким образом рассчитываем значение t_e для обоих вариантов (оно одинаково)

$$t_e = 0,083 + 0,37 + 0,37 + 0,05 + 0,0076 = 0,88 \text{ ч.}$$

Время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) включает в себя время на установку режима сварки, наладку автомата, уборку инструмента и т.д., принимаем равным:

$$t_{обс} = (0,06 \dots 0,08) \cdot t_{осн} \quad (2.6)$$

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) по формуле для обоих вариантов

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 4,6 = 0,32 \text{ ч.}$$

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 2,04 = 0,14 \text{ ч.}$$

Время перерывов на отдых и личные надобности зависит от положения, в котором сварщик выполняет работы. При сварке в удобном положении

$$t_n = 0,07 \cdot t_{осн} \quad (2.7)$$

Рассчитываем t_n по формуле для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_n = 0,07 \cdot 4,6 = 0,32 \text{ ч.}$$

$$t_n = 0,07 \cdot 2,04 = 0,14 \text{ ч.}$$

Таким образом, расчет общего времени $T_{шт-к}$ на выполнение сварочной операции по обоим вариантам производим по формуле

$$T_{шт-к} = 4,6 + 0,46 + 0,88 + 0,32 + 0,32 \approx 6,58 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$T_{шт-к} = 2,04 + 0,2 + 0,88 + 0,14 + 0,14 \approx 3,4 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

2.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

1) Время сварки на одно изделие:

$$T_{шт} = L_{об} / V_{св} \quad (2.8)$$

$$t_{осн} = 4,6 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = 2,04 \text{ ч. (проектируемый вариант).}$$

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		42

Определяем общую трудоемкость *годовой производственной программы* $T_{\text{произв. пр.}}$ сварных конструкций по операциям техпроцесса по формуле, где N – годовая программа, *шт.*, в нашем случае $N = 1000$ *шт.*

$$T_{\text{произв. пр.}} = T_{\text{шт}} \cdot N \quad (2.9)$$

где $T_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляционное время технологической операции – сварки, ч. на одну металлоконструкцию;

N – годовая программа, шт.

$$T_{\text{произв. пр.}} = 6,58 \cdot 1000 = 6580 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 3,4 \cdot 1000 = 3400 \text{ ч.}$$

Определим трудоемкость только процесса сварки при выполнении *годовой производственной программы*

$$T_{\text{год}} = t_{\text{осн}} \cdot N \quad (2.10)$$

$$T_{\text{год}} = 4,6 \cdot 1000 = 4600 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{год}} = 2,04 \cdot 1000 = 2040 \text{ ч.}$$

2.3 Рассчитаем количество единиц сварочного оборудования:

$$C_p = \frac{T_{\text{год.}}}{\Phi_{\delta} \cdot K_n \cdot K_{см}} \quad (2.11)$$

где Φ_{δ} – действительный фонд времени работы оборудования, *час.*

($\Phi_{\delta} = 1914$ *час.*);

K_n – коэффициент выполнения норм ($K_n = 1,1 \dots 1,2$);

$K_{см}$ – количество смен, ($K_{см} = 1$)

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		43

$$C_p = \frac{4600}{1914 \cdot 1,2} = 2,08 \text{ примем } C_{II} = 2 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_p = \frac{2040}{1914 \cdot 1,2} = 0,9 \text{ примем } C_{II} = 1 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

Принятое количество оборудования C_p определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%. Таким образом, по базовой технологии используются одно рабочее место для сварки годового объема продукции. По новой измененной технологии достаточно одной установки для автоматической сварки в среде защитного газа. Примем для базового варианта $C_{np} = 1$ шт., а для проектируемого варианта примем $C_{np} = 1$ шт.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования K_3 производим по формуле

$$K_3 = \frac{C_p}{C_{np}} \quad (2.12)$$

$$K_3 = \frac{2}{2} = 1 \text{ (базовый вариант);}$$

$$K_3 = \frac{0,9}{1} = 0,9 \text{ (проектируемый вариант).}$$

Расчет капитальных вложений

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляем исходные данные в виде таблицы.

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		44

Таблица 2.2 – Состав и стоимость технологического оборудования

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Годовая производственная программа выпуска	шт	1000	1000
Сварочный полуавтомат ПДГ-516, источник питания ВДУ-506, $C_{онт}$	руб./шт	115000	
Сварочно-сборочный стол	руб./шт	5000	
Автомат для дуговой сварки A2 S GMAW Mini Master, источник сварочного тока Aristo Mig 4004i Pulse	руб./шт		841000
Стол для сборки и сварки основания	руб./шт		420000
Сварочная проволока Св-08Г2С, Ø 1,2 мм, $C_о$	руб./кг	80	80

Рассчитываем балансовую стоимость оборудования при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле

Балансовая стоимость оборудования ($K_{обj}$) определяется:

$$K_{обj} = C_{обj} \cdot (1 + K_{мз}), \quad (2.13)$$

где $C_{обj}$ – цена приобретения одного комплекта оборудования, руб.;

$K_{мз}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, затраты устройство фундамента, монтаж, наладку ($K_{мз} = 0,12$).

$$K_{обj} = C_{обj} \cdot (1 + K_{тз}) \quad (2.14)$$

$$K_{обj} = 120000 \cdot (1 + 0,12) = 134400 \text{ руб.} \quad (\text{базовый вариант});$$

$$K_{обj} = 1261000 \cdot (1 + 0,12) = 142320 \text{ руб.} \quad (\text{проектируемый вариант}).$$

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		45

Капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объёма работ ($K_{об}, руб.$) определяется по формуле:

$$K_{об} = \sum K_{обj} \cdot C_{Пj} \cdot K_{зj}, \quad (2.15)$$

$$K_{об} = 134400 \cdot 2 \cdot 1 = 268800 \text{ руб.} \quad (\text{базовый вариант});$$

$$K_{об} = 1412320 \cdot 1 = 1412320 \text{ руб.} \quad (\text{проектируемый вариант}).$$

где $K_{обj}$ – балансовая стоимость j -ого оборудования, руб.;

$C_{Пj}$ – принятое количество j -ого оборудования, шт.;

$K_{зj}$ – коэффициент загрузки j -ого оборудования, $K_{зj} = 1$, т.к. загрузка участка другой продукцией не предполагается.

Рассчитанные данные заносим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Цена комплекта оборудования, руб.	120000	1261000
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	134400	1412320
Количество комплектов оборудования, шт.	1	1
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	268800	1412320

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

ДП44.03.04.727 ПЗ

Лист

46

2.4 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций

2.4.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкций

Таблица 2.4 – Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска изделий

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Сталь 09Г2С, C_k	руб./кг	9,95	9,95
Тариф на электроэнергию, $C_{элм}$	руб./кВт-час	3,16	3,16
Защитный газ CO ₂ , $C_{з.г}$	руб./л		0,08
Расход защитного газа	л/мин		8
Длина сварного шва	м	36,8	36,8
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	4	5
Тарифная ставка, $T_{ст}$	руб.		
Сварщики		144	168
Вспомогательные рабочие		130	130
Масса конструкции	т	0,027	0,027

Технологическая себестоимость формируется из прямых затрат, связанных с расходом ресурсов при проведении сварочных работ в цехе. Расчет технологической себестоимости проводим по формуле (2.12).

$$C_T = MЗ + Z_э + Z_{пр} ,$$

(2.12)

где МЗ - затраты на все виды материалов, основных, комплектующих и полуфабрикатов;

$Z_э$ - затраты на технологическую электроэнергию (топливо);

$Z_{пр}$ - затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос - 30% от фонда оплаты труда).

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		47

Расчет материальных затрат

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энергоресурсы на технологические цели.

Материальные затраты (МЗ, руб.) рассчитываются по формуле (2.13).

$$MЗ = C_{o.m} + C_{др} , \quad (2.13)$$

где $C_{o.m}$ - стоимость основных материалов в расчете на одно металлоизделие, руб.;

$C_{эн}$ - стоимость электроэнергии при выполнении технологической операции сварки металлоизделия, руб.;

$C_{др}$ - стоимость прочих компонентов в расчете на одно металлоизделие.

К основным - относятся материалы, из которых изготавливаются конструкции, а при процессах сварки также учитываются и сварочные материалы: электроды, сварочная проволока, присадочный материал (защитный газ, сварочный флюс).

Стоимость основных материалов ($C_{o.m}$, руб.) в расчете на одно металлоизделие с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле(2.14).:

$$C_{o.m} = [C_{к.м} + C_{св.пр.} + (C_{зг} + C_{св.фл.})] \cdot K_{тр} , \quad (2.14)$$

где $K_{тр}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

Стоимость конструкционного материала ($C_{к.м}$)

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		48

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 09Г2С.

$$C_{к.м} = m_{к} \times Ц_{к.м}, \quad (2.15)$$

где $m_{к}$ – масса конструкции, $m_{к} = 0,027$ т;

$Ц_{к.м}$ - цена одной тонны конструкционного материала, $Ц_{к.м} = 40000$ руб.

$$C_{к.м} = 0,027 \cdot 40000 = 1080 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 19900 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

Расчет затрат на электродную проволоку

$$C_{св.пр} = M_{нм} \cdot \psi \cdot Ц_{с.п.} \cdot K_{тр}, \quad (2.16)$$

где $M_{нм}$ – масса наплавленного металла, кг;

$Ц_{с.п.}$ - оптовая цена 1 кг сварочной проволоки, $Ц_{с.п.} = 80$ руб.;

$K_{тр}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

Масса наплавленного металла $M_{нм}$ рассчитывается по формуле:

$$M_{нм} = V_{нм} \cdot \rho_{нм}, \quad (2.17)$$

где $V_{нм}$ - объем наплавленного металла, см³;

$\rho_{нм}$ - плотность наплавленного металла, г/см³ ($\rho_{стали} = 7,8$ г/см³).

Объем наплавленного металла $V_{нм}$ рассчитывается по формуле:

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		49

$$V_{HM} = L_{шв} \cdot F_o, \quad (2.18)$$

где F_o – площадь поперечного сечения наплавленного металла, см²;

$L_{шв}$ - длина сварного шва, см.

Исходные данные для расчетов:

$$L_{шв} = 36,8 \text{ м} = 3680 \text{ см}$$

$$F_o = 15,35 \text{ мм}^2 = 1,535 \text{ см}^2.$$

$$V_{HM} = 3680 \cdot 1,535 = 5649 \text{ см}^3.$$

$$M_{HM} = 5649 \cdot 7,8 = 44061 \text{ г} \approx 44,061 \text{ кг}$$

Производим расчеты $C_{св.пр}$ на изготовление одной металлоконструкции по формуле:

$$C_{св.пр} = 44,061 \cdot 1,2 \cdot 80 \cdot 1,05 = 4441,35 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{св.пр} = 44,061 \cdot 1,02 \cdot 80 \cdot 1,05 = 3775,1 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расчет затрат на газ

$$C_{BM(УГ)} = t_{осн} \cdot q_{зг} \cdot k_p \cdot Ц_{зг} \cdot K_T \quad (2.19)$$

где t – время сварки, час.;

$q_{зг}$ – скорость подачи защитного газа, л/мин.; $q_{зг} = 8 \text{ л/мин.}$;

k_p – коэффициент расхода газа; $k_p = 1,1$;

$Ц_{зг}$ – цена газа, руб.; $Ц_{зг} = 0,13 \text{ руб./дм}^3 \text{ К-20. } CO_2 = 0,08 \text{ руб./дм}^3$;

K_{TR} – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		50

расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

$$C_{BM(УГ)} = 4,6 \cdot 8 \cdot 1,1 \cdot 0,08 \cdot 1,05 = 3,4 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{BM(УГ)} = 2,04 \cdot 26 \cdot 1,1 \cdot 0,13 \cdot 1,05 = 7,96 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Статья «Топливо и энергия на технологические цели» ($C_{ЭН}$, руб.) включает затраты на все виды топлива и энергии, которые расходуются в процессе производства данной продукции (силовая энергия)

Затраты на электроэнергию на операцию

$$C_{ЭН} = \alpha_{Э} \cdot W \cdot Ц_{Э}, \text{ руб.} \quad (2.20)$$

где $\alpha_{Э}$ – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, $кВт \cdot ч/кг$.

W – расход электроэнергии, $кВт \cdot ч$;

$Ц_{Э}$ – цена за 1 $кВт \cdot ч$; $Ц_{Э} = 3,16 \text{ кВт} \cdot ч$.

$$C_{ЭН} = 44,061 \cdot 8 \cdot 0,752 \cdot 3,16 = 838 \text{ руб (базовый вариант);}$$

$$C_{ЭН} = 44,061 \cdot 5 \cdot 0,752 \cdot 3,16 = 524 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Стоимость основных материалов ($C_{о.м.}$, руб.) в расчете на одно металлоизделие с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле:

$$C_{о.м} = (1080 + 4441,35 + 838) \cdot 1,05 = 6359 \text{ руб.}$$

$$C_{о.м} = (1080 + 3775,1 + 524) \cdot 1,05 = 5381,1 \text{ руб.}$$

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		51

Материальные расходы ($MЗ$) на основные материалы на одно изделие (исключаем затраты на основной конструкционный материал) рассчитываются по формуле:

По базовому варианту:

$$MЗ = 6359 + 3,4 + 838 = 7200,4 \text{ руб.}$$

По проектируемому варианту:

$$MЗ = 5381,1 + 7,96 + 524 = 5913,06 \text{ руб.}$$

Расчет численности производственных рабочих

Определяем численность производственных рабочих (основных рабочих - сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих $Ч_{ор}$, а также сварщиков в их числе $Ч_{св}$ определяется по формуле:

$$Ч_{ор} = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_{др} \cdot n \cdot K_B}, \quad (2.21)$$

$$Ч_{св} = \frac{T_{св}}{\Phi_{др} \cdot n \cdot K_B} \quad (2.22)$$

где $T_{\text{произв. пр.}}$ - трудоемкость производственной программы, час.;

$\Phi_{др}$ - действительный фонд времени производственного рабочего ($\Phi_{др} = 1870 \text{ час.}$);

K_B - коэффициент выполнения норм выработки (1,1... 1,3).

$$Ч_{ор} = \frac{6580}{1870 \cdot 1,1} = 3,2 \text{ примем } Ч_{ор} = 4 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$Ч_{ор} = \frac{3400}{1870 \cdot 1,1} = 1,6 \text{ примем } Ч_{ор} = 2 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		52

Расчет расходов на оплату труда производственных рабочих

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих (Зпр) с отчислениями на социальное страхование рассчитывается по формуле (при применении повременной формы оплаты труда сварщиков)

$$Z_{\text{пр}} = (R_{\text{пв}_{\text{св}}} + R_{\text{пв}_{\text{вс}}}) \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{сс}} + D_{\text{вр}}, \quad (2.23)$$

$$R_{\text{пв}} = T_{\text{ст}} \cdot \Phi_{\text{р}} \cdot \text{Ч} / N \quad (2.24)$$

где $\Phi_{\text{р}}$ - годовой действительный фонд времени одного рабочего, час.

($\Phi_{\text{р}} \approx 1870$ час.);

$T_{\text{ст}}$ - тарифная ставка; для сварщиков в базовом варианте - 144 руб./час., в проектируемом - 168руб./час.; для вспомогательных рабочих - 130 руб/час.;

Ч - количество рабочих; в базовом варианте сварщиков $\text{Ч}_{\text{св}} = 4$ чел.; в проектируемом $\text{Ч}_{\text{св}} = 2$ чел.,

N - годовая программа выпуска металлоизделий, $N = 1000$ шт.

$R_{\text{пв}}$ –расценка за единицу изделия для сварщиков $R_{\text{пв}_{\text{св}}}$

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент премирования, (данные предприятия), $K_{\text{пр}} = 1,5$;

$K_{\text{сс}}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды (социальный взнос), $K_{\text{сс}} = 1,3$;

$K_{\text{д}}$ - коэффициент, определяющий размер дополнительной заработной платы, (статья «Дополнительная заработная плата производственных рабочих» отражает выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное в производстве время (оплата отпускных, компенсаций, оплата

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		53

льготных часов подросткам, кормящим матерям). Размер выплат предусмотрен обычно в пределах 10% -20% от основной зарплаты), Кд - 1,2;

Двр – доплата за вредные условия труда, руб.

$$Р_{пв_{св}} = 144 \cdot 1870 \cdot 4 / 1000 = 1077 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$Р_{пв_{св}} = 168 \cdot 1870 \cdot 2 / 1000 = 628 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Доплата за вредные условия труда (только для сварщиков) рассчитывается по формуле

$$D_{вр} = T_{ст} \cdot T_{вр}, \quad (2.25)$$

где $D_{вр}$ – доплата за вредные условия труда, руб.;

$T_{ст}$ – тарифная ставка сварщиков, для базового варианта $T_{ст} = 144$ руб.; для проектируемого $T_{ст} = 168$ руб.;

$T_{вр}$ – время работы во вредных условиях труда,

$T_{вр} = T_{шт-к}$ (0,05 ... 0,51), мин.; для полуавтоматической и автоматической сварки коэффициент принимаем соответственно 0,51 и 0,05.

Выполним расчет расходов на оплату труда рабочих $Z_{пр}$ (с учетом доплат за вредность для сварщиков) приходящихся на одно изделие:

$$D_{вр} = 144 \cdot 6,58 \cdot 0,51 = 483 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$Z_{пр} = 1077 + 483 = 1560 \text{ руб.}$$

$$D_{вр} = 168 \cdot 3,4 \cdot 0,51 = 291 \text{ руб. (проектный вариант)}$$

$$Z_{пр} = 628 + 291 = 919 \text{ руб.}$$

Выполним расчет расходов на оплату труда рабочих $Z_{пр}$ на годовую программу:

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		54

$$Z_{\text{год}} = N \cdot Z_{\text{пр}}$$

$$Z_{\text{год}} = 1000 \cdot 1560 = 1560000 \text{ руб. (базов. вариант)}$$

$$Z_{\text{год}} = 1000 \cdot 919 = 919000 \text{ руб. (проект. вариант)}$$

Среднемесячные расходы на оплату труда одного рабочего составят:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{год}} / 12 \cdot Ч_{\text{ор}}$$

$$Z_{\text{м}} = 1560000 / (12) \cdot 4 = 32500 \text{ руб. (баз. вариант)}$$

$$Z_{\text{м}} = 919000 / (12) \cdot 2 = 38291 \text{ руб. (проект. вариант)}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости Ст изготовления годового объема выпуска металлоконструкций (N= 1000 шт.) в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Результаты расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Затраты на основные материалы, Со.м , руб.	6359	5381
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), Сэн, руб.	838	524
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), Зпр, руб.	1560000	919000
Технологическая себестоимость, Ст, руб./металлоизделие	1567197	924905

Расчет производственной себестоимости изготовления металлоизделия.

Производственная себестоимость ($C_{\text{пр}}$, руб.) включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством, расчет $C_{\text{пр}}$ проводят по формуле:

$$C_{\text{ПР}} = C_{\text{Т}} + P_{\text{пр}} + P_{\text{хоз}}, \quad (2.26)$$

где $C_{\text{Т}}$ – технологическая себестоимость, руб.;

$P_{\text{пр}}$ – общепроизводственные (цеховые) расходы, руб.;

$P_{\text{хоз}}$ – общехозяйственные расходы, руб.

В статью «Общепроизводственные расходы» ($P_{\text{пр}}$, руб.) включаются:

- амортизационные отчисления технологического оборудования, установленного в цехе;
- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования;
- расходы на оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов;
- расходы на охрану труда работников и др.

$$P_{\text{пр}} = C_{\text{А}} + C_{\text{р}} + P_{\text{пр}}^* \quad (2.27)$$

где $C_{\text{А}}$ – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$C_{\text{р}}$ – на ремонт и техническое обслуживание оборудования, руб.;

$P_{\text{пр}}^*$ – расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение).

Затраты на амортизацию оборудования, приходящиеся на одно изделие ($C_{\text{А}}$), при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии рассчитаем по формуле:

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		56

$$C_A = \frac{K_{об} \cdot H_A \cdot n_o \cdot T_{шт-к} \cdot K_o}{100 \cdot \Phi_D \cdot K_B} \cdot K_o \quad (2.28)$$

где $K_{об}$ – балансовая стоимость единицы оборудования, руб.;

H_A – норма годовых амортизационных отчислений, %; для механизированной сварки $H_A = 14,7$ %;

Φ_D – действительный эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час. $\Phi_D = 1914$ час.;

$T_{шт-к}$ – время на выполнение сварочной операции на годовую программу производства, час.;

K_o – коэффициент загрузки оборудования, $K_o = 0,9$;

n_o – количество оборудования, шт.;

K_B – коэффициент, учитывающий выполнение норм времени, $K_B = 1,1$.

Базовый вариант:

$$C_A = \frac{268800 \cdot 14,7 \cdot 1,23}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 167 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант

$$C_A = \frac{1412320 \cdot 14,7 \cdot 3,4}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 0,9 = 302 \text{ руб.}$$

Другие затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования, C_p , руб. рассчитываются по формуле:

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot D}{100} \frac{K_{об} \cdot n_o}{100} \quad (2.29)$$

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		57

где $K_{об}$ – капитальные вложения в оборудование и техоснастку, руб.;

Значение D принимается равным 3 %.

$$C_p = \frac{268800 \cdot 3}{100} = 10920 \text{ руб}$$

$$C_p = \frac{1412320 \cdot 3}{100} = 42370 \text{ руб.}$$

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение), прочие цеховые расходы принимаются в процентах от заработной платы производственных рабочих

$$P_{\text{ПР}}^* = \frac{\%P_{\text{ПР}} \cdot ЗП_o}{100}, \quad (2.30)$$

$$P_{\text{ПР}}^* = \frac{15600000 \cdot 10}{100} = 156000 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ПР}}^* = \frac{919000 \cdot 10}{100} = 91900 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

где $ЗП_{\text{ПР}}$ – заработная плата производственных рабочих, руб.;

$\%РПР$ – процент общепроизводственных расходов на содержание производственных помещений и прочих цеховых расходов, %. $РПР = 10\%$.

Расчет общехозяйственных расходов. В статью «Общехозяйственные расходы» (РХОЗ, руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация зданий и сооружений общезаводского назначения; расходы на содержание зданий и сооружений общезаводского назначения (ремонт и расходы по эксплуатации, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, прочие расходы по содержанию и охране, содержание легкового автотранспорта, обязательное

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		58

страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний и т.д.). Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле:

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{\%P_{\text{ХОЗ}} \cdot ЗП_o}{100}, \quad (2.31)$$

где ЗП – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

% РХОЗ – процент общехозяйственных расходов, % РХОЗ = 25%.

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{25 \cdot 1560000}{100} = 39000 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{25 \cdot 919000}{100} = 306804 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Выполним расчет общепроизводственных расходов (2.27) :

по базовому варианту:

$$P_{\text{пр}} = 167 + 10920 + 156000 = 156170 \text{ руб.}$$

по проектируемому варианту:

$$P_{\text{пр}} = 302 + 42370 + 91900 = 134572 \text{ руб.}$$

Выполним расчет производственной себестоимости по формуле (2.26)

По базовому варианту:

$$C_{\text{пр}} = 1567197 + 156000 + 390000 = 2113197 \text{ руб.}$$

По проектируемому варианту

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		59

$$C_{\text{ПР}} = 924905 + 91900 + 306804 = 1323609 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости изготовления металлоконструкций, Сп производим по формуле:

$$СП = C_{\text{ПР}} + P_{\text{К}}, \quad (28)$$

где $P_{\text{К}}$ – коммерческие расходы, руб.

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» ($P_{\text{К}}$, руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле:

$$P_{\text{К}} = \frac{\% P_{\text{К}} \cdot C_{\text{ПР}}}{100}, \quad (2.31)$$

где $\%P_{\text{К}}$ – процент коммерческих расходов от производственной себестоимости, $\%P_{\text{К}} = 0,1-0,5\%$.

$$P_{\text{К}} = 0,1 * 2113197 / 100 = 2114 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$СП = 2113197 + 2114 = 2115311 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{К}} = 0,1 * 1323609 / 100 = 1325 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

$$СП = 1323609 + 1325 = 1324934 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов себестоимости изготовления металлоизделий сводятся в таблицу 2.6

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		60

Таблица 2.6 – Калькуляция себестоимости по сравниваемым вариантам, руб.

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектируемый вариант	Отклонения (+,-) проектируемый вариант в сравнении с базовым
1. Материальные затраты:	7200	5913	1287
2. Затраты на технологическую электроэнергию	838	524	314
3. Заработная плата производственных рабочих	1560000	919000	641000
Итого технологическая себестоимость, Ст	1567197	924905	642292
4. Общепроизводственные расходы, Р _{ПР}	156170	134572	21598
5. Общехозяйственные расходы, Р _{ХОЗ} .	390000	30684	359316
Итого производственная себестоимость, С _{ПР}	2113197	1246555	866642
6. Коммерческие расходы, Р _К	2114	1247	867
Итого полная себестоимость, С _П	2115311	1324934	790377

2.5 Расчет показателей экономической эффективности

Расчет годовой экономии по полной себестоимости, $\Delta C_{П}$, руб., производим по формуле:

$$\Delta C_{П} = C_{П1} - C_{П2}, \quad (2.32)$$

$$\Delta C_{П} = 2115311 - 1324934 = 790377$$

где $C_{П1}$, $C_{П2}$ - полная себестоимость годового выпуска продукции по базовому и проектируемому вариантам соответственно.

Технологическая себестоимость в проектируемом варианте меньше технологической себестоимости в базовом варианте за счет снижения расхо-

дов на заработную плату и общехозяйственные нужды, а также за счет снижения коммерческих расходов.

Расчет прибыли от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, П, руб. рассчитываем по формуле (2.35).

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Ц, руб.) по формуле (2.33) по базовому и проектируемому вариантам. Среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции, K_p , определяющий среднеотраслевую норму доходности продукции и учитывающий изменение качества металлоизделия (надежность, долговечность) в эксплуатации принимаем равным соответственно в базовом варианте - 1,3; в проектируемом - 1,5.

$$Ц = (C_n * K_p) / N, \quad (2.33)$$

где N – годовой объем выпуска изделий, шт., N = 1000

$$Ц_1 = (2115311 \cdot 1,3) / 1000 = 2750 \text{ руб.}$$

$$Ц_2 = (1324934 \cdot 1,5) / 1000 = 1987,401 \text{ руб.}$$

Рассчитываем выручку от реализации годового объема металлоизделий (В) по базовому и проектируемому вариантам:

$$В = Ц * N \quad (2.34)$$

$$В_1 = 2750 \cdot 1000 = 2750000 \text{ руб.}$$

$$В_2 = 1987,401 \cdot 1000 = 1987401 \text{ руб.}$$

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		62

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой (2.33) по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий

$$\Pi = B - C_{\Pi}, \quad (2.35)$$

$$\Pi_1 = 2750000 - 2115311 = 634689 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 1987401 - 1247802 = 739599 \text{ руб.}$$

Изменение (прирост, уменьшение) прибыли $\Delta\Pi$ в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым рассчитывается по формуле:

$$\Delta\Pi = \Pi_2 - \Pi_1, \quad (2.36)$$

$$\Delta\Pi = 739599 - 634689 = 104910 \text{ руб.}$$

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций, $N_{кр}$) проводим по формуле по базовому и проектируемому вариантам:

$$N_{кр} = \frac{C_{пост}}{Ц - C_{пер.}}, \quad (2.37)$$

где $N_{кр}$ - критический объем выпуска продукции;

$C_{пост.}$ - постоянные затраты (полная себестоимость годовой производственной программы выпуска металлоизделий C_{Π} , за вычетом технологической себестоимости в расчете на годовую программу выпуска, C_T);

$Ц$ - отпускная цена металлоконструкции, руб./изделие;

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		63

$C_{\text{пер}}$ - переменные затраты, включающие технологическую себестоимость единицы изделия, руб./изделие.

$$C_{\text{пер}} = C_{\text{тех}} / N \quad (2.38)$$

$$C_{\text{пер}} = 1567197 / 1000 = 1567,197 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пер}} = 924905 / 1000 = 924,905 \text{ руб.}$$

$$N_{\text{кр}} = \frac{2115311 - 268800}{2750 - 1567,197} = 156 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{кр}2} = \frac{1324934 - 1412320}{1987,401 - 924,905} = 82 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции, R , выполняем по формуле:

$$R = \frac{\Pi}{C_n} * 100 \quad (2.39)$$

$$R_1 = \frac{634689}{2115311} \cdot 100 = 30\%$$

$$R_1 = \frac{739599}{1324934} \cdot 100 = 55\%$$

Расчет производительности труда (выработка в расчете на 1 производственного рабочего (в базовых ценах), тыс. руб./чел.), $\Pi_{\text{тр}}$ производим соответственно по базовому и проектируемому вариантам:

$$\Pi_{\text{тр}} = \frac{B}{\text{Ч}_{\text{оп}}}, \quad (2.40)$$

$$\Pi_{\text{тр}1} = \frac{2750000}{1} = 2750000 \text{ руб./чел.}$$

$$\Pi_{\text{тр}2} = \frac{1987401}{1} = 1987401 \text{ руб./чел.}$$

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		64

Расчет срока окупаемости капитальных вложений, T_o производим по формуле:

$$T_o = \frac{\Delta K_o}{\Delta \Pi} \quad (2.41)$$

$$T_o = \frac{1412320 - 268800}{104910} = 1,09 \text{ года}$$

После проведения экономических расчетов сгруппируем результирующие показатели экономической эффективности в виде таблицы.

Таблица 2.7 – Техничко-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	2	3	4	5	6
1	Годовой выпуск продукции, N	шт.	1000	1000	-
2	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	тыс.руб.	2750000	1987401	762599
3	Капитальные вложения, К	тыс.руб.	268800	1412320	-1143520
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, C_T	тыс.руб.	1567197	924905	642292
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, C_{Π}	тыс.руб.	2115311	1324934	790377
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	тыс.руб.	634689	739599	-104910
7	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	4	2	2
8	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), $\Pi_{\text{тр}}$	тыс.руб./чел.	2750000	1987401	762599
9	Рентабельность продукции, R	%	30	55	-25

1	2	3	4	5	6
10	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений ($T_{ок}$)	год		1,09	
11	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	156	82	74

Вывод: Предложенный в проекте технологический способ сварки металлоизделия эффективен, прежде всего, в сфере эксплуатации за счет повышения качества и увеличения срока службы сварных соединений металлоизделия.

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		66

3 Методический раздел

В технологической части разработанного дипломного проекта разработана технология сборки и сварки основания блока аккумуляторов. В процессе разработки предложена замена механизированной сварки основания на электродугую сварку с использованием автоматической сварки в среде защитных газов. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное, что позволяет использование сварочного автомата для дуговой сварки A2 S GMAW Mini Master для производства процесса сварки. Реализация разработанной технологии предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт предложенного оборудования.

К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» уровень квалификации 3. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), в связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести данную программу в рамках промышленного предприятия.

Для разработки программы переподготовки необходимо изучить и проанализировать такие нормативные документы как Профессиональные стандарты. *Профессиональный стандарт* является новой формой определения квалификации работника по сравнению с единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих и единым квалификационным справочником должностей руководителей, специалистов и служащих.

Профессиональные стандарты применяются:

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		68

- работодателями при формировании кадровой политики и в управлении персоналом, при организации обучения и аттестации работников, разработке должностных инструкций, тарификации работ, присвоении тарифных разрядов работникам и установлении систем оплаты труда с учетом особенностей организации производства, труда и управления;
- образовательными организациями профессионального образования при разработке профессиональных образовательных программ;
- при разработке в установленном порядке федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования.

3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

1. Профессиональный стандарт «Сварщик» (код 40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован Минюстом России 13.02.2014г., рег. № 31301)

2. Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109, рег. № 664, Приказ Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег. № 40426).

На первом этапе рассмотрим функциональную карту видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением полуавтоматической сварки в среде защитных газов.

В таблице 1 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик ручной

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		69

дуговой сварки плавящимся покрытым электродом (3-й разряд) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

Таблица 3.1 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением»

<i>Характеристики</i>	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Трудовая функция</i>	Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками	Полностью механизированная и автоматическая сварка плавлением металлических материалов
<i>Трудовые действия</i>	Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей). Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением основания блока аккумуляторов вагона	Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документации. Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты. Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования для сварки в среде защитных газов.
<i>Необходимые умения:</i>	Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением основания блока аккумуляторов вагона	Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку. Применять сборочные приспособления для сборки и сварки в среде защитных газов

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

ДП44.03.04.727 ПЗ

Лист

70

1	2	3
Необходимые знания	<p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением.</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах.</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.</p> <p>Сварочные автоматы для сварки в среде защитных газов</p>
<i>Другие характеристики:</i>	Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией: механизированная сварка основания блока аккумуляторов вагона	Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией: сварка дуговая в среде защитных газов планки автосцепки вагона
<i>Характеристики выполняемых работ:</i>	<p>прихватка элементов конструкции частично механизированной сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва;</p> <p>частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций типа основания блока аккумуляторов вагона</p>	

Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением» является следующее:

Необходимые знания:

					ДП44.03.04.727 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		71

Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах.

Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.

Сварочные автоматы для сварки в среде защитных газов

Необходимые умения:

– Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой давлением, и обозначение их на чертежах

– Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки давлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов

– Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку давлением. Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой давлением.

– Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки давлением

– Требования к подготовке конструкции под сварку

– Технология полностью механизированной и автоматической сварки давлением

– Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля. Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		72

– Правила технической эксплуатации электроустановок. Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Правила эксплуатации газовых баллонов. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.

– Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки.

– Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования.

На основании выявленного сравнения возможно разработать содержание краткосрочной подготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» и провести данную работу в рамках промышленного предприятия без отрыва от производства.

3.2 Разработка учебного плана переподготовки

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для переподготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическое обучение при переподготовке рабочих содержит экономический, общепромышленный и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		73

минут на одного обучаемого. Время на квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения.

Исходя из сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» является следующее, который представлен в таблице 3.2. Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 3.2 - Учебный план переподготовки рабочих

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	66
1.1	Основы экономики отрасли	3
1.2	Материаловедение	3
1.3	Основы электротехника	2
1.4	Чтение чертежей	2
1.5	Спецтехнология	52
2	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ	122
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	36
2.2	Работа на предприятии	86
	Консультации	2
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	176

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии производства, организации труда в объеме, необходимом для прочного овла-

дения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих, формировании ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции. Программа предмета «Спецтехнология» разрабатывается на основе квалификационной характеристики, учебного план переподготовки и учета требований работодателей.

Таблица 3.3 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Введение	2
2	Оборудование для автоматической сварки в среде газов	16
3	Сварочные материалы	6
4	Сварные конструкции	5
5	Технология автоматической сварки в среде газов	18
6	Механизация и автоматизация сварочного производства	5
	Итого:	52

В данной программе предусматривается изучение технологии и техники автоматической сварки, устройство работы и эксплуатации оборудования различных типов, марок и модификаций.

3.4 Разработка плана - конспекта урока

План-конспект урока

Тема курса: Сварочные автоматы для дуговой автоматической сварки в среде CO₂».

Тема урока: «Типовые узлы сварочных автоматов. Автоматическая головка «ESAB A2 S Mini Master».

Цели урока:

Образовательная: сформировать понятия об основных узлах сварочных автоматов; назвать особенности узлов сварочных автоматов; охарактеризовать особенности типовых узлов сварочных автоматов.

Развивающая: развивать умения определять типовые узлы автомата в зависимости от конструкции; развить навыки самостоятельной работы при чтении схем, чертежей сварочных автоматов.

Воспитывающая: развивать у рабочих коммуникативные навыки необходимые для продуктивной работы в бригаде; развить чувство ответственности за исправность используемого оборудования; воспитать бережливое отношение к рациональному использованию энергетических ресурсов, расходных материалов.

Тип урока: урок усвоения новых знаний.

Структура урока и затраты времени на этапы:

1. Организационная часть 3-5 мин. Приветствие, проверка по списку всех присутствующих, организационные вопросы. Изложение темы и цели урока.

2. сообщение нового материала 50-55 мин.

3. Первичное закрепление нового материала 10-15 мин.

Краткий опрос – беседа со слушателями в аудитории.

Средства обучения:

Плакат «Автоматическая головка ESAB A2 S Mini Master».

Методы преподавания:

- словесные методы (объяснение);

- наглядные методы (демонстрация плакатов).

Учебная литература:

Сварочное производство / Колганов Л. А. — Ростов н/Д: «Феникс», 2012. — 512 с.

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		76

Таблица 3.4 - План-конспект урока по спецтехнологии на тему: «Типовые узлы сварочных автоматов. Автоматическая головка ESAB A2 S Mini Master»

Этапы урока, затраты времени	Содержание учебного материала	Описание методики осуществления учебной деятельности
1	2	3
Организа- ционная часть 3-5 мин.	<p>Тема: «Типовые узлы сварочных автоматов. Автоматическая головка ESAB A2 S Mini Master».</p> <p>Цели: - сформировать понятия об основных узлах сварочных автоматов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - назвать особенности узлов сварочных автоматов; - охарактеризовать особенности типовых узлов сварочных автоматов; - развивать умение определять типовые узлы автомата в зависимости от конструкции; - развивать навыки самостоятельной работы при чтении схем, чертежей сварочных автоматов; - развивать у рабочих коммуникативные навыки необходимые для продуктивной работе в бригаде; - сформировать чувство ответственности за исправность используемого оборудования; - воспитывать бережливое и экономически правильное отношение к используемым энергетическим ресурсам и расходным материалам. 	Приветствие преподавателя, проверка присутствующих по учебному журналу группы; тема урока, ее актуальность.
Сообщение нового ма- териала 50-55 мин.	<p>Общие сведения об устройстве сварочных автоматов.</p> <p>Сварочным автоматом называется комплекс механизмов и электрических приборов необходимых для механизации процесса выполнения сварного соединения.</p> <p>I Сварочная головка.</p> <p>В автоматах сварочной головкой называется механизм, который обеспечивает подвод сварочного тока к электродной проволоке, возбуждает электрическую дугу, подает проволоку в зону горения дуги и прекращает процесс сварки. Сварочная головка называется подвижной, если она установлена неподвижно, а свариваемое изделие вращается или передвигается относительно нее. Если же в конструкции головки имеется механизм для ее перемещения, то она называется самоходной. Обычно самоходные головки перемещаются по направляющим рельсам или уголкам. Сварочная головка вместе с газовой</p>	<p>Методы обучения (по источнику знаний)</p> <ul style="list-style-type: none"> - словесный; - наглядный. <p>Словесный объяснения.</p> <p>Речь преподавателя в меру громкая, членораздельная, литературно и технически грамотная.</p> <p>Объяснение ведется повернувшись к аудитории лицом.</p> <p>В случае записи на доске выполнение рисунков объяснения не вести.</p> <p>Наглядный показ – наглядных пособий (плакаты, натуральное оборудование).</p>

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата
-----	------	---------	------	------

ДП44.03.04.727 ПЗ

Лист

77

аппаратурой называется сварочным автоматом. Если в конструкции сварочного автомата имеется тележка, перемещающаяся непосредственно по свариваемому изделию, то такой автомат называется сварочным трактором. Сварочные автоматы различных типов для сварки в среде защитных газов имеют ряд общих и унифицированных сборочных единиц (узлов) и механизмов, устройство которых мы сейчас с вами рассмотрим.



Технические характеристики

Наименование	MIG/MAG одной проволокой
Макс, ток при ПВ100%, А	600
Диаметр проволоки, мм	0,8-2,4
Скорость подачи проволоки, м/мин	16

Механизм подачи для автоматической сварки ESAB A2 S Mini Master предназначен для сварки и наплавки в среде защитных газов. Головка состоит из блока управления и механизма подачи проволоки.

Преимущества:

- Система управления позволяет точно контролировать сварочный процесс и характеристики дуги.
- Быстрая настройка под широкий диапазон сварочных процессов, скоростей подачи и диаметров проволоки.
- Компактные элементы с отличной возможностью компоноваться в простые комбинации сложных автоматизированных производственных линий.

II. Роликовые копиры:

Данные устройства предназначены для направления электродной проволоки 5 по кромкам 4, разделен-

Выполнение рисунков, схем на доске.

Плакаты демонстрировать по мере необходимости, по прохождению учебного материала.

Плакаты вывешивать на доске повыше, чтобы их было видно с дальних парт. Для изображения на доске выполняют некоторые рисунки, схемы. Пользоваться указкой, повернувшись к аудитории в противоположность.

Методика руководства конспектированием слушателей.

Основные понятия и определения под запись. Эскизы схем, рисунков с плакатов перенести в тетрадь. Остальной материал по усмотрению учащихся. Методика установки обратной связи с учащимися.

В процессе изложения материала используется диалоговая система общения между преподавателем и учащимися.

Задаются короткие вопросы для диагностики понимания учащимися излагаемого материала.

Желательно чтобы отвечало как можно больше слушателей. Не страшно то что ответы будут не всегда правильными.

Главное, что в диалоге было включено максимальное количество учащихся.

Данная методика очень эффективна в подтверждении познавательного

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата
-----	------	---------	------	------

ДП44.03.04.727 ПЗ

Лист

69

ным под сварку. Копир состоит из двух или трех роликов 1, расположенных друг за другом в кронштейне 2. оси роликов и электродной проволоки располагаются в одной плоскости. Ролики все время находятся под действием пружин 3, прижимающим их к изложницам шва. Эти пружины дают так же возможность роликам вертикально перемещаться при переходе их через прихватки. Во время сварки ролики входят в разделку шва, движутся впереди электродной проволоки и автоматически направляют ее по шву.

III. Указатели электродной проволоки при сварке без разделки кромок

Указатели могут быть стрелочными или световыми. Световой указатель состоит из корпуса, внутри которого расположены электрическая лампочка, линзы и выключатель. Линза собирает световые лучи и направляет их в виде тонкого пучка на одну из свариваемых кромок. В процессе сварки указатели расположенные в одной плоскости с электродной проволокой, движутся впереди газа и указывают положение проволоки по отношению к оси шва.

При работе сварщик наблюдает за положением стрелки указателя или светового луча и с помощью корректировочного механизма вручную направляет электродную проволоку по кромкам свариваемых деталей.

IV. Токоподводящие мундштуки.

Токоподводящие мундштуки служат для подвода сварочного тока к электродной проволоке непосредственно у самой дуги и направления ее в зону сварки.

Подвод тока осуществляется скользящим контактом. Мундштуки могут быть роликового, колодочного, трубчатого и сапожкового типов.

Роликовый мундштук снабжен двумя, а иногда тремя неподвижными контактными бронзовыми роликами 5 (с канавками), между которыми скользит сварочная проволока 1. ролики укреплены на токоведущем корпусе 2 и с помощью винта 4 сжимаются пружинами 3. По мере износа контактные ролики поворачивают на некоторый угол до восстановления необходимого электрического контакта и закрепляют в новом положении болтами 6.

Колодочный мундштук состоит из двух медных колодок 4 с прорезями. Одна из колодок подвижная и прижимает электродную проволоку 5 к другой колодке с помощью винта 2 и пружины 1. Сварочный

тонуса у учащихся.

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

ДП44.03.04.727 ПЗ

Лист

70

	<p>ток от корпуса головки б подводится к неподвижной колодке. Для уменьшения износа колодок в них вставляют сменные бронзовые вкладыши 3 с различным размером канавок. Это позволяет использовать один мундштук для проволок различных диаметров. Роликовые и колодочные мундштуки применяют при сварке электродной проволокой сравнительно больших диаметров 3-5 мм.</p> <p>V. Подающие и прижимные ролики.</p> <p>Подающие и прижимные ролики предназначены для подачи электродной проволоки в дугу. Ролики изготавливают из легированной стали или высокоуглеродистой стали и закаливают до твердости HRC 50-60. для лучшего сцепления с проволокой подающие ролики имеют клиновидную канавку.</p>	
Первичное закрепление нового материала 10-15 мин.	<p>Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. какие разновидности типовых узлов сварочных автоматов существуют. 2. Назвать их принципы работы и их характерные отличия друг от друга. 3. Что такое сварочная головка. 4. Что такое правильный механизм; его прицепы действия. 5. Перечислить виды мундштуков, назвать отличия между ними. 	<p>Краткий повтор пройденного материала проводится в виде кратких вопросов, которые задают уже конкретным учащимся. Оценки не выставляются, конкретные формулировки не спрашиваются, вопросы направлены на общее понимание материала. Если есть проблемы в понимании нужно коротко, ясно повторить данные моменты.</p>
Выдача домашнего задания 3-5 мин.	<p>Проработать дома материалы учебника и конспектов записанных на занятии. Учебник параграф III.</p>	<p>Объявить о выдаче домашнего задания. Проследить чтобы все учащиеся открыли свои тетради и записали под диктовку, что нужно будет сделать самостоятельно дома.</p>

Методическая часть дипломного проекта раскрывает научно-обоснованную целенаправленную учебно-методическую работу преподавателя, которая обеспечивает единство планирования, организации и контроля качества усвоения нового содержания обучения в системе начального профессионального образования. Содержание технологического раздела дипломного проекта явилось составной частью методической разработки.

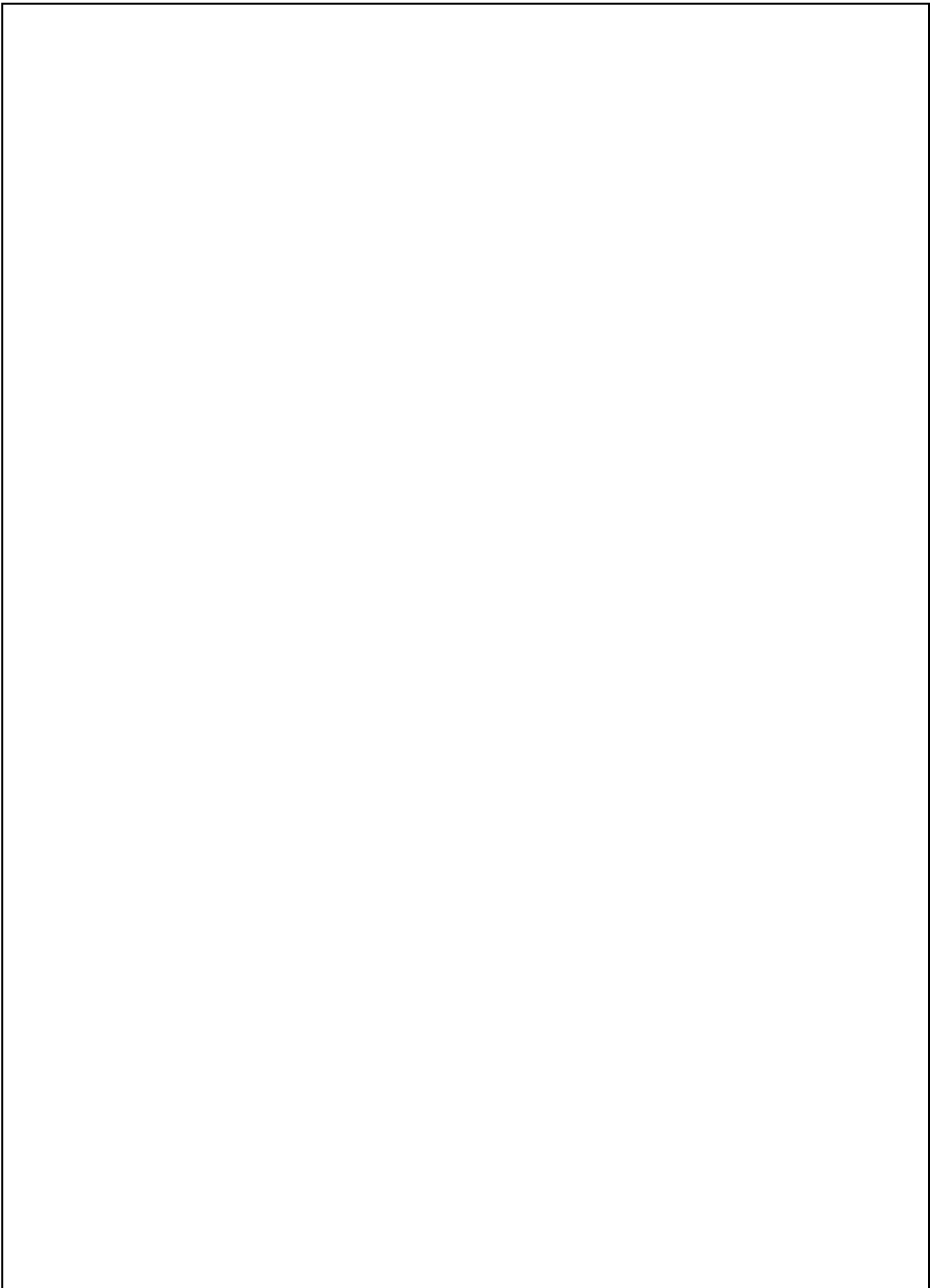
					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		71

Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали квалификационную характеристику рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»;
- составили учебный план для профессиональной «Оператор автоматической сварки плавлением»;
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;
- разработали план - конспект урока по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;
- - разработали средства обучения для выбранного занятия.

Данную разработку, возможно, использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования - подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		72



					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		73

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте предложено усовершенствовать технологию сварки на автоматическую в среде защитных газов. Проведена оценка планируемых результатов и сравнительный анализ с существующей на предприятии технологией.

Кроме того, предложена методическая разработка по обучению персонала для работы на установке для автоматической сварки основания блока аккумуляторов.

Технические оценки, полученные в результате исследования, подтверждают актуальность проектной разработки, экономическую значимость для предприятия. Произведённые в работе экономические расчёты показали, что внедрение автоматической сварки является одним из перспективных направлений к повышению конкурентоспособности продукции за счёт снижения её себестоимости с одновременным повышением качества изготовления.

Таким образом, можно считать, что задачи дипломного проекта выполнены и цели достигнуты.

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		74

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 *Фрумин, И.И.* Автоматическая электродуговая наплавка / И.И.Фрумин. – Харьков: Metallurgizdat, 1961. – 422 с.
- 2 *Винокурова, В.А.* Справочник сварка в машиностроении: В 4-х т. / под ред. В.А. Винокурова. - М.: Машиностроение, 1979.
Т.1. – 504с.
Т.2.- 462с.
Т.3. – 567с.
- 3 *Зубченко, А. С.* Марочник сталей и сплавов / под ред. А. С. Зубченко. М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.
- 4 *Верховенко Л.В.* Справочник сварщика / Л.В. Верховенко, А.К. Тукин.: 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 480 с.
- 5 *Чвертко, А.И.* Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки / А.И.Чвертко, В.Е. Патон, В.А. Тимченко. – М.: Машиностроение, 1981. –264 с.
- 6 *Толстов, И.А.* Повышение работоспособности инструмента горячего деформирования / И.А. Толстов, А.В. Пряхин, В.А. Николаев.– М. : Металлургия, 1990. – 143 с.
- 7 *Крагельский, И.В.* Трение и износ в машинах / И.В. Крагельский. – М: Машгиз, 1962. – 382 с.
- 8 *Потапов, Н.Н.* Основы выбора флюсов при сварке сталей/ Н.Н. Потапов.– М.: Машиностроение, 1979. – 168 с.
- 9 *Акулов, А.И.* Технология и оборудование сварки плавлением для студентов вузов/ А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 432с.

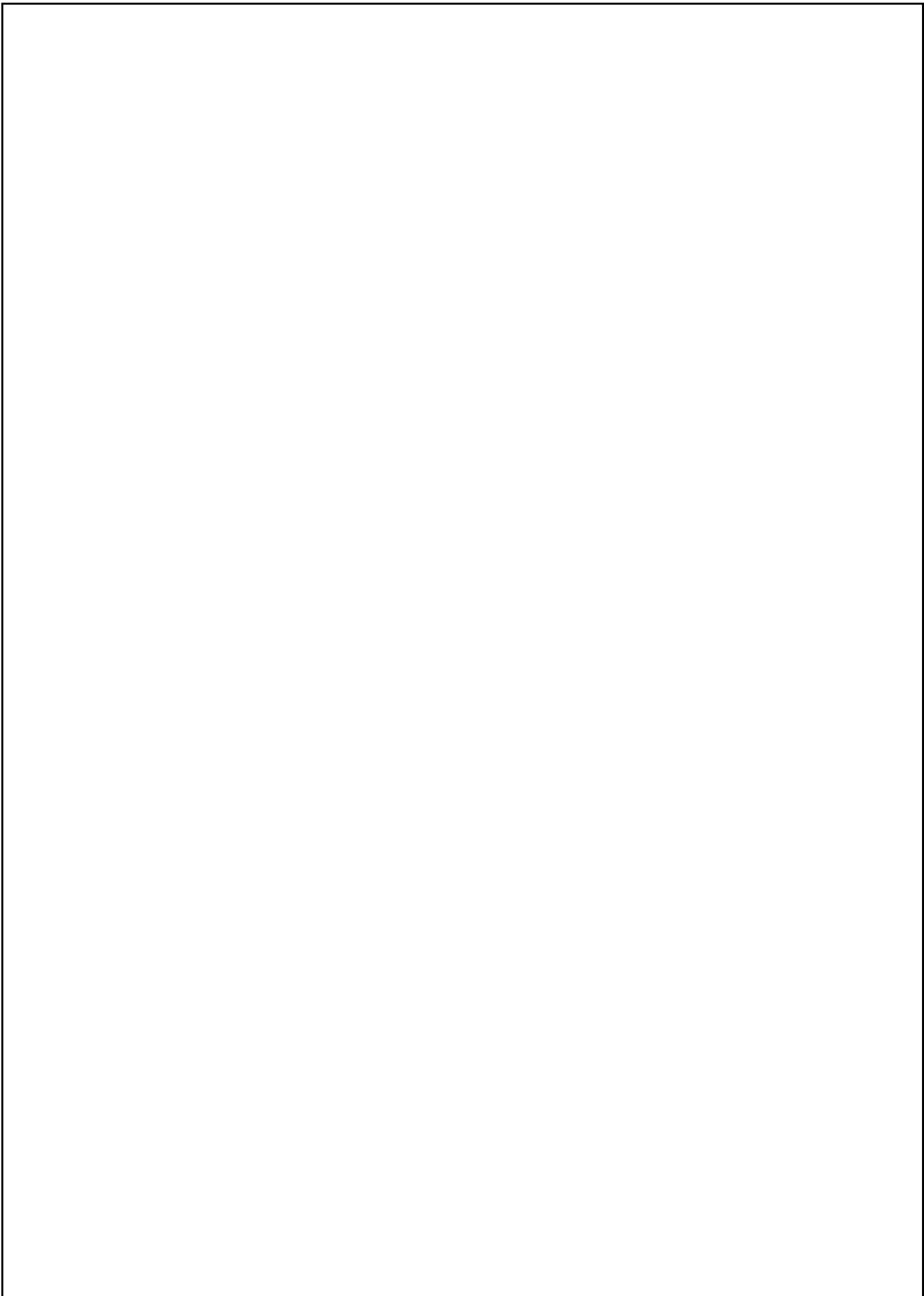
					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		75

- 10 Багрянский, К.В. Теория сварочных процессов / К.В Багрянский, З.А. Добротина, К.К. Хренов. - Киев.: Высш. Шк., 1976. – 424 с.
- 11 *Сварка* в СССР / под ред. В.А. Винокурова: в 2 т. : - М.: Наука, 1981. - Т.2. – 540 с.
- 12 Меликов, В. В. Многоэлектродная наплавка / В. В Меликов. - М.: Машиностроение, 1988. – 144 с.
- 13 *Справочное* пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники / В.М. Рыбаков, Ю.В. Ширшов. - М.: Машиностроение, 1972. - 52 с.
- 14 Степанов, В.В. Справочник сварщика / В.В. Степанов. – М.: Машиностроение, 1983. – 559 с.
- 15 Гитлевич, А.Д. Механизация и автоматизация сварочного производства/ Л.А. Этингоф, А.Д. Гитлевич. – М: Машиностроение, 1979. – 280с.
- 16 Рыморов, К.С. Механизация и автоматизация сварочного производства / К.С. Рыморов. – М: Машиностроение, 1990. – 384 с.
- 17 Куркин, С.А. Технология, механизация и автоматизация при производстве сварных конструкций: атлас / С.А. Куркин. – М.: Машиностроение, 1986. – 327с.
- 18 Промышленное оборудование. Каталог №5 / Совплим // Промышленное оборудование. - М.: Дюкон, 2001. – 98 с.
- 19 Крампит, Н.Ю. Сварочные приспособления. / А.Г Крампит, Н.Ю. Крампит – ЮТИ ТПУ, 2008 – 95 с.
- 20 Волченко, В.Н. Контроль качества сварки / В.Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1975. – 328 с.
- 21 Троицкий, В.А. Дефекты сварных швов и средства их обнаружения / В.П. Радько, В.Г. Демидко, В.А Троицкий. – Киев: Вища школа, 2003. – 1144 с.

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		76

- 22 Куркин, С.А., Сварные конструкции / Г.А. Николаев, С.А. Куркин. – М.: Высш. шк. 1991. – 397 с.
- 23 Карпей, Т.В. Экономика, организация и планирование промышленного производства / Т.В. Карпей. – Мн.: Дизайн ПРО, 2004. – 328 с.
- 24 Чуркин, Б.С. Экономика и управление производством: Учеб. пособие / Б.С. Чуркин. – Екатеринбург: Изд-во гос. проф.-пед. ун-та, 1999. – 91 с.
- 25 Беляева, А. П. Профессионально – педагогическая технология в профессиональных учебных заведениях / А.П. Беляевой. – СПб.: Высш. шк., 1995. – 294с.
- 26 Бакиев, А. В. Технология аппаратостроения: учебное пособие / А.В. Бакиев. – Уфа: УГНТУ, 1995. – 297 с.
- 27 Зубенко, А.С. Марочник сталей и сплавов / А.С. Зубенко, М. Колосков. – М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.
- 28 Кнорозов, Б. В. Технология металлов / Л.Ф. Усова, А.В Третьяков, Б.В. Кнорозов. – М.: Metallurgy, 1978. – 324 с.
- 29 Шоршоров, М. Х. Фазовые превращения и изменения свойств стали при сварке / В.В. Белов, М.Х Шоршоров. – М.: Наука, 1992. – 220 с.
- 30 Макарова, Э.Л. Сварка и свариваемые материалы / Э. Л. Макарова. – М.: Metallurgy, 1991. – 528 с.
- 31 Куликов, В.П. Технология сварки плавлением / В.П. Куликов. – Мн.: Дизайн ПРО, 2000. – 256 с.
- 32 ГОСТ 14771-76. Дуговая сварка в защитных газах. Сварочные соединения. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 60 с.

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		77



					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		78

Приложение А – Спецификация

					<i>ДП44.03.04.727 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		87