

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

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ И
СВАРКИ КАРКАСА ОДНООСНОГО ШАССИ**

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: 307

Екатеринбург 2018

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

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ И СВАРКИ КАРКАСА ОДНООСНОГО ШАССИ

Идентификационный код ВКР: 307

Исполнитель:
студент группы СМ-403

А.А. Бабушкин

Руководитель:
ст. преподаватель

Е.В. Радченко

Нормоконтролер:
доц., канд. тех. наук

Д.Х. Билалов

Екатеринбург 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
Характеристики материала СтЗсп.....	7
1.6 Выбор и описание сварочных материалов	18
1.7 Способ сварки при постановке прихваток	20
1.8 Расчет параметров режимов сварки соединения Т1,У4,С2,Н1	21
1.8.1 Расчёт режимов сварки при постановке прихваток	22
1.9 Оборудование для сварки	50
1.7 Оборудование, применяемое при изготовлении основания.....	56
2 Экономический раздел	58
2.1 Определение капиталобразующих инвестиций.....	58
2.2 Расчет количества оборудования и его загрузки	62
2.3 Рассчитаем количество единиц сварочного оборудования.....	63
2.4 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций.....	66
2.4.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкций.....	66
2.5 Расчет показателей экономической эффективности	80
3 Методический раздел	85
3.1 Анализ Профессиональных стандартов.....	86
3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»	90
3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»	91
3.4 Разработка плана-конспекта урока	92
Заключение	100
Список использованных источников	101

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4

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 насколько 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 каркаса одноосного шасси.

В связи с этим была поставлена задача – разработать технологию сварки сборки и сварки рамы шасси и выбор оборудования для реализации технологий с последующим применением его на предприятии.

Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкции – рамы шасси.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки рамы шасси.

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

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 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;

					ПЗ 44.03.04.307.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		5

- разработать технологию сварки рамы шасси;
- 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 рамы шасси, 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 одноосного шасси.

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>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

1 Описание изделия

1.1 Характеристика изделия

Прицеп-шасси специальный ШАО моделей 8331, именуемый в дальнейшем «шасси», предназначен для эксплуатации с автомобилями, имеющими тягово-сцепное устройство по ГОСТ-2349, электровыводы по ГОСТ 9200, приспособления для присоединения предохранительных цепей прицепа и технической характеристикой которых допускается буксировка прицепов. При этом полная масса шасси не должна превышать указанную в технической характеристике автомобиля.

Допускается эксплуатация шасси со скоростью не более 25 км/час.

Шасси изготовлено в климатическом исполнении У1 и рассчитано на эксплуатацию в полевых условиях при температуре окружающего воздуха от минус 40° С да 45°С и относительной влажности не более 80% при 20°С.



Рисунок 1.1 - Прицеп-шасси специальный ШАО моделей 8331

1.2 Материал, свойства СтЗсп

Таблица 1.1 - Характеристики материала СтЗсп

Марка:	СтЗсп
Классификация:	Сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества
Применение:	несущие элементы сварных и несварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ПЗ 44.03.04.307.ПЗ

Лист

7

Таблица 1.2 - Механические свойства при T=20 °C материала СтЗсп

Сортамент	Размер	s_B	s_T	δ_5	ψ	КСУ
	мм	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²
Сталь горячекатан.	20 - 40	380-490	310-330	25	20	

Твердость материала СтЗсп НВ 10⁻¹=131МПа

Таблица 1.3 - Технологические свойства материала СтЗсп

Свариваемость:	без ограничений
Флокеночувствительность:	не чувствительна
Склонность к отпускной хрупкости:	не склонна

Таблица 1.4 - Химический состав в % материала СтЗсп

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0.14 - 0.22	0.15 - 0.3	0.4 - 0.65	до 0.3	до 0.05	до 0.04	до 0.3	до 0.008	до 0.3	до 0.08

Механические свойства

s_B - Предел кратковременной прочности , [МПа]

s_T - Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [МПа]

d_5 - Относительное удлинение при разрыве , [%]

ψ - Относительное сужение , [%]

КСУ- Ударная вязкость , [кДж / м²]

НВ - Твердость по Бринеллю , [МПа]

Критерии свариваемости:

без ограничений - сварка производится без подогрева и без последующей термообработки

ограниченно свариваемая - сварка возможна при подогреве до 100-120 град. и последующей термообработке

трудносвариваемая - для получения качественных сварных соединений требуются дополнительные операции: подогрев до 200-300 град. при сварке, термообработка после сварки

1.2.1 Газовая смесь К-18

					ПЗ 44.03.04.307.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		8

Газовая смесь «К-18» - это смесь 82 % аргона и 18 % диоксида углерода. Газовая смесь, К-18 (18% CO₂+Ar), ТУ 2114-004-00204760-99. Наиболее универсальные двухкомпонентные смеси для сварки углеродистых конструкционных и некоторых легированных сталей. Универсальна.

Сварка с использованием защитной сварочной смеси в баллонах широко используется западными и отечественными производителями. Ее применяют как для мелких бытовых изделий, так и для крупнейших металлоконструкций.

Электрогазосварочные работы в чисто газовой среде в индустриально развитых странах давно остались в прошлом. Им на смену пришли многокомпонентные газовые смеси улучшенного состава. Для полноценной защиты дуги применяются смеси, основанные на аргоне, гелии и других технических газах. Опыт по использованию газовых смесей показал: газовые смеси по своим показателям повышают финальное качество соединения по аналогии с чистыми газами. Помимо этого, использование ГС автоматически снижает себестоимость готовой продукции и капиталозатраты на работы.

Для проведения большинства электросварочных работ на сегодняшний день требуется применение сварочной смеси, цена которой лишь немного превышает традиционную среду защитных газов. Наилучшей считается сварочная смесь в баллонах, на основе аргона. Такая сварочная смесь в баллонах состоит на 82% из аргона и на 18% из углекислого газа. Использование сварочных смесей на основе аргона вместо традиционной углекислоты, позволит существенно повысить качество сварки без модернизации оборудования и изменения технологий.

Преимущества сварочной смеси в баллонах

Преимущества сварочной смеси в баллонах, основу которой составляет аргон, очевидны:

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

- производительность сварки за единицу времени гораздо больше, в сравнении с традиционной сваркой;
- потери электродного металла на разбрызгивание снижаются на 80%;
- количество прилипания брызг в районе сварного шва снижается, вследствие чего уменьшается трудоемкость их удаления;
- увеличивается глубина провара шва, что приводит к большей прочности конструкций;
- повышается стабильность процесса сварки;
- качество сварного шва приводит к снижению пористости металла и уменьшению неметаллических включений;
- улучшаются условия труда;
- сохраняется здоровье сварщика;
- общая экономия средств составляет не меньше 15 – 20%.

Одним из важных факторов почему многие предприятия не используют в своем производстве газовые смеси является разница в цене между баллоном углекислоты и баллоном аргона. Однако, как показывает опыт, использование газа при производстве как правило несет очень маленький процент в общем объеме себестоимости но позволяет существенно увеличить скорость производственного цикла, а также качество выпускаемой продукции.

Газовая резка является традиционной технологией обработки металлов, зарекомендовавшей себя во многих отраслях промышленности. При данном виде резки металлы обрабатываются смесью кислорода и горючих газов. Процесс происходит в результате химического и теплового воздействия и основан на особом свойстве сплавов и металлов. Они нагреваются до температуры горения по линии разреза и сжижаются в струе чистого кислорода, а струя одновременно с этим удаляет продукты сгорания. Выбор составов для резки зависит от характеристик материалов, которые необходимо обработать.

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

Данный вид резки применяют на традиционном газосварочном оборудовании, в котором вместо сварочной горелки устанавливается режущая. Она подает смесь газов для нагревания металла и кислород для его сжигания.

Современная технология газовой резки позволяет осуществлять фигурный раскрой листа стали, толщина которого достигает 200 мм. Преимущества использования газокислородной резки очевидны в тех случаях, когда необходим раскрой листового металла, толщина которого превышает 100 мм.

Правила приема обменной тары:

- обязательно остаточное давление
- баллон должен быть аттестован
- вентиль исправен

В случае несоответствия тары указанным параметром, баллон подлежит ремонту.

1.3 Склонность на образование холодных и горячих трещин

Сталь Ст. 3 сп

$$CE_M = 0,14 + \frac{0,12}{38} + \frac{0,40}{6,0} + \frac{0,30}{12} + \frac{0,30}{1,8} + \frac{0,25}{9,1} = 0,427, \% ;$$

$$\ln(\Delta t_M) = 11,26 \cdot 0,427 - 3,51 = 1,29$$

1.4 Базовая технология

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

На предприятии существует технологический процесс изготовления рамы шасси ШАО-8331.3 ручной дуговой сваркой, грузоподъемностью 1,5 тн.

Рама ДШИБ. 301228.081СБ

- скомплектовать (46 дет) .
- собрать дет. поз 2, поз. 3, поз. 39 (2 шт.), поз. 40, поз. 22(12 шт.), поз. 48, поз. 49, р-ры по чертежу;
- прихватить, сварить дет. поз. 2,3,39 (2шт.), 40,22 (12 шт.), 48,49 ручной дуговой сваркой швов:
 - Т1Δ5, Lпр.=60мм, Lш= 1200мм;
 - Н1Δ4, Lпр.=20мм, Lш= 584мм;
 - У4Δ3, Lпр.=120мм, Lш=166*12=1992 мм;
- зачистить;
- собрать сварочный узел и дет.поз. 24 (2 шт.), поз.25 (2 шт.), поз. 22 (4 шт.), поз. 23 (2 шт.);
- прихватить, приварить дет. поз. 24 (2 шт.), 25 (2 шт.), 22 (2 шт.), поз. 23 (2 шт.), ручной дуговой сваркой швом:
 - Т1Δ5, Lпр.=80мм, Lш= 464мм;
 - У4Δ3, Lпр.=120мм, Lш=900мм;
- зачистить;
- разметить положение дет. поз. 45 (2 шт.), поз. 4, поз. 36, поз. 44, поз.26 (2 шт.), поз. 11 и поз. 9 (2 шт.), р-ры по чертежу;
- собрать по разметке дет. поз. 45 (2 шт.), 36, 4, 44,26 (2 шт.), 11 и 9 (2 шт.), и соединить со сварным узлом, сварочным в предыдущих операциях;
- сварить дет. поз. 45 (2 шт.), 36, 4, 44, 26 (2 шт.), 11 и 9 (2 шт.) и сварочный узел ручной дуговой сваркой швом:
 - С2Δ5, Lпр.=60мм, Lш= 400мм;
 - Т1Δ5, Lпр.=160мм, Lш= 980мм;
 - Н1Δ4, Lпр.=60мм, Lш=848мм;

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

- зачистить;
- разметить положение дет. поз. 32 (2 шт.) на сварном узле, р-ры по чертежу;
- собрать по разметке сварной узел и дет. поз. 32 (2 шт.);
- приварить дет. поз. 32 (2 шт.) к сварному узлу швом Т1Δ5, Lпр.=180мм.;
- зачисть;
- разметить положение дет. поз. 29, 51 (2 шт.), р-ры по чертежу;
- собрать по разметке дет. поз. 29, 51 (2 шт.);
- прихватить, варить дет. поз. 29, 51 (2 шт.), на сварной узел ручной дуговой сваркой швом:
 - ТЗΔ3, Lпр.=10мм, Lш= 38*2=76мм;
 - Н1Δ4, Lпр.=40мм, Lш=220*2=440мм;

1.5 Выбор методов сварки

Ручная дуговая сварка плавящимся электродом

Ручная дуговая сварка плавящимся электродом на постоянном или переменном токе производится электродами диаметром от 2 по 8 мм, длиной 250—450 мм, покрытыми снаружи специальной обмазкой. Расплавленный металл защищается от воздуха за счет шлака и газов, образующихся при плавлении обмазки. Сварщик вручную перемещает дугу относительно свариваемых кромок и по мере оплавления подает электрод к изделию. Применяются электроды с тонкой — ионизирующей и толстой — качественной обмазками (наиболее распространены). Качественная обмазка толщиной более 0,5 мм состоит из веществ, обеспечивающих защиту расплавленного металла от воздуха, легирование металла для получения шва различного состава и свойств. Такие электроды применяются для ответственных изделий, а электроды с тонкой обмазкой—для неответственных соединений.

Источником энергии при ручной дуговой сварке является электрическая дуга, которая возбуждается между свариваемым металлом и электродом.

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

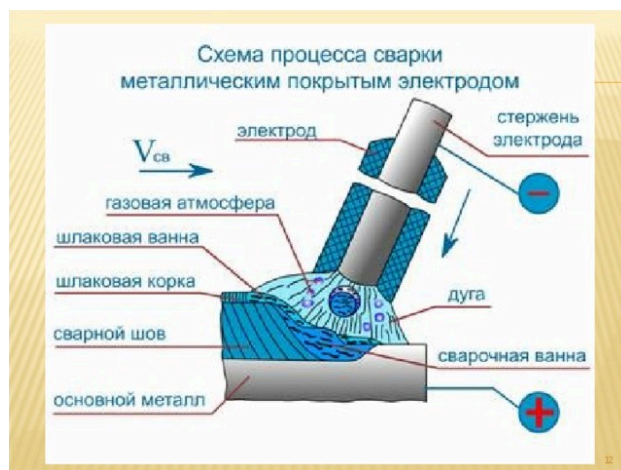


Рисунок 1.2 – Технология ручной дуговой сварки плавящимся электродом

Ручная электродуговая сварка универсальна и широко распространена, так как может выполняться в любом пространственном положении. Она часто применяется при монтаже в труднодоступных местах, где механизированные способы сварки не могут быть применены. Меньшая глубина проплавления основного металла и меньшая производительность ручной сварки из-за пониженной силы применяемого тока, а также меньшая стабильность ручного процесса (по сравнению с автоматической сваркой под флюсом) являются недостатками ручной сварки. [3]

Сварка под флюсом

Сварка под флюсом применяется в стационарных цеховых условиях для всех металлов и сплавов, включая разнородные металлы толщинами от 1,5 до 150 мм.

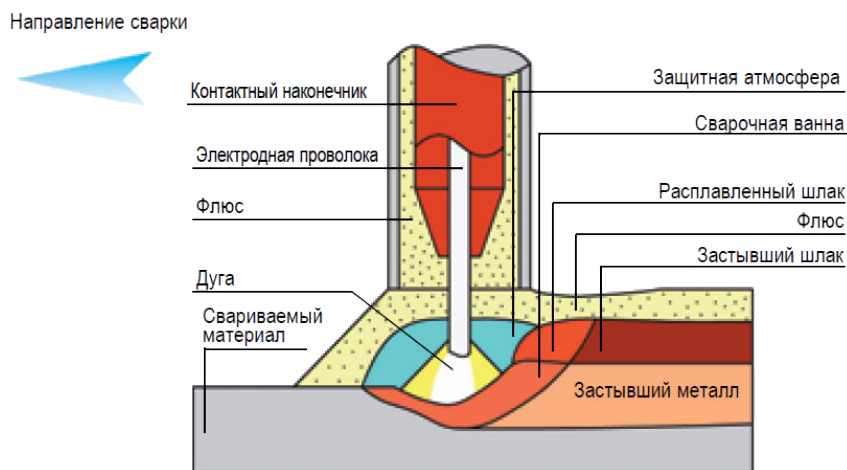


Рисунок 1.3 – Технология автоматической сварки под флюсом

При сварке под флюсом (рисунок 4) дуга горит между сварочной проволокой и свариваемым изделием под слоем гранулированного флюса. Ролики специального механизма падают в электродную проволоку в зону дуги. Сварочный ток (переменный или постоянный прямой или обратной полярности) подводится к проволоке с помощью скользящего контакта, а к изделию – постоянным контактом. Сварочная дуга горит в газовом пузыре, который образуется в результате плавления флюса и металла. Кроме того, расплавленный металл защищен от внешней среды слоем расплавленного флюса. По мере удаления дуги от зоны сварки расплавленный флюс застывает и образует шлаковую корку, которая впоследствии легко отделяется от поверхности шва.

При планировании использования этого вида сварки желательно стараться, чтобы сварные швы накладывались в один проход. Если толщина изделия большая необходимо использовать двухстороннюю сварку. Максимальное сечение сварного шва, накладываемого за один проход не более 150 мм^2 . Для завершающих лицевых швов допустимо 200 мм^2 .

Сварка под флюсом отличается концентрированным и одновременным введением большого количества теплоты в зону сварки. К тому же флюс, прикрывающий зону сварки, играет роль теплоизолятора, что снижает риск образования закалочных трещин, при сварке сталей с удовлетворительной свариваемо-

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

стью. Если стали склонны к росту размера зерна при длительном нагреве сварку под флюсом стараются не использовать.

К недостаткам сварки под флюсом следует отнести возможность занесения влаги (водорода) в металл сварного шва из-за гигроскопичности флюсов.

Сварка в защитном газе

Сварку в защитных газах можно выполнять неплавящимся, обычно вольфрамовым, или плавящимся электродом. В первом случае сварной шов получается за счет расплавления кромок изделия и, если необходимо, подаваемой в зону дуги присадочной проволоки. Плавящийся электрод в процессе сварки расплавляется и участвует в образовании металла шва. Для защиты применяют три группы газов: инертные (аргон, гелий); активные (углекислый газ, азот, водород и др.); смеси газов инертных, активных или первой и второй групп. Выбор защитного газа определяется химическим составом свариваемого металла, требованиями, предъявляемыми к свойствам сварного соединения; экономичностью процесса и другими факторами.

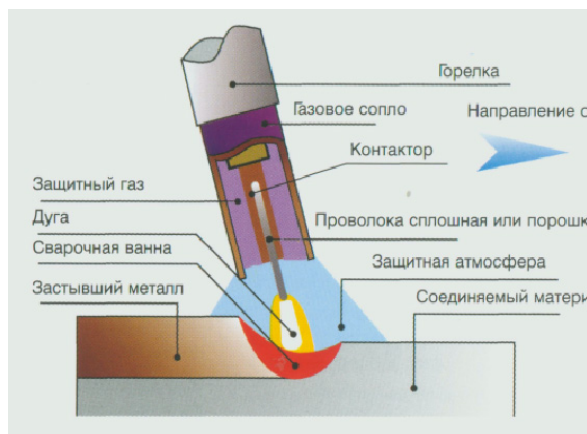


Рисунок 1.4 – Технология сварки в защитном газе

Данный способ чаще всего применяется при сварке относительно тонких деталей 6-8 мм, либо при многопроходной сварке, либо большого сечения.

Максимальное сечение сварного шва накладываемого при сварке в защитном газе – 60 мм², корневой проход как правило – 25-40 мм². При сварке толстых

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		16

изделий сварными швами большого сечения, сварки в защитном газе имеет некоторое преимущество перед сваркой под флюсом: не требуется удалять сплошную корку шлака.

Сварка в среде защитных газов является общим названием различных видов дуговой сварки, в процессе которой в зону горения сварочной дуги через сопло горелки подают струю газа. Это могут быть инертные газы (аргон, гелий), активные газы (углекислый газ, азот, кислород, водород) и их смеси, в частности:

- аргон, углекислый газ и кислород. Эта смесь используется при сварке сталей плавящимся электродом, минимизирует потери металла на разбрызгивание, стабилизирует горение сварочной дуги, устраняет пористость и дает шов хорошего качества;
- аргон и кислород, применяющиеся для сварки низкоуглеродистых и легированных сталей. При сварке капельный перенос металла сменяется струйным, благодаря чему производительность возрастает, а потери на разбрызгивание металла сокращаются;
- аргон и углекислый газ. Область применения данной смеси такая же, как и у предыдущей. Ее использование препятствует образованию газовых пор в шве, стабилизирует горение дуги и способствует формированию качественного сварного шва.

В стальных баллонах может содержаться как чистый газ (для контроля его расхода предназначен специальный прибор – ротаметр, а подача регулируется отдельным редуктором), так и их смеси. [3]

Для данной конструкции мы выбираем сварку в среде защитных газов.

Для данной стали Ст3пс я использую марку проволоки Св08Г2С в среде защитных газов смесь углекислого газа с кислородом.

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		17

1.6 Выбор и описание сварочных материалов

Обоснование выбора сварочных материалов для сварки заданной стали (сварочная проволока, защитный газ)

Рациональный выбор сварочных материалов играет очень важную роль в качественном формировании сварного шва (химический состав, механические свойства), что напрямую влияет на качество изготовления сварных изделий, на сроки эксплуатации, на способность изделий в полной мере выполнять установленные требования.

Выбор сварочной проволоки.

Необходимо учитывать тот факт, что в процессе сварки мы должны получить равнопрочное основному металлу сварное соединение. Эксплуатационные свойства сварного соединения должны быть идентичны свойствам основного металла. Для сварки низкоуглеродистых и низколегированные сталей применяют кремнемарганцовистые проволоки.

Я выбрал сварочная проволока Св-08ГС.

Расшифровка Св-08Г2С:

Св – сварочная,
затем 0,8 – содержание углерода, в данном случае 0,08% (низкоуглеродистая),
Г2 – марганец 2%,
С – кремний, менее 1% (т.к. без цифры),
общее содержание легирующих элементов более 2,5%, значит проволока – легированная,

Итак: Св-08Г2С – это низкоуглеродистая легированная сварочная проволока с содержанием $C = 0,08\%$, $Mn = 2\%$, $Si < 1\%$

выбор обоснован:

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						18
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- 1) Не высокая стоимость.
- 2) Хорошая свариваемость
- 3) Высокий коэффициент наплавки

Сварка проводится на дуге обратной полярности.

Проволока сварочная СВ08ГС

Сварочная проволока СВ-08ГС используется для механизированной дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей в среде защитных газов во всех пространственных положениях.

Рекомендации по применению сварочной проволоки Св-08ГС:

Сварочная проволока ПСГ-0301 (классификация по ГОСТу - Св-08ГС) рекомендуется для сварки в смеси газов Ar/82%-CO₂/18% и позволяет в полной мере использовать все преимущества сварки в смеси Ar/CO₂ (отсутствие разбрызгивания, хорошее формирование шва, высокие показатели механических свойств сварного шва). Также возможно применение сварочной проволоки Св-08ГС для сварки в чистом CO₂.

Основные особенности сварочной проволоки Св-08ГС:

высокие сварочно-технологические характеристики и механические свойства

высококачественное медное покрытие толщиной 0,15-0,30 мкм. Контроль адгезии слоя – каждые 250 кг.

прочная и герметичная упаковка обеспечивает высокую степень защиты от механических повреждений, воздействий окружающей среды в процессе транспортировки и хранения.

проволока изготавливается диаметрами 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6, и поставляется на пластмассовых кассетах по 5, 15 и 18 кг

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19

проволока ПСГ 0301 имеет свидетельство об аттестации НАКС

изготавливаются по техническим условиям НПФ «ИТС» ТУ1211-022-11143754-2005

Таблица 1.5 - Химический состав сварочной проволоки Св-08ГС

Марка	C,%	Mn,%	Si,%	P,%	S,%	Cr,%	Ni,%
ПСГ-0301	< 0,10	1,4-1,70	0,6-0,85	<0.013	<0.015	<0.20	<<0.025

Примечание: допускается отклонение содержания углерода $\pm 0,01\%$, марганца и кремния $\pm 0,05\%$. Остаточное содержание молибдена $> 0,15\%$, титана $> 0,04\%$, ванадия $> 0,05\%$, азота $> 0,01\%$, меди $> 0,25\%$.

Механические свойства проволоки

Временное сопротивление разрыву проволоки ПСГ-0301

диаметрами 0,8-1,4мм – 900-1350 МПа, диаметром 1,6мм – 900-1300 МПа.

Таблица 1.6 - Механические свойства наплавленного металла в сварочной проволоке Св-08ГС

Марка	предел текучести, МПа	временное сопротивление разрыву, МПа	относительное удлинение, %	ударная вязкость, Дж/см ² при -29°C
ПСГ-0301	>450	>550	30	65

Выбор защитного газа

Защитные газы

В качестве защитных газов при сварке плавлением применяют инертные газы, активные газы и их смеси.

1.7 Способ сварки при постановке прихваток

Для постановки прихваток будем использовать ручной дуговой способ сварки.

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		20

Прихваточные швы должны быть равномерно расположены по периметру стыка.

Протяжённость одной прихватки – 5 мм;

Шаг – 50-100 мм;

Высота прихваток $h=1$ мм;

Диаметр электрода $dэ=3$ мм;

Марка электрода –

Длина прихваток составляет- 20-30 мм.

Расстояние между ними - до 300-500 мм

1.8 Расчет параметров режимов сварки соединения Т1,У4,С2,Н1

Расчёт параметров режима сварки начинаем с выбора параметров электрода.

При сварке диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемых деталей или от катета шва. [3]

У нас катет равен 3 мм.

Выполнение прихваток

Назначение прихваток:

- а) взаимная фиксация деталей
- б) восприятие нагрузок, сил, возникающих в результате деформации конструкции при сварке: прихватки должны обеспечить требуемое взаимное положение (углы, зазоры, плоскость) в течении всего процесса сварки.

При выборе сечения прихватки действует правило:

$$\frac{1}{3} \times F_{шв} \leq F_{пр} \leq \frac{1}{2} \times F_{шв}$$

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		21

Если шов многопроходный, то в качестве $F_{шв}$ принимается сечение первого прохода.

При сварке стыковых соединений РДС площадь сечения первого прохода определяется из соотношения:

$$F_1 = (6 \div 8) \times dэ$$

Определение числа проходов выполняется следующим образом:

$$n_{пр} = \frac{F_{полн} - F_1}{F}$$

где $F_{полн}$ – площадь наплавленного металла сварного шва;

F_1 – площадь наплавленного металла;

F – площадь наплавленного металла валика из числа последующих проходов.

1.8.1 Расчёт режимов прихватки

1) Площадь прихватки для РДС

При расчёте площади прихватки воспользуемся правилом:

$$\frac{1}{3} \times F_{шв} \leq F_{пр} \leq \frac{1}{2} \times F_{шв}$$
$$\frac{1}{3} \times 13,76 \leq F_{пр} \leq \frac{1}{2} \times 13,76$$

Получается, что площадь прихваток находится в пределах:

$$4,6 \leq F_{пр} \leq 6,88, \text{ мм}^2$$

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		22

$$F_{\text{пр}}=F_1$$

Так же согласно правилу, что:

$$F_1 = (6 \div 8) \times d_{\text{э}}$$

$$F_1 = 18 \div 24 \text{ мм}^2$$

Для диаметра электрода $d_{\text{э}}=3$ мм выбираю $F_1=24 \text{ мм}^2$.

2) Расчёт силы сварочного тока

Значение силы сварочного тока находится по формуле (6):

$$I_{\text{св}} = \frac{\pi \times d_{\text{э}}^2}{4} \times j, \text{ А} \quad (6)$$

где j – плотность сварочного тока; [3]

Для фтористо-кальциевого покрытия $j=14 \text{ А/мм}^2$

$$I_{\text{св}} = \frac{3,14 \times 9}{4} \times 14 = 98 \text{ А}$$

3) Напряжение на дуге

Значение напряжения на дуге для электродов фтористо-кальциевого покрытия находится по формуле (7): [9]

$$U_{\text{д}} = 12 + 0,36 \times \frac{I_{\text{св}}}{d_{\text{э}}}, \quad (7)$$
$$U_{\text{д}} = 12 + 0,36 \times \frac{98}{3} = 23,8 \text{ В}$$

Принимаем $U_{\text{д}}=24 \text{ В}$

1) Расчёт скорости сварки

Скорость сварки находится по формуле (8):

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		23

$$V_{\text{СВ}} = \frac{\alpha_{\text{н}} \times I_{\text{СВ}}}{3600 \times \gamma \times F_{\text{н}}}, \text{ см/с} \quad (8)$$

где $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент наплавки (из справочной литературы и данных производителя $\alpha_{\text{н}} = 9 \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}}$);

γ – плотность, для углеродистых и низколегированных сталей и сплавов $\gamma = 7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$;

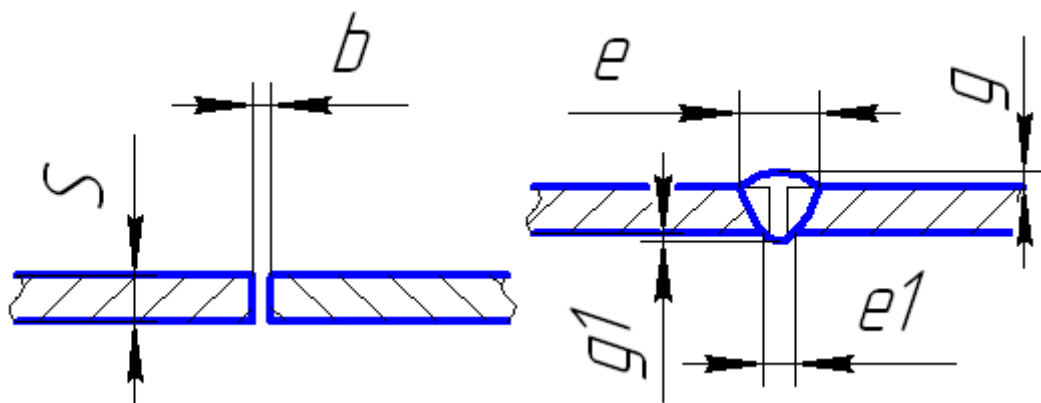
$F_{\text{н}}$ – площадь наплавленного металла соответствующего прохода, см^2 .

$$V_{\text{СВ}} = \frac{9 \times 98}{3600 \times 7,8 \times 0,59} = 0,13 \text{ см/с}$$

Принимаем значение $V_{\text{СВ}} = 4,7 \text{ м/ч}$

Расчёт режимов сварки для шва №1 ГОСТ 14771-76

(Соединение С2)



$S = S_1 = 3 \text{ мм}$; $b = +1,5 \text{ мм}$; $e = 8,0 \text{ мм}$; $g = 2,0 \text{ мм}$; $g_1 = 2,0 \text{ мм}$

Рисунок 1.5 – Стыковое соединение С2

Площадь наплавленного металла находится по формуле (3)

$$F_{\text{н}} = F_1 + F_{\text{пр}} \quad (3)$$

где F_1 – площадь наплавленного металла выпуклости;

					ПЗ 44.03.04.307.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		24

$F_{пр}$ – площадь наплавленного металла, образованного зазором;

$$F_1 = 0,73 \times e \times q \quad (4)$$

$$F_1 = 0,73 \times 8,0 \times 2,0 = 11,68 \text{ мм}^2$$

$$F_{пр} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot b \quad (5)$$

$$F_{пр} = \frac{1}{2} \cdot 8,0 \cdot 2,0 = 8 \text{ мм}^2$$

$$F_H = 11,68 + 8 = 18,68 \text{ мм}^2$$

Сварка в среде защитных газов в смеси углекислого газа и кислорода ГОСТ 14771-76

1) Площадь наплавленного металла:

Площадь наплавленного металла мы нашли ранее, она составляет:

$$F_H = 13,76 \text{ мм}^2$$

2) Расчёт площади корневого валика:

3) Значение сварочного тока:

Расчёт значения сварочного тока проводится по формуле (9):

$$I_{св} = \frac{h_p}{k_h} \cdot 100, A \quad (9)$$

где k_h – коэффициент пропорциональности; находится [3, табл.41]

При обратной полярности $k_h = 1,25$ при $dэ = 0,8$ мм

h_p находится по формуле (10):

$$h_p = (0,7 \dots 1,1) \times K \quad (10)$$

$$K < 1,2 \times S \text{ при } S = 3,6$$

$$h_p = 0,7 \times 3 = 2,1 \text{ мм}$$

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		25

$$I_{св} = \frac{2,1}{1,25} \cdot 100 = 168 \text{ А}$$

4) Предварительный расчёт диаметра сварочной проволоки
Расчёт проводится по формуле (11):

$$dэ = Kd \times Fk, \text{ мм} \quad (11)$$

где Kd – коэффициент, выбираем в зависимости от способа сварки и рода тока
[9, таблица 16]

Выбираю постоянный ток для автоматической сварки, Kd принимаем от 0,036 до 0,160;

$$dэ = \text{от } 0,036 \times 13,76 = 0,495 \text{ мм}$$

$$\text{до } 0,160 \times 13,76 = 2,20 \text{ мм}$$

После расчёта полученное значение необходимо округлить до стандартного:

- 0,8мм;
- 2мм;
- 3мм;

Предварительно выбираю $dэ = 0,8$ мм;

5) Значение плотности сварочного тока
Значение плотности тока находится по формуле (12):

$$j = \frac{4 \cdot I_{св}}{\pi \cdot dэ^2} \quad (12)$$

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		26

Значение j должно соответствовать требуемым допустимым плотностям токов.

$$j = \frac{4 \cdot 168}{3,14 \cdot 0,8^2} = 334,4 \text{ А/мм}^2$$

Полученное значение $j=334,4 \text{ А/мм}^2$ соответствует допустимому значению плотности тока 335 А/мм^2 ; [3]

б) Расчёт скорости сварки

Расчёт проводится по формуле (13):

$$V_{\text{СВ}} = \frac{\alpha_{\text{н}} \cdot I_{\text{СВ}}}{3600 \cdot q \cdot F_{\text{к}}} \frac{\text{см}}{\text{с}} \quad (13)$$

где $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент наплавки, г/А*ч;

q – плотность металла = $7,8 \text{ г/см}^3$.

Коэффициент наплавки можно определить по формуле для переменного или постоянного тока, для постоянного тока необходимо определить полярность процесса сварки. [9]

$\alpha_{\text{н}}$ - находится по формуле (14):

$$L_3 = 10 \times d,$$

$$L_3 = 10 \times 0,8 = 8$$

$$dp = 1,21 \times I_{\text{СВ}}^{0,32} \times d^{0,39} \times d^{(-6,64)} = 12,2$$

$$\alpha_{\text{н}} = \frac{12,2 \cdot (100 - 3,8)}{100} = 11,7 \text{ г/А} \times \text{ч} \quad (14)$$

Скорость сварки равна:

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		27

$$V_{св} = \frac{11,7 \cdot 168}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,13} = 0,54 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Принимаем $V_{св} = 19,44$ м/ч

7) Значение напряжения на дуге

Напряжение на дуге рассчитывается по формуле (15):

$$U_{д} = 14 + 0,05 \times I_{св}, \text{ В} \quad (15)$$

$$U_{д} = 14 + 0,05 \times 168 = 22,4 \text{ В}$$

Значение напряжения принимаем $U_{д} = 23 \pm 5$ В

8) Погонная энергия сварки

Погонная энергия сварки рассчитывается по формуле (16):

$$q_{п} = \frac{I_{св} \cdot U_{д} \cdot \eta}{V_{св}} \quad (16)$$

где $I_{св}$ – сила сварочного тока, А;

$V_{св}$ – скорость сварки, см/с;

$U_{д}$ – напряжение на дуге, В;

η – эффективный тепловой КПД дуги; $\eta_{ф} =$ от 0,8 до 0,85

$$q_{п} = \frac{168 \times 22,4 \times 0,8}{0,54} = 557,51 \text{ Дж/м}$$

9) Расчёт коэффициента формы провара

Коэффициент формы провара находится по формуле (17):

$$\Psi_{пр} = K \times (19 - 0,01 \times I_{св}) \times \frac{d_{з} \cdot U_{д}}{I_{св}} \quad (17)$$

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		28

где K' - коэффициент; [3]

K' - находится по формуле (18):

$$\begin{aligned} K' &= 0,367 \times j^{0,1925} & (18) \\ K' &= 0,367 \times 335^{0,1925} = \\ &= 0,367 \times 3,06 = 1,12 \\ \Psi_{\text{пр}} &= 1,12 \times (19 - 0,01 \times 168) \times \frac{0,8 \cdot 22,4}{168} = 2,07 \end{aligned}$$

9) Расчёт фактической глубины проплавления

Фактическая глубина проплавления рассчитывается по формуле (19):

$$h = 0,0081 \times \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\Psi_{\text{пр}}}}, \text{ мм} \quad (19)$$

Если фактическое значение h отличается от расчётного $h_{\text{р}}$ более, чем на 10% необходимо внести коррективы в параметры режима сварки, чаще всего необходимо увеличить скорость сварки, но при этом нужно проверить получающуюся площадь наплавленного металла.

$$h = 0,0081 \times \sqrt{\frac{5575,1}{2,07}} = 0,42 \text{ мм}$$

Вывод: полученное значение соответствует принятому ранее $h_{\text{р}}$, разница не превышает 10%.

10) Расчёт скорости подачи проволоки

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		29

Расчёт производится по формуле (20):

$$V_{\text{III}} = \frac{4 \cdot V_{\text{св}} \cdot F_{\text{к}} (1 + 0,01 \times \Psi_{\text{пр}})}{\pi \cdot d_{\text{э}}^2} \quad (20)$$

где $V_{\text{св}}$ – скорость сварки, см/с;

$F_{\text{к}}$ – площадь наплавленного металла, см²;

$d_{\text{э}}$ – диаметр электрода, см.

$$V_{\text{III}} = \frac{4 \cdot 19,44 \cdot 0,013 \cdot (1 + 0,01 \cdot 2,07)}{3,14 \cdot 0,64} = 0,5 \text{ см/с} = 180 \text{ м/ч}$$

11) Расчёт вылета проволоки

Расчёт производится по формуле (21):

$$l_{\text{э}} = 10 \times d_{\text{э}} + 2 \times d_{\text{э}}, \text{ мм} \quad (21)$$

При определении вылета электродной проволоки следует учитывать её химический состав. Для высоколегированных проволок длина вылета электрода уменьшается, для углеродистых и низколегированных сталей увеличивается.

$$l_{\text{э}} = 10 \times 0,8 + 2 \times 0,8 = 9,6 \text{ мм}$$

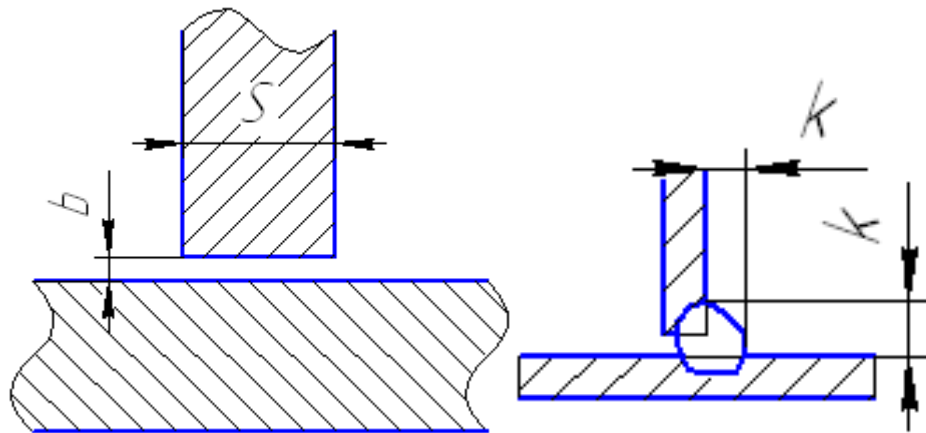
Характеристики режимов сварки представлены в Таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Характеристики режимов сварки

№	F, мм ²	I _{св} , А	d _э , мм	j, А/мм ²	V _{св} , м/ч	U _д , В	q _п , Дж/м	Ψ _{пр}	h, мм	V _{III} , м/ч	l _э , мм
Сварной шов	13,76	168	0,8	335	19,44	22,4	5575,1	2,07	0,42	180	9,6
Прихватки	13,76	98	3	14	0,053	24	-	-	-	-	-

Расчёт режимов сварки для шва №2 ГОСТ 14771-76

(Соединение T1)



$$S = S_1 = 3,0 \text{ мм}; b = 0,5 \text{ мм}; k = 3,0 \text{ мм}; e = 5,6 \text{ мм}; q = 2,0 \text{ мм}.$$

Рисунок 1.6 – Тавровое соединение

Площадь наплавленного металла находится по формуле (3)

$$F_H = F_1 + F_{\text{пр}} \quad (3)$$

где F_1 – площадь наплавленного металла выпуклости;

$F_{\text{пр}}$ – площадь наплавленного металла, образованного зазором;

$$F_1 = 0,73 \times e \times q \quad (4)$$

$$F_1 = 0,73 \times 3,0 \times 5,6 = 12,264 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{пр}} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot b \quad (5)$$

$$F_{\text{пр}} = \frac{1}{2} \cdot 3,0 \cdot 3,0 = 4,5 \text{ мм}^2$$

$$F_H = 12,264 + 4,5 = 16,764 \text{ мм}^2$$

Сварка в среде защитных газов в смеси углекислого газа и кислорода ГОСТ 14771-76

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		31

1) Площадь наплавленного металла:

Площадь наплавленного металла мы нашли ранее, она составляет:

$$F_n = 5,43 \text{ мм}^2$$

2) Расчёт площади корневого валика:

3) Значение сварочного тока:

Расчёт значения сварочного тока проводится по формуле (9):

$$I_{св} = \frac{h_p}{k_h} \cdot 100, A \quad (9)$$

где k_h – коэффициент пропорциональности; находится [3, табл.41]

При обратной полярности $k_h=2,9$ при $dэ=0,8$ мм

h_p находится по формуле (10):

$$h_p = (0,7 \dots 1,1) \times K \quad (10)$$

$$K < 1,2 \times S \text{ при } S=3,6$$

$$h_p = 1,2 \times 3 = 2,9 \text{ мм}$$

$$I_{св} = \frac{3}{1,9} \cdot 100 = 103 A$$

4) Предварительный расчёт диаметра сварочной проволоки

Расчёт проводится по формуле (11):

$$dэ = K_d \times F_k, \text{ мм} \quad (11)$$

где K_d – коэффициент, выбираем в зависимости от способа сварки и рода тока [9, таблица 16]

Выбираю постоянный ток для автоматической сварки, K_d принимаем от 0,036 до 0,160;

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		32

$$dэ = \text{от } 0,036 \times 5,43 = 0,195 \text{ мм}$$

$$\text{до } 0,160 \times 5,43 = 0,87 \text{ мм}$$

После расчёта полученное значение необходимо округлить до стандартного:

- 0,8мм;
- 2мм;
- 3мм;

Предварительно выбираю $dэ=0,8$ мм;

5) Значение плотности сварочного тока
Значение плотности тока находится по формуле (12):

$$j = \frac{4 \cdot I_{св}}{\pi \cdot dэ^2} \quad (12)$$

Значение j должно соответствовать требуемым допустимым плотностям токов.

$$j = \frac{4 \cdot 103}{3,14 \cdot 0,8^2} = 205 \text{ А/мм}^2$$

Полученное значение $j=205$ А/мм² соответствует допустимому значению плотности тока 205 А/мм²; [3]

6) Расчёт скорости сварки
Расчёт проводится по формуле (13):

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot q \cdot F_k} \cdot \frac{\text{см}}{\text{с}} \quad (13)$$

где α_n – коэффициент наплавки, г/А*ч;

q – плотность металла = 7,8 г/см³.

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		33

Коэффициент наплавки можно определить по формуле для переменного или постоянного тока, для постоянного тока необходимо определить полярность процесса сварки. [9]

α_n - находится по формуле (14):

$$L_3 = 10 \times d_3$$

$$L_3 = 10 \times 0,8 = 8$$

$$d_p = 1,21 \times I_{св}^{0,32} \times d^{0,39} \times d^{(-6,64)} = 13,8$$

$$\alpha_n = \frac{13,8 \cdot (100 - 3,8)}{100} = 13,2 \text{ г/А} \times \text{ч} \quad (14)$$

Скорость сварки равна:

$$V_{св} = \frac{13,2 \cdot 103}{3600 \cdot 7,8 \cdot 16,764} = 0,30 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Принимаем $V_{св} = 10,8 \text{ м/ч}$

7) Значение напряжения на дуге

Напряжение на дуге рассчитывается по формуле (15):

$$U_d = 14 + 0,05 \times \frac{I_{св}}{\sqrt{d_3}}, \text{ В} \quad (15)$$

$$U_d = 14 + 0,05 \times 103 = 19,15 \text{ В}$$

Значение напряжения принимаем $U_d = 20 \pm 5 \text{ В}$

8) Погонная энергия сварки

Погонная энергия сварки рассчитывается по формуле (16):

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		34

$$q_{\text{п}} = \frac{I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta}{V_{\text{св}}} \quad (16)$$

где $I_{\text{св}}$ – сила сварочного тока, А;

$V_{\text{св}}$ – скорость сварки, см/с;

$U_{\text{д}}$ – напряжение на дуге, В;

η – эффективный тепловой КПД дуги; $\eta_{\text{ф}}$ = от 0,8 до 0,85

$$q_{\text{п}} = \frac{103 \times 20 \times 0,8}{0,30} = 5493,3 \text{ Дж/м}$$

9) Расчёт коэффициента формы провара

Коэффициент формы провара находится по формуле (17):

$$\Psi_{\text{пр}} = K' \times (19 - 0,01 \times I_{\text{св}}) \times \frac{d_{\text{э}} \cdot U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}} \quad (17)$$

где K' - коэффициент; [3]

K' - находится по формуле (18):

$$K' = 0,367 \times j^{0,1925} \quad (18)$$

$$K' = 0,367 \times 335^{0,1925} =$$

$$= 0,367 \times 3,06 = 1,12$$

$$\Psi_{\text{пр}} = 1,12 \times (19 - 0,01 \times 103) \times \frac{0,8 \cdot 20}{103} = 3,1$$

10) Расчёт фактической глубины проплавления

Фактическая глубина проплавления рассчитывается по формуле (19):

$$h = 0,076 \times \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\Psi_{\text{пр}}}}, \text{ мм} \quad (19)$$

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		35

Если фактическое значение h отличается от расчётного h_p более, чем на 10% необходимо внести коррективы в параметры режима сварки, чаще всего необходимо увеличить скорость сварки, но при этом нужно проверить получающуюся площадь наплавленного металла.

$$h=0,0081 \times \sqrt{\frac{5493,3}{3,1}} = 0,34 \text{ мм}$$

Вывод: полученное значение соответствует принятому ранее h_p , разница не превышает 10%.

11) Расчёт скорости подачи проволоки

Расчёт производится по формуле (20):

$$V_{\text{ПП}} = \frac{4 \cdot V_{\text{св}} \cdot F_{\text{к}}}{\pi \cdot d_{\text{э}}^2} \quad (20)$$

где $V_{\text{св}}$ – скорость сварки, см/с;

$F_{\text{к}}$ – площадь наплавленного металла, см²;

$d_{\text{э}}$ – диаметр электрода, см.

$$V_{\text{ПП}} = \frac{4 \cdot 10,8 \cdot 0,016 \cdot (1 + 0,01 \cdot 3,1)}{3,14 \cdot 0,64} = 0,35 \text{ см/с} = 126 \text{ м/ч}$$

12) Расчёт вылета проволоки

Расчёт производится по формуле (21):

$$l_{\text{э}} = 10 \times d_{\text{э}} + 2 \times d_{\text{э}}, \text{ мм} \quad (21)$$

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		36

При определении вылета электродной проволоки следует учитывать её химический состав. Для высоколегированных проволок длина вылета электрода уменьшается, для углеродистых и низколегированных сталей увеличивается.

$$l_3 = 10 \times 0,8 + 2 \times 0,8 = 9,6 \text{ мм}$$

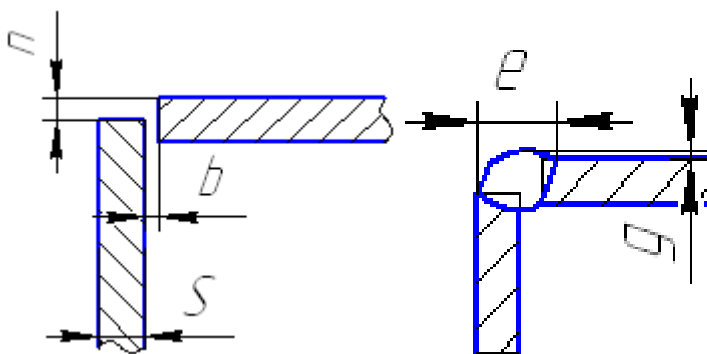
Характеристики режимов сварки представлены в Таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Характеристики режимов сварки

№	F, мм ²	I _{св} , А	dэ, мм	j, А/мм ²	V _{св} , м/ч	Уд, В	qp, Дж/м	Ψ _{пр}	h, мм	V _{пп} , м/ч	lэ, мм
Сварной шов	16,764	103	0,8	205	0,30	20	5493,3	3,1	0,34	126	9,6
Прихватки	13,76	98	3	14	0,053	24	-	-	-	-	-

Расчёт режимов сварки для шва №3 ГОСТ 14771-76

Соединение У4(2)



$$S = S_1 = 3,0 \text{ мм}; b = 1,0 \text{ мм}; n = 0,5 \text{ мм}; e = 5 \text{ мм}; g = 2,0 \text{ мм}$$

Рисунок 1.7 – Угловое соединение

Площадь наплавленного металла находится по формуле (3)

$$F_H = F_1 + F_{пр} \quad (3)$$

где F_1 – площадь наплавленного металла выпуклости;

$F_{пр}$ – площадь наплавленного металла, образованного зазором;

$$F_1 = 0,73 \times e \times q \quad (4)$$

$$F_1 = 0,73 \times 5 \times 2,0 = 7,3 \text{ мм}^2$$

$$F_{пр} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot b \quad (5)$$

$$F_{пр} = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 2,0 = 5 \text{ мм}^2$$

$$F_H = 7,3 + 5 = 12,3 \text{ мм}^2$$

1) Площадь наплавленного металла:

Площадь наплавленного металла мы нашли ранее, она составляет:

$$F_H = 12,3 \text{ мм}^2$$

2) Расчёт площади корневого валика:

3) Значение сварочного тока:

Расчёт значения сварочного тока проводится по формуле (9):

$$I_{св} = \frac{h_p}{k_h} \cdot 100, A \quad (9)$$

где k_h – коэффициент пропорциональности; находится [3, табл.41]

При обратной полярности $k_h = 2,9$ при $d \leq 0,8 \text{ мм}$

h_p находится по формуле (10):

$$h_p = (0,7 \dots 1,1) \times K \quad (10)$$

$$K < 1,2 \times S \text{ при } S = 3,6$$

$$h_p = 1,2 \times 3 = 2,9 \text{ мм}$$

$$I_{св} = \frac{3}{2,9} \cdot 100 = 83 A$$

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		38

4) Предварительный расчёт диаметра сварочной проволоки
Расчёт проводится по формуле (11):

$$d_э = K_d \times F_k, \text{ мм} \quad (11)$$

где K_d – коэффициент, выбираем в зависимости от способа сварки и рода тока
[9, таблица 16]

Выбираю постоянный ток для автоматической сварки, K_d принимаем от 0,036 до 0,160;

$$d_э = \text{от } 0,036 \times 12,3 = 0,4428 \text{ мм} \\ \text{до } 0,160 \times 12,3 = 1,968 \text{ мм}$$

После расчёта полученное значение необходимо округлить до стандартного:

- 0,8мм;
- 2мм;
- 3мм;

Предварительно выбираю $d_э = 0,8$ мм;

5) Значение плотности сварочного тока
Значение плотности тока находится по формуле (12):

$$j = \frac{4 \cdot I_{св}}{\pi \cdot d_э^2} \quad (12)$$

Значение j должно соответствовать требуемым допустимым плотностям токов.

$$j = \frac{4 \cdot 83}{3,14 \cdot 0,8^2} = 165,2 \text{ А/мм}^2$$

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		39

Полученное значение $j=165,2 \text{ А/мм}^2$ соответствует допустимому значению плотности тока 165 А/мм^2 ; [3]

б) Расчёт скорости сварки

Расчёт проводится по формуле (13):

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_{\text{н}} \cdot I_{\text{св}}}{3600 \cdot q \cdot F_{\text{к}}}, \frac{\text{см}}{\text{с}} \quad (13)$$

где $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент наплавки, $\text{г/А}^*\text{ч}$;

q – плотность металла = $7,8 \text{ г/см}^3$.

Коэффициент наплавки можно определить по формуле для переменного или постоянного тока, для постоянного тока необходимо определить полярность процесса сварки. [9]

$\alpha_{\text{н}}$ - находится по формуле (14):

$$L_{\text{э}} = 10 \times d_{\text{э}}$$

$$L_{\text{э}} = 10 \times 0,8 = 8$$

$$d_{\text{р}} = 1,21 \times I_{\text{св}}^{0,32} \times d^{0,39} \times d^{(-6,64)} = 20,1$$

$$\alpha_{\text{н}} = \frac{20,1 \cdot (100 - 3,8)}{100} = 19,3 \text{ г/А}^*\text{ч} \quad (14)$$

Скорость сварки равна:

$$V_{\text{св}} = \frac{19,3 \cdot 83}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,12} = 0,47 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Принимаем $V_{\text{св}}=16,92 \text{ м/ч}$

7) Значение напряжения на дуге

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						40
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Напряжение на дуге рассчитывается по формуле (15):

$$U_d = 14 + 0,05 \times \frac{I_{св}}{\sqrt{d_э}}, \text{ В} \quad (15)$$

$$U_d = 14 + 0,05 \times \frac{83}{0,89} = 14,5 \text{ В}$$

Значение напряжения принимаем $U_d = 14,5 \text{ В}$

8) Погонная энергия сварки

Погонная энергия сварки рассчитывается по формуле (16):

$$q_{п} = \frac{I_{св} \cdot U_d \cdot \eta}{V_{св}} \quad (16)$$

где $I_{св}$ – сила сварочного тока, А;

$V_{св}$ – скорость сварки, см/с;

U_d – напряжение на дуге, В;

η – эффективный тепловой КПД дуги; $\eta_{ф} =$ от 0,8 до 0,85

$$q_{п} = \frac{83 \times 14,5 \times 0,8}{16,92} = 56,9 \text{ Дж/м}$$

9) Расчёт коэффициента формы провара

Коэффициент формы провара находится по формуле (17):

$$\Psi_{пр} = K' \times (19 - 0,01 \times I_{св}) \times \frac{d_э \cdot U_d}{I_{св}} \quad (17)$$

где K' – коэффициент; [3]

K' – находится по формуле (18):

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		41

$$K = 0,367 \times j^{0,1925} \quad (18)$$

$$K = 0,367 \times 335^{0,1925} =$$

$$= 0,367 \times 2,27 = 1,12$$

$$\Psi_{\text{пр}} = 1,12 \times (19 - 0,01 \times 83) \times \frac{0,8 \cdot 14,5}{83} = 2,8$$

10) Расчёт фактической глубины проплавления

Фактическая глубина проплавления рассчитывается по формуле (19):

$$h = 0,076 \times \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\Psi_{\text{пр}}}}, \text{ мм} \quad (19)$$

Если фактическое значение h отличается от расчётного $h_{\text{р}}$ более, чем на 10% необходимо внести коррективы в параметры режима сварки, чаще всего необходимо увеличить скорость сварки, но при этом нужно проверить получающуюся площадь наплавленного металла.

$$h = 0,0081 \times \sqrt{\frac{56,8}{2,8}} = 0,036 \text{ мм}$$

Вывод: полученное значение соответствует принятому ранее $h_{\text{р}}$, разница не превышает 10%.

11) Расчёт скорости подачи проволоки

Расчёт производится по формуле (20):

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		42

$$V_{\text{III}} = \frac{4 \cdot V_{\text{св}} \cdot F_{\text{к}}}{\pi \cdot d_{\text{э}}^2} \quad (20)$$

где $V_{\text{св}}$ – скорость сварки, см/с;

$F_{\text{к}}$ – площадь наплавленного металла, см²;

$d_{\text{э}}$ – диаметр электрода, см.

$$V_{\text{III}} = \frac{4 \cdot 16,92 \cdot 0,012 \cdot (1 + 0,01 \cdot 2,8)}{3,14 \cdot 0,64} = 0,41 \text{ см/с} = 14,76 \text{ м/ч}$$

9) Расчёт вылета проволоки

Расчёт производится по формуле (21):

$$l_{\text{э}} = 10 \times d_{\text{э}} + 2 \times d_{\text{э}}, \text{ мм} \quad (21)$$

При определении вылета электродной проволоки следует учитывать её химический состав. Для высоколегированных проволок длина вылета электрода уменьшается, для углеродистых и низколегированных сталей увеличивается.

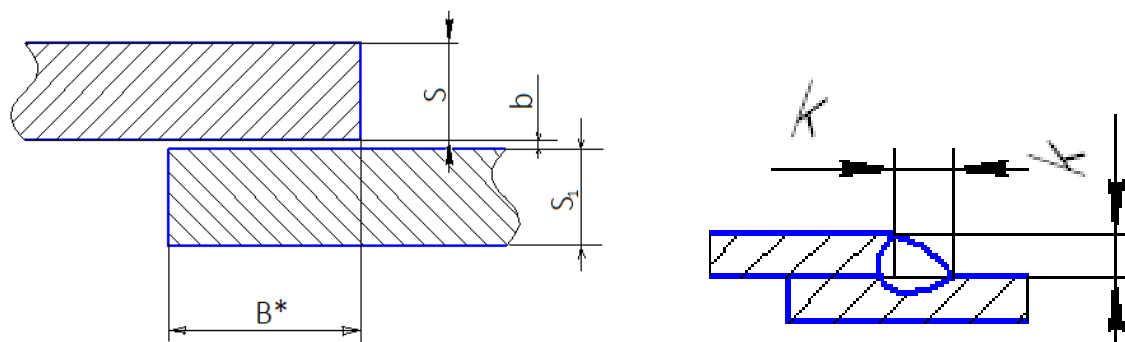
$$l_{\text{э}} = 10 \times 0,8 + 2 \times 0,8 = 9,6 \text{ мм}$$

Таблица 1.8 – Характеристики режимов сварки

№	F, мм ²	I _{св} , А	d _э , мм	j, А/мм ²	V _{св} , м/ч	U _д , В	q _п , Дж/м	Ψ _{пр}	h, мм	V _{III} , м/ч	l _э , мм
Сварной шов	12,3	83	0,8	165,2	0,47	14,5	56,9	2,8	0,03	14,76	9,6
Прихватки	5,43	98	0,8	15,6	0,0092	25	-	-	-	-	-

Расчёт режимов сварки для шва №4 ГОСТ 14771-76

(Соединение H1)



$$S = S_1 = 3,0 \text{ мм}; b = 1,0 \text{ мм}; B = 17,0 \text{ мм}; k = 3,0 \text{ мм}$$

Рисунок 1.9 – Нахлестанное соединение

Площадь наплавленного металла находится по формуле (3)

$$F_H = F_1 + F_{\text{пр}} \quad (3)$$

где F_1 – площадь наплавленного металла выпуклости;

$F_{\text{пр}}$ – площадь наплавленного металла, образованного зазором;

$$F_1 = 0,73 \times e \times q \quad (4)$$

$$E = k \times 1,41 = 4,23$$

$$F_1 = 0,73 \times 4,23 \times 3,0 = 9,26 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{пр}} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot b \quad (5)$$

$$F_{\text{пр}} = \frac{1}{2} \cdot 3,0 \cdot 3,0 = 4,5 \text{ мм}^2$$

$$F_H = 9,26 + 4,5 = 13,76 \text{ мм}^2$$

1) Площадь наплавленного металла:

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		44

Площадь наплавленного металла мы нашли ранее, она составляет:

$$F_H = 13,76 \text{ мм}^2$$

2) Расчёт площади корневого валика:

3) Значение сварочного тока:

Расчёт значения сварочного тока проводится по формуле (9):

$$I_{\text{св}} = \frac{h_p}{k_h} \cdot 100, \text{ А} \quad (9)$$

где k_h – коэффициент пропорциональности; находится [3, табл.41]

При обратной полярности $k_h = 2,9$ при $d_s = 0,8$ мм

h_p находится по формуле (10):

$$h_p = (0,7 \dots 1,1) \times K \quad (10)$$
$$K < 1,2 \times S \text{ при } S = 3,6$$
$$h_p = 1,2 \times 3 = 2,9 \text{ мм}$$
$$I_{\text{св}} = \frac{2,9}{2,9} \cdot 100 = 103 \text{ А}$$

4) Предварительный расчёт диаметра сварочной проволоки

Расчёт проводится по формуле (11):

$$d_s = K_d \times F_k, \text{ мм} \quad (11)$$

где K_d – коэффициент, выбираем в зависимости от способа сварки и рода тока [9, таблица 16]

Выбираю постоянный ток для автоматической сварки, K_d принимаем от 0,036 до 0,160;

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		45

$$d_э = \text{от } 0,036 \times 18,68 = 0,67 \text{ мм}$$

$$\text{до } 0,160 \times 18,68 = 3,0 \text{ мм}$$

После расчёта полученное значение необходимо округлить до стандартного:

- 0,8мм;
- 2мм;
- 3мм;

Предварительно выбираю $d_э=0,8$ мм;

5) Значение плотности сварочного тока
Значение плотности тока находится по формуле (12):

$$j = \frac{4 \cdot I_{св}}{\pi \cdot d_э^2} \quad (12)$$

Значение j должно соответствовать требуемым допустимым плотностям токов.

$$j = \frac{4 \cdot 100}{3,14 \cdot 0,8^2} = 199,0 \text{ А/мм}^2$$

Полученное значение $j=199,0$ А/мм² соответствует допустимому значению плотности тока 200 А/мм²; [3]

6) Расчёт скорости сварки
Расчёт проводится по формуле (13):

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot q \cdot F_k} \cdot \frac{\text{см}}{\text{с}} \quad (13)$$

где α_n – коэффициент наплавки, г/А*ч;

q – плотность металла = 7,8 г/см³.

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		46

Коэффициент наплавки можно определить по формуле для переменного или постоянного тока, для постоянного тока необходимо определить полярность процесса сварки. [9]

α_n - находится по формуле (14):

$$L_3 = 10 \times d_3$$

$$L_3 = 10 \times 0,8 = 8$$

$$d_p = 1,21 \times I_{св}^{0,32} \times d^{0,39} \times d^{(-6,64)} = 13,7$$

$$\alpha_n = \frac{13,7 \cdot (100 - 3,8)}{100} = 13,2 \text{ г/А} \times \text{ч} \quad (14)$$

Скорость сварки равна:

$$V_{св} = \frac{13,2 \cdot 100}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,13} = 0,36 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Принимаем $V_{св} = 12,96 \text{ м/ч}$

7) Значение напряжения на дуге

Напряжение на дуге рассчитывается по формуле (15):

$$U_d = 14 + 0,05 \times \frac{I_{св}}{\sqrt{d_3}}, \text{ В} \quad (15)$$

$$U_d = 14 + 0,05 \times \frac{100}{0,89} = 19,6 \text{ В}$$

Значение напряжения принимаем $U_d = 19,6 \text{ В}$

8) Погонная энергия сварки

Погонная энергия сварки рассчитывается по формуле (16):

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
						47
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$q_{п} = \frac{I_{св} \cdot U_{д} \cdot \eta}{V_{св}} \quad (16)$$

где $I_{св}$ – сила сварочного тока, А;

$V_{св}$ – скорость сварки, см/с;

$U_{д}$ – напряжение на дуге, В;

η – эффективный тепловой КПД дуги; $\eta_{ф}$ = от 0,8 до 0,85

$$q_{п} = \frac{100 \times 19,6 \times 0,8}{0,36} = 4355,5 \text{ Дж/м}$$

9) Расчёт коэффициента формы провара

Коэффициент формы провара находится по формуле (17):

$$\Psi_{пр} = K' \times (19 - 0,01 \times I_{св}) \times \frac{d_{э} \cdot U_{д}}{I_{св}} \quad (17)$$

где K' – коэффициент; [3]

K' – находится по формуле (18):

$$K' = 0,367 \times j^{0,1925} \quad (18)$$

$$K' = 0,367 \times 335^{0,1925} =$$

$$= 0,367 \times 2,27 = 1,12$$

$$\Psi_{пр} = 1,12 \times (19 - 0,01 \times 100) \times \frac{0,8 \cdot 19,6}{100} = 3,4$$

10) Расчёт фактической глубины проплавления

Фактическая глубина проплавления рассчитывается по формуле (19):

$$h = 0,0081 \times \sqrt{\frac{q_{п}}{\Psi_{пр}}}, \text{ мм} \quad (19)$$

									Лист
									48
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ПЗ 44.03.04.307.ПЗ				

Если фактическое значение h отличается от расчётного h_r более, чем на 10% необходимо внести коррективы в параметры режима сварки, чаще всего необходимо увеличить скорость сварки, но при этом нужно проверить получающуюся площадь наплавленного металла.

$$h=0,0081 \times \sqrt{\frac{4355,5}{3,4}} = 0,29 \text{ мм}$$

Вывод: полученное значение соответствует принятому ранее h_r , разница не превышает 10%.

11) Расчёт скорости подачи проволоки

Расчёт производится по формуле (20):

$$V_{\text{ПП}} = \frac{4 \cdot V_{\text{св}} \cdot F_{\text{к}}}{\pi \cdot d_{\text{э}}^2} \quad (20)$$

где $V_{\text{св}}$ – скорость сварки, см/с;

$F_{\text{к}}$ – площадь наплавленного металла, см²;

$d_{\text{э}}$ – диаметр электрода см.

$$V_{\text{ПП}} = \frac{4 \cdot 12,96 \cdot 0,013 \cdot (1 + 0,01 \cdot 3,4)}{3,14 \cdot 0,64} = 0,34 \text{ см/с} = 12,24 \text{ м/ч}$$

12) Расчёт вылета проволоки

Расчёт производится по формуле (21):

$$l_3 = 10 \times d_3 + 2 \times d_{\text{э}}, \text{ мм} \quad (21)$$

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		49

При определении вылета электродной проволоки следует учитывать её химический состав. Для высоколегированных проволок длина вылета электрода уменьшается, для углеродистых и низколегированных сталей увеличивается.

$$l_3 = 10 \times 0,8 + 2 \times 0,8 = 9,6 \text{ мм}$$

Таблица 1.9 – Характеристики режимов сварки

№	F, мм ²	I _{св} , А	d _э , мм	j, А/мм ²	V _{св} , м/ч	U _д , В	q _п , Дж/м	Ψ _{пр}	h, мм	V _{пп} , м/ч	l _э , мм
Сварной шов	13,76	100	0,8	200	0,36	19,6	4355,5	3,4	0,29	12,24	9,6
Прихватки	18,68	98	0,8	89,1	0,0026	25	-	-	-	-	-

1.9 Оборудование для сварки



Рисунок 1.8 - 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.

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.

Таблица 1.10 - Характеристика сварочного выпрямителя

Технология	Масса	КПД
Обычный выпрямитель	>149 кг	<70%
Инвертор	46 кг	>85%

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).

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		51

- 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
- 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 1.11- 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	

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		52

Продолжение таблицы 1.11

1	2
ПВ = 100%, A/B	300/29
ПВ = 60%, A/B	400/34
Диапазон установок, А:	
MIG/MAG	16-400
MMA	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
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

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ПЗ 44.03.04.307.ПЗ

Лист

53

Окончание таблицы 1.11

1	2
<p>Панель управления Aristo U6</p> <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 	 <p>The image shows the Aristo U6 control panel, a dark grey rectangular device. It features a small LCD screen displaying '240 Volt' and '80 m/min'. To the right of the screen are two rotary dials: the top one is labeled 'V' and the bottom one is labeled 'A'. Below the screen are several small rectangular buttons. The 'Aristo' logo is visible in the top left corner.</p>
<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 the Aristo U82 control panel, a rugged black and yellow device. It has a larger LCD screen displaying '0.0 Volt', '0 Amp', and '5.0 m/min'. Below the screen is a row of five buttons labeled 'S1' through 'S5'. The device has a prominent yellow horizontal band across the middle. The 'Aristo' logo is visible at the top right.</p>

Сварочный автомат

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

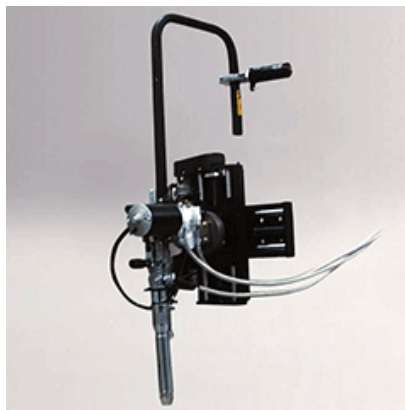


Рисунок 1.16 – Автомат для дуговой сварки A2 S GMAW Mini Master

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 1.12 -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

Сварочный стол для сборки и сварки рамы шасси Tempus SSTW fix



Рисунок 1.11 – Сварочный стол для сборки и сварки рамы шасси Tempus SSTW fix

Таблица 1.13 - Характеристики

Характеристики	
Мах нагрузка, кг	150
Размер рамы, мм	3000x1500

Сварочный стол для сборки и сварки рам Tempus SSTW fix- стационарный сварочный стол для сборки и сварки рамных конструкций. Максимальный размер рамы 1,5х3,0 м, максимальная полезная нагрузка 150 кг.

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.

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		56



Рисунок 1.13 – Машина термической резки. Тип: ULTRAREX™ UXL



Рисунок 1.14 - Угловая шлифмашина Makita

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

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ПЗ 44.03.04.307.ПЗ

Лист

57

2 Экономический раздел

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

По базовому варианту работа выполнялась механизированной (полуавтоматической) сваркой в среде К18. 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 К18. Оборудование: Автомат для дуговой сварки A2 S GMAW Mini Master, Сварочный стол для сборки и сварки основания Tempus SSTW fix

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:

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{пз} + t_{в} + t_{обс} + t_{п}, \quad (2.1)$$

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

$t_{осн}$ – основное время, ч.;

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

$t_{в}$ – вспомогательное время, ч.;

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

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		58

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

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, $m \Sigma L_{шв} = 5,904$ 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

$$t_{осн} = \frac{5,904}{8} = 0,74 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{5,904}{18} = 0,33 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

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:

$$t_{нз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{нз} = \frac{0,74 \cdot 10}{100} = 0,074 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{нз} = 0,033 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Вспомогательное время (t_6) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой t_3 , осмотр и очистку свариваемых кромок $t_{кр}$, очистку

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		59

швов от шлака и брызг $t_{бр}$, клеймение швов $t_{кл}$, установку и поворот изделия, его закрепление $t_{уст}$:

$$t_{в} = t_{э} + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (2.3)$$

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

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, $L_{шв} = 5,904 \text{ м}$.

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле для обоих вариантов

$$t_{кр} = 5,904 \cdot (0,6 + 1,2 \cdot (1-1)) = 3,54 \text{ мин.} = 0,059 \text{ ч.}$$

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

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

$$t_{бр} = 0,059 \text{ ч.}$$

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.

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		60

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)

$$t_e = 0,083 + 0,059 + 0,059 + 0,1 + 0,0076 = 0,31 \text{ ч.}$$

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

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 2,3 = 1,16 \text{ ч.}$$

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 1,01 = 0,07 \text{ ч.}$$

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

$$t_n = 0,07 \cdot 0,74 = 0,052 \text{ ч.}$$

$$t_n = 0,07 \cdot 0,33 = 0,023 \text{ ч.}$$

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

$$T_{шт-к} = 0,74 + 0,074 + 0,31 + 0,052 + 0,052 \approx 1,228 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$T_{шт-к} = 0,33 + 0,033 + 0,31 + 0,052 + 0,052 \approx 0,8 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

2.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

1) Время сварки на одно изделие:

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

$$t_{осн} = 0,74 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = 0,33 \text{ ч. (проектируемый вариант).}$$

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

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

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		62

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

N – годовая программа, шт.

$$T_{\text{произв. пр.}} = 1,228 \cdot 1000 = 1228 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 0,8 \cdot 1000 = 800 \text{ ч.}$$

Определим трудоемкость только процесса сварки при выполнении годовой производственной программы

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

$$T_{\text{год}} = 0,74 \cdot 1000 = 740 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{год}} = 0,33 \cdot 1000 = 330 \text{ ч.}$$

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.

($\Phi_{\delta} = 1914 \text{ час.}$);

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

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

$$C_p = \frac{740}{1914 \cdot 1,2} = 0,3 \text{ примем } C_{п} = 1 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_p = \frac{330}{1914 \cdot 1,2} = 0,14 \text{ примем } C_{п} = 1 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

Принятое количество оборудования C_p определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		63

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

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

$$K_3 = \frac{0,3}{1} = 0,3 \text{ (базовый вариант);}$$

$$K_3 = \frac{0,14}{1} = 0,14 \text{ (проектируемый вариант).}$$

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.

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	320000	
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
Сварочный стол для сборки и сварки основания Tempus SSTW fix	руб./шт		420000
Приспособление для сборки и всарки	руб./шт		120000
Сварочная проволока Св-08Г2С, Ø 0,8 мм, C_0	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:

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

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

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

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

$$K_{обj} = 320290 \cdot (1 + 0,12) = 390000 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{обj} = 1381000 \cdot (1 + 0,12) = 1546720 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

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

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

$$K_{об} = 390000 \cdot 1 \cdot 1 = 390000 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{об} = 1546720 \cdot 1 = 1546720 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

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.

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						65
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Таблица 2.3 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Цена комплекта оборудования, руб.	325 000	1381000
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	390000	1546720
Количество комплектов оборудования, шт.	1	1
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	390000	1546720

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 СЗпс, C_k	руб./кг	9,95	9,95
Тариф на электроэнергию, $C_{элм}$	руб./кВт-час	3,16	3,16
РДС ОКА46, $C_{з.г}$	руб./л	0,08	
Защитный газ К18, $C_{з.г}$	руб./л		41,60
Расход защитного газа	л/мин	8	
Длина сварного шва	м	5,9	5,9
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).

$$C_T = MЗ + З_э + З_{пр} , \quad (2.12)$$

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).

Расчет материальных затрат

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энерго-ресурсы на технологические цели.

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

$$MЗ = C_{о.м} + C_{др} , \quad (2.13)$$

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

$C_{эп}$ - 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 ($C_{о.м}$, руб.) в расчете на одно металлоизделие с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле(2.14).:

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

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		67

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

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

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 09Г2С.

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

где m_k – масса конструкции, $m_k = 0,027$ 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;

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		68

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

Объем наплавленного металла V_{HM} рассчитывается по формуле:

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

где F_o – площадь поперечного сечения наплавленного металла, см²;

$L_{шв}$ - длина сварного шва, см.

Исходные данные для расчетов:

$$L_{шв} = 5,904 \text{ м} = 590,4 \text{ см}$$

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

$$V_{HM} = 590,4 \cdot 1,535 = 906,3 \text{ см}^3.$$

$$M_{HM} = 906,3 \cdot 7,8 = 7069 \text{ г} \approx 7,07 \text{ кг}$$

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

$$C_{св.пр} = 7,07 \cdot 1,2 \cdot 80 \cdot 1,05 = 713 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{св.пр} = 7,07 \cdot 1,02 \cdot 80 \cdot 1,05 = 606 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расчет затрат на флюс

$$C_{ВМ(УГ)} = t_{осн} \cdot q_{зг} \cdot k_p \cdot Ц_{зг} \cdot K_T \quad (56)$$

где t – время сварки, час.;

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

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

$Ц_{зг}$ – цена газа, руб.; $Ц_{зг} = 0,13$ руб./дм³ К-20. $CO_2 = 0,08$ руб./дм³.;

K_{TP} – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		69

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

$$C_{BM(NT)} = 0,74 \cdot 8 \cdot 1,1 \cdot 0,08 \cdot 1,05 = 0,55 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{BM(NT)} = 0,33 \cdot 26 \cdot 1,1 \cdot 0,13 \cdot 1,05 = 1,3 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

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

$$C_{ЭН} = \alpha_{Э} \cdot W \cdot Ц_{Э}, \text{ руб.} \quad (57)$$

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

W – расход электроэнергии, кВт·ч;

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

$$C_{ЭН} = 2,431 \cdot 8 \cdot 0,752 \cdot 3,16 = 46 \text{ руб (базовый вариант);}$$

$$C_{ЭН} = 2,431 \cdot 5 \cdot 0,752 \cdot 3,16 = 29 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

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

$$C_{о.м} = (1080 + 713 + 0,55)1,05 = 1883 \text{ руб.}$$

$$C_{о.м} = (1080 + 606 + 1,3)1,05 = 1772 \text{ руб.}$$

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		70

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

По базовому варианту:

$$MЗ = 1883 + 0,55 + 46 = 1930 \text{ руб.}$$

По проектируемому варианту:

$$MЗ = 1772 + 1,3 + 29 = 1802 \text{ руб.}$$

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 ($\Phi_{др} = 1870$ час.);

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

$$Ч_{ор} = \frac{740}{1870 \cdot 1,1} = 0,4 \text{ примем } Ч_{ор} = 1 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$Ч_{ор} = \frac{330}{1870 \cdot 1,1} = 0,2 \text{ примем } Ч_{ор} = 1 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

Расчет расходов на оплату труда производственных рабочих

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

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

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

где Φ_r - годовой действительный фонд времени одного рабочего, час.
($\Phi_r \approx 1870$ час.);

$T_{ст}$ - 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 $Ч_{св} = 1$ чел.; в проектируемом $Ч_{св} = 2$ чел.,

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

$R_{пв}$ –расценка за единицу изделия для сварщиков $R_{пв_{св}}$

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

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

$K_{д}$ - 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 льготных часов подросткам, кормящим матерям). Размер выплат предусмотрен обычно в пределах 10% - 20% от основной зарплаты), $K_{д} = 1,2$;

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

$$R_{пв_{св}} = 144 \cdot 1870 \cdot 1 / 1000 = 269,28 = 270 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		72

$$R_{пв,св} = 168 \cdot 1870 \cdot 1 / 1000 = 134,16 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

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:

$$D_{вр} = 144 \cdot 1,228 \cdot 0,51 = 90 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$Z_{пр} = 270 + 90 = 360 \text{ руб.}$$

$$D_{вр} = 168 \cdot 0,8 \cdot 0,51 = 6,72 \text{ руб. (проектный вариант)}$$

$$Z_{пр} = 315 + 6,72 = 318 \text{ руб.}$$

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

$$Z_{год} = N \cdot Z_{пр}$$

$$Z_{год} = 1000 \cdot 360 = 360000 \text{ руб. (базов. вариант)}$$

$$Z_{год} = 1000 \cdot 318 = 318000 \text{ руб. (проект. вариант)}$$

Среднемесячные расходы на оплату труда одного рабочего составят:

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		73

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

$$Z_M = 360000 / (12) = 30000 \text{ руб. (баз. вариант)}$$

$$Z_M = 318000 / (12) = 26500 \text{ руб. (проект. вариант)}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости C_T 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, $C_{o.m}$, руб.	1883	1772
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{Эн}$, руб.	46	29
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $Z_{пр}$, руб.	360000	318000
Технологическая себестоимость, C_T , руб./металлоизделие	361929	319801

Расчет производственной себестоимости изготовления металлоизделия.

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

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

где C_T – технологическая себестоимость, руб.;

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

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

В статью «Общепроизводственные расходы» ($P_{пр}$, 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.

$$P_{\text{пр}} = C_A + C_p + P_{\text{пр}} \quad (2.27)$$

где C_A – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

C_p - 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_A), при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии рассчитаем по формуле:

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

где $K_{\text{об}}$ – 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.;

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

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

n_o – количество оборудования, шт.;

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		75

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

Базовый вариант:

$$C_A = \frac{390000 \cdot 14,7 \cdot 1,23}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 0,04 = 13397 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант

$$C_A = \frac{1546720 \cdot 14,7 \cdot 0,8}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 0,02 = 17279 \text{ руб.}$$

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

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

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

Значение $Д$ принимается равным 3 %.

$$C_p = \frac{390000 \cdot 3}{100} = 11700 \text{ руб}$$

$$C_p = \frac{1546720 \cdot 3}{100} = 46402 \text{ руб.}$$

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

$$P_{пп}^* = \frac{\%P_{пп} \cdot 3\Pi_o}{100}, \quad (2.30)$$

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		76

$$P_{\text{ПР}}^* = \frac{360000 \cdot 10}{100} = 36000 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ПР}}^* = \frac{318000 \cdot 10}{100} = 31800 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

где ЗП_{пр} – заработная плата производственных рабочих, руб.;

%Р_{пр} – процент общепроизводственных расходов на содержание производственных помещений и прочих цеховых расходов, %. Р_{пр} = 10%.

Расчет общехозяйственных расходов. В статью «Общехозяйственные расходы» (Р_{хоз}, 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 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.;

% Р_{хоз} – процент общехозяйственных расходов, % Р_{ХОЗ} = 25%.

$$P_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 360000}{100} = 90000 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 318000}{100} = 79500 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	Лист
						77
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Выполним расчет общепроизводственных расходов (2.27) :

по базовому варианту:

$$R_{\text{пр}} = 13397 + 11700 + 36000 = 61097 \text{ руб.}$$

по проектируемому варианту:

$$R_{\text{пр}} = 17279 + 46402 + 31800 = 95481 \text{ руб.}$$

Выполним расчет производственной себестоимости по формуле (2.26)

По базовому варианту:

$$C_{\text{пр}} = 361929 + 61097 + 90000 = 513026 \text{ руб.}$$

По проектируемому варианту

$$C_{\text{пр}} = 319801 + 95481 + 79500 = 494782 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости изготовления металлоконструкций, Сп производим по формуле:

$$C_{\text{П}} = C_{\text{пр}} + R_{\text{к}}, \quad (2.28)$$

где $R_{\text{к}}$ – коммерческие расходы, руб.

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» ($R_{\text{к}}$, 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:

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		78

$$P_K = \frac{\% P_K \cdot C_{пр}}{100}, \quad (2.31)$$

где %P_к – процент коммерческих расходов от производственной себестоимости, %P_к = 0,1-0,5%.

$$P_K = 0,1 \cdot 513026 / 100 = 513 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$CП = 513026 + 513 = 513539 \text{ руб.}$$

$$P_K = 0,1 \cdot 494782 / 100 = 495 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

$$CП = 494782 + 495 = 495277 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов себестоимости изготовления металлоизделий сводятся в таблицу 2.6

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:	1930	1802	128
2. Затраты на технологическую электроэнергию	46	29	17
3. Заработная плата производственных рабочих	360	318	42
Итого технологическая себестоимость, С _т	361929	319801	42128
4. Общепроизводственные расходы, Р _{пр}	36000	31800	4200
5. Общехозяйственные расходы, Р _{хоз.}	90000	79500	10500
Итого производственная себестоимость, С _{пр}	513026	494782	18244
6. Коммерческие расходы, Р _к	513	495	18
Итого полная себестоимость, С _п	513539	495277	18262

2.5 Расчет показателей экономической эффективности

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

$$\begin{aligned}\Delta C_{\text{п}} &= C_{\text{п1}} - C_{\text{п2}}, & (2.32) \\ \Delta C_{\text{п}} &= 513539 - 495277 = 18262\end{aligned}$$

где $C_{\text{п1}}$, $C_{\text{п2}}$ - 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 расходов 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, Π , руб. рассчитываем по формуле (2.35).

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (C , 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.

$$C = (C_n * K_p) / N, \quad (2.33)$$

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

$$C_1 = (513539 \cdot 1,3) / 1000 = 668 \text{ руб.}$$

$$C_2 = (495277 \cdot 1,5) / 1000 = 743 \text{ руб.}$$

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		80

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

$$B = Ц * N \quad (2.34)$$

$$B_1 = 668 \cdot 1000 = 668000 \text{ руб.}$$

$$B_2 = 743 \cdot 1000 = 743000 \text{ руб.}$$

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

$$\Pi = B - C_{п}, \quad (2.35)$$

$$\Pi_1 = 668000 - 513539 = 189244 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 743000 - 495277 = 247723 \text{ руб.}$$

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

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

$$\Delta\Pi = 247723 - 189244 = 58479 \text{ руб.}$$

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, металлоизделий в расчете на год;

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

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

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

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

$$C_{пер} = 361929 / 1000 = 361,929 \text{ руб}$$

$$C_{пер} = 319801 / 1000 = 319,801 \text{ руб}$$

$$N_{кр} = \frac{513539 - 390000}{668 - 3900} = 38 \text{ шт}$$

$$N_{кр2} = \frac{495277 - 1546720}{743 - 15467,2} = 71 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции, R , выполняем по формуле:

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

$$R_1 = \frac{189244}{513539} \cdot 100 = 37\%$$

$$R_1 = \frac{247723}{495277} \cdot 100 = 50\%$$

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

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		82

$$P_{mp} = \frac{B}{C_{op}}, \quad (2.40)$$

$$P_{mp1} = \frac{668000}{1} = 668000 \text{ руб./чел.}$$

$$P_{mp2} = \frac{743000}{1} = 743000 \text{ руб./чел.}$$

Расчет срока окупаемости капитальных вложений, T_o производим по формуле:

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

$$T_o = \frac{1546720 - 390000}{584790} = 1,97 \text{ года}$$

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

Таблица 2.7 – Технико-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.	668000	743000	-75000
3	Капитальные вложения, К	тыс.руб.	390000	1546720	-1156720
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, C_T	тыс.руб.	361929	319801	42128
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, C_{Π}	тыс.руб.	513539	495277	18262
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	тыс.руб.	189244	247723	-58479
7	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	1	1	

Окончание работы 2.7

1	2	3	4	5	6
8	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), $P_{тр}$	тыс.руб./чел.	668000	743000	-75000
9	Рентабельность продукции, R	%	37	50	13
10	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений ($T_{ок}$)	год		1,97	
11	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	38	71	-33

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.

3 Методический раздел

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки корпуса насоса. В процессе разработки предложена замена механизированной сварки одноосного шасси на автоматическую сварку в среде защитных газов. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сварочного оборудования на более современное. Реализация разработанной технологии предполагает подготовку рабочих, осуществляющих эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт данного оборудования.

К эксплуатации установки для автоматической сварки по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» с уровнем квалификации 3. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» 4 квалификационного уровня. На основании этого целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации.

Для разработки программы переподготовки необходимо проанализировать и изучить нормативные документы:

- Профессиональный стандарт «Сварщик» (код 40.002, регистрационный номер 14, Приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован Минюстом России 13.02.2014 г., рег. № 31301);
- Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109, регистрационный номер 664, Приказ Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег. № 40426);

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		85

3.1 Анализ Профессиональных стандартов

Рассмотрим и сравним характеристики трудовых функций Профессиональных стандартов. В таблице 3.1 представлены выписки из Профессиональных стандартов: 40.002 «Сварщик частично механизированной сварки плавлением», код С/04.4 уровня квалификации 4 и 40.109 «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки», код А/01.3 уровня квалификации 3.

Таблица 3.1 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» 4 квалификационного уровня и «Оператор автоматической сварки плавлением» 3 квалификационного уровня

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none">• 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 сложных и ответственных конструкций с применением специализированных функций (возможностей) сварочного оборудования;• Контроль с применением измерительного инструмента сваренных частично механизированной сваркой (наплавкой) сложных и ответственных конструкций на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке;• Исправление дефектов частично механизированной сваркой (наплавкой);• Выполнение уникальных работ	<ul style="list-style-type: none">• Изучение производственного задания, конструкторской и производственно-технологической документации;• Подготовка рабочего места и средств индивидуальной защиты;• Подготовка сварочных и свариваемых материалов к сварке;• Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования;• Сборка конструкции под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки;• Контроль с применением измерительного инструмента подготовленной под сварку конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации;• Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением;• Извлечение сварной конструкции из сборочных приспособлений и технологической оснастки;• Контроль с применением измерительного инструмента сварной конструкции на соответствие требованиям

	<ul style="list-style-type: none"> и участие в исследовательских работах; Выполнение уникальных работ и участие в исследовательских работах; 	<p>конструкторской и производственно-</p> <ul style="list-style-type: none"> технологической документации; Исправление дефектов сварных соединений, обнаруженных в результате контроля; Контроль исправления дефектов сварных соединений;
Необходимые знания	<ul style="list-style-type: none"> Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением; Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением; Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сварки (наплавки) плавлением; Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций; Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва; Методы контроля и испытаний ответственных сварных конструкций; Порядок исправления дефектов сварных швов; Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) любой сложности; Конструкторская, производственно-технологическая и нормативная документация для выполнения данной трудовой функции; 	<ul style="list-style-type: none"> 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; Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением; Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением; Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением; Требования к сборке конструкции под сварку; Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением; Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля; Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения; Правила технической эксплуатации электроустановок; Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ; Правила эксплуатации газовых баллонов;

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ПЗ 44.03.04.307.ПЗ

Лист

87

		<ul style="list-style-type: none"> • Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте;
Необходимые умения	<p>Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей);</p> <p>Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением во всех пространственных положениях сварного шва сложных и ответственных конструкций;</p> <p>Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции;</p> <p>Исправлять дефекты частично механизированной сваркой (наплавкой);</p> <p>Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением конструкций любой сложности;</p> <p>Участвовать (на основе знаний и практического опыта) в выполнении уникальных и в исследовательских работах по частично механизированной сварке (наплавки) плавлением;</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку; • Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку; • Пользоваться техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов; • Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительном качестве сварного соединения; • Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации; • Исправлять выявленные дефекты сварных соединений;
Другие характеристики	<p>Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией:</p> <p>сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с механизированной подачей проволоки: сварка дуговая порошковой самозащитной проволокой; сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая под флюсом ленточным электродом; сварка дуговая под флюсом с добавлением металлического порошка; сварка дуговая под флюсом</p>	<p>Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией: сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая под флюсом с добавлением металлического порошка; сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой; сварка дуговая под флюсом ленточным электродом; сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе (MIG); сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе (MAG); сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе с присадочным сплошным материалом (проволокой или</p>

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ПЗ 44.03.04.307.ПЗ

Лист

88

	<p>порошковой проволокой; сварка дуговая под флюсом порошковым ленточным электродом; сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе; сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе; сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе.</p>	<p>стержнем) (TIG-сварка); сварка дуговая вольфрамовым электродом инертном газе без присадочного материала (TIG-сварка); сварка дуговая неплавящимся электродом в активном газе (TAG-сварка), сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе (PlasmaMIG-сварка); сварка дуговая плазменная с присадочным порошковым материалом; сварка дуговая плазменная с присадочным порошковым материалом; сварка плазменная дугой прямого действия; сварка плазменная косвенного действия; сварка плазменная с переключаемой дугой.</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

Необходимые знания:

- Основные конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых механизированной и автоматической сваркой плавления, обозначение их на чертеже;
- Устройство оборудования для сварки и сборки для механизированной и автоматической сварки плавлением, условия работы контрольно-измерительных приборов и их назначение;
- Виды и назначение сборочных приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под механизированную и автоматическую сварку плавлением;
- Основные группы и марки материалов, свариваемых механизированной и автоматической сваркой плавлением;

- Сварочные материалы, а так же требования к сборке и сварке конструкции под сварку, технология и контроль качества сварного соединений;

- Виды дефектов, причины их образования, методы предупреждения и устранения их;

- Правила по охране труда, а так же нормы и правила пожарной эксплуатации при проведении сварочных работ;

Необходимые умения:

- Определять работоспособность и исправность сварочного оборудования
- Контролировать процесс сварки и работы сварочного оборудования;
- Уметь пользоваться измерительным инструментом для контроля собранных и сваренных конструкций;

- Исправлять при необходимости выявленные дефекты сварных соединений;

На основании выявленного сравнения, можно 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 по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

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

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		90

определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 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», который представлен в Таблице 3.2. Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 3.2 – Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 4-го квалификационного разряда

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 овладения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих, формирования 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 и марок.

3.4 Разработка плана-конспекта урока

План-конспект урока

Тема курса: Сварочные автоматы для дуговой автоматической сварки в среде К18».

Тема урока: «Устройство автоматической сварочной головки ESAB A2 S Mini Master».

Цели урока:

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		92

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>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		93

Таблица 3.3 - План-конспект урока по спецтехнологии на тему: «Устройство автоматической сварочной головки ESAB A2 S Mini Master»

Этапы урока, затраты времени	Содержание учебного материала	Описание методики осуществления учебной деятельности
1	2	3
<p>Организационная часть 3-5 мин.</p> <p>Сообщение нового материала 50-55 мин.</p>	<p>Тема: «Устройство автоматической сварочной головки 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. <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.</p>	<p>Приветствие преподавателя, проверка присутствующих по учебному журналу группы; тема урока, ее актуальность.</p>

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ПЗ 44.03.04.307.ПЗ

Лист

94

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 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 воз

Методы обучения (по источнику знаний)

- словесный;
- наглядный.

Словесный объяснения.

Речь преподавателя в меру громкая, членораздельная, литературно и технически грамотная.

Объяснение ведется повернувшись к аудитории лицом.

В случае записи на доске выполнение рисунков объяснения не вести.

Наглядный показ – наглядных пособий (плакаты, натуральное оборудование).

Выполнение рисунков, схем на доске.

Плакаты демонстрировать по мере необходимости, по прохождению учебного материала.

Плакаты вешивать на доске повыше, чтобы их было видно с дальних парт. Для изображения на доске выполняют некоторые рисунки, схемы.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

возможностью компоноваться в простые комбинации сложных автоматизированных производственных линий.

II. Роликовые копиры:

Данные устройства предназначены для направления электродной проволоки 5 по кромкам 4, разделенным 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, прижимающих 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, колдочного, трубчатого и сапожкового типов

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ПЗ 44.03.04.307.ПЗ

Лист

96

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 ток от корпуса головки 6 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.

V. Подающие и прижимные ролики.

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

Пользоваться указкой, повернувшись к аудитории в вполборота.

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 тонуса у учащихся.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Окончание таблицы 3.3

1	2	3
<p>Первичное закрепление нового материала 10-15 мин.</p>	<p>Вопросы: 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 приемы действия. 5. Перечислить виды мундштуков, назвать отличия между ними.</p>	<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>
<p>Выдача домашнего задания 3-5 мин.</p>	<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.

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>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		99

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте предложено усовершенствовать технологию сварки на автоматическую в среде защитного газа. 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 одноосного шасси.

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.

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		100

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 *Фруммин, И.И.* Автоматическая электродуговая наплавка / И.И.Фруммин. – 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. Туккин.: 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. : Metallургия, 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.
- 10 *Багрянский, К.В.* Теория сварочных процессов / К.В Багрянский, З.А. Добротина, К.К. Хренов. - Киев.: Высшая школа, 1976. – 424 с.
- 11 *Сварка в СССР* / под ред. В.А. Винокурова: в 2 т. : - М.: Наука, 1981. - Т.2. – 540 с.

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		101

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 производств / А.Д. Гитлевич, Л. А. Этингоф. – М: Машиностроение, 1979. – 280с.

16 Рыморov, К.С. Механизация и автоматизация сварочного производства / К.С. Рыморov. – 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 / Н.Ю Крампит,. А.Г 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.А Троицкий, В.П. Радько, В.Г. Демидко. – Киев: Вища школа, 2003. – 144 с.

22 Куркин, С.А., Сварные конструкции / Г.А. Николаев, С.А. Куркин. – М.: Высш. шк. 1991. – 397 с.

23 Думов, С.И. Технология электрической сварки плавлением / С.И. Думов. – М.: Машиностроение, 1987. – 458 с.

24 Потапьевский, А. Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом / А.Г Потапьевский. – М.: Машиностроение, 1974. – 233 с.

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		102

25 Геворкян, В. Г. Основы сварочного дела / В.Г. Геворкян. – М.: Высш. шк., 1985. – 168 с.

26 Елагин, А. В. Сварка в среде защитных газов / А.В. Елагин. – М: машиностроение, 1971 г. – 263 с.

27 Методические указания к курсовому проекту по курсу «Оборудование отрасли» / сост. Л.Т. Плаксина, В.И. Панов, С.А. Задорина. – Екатеринбург: ГОУ ВПО Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2008. – 38 с.

28 Верховенко, Л.В. Справочник – сварщика / Л.В. Верховенко, А.Н. Тунин. – М.: Высш. шк., 1990. - 497 с.

29 Макарова, Э.Л. Сварка и свариваемые материалы/ Э.Л. Макарова. – М.: Металлургия, 1991. – 528 с.

30 Куликов, В.П. Технология сварки плавлением/ В.П. Куликов. – Мн.: Дизайн ПРО, 2000. – 256 с.

					<i>ПЗ 44.03.04.307.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		103