

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

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И КОМПОНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ СВАРКИ ЭЛЕМЕНТОВ КОРПУСА ГИДРОЦИКЛОНА**

Выпускная квалификационная работа

направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиль Машиностроение и материалобработка
профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном
производстве

Идентификационный код ВКР: 951

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

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Разработка технологии и компоновка оборудования для сварки элементов
корпуса гидроциклона

Исполнитель:
студент группы Бр-511СМ

К. А. Курганов

Руководитель:
доц., канд. техн. наук

Д. Х. Билалов

Нормоконтролер:
доц., канд. техн. наук

Л. Т. Плаксина

Екатеринбург 2018

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

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 92 листа печатного текста, 16 иллюстраций, 21 таблицу, 30 использованных источника, 1 приложение.

Ключевые слова: ГИДРОЦИКЛОН, СТЗСП, СМЕСЬ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ CORGON-18, СВАРОЧНАЯ ГОЛОВКА СГПГ, СВАРОЧНАЯ КОЛОННА КСА 1,0X1,0, РЕЖИМ СВАРКИ, УЧЕБНЫЙ ПЛАН, ПЛАН-КОНСПЕКТ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.

В проекте разработан технологический процесс для сварки элементов корпуса гидроциклона. Предложена конструкция установки для сборки и сварки продольных и кольцевых сварных швов изделия. Установка является универсальной, ее можно применять к большому спектру сварных конструкций различного диаметра. Технология сварки представлена с учетом предложенного оборудования

Рассчитаны режимы сварки для проектного варианта – автоматической сварки в средезащитных газов (смесь CORGON 18).

В методической части проекта разработана документация, включающая учебный план, учебную программу и план-конспект урока теоретического обучения.

Приведено экономическое обоснование эффективности замены полуавтоматической сварки на автоматическую в среде защитных газов.

					ДП 44.03.04.951 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.		Курганов К. А.			Разработка технологии и компоновка оборудования для сварки элементов корпуса гидроциклона	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Провер.		Билалов Д. Х.					4	1
Реценз.						ФГАОУ ВО РГППУ ИИПО Каф. ИММ, гр. Бр-511СМ		
Н. Контр.		Плаксина Л. Т.						
Утверд.		Гузанов Б. Н.						

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Технологический раздел	9
1.1 Описание конструкции	9
1.2 Характеристика материала изделия	11
1.3 Свариваемость стали	12
1.4 Выбор способа сварки	14
1.5 Выбор сварочных материалов	20
1.6 Расчет режимов сварки	22
1.7 Выбор оборудования для изготовления элементов	36
1.8 Контроль качества	44
2 Экономический раздел	50
2.1 Расчет полной себестоимости изготовления изделия	50
2.2 Расчет показателей сравнительной эффективности	68
3 Методический раздел	76
3.1 Сравнительный анализ профессиональных стандартов	77
3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»	84
3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»	85
3.4 Разработка плана-конспекта урока	86
Заключение	91
Список использованных источников	92
Приложение А. Спецификация	92

ВВЕДЕНИЕ

Области применения сварки непрерывно расширяются. Сварка стала ведущим технологическим процессом при изготовлении и ремонте металлических конструкций и изделий в промышленности, строительстве, транспорте, сельском хозяйстве и т.д.

Высокая работоспособность сварных конструкций во многих случаях зависит от механических свойств сварных соединений. Свойства сварных соединений отличаются от свойств основного металла, так как они формируются под влиянием различных факторов. Технические преимущества сварных конструкций по сравнению с конструкциями, изготовленными с использованием других методов получения неразъемных соединений, обеспечили им широкое распространение в различных отраслях строительства и машиностроения. Оптимальность проектирования сварных конструкций характеризуется возможностью уменьшения их металлоемкости при обеспечении требуемых эксплуатационных качеств, более полным использованием свойств материалов и применением передовых методов производства. Автоматизация и механизация процесса и производства показывает качество, надежность и безопасность продукции (конструкций, изделий) где основную функцию в соединении материалов и составных частей несут сварка.

При производстве калийных удобрений используется различное оборудование, одним из которых является гидроциклон. В качестве конструкционного материала для изготовления гидроциклона используется углеродистая сталь обыкновенного качества Ст-3сп.

Производство гидроциклона осуществляется с помощью ручной дуговой и полуавтоматической сварки. Актуальным становится внедрение и замена этих способов на автоматическую сварку, что повлечет улучшение санитарно-гигиенических условий труда рабочих, снижение трудоемкости

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

процесса изготовления, повышение производительности труда, уменьшение экологической опасности производства.

Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкции.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки гидроциклона.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления гидроциклона с использованием автоматической сварки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления гидроциклона;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки гидроциклона;
- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки;

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления гидроциклона, 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 гидроциклона.

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие методы:

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 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>ДП 44.03.04.951 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

1 Технологический раздел

1.1 Описание конструкции

Гидроциклон - это устройство, обычно используемое для дещлакации, сгущения и классификации твердых частиц в жидкой среде или жидком растворе (пульпе). В отличие от грохота, позволяющего просеивать твердые частицы и делить их в соответствии с их размерами, гидроциклон классифицирует частицы не только по размеру, но и по их плотности (по их однородности). Процесс разделения твердых частиц происходит вследствие действия силы гравитации и центробежной силы внутри циклона. Параметры разделения частиц в жидком растворе зависят от класса размера частиц, от их формы, вязкости жидкости и, что самое важное, от относительной плотности и концентрации твердых частиц в жидком растворе.

Движение потока в циклоне, не считая области питающего патрубка, носит циркуляционный характер, и имеет круговую симметрию, описывающую корпус циклона. Наибольшее количество поступающей жидкости движется во внешнем винтовом потоке, описывая конус циклона до его нижней части, где затем начинает разбиваться на два потока, один из которых движется по внутренней спирали в противоположном направлении движению основной массы. В результате, часть нисходящего потока выходит через песковую насадку, в то время как большая часть меняет свое направление и, поднимаясь по внутреннему винтовому потоку вверх, выходит через сливной патрубок.

Движущиеся в пульпе твердые частицы под действием центробежной силы, ускоряясь, перемещаются к стенкам циклона. И чем больше масса частиц (размер или относительная плотность), тем больше эта сила. В результате более тяжелые частицы направляются в пески, а более легкие, увлекаемые внутренним потоком, уходят в слив.

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
						9
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Гидроциклон состоит из камеры входной, царгцилиндрических, царг конических, патрубка пескового и патрубка сливного. Материал деталей - углеродистая сталь обыкновенного качества Ст-3сп.

Камера входная состоит из обечайки со спиральным входом и крышки.

Царгацилиндрическая состоит из обечайки с фланцами для соединения с ответными деталями.

Царгаконическая состоит из конуса с фланцами.

Патрубок песковый состоит из трубы с фланцами и предназначен для разгрузки сгущенной пульпы.

Патрубок сливной состоит из отвода с фланцами и предназначен для слива осветленной пульпы.

Детали корпуса крепятся болтами.

Внутренняя поверхность гидроциклона защищена от износа наборной футеровкой из полиуретана. Наиболее нагруженные элементы футеровки, требующие повышенной износостойкости и жесткости, выполнены из полиуретановой композиции с шлифзерном, проармированы металлом.

Система футеровки разработана таким образом, чтобы исключить необходимость использования дополнительных средств ее крепления к корпусу циклона. Каждая деталь футеровки точно рассчитана под крепление в отведенной ей части корпуса циклона. Эти особенности позволяют заменить изношенные части без затрат времени обычно связанных с необходимостью крепления футеровки.

В конструкции предусмотрены сменные элементы для технологической настройки гидроциклона: песковые насадки и сливные вкладыши.

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10



Рисунок 1.1 – Гидроциклон СВП 710

1.2 Характеристика материала изделия

Гидроциклон изготавливается из углеродистой стали обыкновенного качества Ст3сп

Таблица 1.1 – Технологические свойства материала Ст3сп [2]

Свариваемость	Без ограничений
Флокеночувствительность	Не чувствительна
Склонность к отпускной хрупкости	Не склонна

Таблица 1.2 – Химический состав в % материала Ст3сп ГОСТ 380-2005 [29]

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

Таблица 1.3 – Механические свойства при T=20°C материала Ст3сп [2]

Сортамент	σ_b МПа	σ_T МПа	δ_5 %
Трубы, ГОСТ 8696-74	372	245	23
Трубы, ГОСТ 10705-80	372	245	23
Прокат, ГОСТ 535-2005	370-490	205-255	23-26
Лист толстый, ГОСТ 14637-89	370-480	205-245	23-26
Арматура, ГОСТ 5781-82	373	235	25
Канатка, ГОСТ 30136-95	490-540		

σ_b – предел кратковременной прочности.[МПа]

σ_T – предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации).[МПа]

δ_5 – относительное удлинение при разрыве.[%]

Ψ – относительное сужение.[%]

KCU – ударная вязкость. [кДж/м²]

1.3 Свариваемость стали [4,7]

Свариваемость – это реакция свариваемых металлов и сплавов на процесс сварки. Она определяет технологическую сторону процесса и эксплуатационную пригодность изделия.

На свариваемость стали большое влияние оказывает ее химический состав.

Углерод - это важный элемент химического состава стали, определяющий ее свариваемость, прочность, вязкость, закаливаемость. Хорошо свариваются стали, содержащие не более 0,25% углерода. При более высоком его содержании, свариваемость стали, резко ухудшается, так как в нагретой околошовной зоне - термического влияния, образуются структуры закалки, приводящие к возникновению горячих и холодных трещин.

Сера - вредная примесь, образующая легкоплавкие соединения с железом, которые располагаются по границам зерен, ослабляя связь между ними с возникновением трещин в горячем состоянии. Это явление вызывается красноломкостью металла. Поэтому во избежание трещин в сварном шве содержание серы в свариваемых сталях должно быть менее 0,045%.

Фосфор - тоже вредная примесь. В сталях он вызывает появление хрупких структур, особенно при отрицательных температурах. Этот процесс называется хладноломкостью. Содержание фосфора в свариваемых сталях и сварных швах должно быть менее 0,04%.

Марганец - это элемент химического состава стали, несколько повышающий прочность и упругость стали. При его содержании в сталях в пределах 0,3...0,8% процесс сварки не затрудняется. При содержании же марганца

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

более 1,8% возникает опасность появления хрупкости и трещин, в связи с закаливаемостью такой стали.

Кремний - несколько повышает прочность, упругость и твердость стали. При его содержании до 0,2...0,3%, свариваемость не ухудшается. При содержании более 0,8% условия сварки ухудшаются из-за высокой жидкотекучести стали и образования тугоплавких окислов кремния.

Хром- повышает прочность, упругость и твердость стали, но при сварке образует карбиды хрома, ухудшающие коррозионную стойкость шва и прилегающую к нему околошовную зону. Он резко повышает твердость металла в этой зоне термического влияния и увеличивает вероятность возникновения трещин, способствует образованию тугоплавких окислов, затрудняющих процесс сварки. В подлежащих сварке безникелевых сталях содержание хрома не должно превышать 0,3%.

Никель - содержащийся в легированных сталях, значительно улучшает их свариваемость: он измельчает зерно, придает шву пластичность и прочность. При сварке никелесодержащих сталей требуется надежная защита их от воздействия кислорода воздуха. Никель дорог. Применение никелевых сталей должно быть технико-экономически обосновано.

По свариваемости стали подразделяются на четыре группы, характеризующиеся способностью металлов образовывать при сварке соединения с заданными свойствами – прочные, герметичные, без хрупкости.

Основными характеристиками свариваемости сталей является их склонность к образованию холодных и горячих трещин.

Склонность стали к образованию горячих трещин рассчитывается по показателю HCS, который рассчитывается по процентному содержанию основных компонентов.

$$HCS = \frac{C \cdot \left(S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100} \right) \cdot 10^3}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V} \quad (1.1)$$

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

$$HCS = \frac{0,22 \cdot \left(0,05 + 0,04 + \frac{0,3}{25} + \frac{0,3}{100}\right) \cdot 10^3}{3 \cdot 0,65 + 0,3 + 0 + 0} = 1,02$$

Получившийся $HCS = 1,02 < 4$ значит, что сталь не склонна к образованию горячих трещин.

Для оценки склонности металла к появлению холодных трещин чаще всего используется углеродный эквивалент, которым можно пользоваться как показателем, характеризующим свариваемость, при предварительной оценке последней. Для этой цели имеется ряд уравнений. Наиболее распространенным и приемлемым для сталей является следующая:

$$C_{\text{э}} = C + \frac{\text{Si}}{25} + \frac{\text{Mn}+\text{Cu}}{16} + \frac{\text{Cr}}{20} + \frac{\text{Ni}}{20} + \frac{\text{Mo}}{40} + \frac{\text{V}}{15} \quad (1.2)$$

$$C_{\text{э}} = 0,22 + \frac{0,3}{25} + \frac{0,65 + 0,3}{16} + \frac{0,3}{20} + \frac{0,3}{20} + \frac{0}{40} + \frac{0}{15} = 0,31\%$$

Получившийся $C_{\text{экв}} = 0,31 < 0,45$ это означает, что сталь не склонна к образованию холодных трещин.

1.4 Выбор способа сварки [7,8]

Ручная дуговая сварка

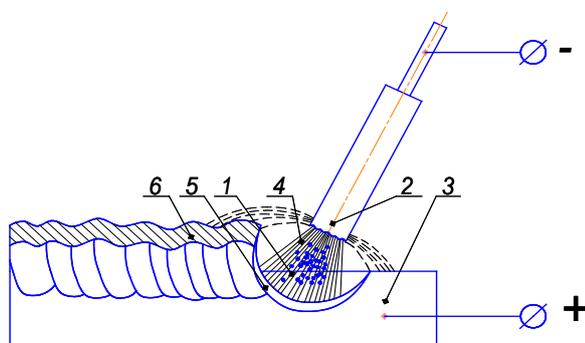
Дуговая сварка металлическими электродами с покрытием в настоящее время остается одним из самых распространенных методов. Используемых при изготовлении сварных конструкций. Это объясняется простотой и мобильностью применяемого оборудования, возможность выполнения сварки в различных пространственных положениях и в местах, труднодоступных для механизированных способов сварки.

Существенный недостаток ручной дуговой сварки покрытым электродом – малая производительность процесса и зависимость качества сварного

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

шва от практических навыков сварщика.

К электроду и свариваемому изделию для образования и поддержания сварочной дуги от источников сварочного тока подводится постоянный или переменный сварочный ток. Дуга 1 расплавляет металлический стержень электрода 2, его покрытие и основной металл 3. Расплавляющийся металлический стержень электрода в виде отдельных капель 4, покрытых шлаком, переходит в сварочную ванну 5. В сварочной ванне расплавленный металл электрода и основного металла смешивается, а расплавленный шлак всплывает на поверхность, образуя шлаковую корку 6, как показано на рисунке 1.2.



1-Сварочная дуга, 2-электрод, 3-основной металл, 4-капли расплавленного электрода, 5-сварочная ванна, 6-шлаковая корка

Рисунок 1.2 – Ручная дуговая сварка покрытым электродом

Преимущества ручной дуговой сварки:

- возможность сварки в любых пространственных положениях;
- возможность сварки в местах с ограниченным доступом;
- сравнительно быстрый переход от одного свариваемого материала к другому;
- возможность сварки самых различных сталей благодаря широкому выбору выпускаемых марок электродов;
- простота и транспортабельность сварочного оборудования.

Недостатки ручной дуговой сварки:

- низкие КПД и производительность по сравнению с другими технологиями сварки;

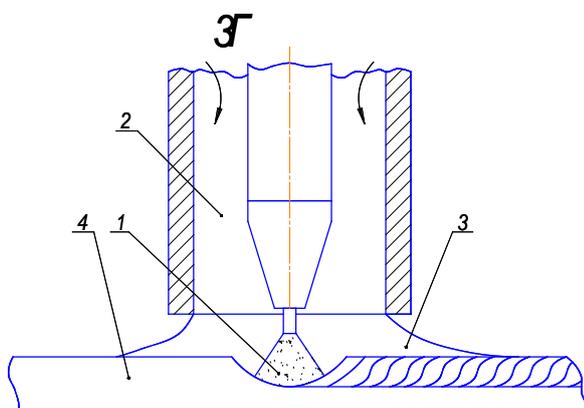
					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

- качество соединений во многом зависит от квалификации сварщика; -
- вредные условия процесса сварки.

Автоматическая сварка в среде защитных газов

Сварка в защитных газах нашла широкое применение в промышленности. Этим способом можно соединять в различных пространственных положениях разнообразные металлы и сплавы толщиной от десятых долей миллиметров до десятков миллиметров.

При сварке в зону дуги 1 через сопло 2 непрерывно подается защитный газ 3, как показано на рисунке 1.3.



1-Сварочная дуга, 2-сопло, 3-защитный газ, 4-основной металл

Рисунок 1.3 – Сварка в среде защитных газов

Тепловой дугой расплавляется основной металл 4 и электродная проволока. Расплавленный металл сварочной ванны кристаллизуется, образуя сварной шов. В качестве защитных газов применяется: 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 низко углеродистых 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.

Структура и свойства металла шва и околошовной зоны зависят от марки использованной проволоки, состава и свойств основного металла и режима сварки.

Оптимальное расстояние от сопла горелки до изделия лежит в пределах 15-25 мм. Если вылет электрода больше, то может нарушиться газовая защита сварочной ванны. При меньшем вылете электрода быстро изнашивается токоподводящий мундштук и ухудшаются условия формирования шва.

Недостатками данного способа сварки являются:

- необходимость защиты сварщика от светового и теплового излучения;
- возможность нарушения газовой защиты при сдувании струи газа движением воздуха;
- потери металла на разбрызгивание и на угар.

Достоинства способа:

- удобство в использовании данного вида сварки при работе в различных пространственных положениях;
- при использовании сварки в среде защитных газов возможно наблюдение за процессом формирования сварочного шва и его регулирование;
- большая производительность и эффективность, чем при использовании ручной дуговой сварки;

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

флюса – защита сварочной ванны от вредного воздействия кислорода и азота атмосферы.

Для сварки низкоуглеродистых, низколегированных сталей в настоящее время применяют флюсы АН-17, АН-42, АН-348, ФЦ-9. Электродную проволоку выбирают по марке свариваемого металла.

Сварку под слоем флюса можно выполнять как на переменном так и на постоянном токе. При сварке на постоянном токе процесс обычно ведут на обратной полярности. Существенным недостатком сварки под слоем флюса является возможность ее выполнения только в нижнем положении, т.к. при наклоне даже на 15° флюс сыпается, а так же стекает жидкий металл.

Сварка под слоем флюса получила широкое распространение благодаря высокой производительности процесса.

Достоинства способа:

- повышенная производительность;
- минимальные потери электродного металла (не более 2%);
- отсутствие брызг;
- максимально надёжная защита зоны сварки;
- минимальная чувствительность к образованию оксидов;
- мелкочешуйчатая поверхность металла шва в связи с высокой стабильностью процесса горения дуги;
- не требуется защитных приспособлений от светового излучения, поскольку дуга горит под слоем флюса;
- низкая скорость охлаждения металла обеспечивает высокие показатели механических свойств металла шва;
- малые затраты на подготовку кадров.

Недостатки способа:

- трудозатраты с производством, хранением и подготовкой сварочных флюсов;
- трудности корректировки положения дуги относительно кромок сва-

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19

риваемого изделия;

– нет возможности выполнять сварку во всех пространственных положениях без специального оборудования.

Вывод: для изготовления гидроциклона СВП 710 целесообразней применить автоматическую сварку в среде защитных газов. По тому что сварка в среде защитных газов более производительна чем ручная дуговая сварка, а так же возможность сварки во всех пространственных положениях в отличии от автоматической сварки под слоем флюса.

1.5 Выбор сварочных материалов [6,14]

Защитный газ

Многие виды электросварочных работ требуют применения защитных газов. Все они имеют свои достоинства и недостатки. Наиболее оптимальным для сварки в среде защитных газов является использование сварочных смесей на основе аргона с определенными добавками некоторых газовых компонентов – углекислоты, кислорода, водорода, гелия, азота и др. Как показывают исследования и многолетняя практика, применение правильно подобранных и качественно выполненных сварочных смесей существенно повышает качество и надежность сварных соединений. Благодаря использованию сварочных смесей повышается производительность сварочных работ, упрощаются вспомогательные и послесварочные операции (зачистка, устранение остаточных деформаций, подготовка к покраске и пр.), сокращается брак. Грамотное применение сварочных смесей приводит к снижению себестоимости производственных процессов и повышению конкурентоспособности продукции.

Смесь газов CORGON 18 (Ar 82%+CO₂ 18%) наиболее продуктивна при работе с углеродистыми и низколегированными сталями. При сравнении эффективности данной комбинации с аналогичными показателями сварки на

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

чистых газах обнаруживается, что этот сварочный состав облегчает струйный перенос вещества электрода. Кроме того, швы на готовом изделии, в отличие от сварки в чистой углекислоте, получаются более ровными и пластичными. При работе с указанной смесью газов заметно снижается возможность образования пор.

Сварочная проволока

Для сварки сталей обыкновенного качества с содержанием углерода до 0,25 % в среде смесей на базе аргона с содержанием CO_2 в пределах 12-20 % рекомендуется использовать проволоку Св-08ГС. Указанная проволока используется для сварки низкоуглеродистых и низколегированных марок сталей, которые имеют широкое применение в машиностроительной отрасли, кораблестроении, а также в строительстве, при ремонте различных изделий из углеродистых сталей. Особенно востребованной является проволока с медным покрытием. Такое покрытие значительно увеличивает проводимость тока за счет уменьшения контактного сопротивления. Это дает возможность поддерживать равномерную дугу сварки и повышать качество сварного шва за счет отсутствия окисления. Повышенное содержание кремния позволяет нивелировать вредное влияние кислорода и угарного газа вносимых в зону сварки при диссоциации диоксида углерода. Легирование марганцем увеличивает прочность сварного шва, а пониженное содержание углерода обеспечивает хорошую пластичность металла сварного шва.

Проволока Св-08ГС отличается от других расходных продуктов сварки своими преимуществами:

- она обеспечивает устойчивость сварочной дуги и исключает возможность «залипания» электрода;
- может применяться в широком диапазоне сварочных режимов;
- хорошо подходит для работы с любым классом сварочных аппаратов;

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		21

- обеспечивает незначительное разбрызгивание расплава в газовой среде;

- позволяет экономно расходовать медные наконечники и производить повторное разжигание дуги;

-обеспечивает ровный качественный шов с хорошей кромочной провариваемостью соединяемых деталей, без присутствия пор и посторонних включений, а также с равномерным химическим составом.

При изготовлении проволоки Св-08ГС применяются высокие требования стандарта. Поэтому она отличается своими хорошими эксплуатационными качествами и может использоваться в широком диапазоне различных видов сварки. Однако, при выборе конкретной марки изделия нужно учитывать совместимость проволоки с характеристиками свариваемых металлов: плавиться они должны при одинаковой температуре и иметь одинаковые характеристики прочности, а состав входящих в металл проволоки элементов должен повышать легирование соединяемых металлических частей.

Таблица 1.4 – Химический состав Св-08ГС по ГОСТ 2246-70 [28]

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	p
не более 0,10	0,60-0,85	1,40-1,70	не более 0,20	не более 0,25	не более 0,025	не более 0,030

1.6 Расчет режимов сварки [12]

Сварные соединения для изготовления гидроциклона СВП 710:

- камера входная ГОСТ 14771-76 У4, У7
- царга цилиндрическая ГОСТ 14771-76 С17, У8
- царга коническая ГОСТ 140771-76 С17, У8

а) Режимы сварки соединения С17 по ГОСТ 14771-76

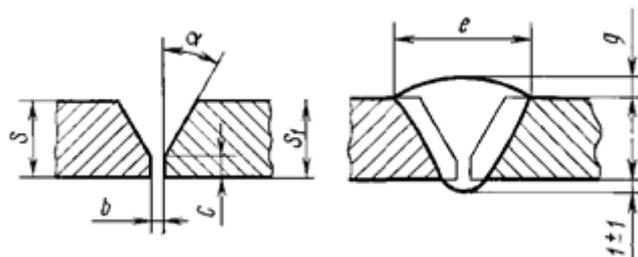


Рисунок 1.5 – Эскиз сварного соединения С17 ГОСТ 14771-76

Исходные данные:

S – толщина металла, 8 мм

b – зазор, 1 мм

c – притупление кромки, 1 мм

$\text{tg}\alpha$ – угол скоса кромок, 20°

e – ширина шва, 10 мм

q – высота шва, 1 мм

б) Режимы сварки соединения У8 по ГОСТ 14771-76

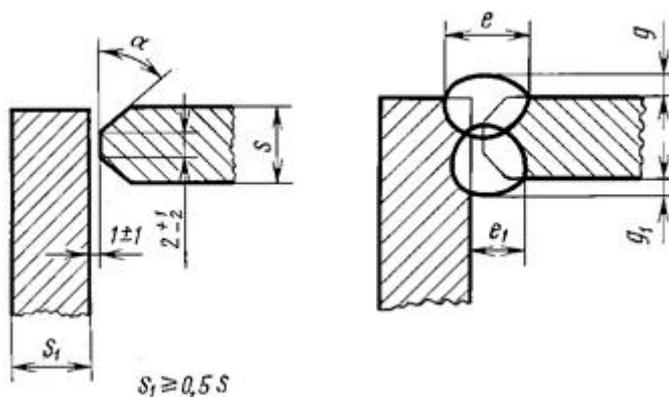


Рисунок 1.6 – Эскиз сварного соединения У8 ГОСТ 14771-76

Исходные данные:

S – толщина металла, 15 мм

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

S_1 – толщина металла, 8 мм

b – зазор, 1 мм

c – притупление кромки, 2 мм

$tg\alpha$ – угол скоса кромок, 50°

e – ширина шва, 13 мм

e_1 – ширина шва, 11 мм

q – высота шва, 1 мм

q_1 – высота шва, 1 мм

в) Режимы сварки соединения У4 по ГОСТ 14771-76

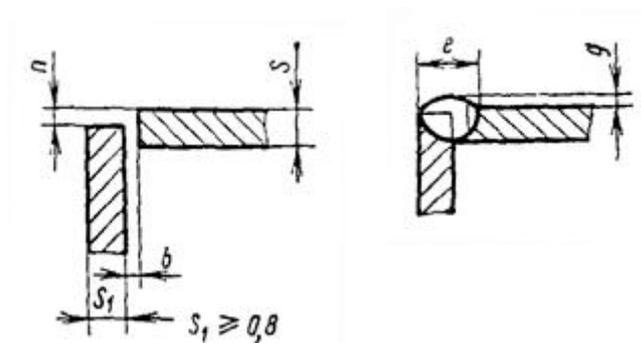


Рисунок 1.7 – Эскиз сварного соединения У4 ГОСТ 14771-76

Исходные данные:

S – толщина металла, 8 мм

b – зазор, 1 мм

e – ширина шва, 12 мм

q – высота шва, 1 мм

n – смещение кромок, 1 мм

Рассчитаем площадь наплавленного металла F_n , мм² по формуле

а) Тип сварного соединения С17

$$F_n = Sb + (S-c)^2 \cdot tg\alpha + 0,75(eq + e_1q_1) \quad (1.3)$$

									Лист
									24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП 44.03.04.951 ПЗ

где S – толщина металла, мм.;
 b – зазор, мм.;
 c – притупление кромок, мм.;
 $tg\alpha$ – угол скоса кромок;
 e – ширина шва, мм.;
 q – высота шва, мм.

$$F_n = 8 \cdot 1 + (8-1)^2 \cdot 0,36 + 0,75(10 \cdot 1) = 33,14 \text{ мм}^2$$

б) Тип сварного соединения У8

$$F_n = Sb + (S-c)^2 \cdot tg\alpha + 0,75(eq + e_1q_1) \quad (1.4)$$

где S – толщина металла, мм.;
 b – зазор, мм.;
 c – притупление кромок, мм.;
 $tg\alpha$ – угол скоса кромок;
 e – ширина шва, мм.;
 q – высота шва, мм.;
 e_1 – ширина шва, мм.;
 q_1 – высота шва, мм.

$$F_n = 15 \cdot 1 + (15-2)^2 \cdot 1,19 + 0,75(13 \cdot 1 + 11 \cdot 1) = 83,2 \text{ мм}^2$$

в) Тип сварного соединения У4

$$F_n = Sb + 0,5n^2 + n(S-n) + 0,75q(e-n) \quad (1.5)$$

где S – толщина металла, мм.;

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

b – зазор, мм.;

e – ширина шва, мм.;

q – высота шва, мм.;

n – смещение кромок.

$$F_n = 8 \cdot 1 + 0,5 \cdot 1^2 + 1(8-1) + 0,75 \cdot 1(12-1) = 23,2 \text{ мм}^2$$

Рассчитаем глубину провара, h_p , мм:

а) Тип сварного соединения С17

$$h_p = 0,7S - 0,5b \quad (1.6)$$

где S – толщина металла, 8 мм

b – зазор, 1 мм.

$$h_p = 0,7 \cdot 8 - 0,5 \cdot 1 = 5,1 \text{ мм}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$h_p = 0,35S - 0,5b \quad (1.7)$$

где S – толщина металла, 15 мм

b – зазор, 1 мм.

$$h_p = 0,35 \cdot 15 - 0,5 \cdot 1 = 4,75 \text{ мм}$$

в) Тип сварного соединения У4

$$h_p = (0,7 \dots 1,1)K \quad (1.8)$$

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

где K – катет шва, 8 мм

$$h_p = 0,7 \cdot 8 = 5,6 \text{ мм}$$

Рассчитаем диаметры электродной проволоки, $d_{эп}$, мм для различных соединений по формуле (1.9):

а) Тип сварного соединения С17

$$d_{эп} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05h_p \quad (1.9)$$

где h_p – глубина провара, мм

$$d_{эп} = \sqrt[4]{5,1} \pm 0,05 \cdot 5,1 = 1,24 \div 1,75 \text{ мм}$$

Полученный диаметр электродной проволоки округляем до ближайшего стандартного значения. Примем $d_{эп} = 1,6$ мм.

б) Тип сварного соединения У8

$$d_{эп} = \sqrt[4]{4,75} \pm 0,05 \cdot 4,75 = 1,2 \div 1,7 \text{ мм}$$

Полученный диаметр электродной проволоки округляем до ближайшего стандартного значения. Примем $d_{эп} = 1,6$ мм.

в) Тип сварного соединения У4

$$d_{эп} = \sqrt[4]{5,6} \pm 0,05 \cdot 5,6 = 1,2 \div 1,8 \text{ мм}$$

Полученный диаметр электродной проволоки округляем до ближайшего стандартного значения. Примем $d_{эп} = 1,6$ мм.

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Вылет электродной проволоки определяется по формуле (1.10):

а) Тип сварного соединения С17

$$l = 10d_{\text{эп}} \pm 2d_{\text{эп}} \quad (1.10)$$
$$l = 10 \cdot 1,6 \pm 2 \cdot 1,6 = 12,8 \div 19,2 = 15 \text{ мм}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$l = 10 \cdot 1,6 \pm 2 \cdot 1,6 = 12,8 \div 19,2 = 15 \text{ мм}$$

в) Тип сварного соединения У4

$$l = 10 \cdot 1,6 \pm 2 \cdot 1,6 = 12,8 \div 19,2 = 15 \text{ мм}$$

Рассчитаем сварочный ток $I_{\text{св}}$, А по формуле (1.11):

а) Тип сварного соединения С17

$$I_{\text{св}} = \frac{h_p}{K_h} * 100, \text{ А} \quad (1.11)$$

где K_h -коэффициент пропорциональности

$$K_h = 1,75$$

$$I_{\text{св}} = \frac{5,1}{1,75} * 100 = 291 \text{ А}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$I_{\text{св}} = \frac{4,75}{1,75} * 100 = 271 \text{ А}$$

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		28

в) Тип сварного соединения У4

$$I_{св} = \frac{5,6}{1,75} * 100 = 320 \text{ А}$$

Рассчитаем плотность тока $j, \text{А/мм}^2$ по формуле (1.12):

а) Тип сварного соединения С17

$$j = \frac{4 * I_{св}}{\pi * d_{эп}^2} \quad (1.12)$$

$$j = \frac{4 * 291}{3,14 * 1,6^2} = 144,8 \text{ А/мм}^2$$

б) Тип сварного соединения У8

$$j = \frac{4 * 271}{3,14 * 1,6^2} = 134,8 \text{ А/мм}^2$$

в) Тип сварного соединения У4

$$j = \frac{4 * 320}{3,14 * 1,6^2} = 159,2 \text{ А/мм}^2$$

Рассчитаем коэффициент расплавления $\alpha_p, \text{г/А*ч}$ по формуле (1.13):

а) Тип сварного соединения С17

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 * I_{св} * d_{эп}^{-1,505} \quad (1.13)$$

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 * 291 * 0,49 = 16,81 \text{ г/А*ч}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 * 271 * 0,49 = 16,12 \text{ г/А*ч}$$

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		29

в) Тип сварного соединения У4

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 * 320 * 0,49 = 17,8 \text{ г/А*ч}$$

Рассчитаем коэффициент наплавки α_H , г/А*ч по формуле (1.14):

а) Тип сварного соединения С17

$$\alpha_H = \alpha_p (100 - \varphi_{пр}) / 100 \quad (1.14)$$

где φ – коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание. Присварке в среде защитных газов $\varphi = 0,1 \div 0,15$

$$\alpha_H = 16,81 (100 - 0,1) / 100 = 16,79 \text{ г/А*ч}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$\alpha_H = 16,12 (100 - 0,1) / 100 = 16,10 \text{ г/А*ч}$$

в) Тип сварного соединения У4

$$\alpha_H = 17,8 (100 - 0,1) / 100 = 17,78 \text{ г/А*ч}$$

Рассчитаем скорость сварки $V_{св}$, см/с по формуле (1.15):

а) Тип сварного соединения С17

$$V_{св} = \alpha_H * I_{св} / 3600 * \rho * F_H \quad (1.15)$$

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

ρ – плотность основного металла, $\rho = 7,85 \text{ г/см}^3$

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		30

$$V_{\text{CB}}=16,79*291 / 3600*7,85 * 0,3314=0,52 \text{ см/с} =19 \text{ м/ч}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$V_{\text{CB}}=\alpha_{\text{H}} * I_{\text{CB}} / 3600 * \rho * F_{\text{H}}$$

$$V_{\text{CB}}=16,10*271 / 3600*7,85 * 0,417=0,37 \text{ см/с} =13 \text{ м/ч}$$

в) Тип сварного соединения У4

$$V_{\text{CB}}=\alpha_{\text{H}} * I_{\text{CB}} / 3600 * \rho * F_{\text{H}}$$

$$V_{\text{CB}}=17,78*320 / 3600*7,85 * 0,2375=0,84 \text{ см/с} =30 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем напряжение на сварочной дуге $U_{\text{д}}$, В по формуле (1.6):

а) Тип сварного соединения С17

$$U_{\text{д}}=14+0,05*I_{\text{CB}} \quad (1.16)$$

$$U_{\text{д}}=14+0,05*291=29 \text{ В}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$U_{\text{д}}=14+0,05*I_{\text{CB}}$$

$$U_{\text{д}}=14+0,05*271=28 \text{ В}$$

в) тип сварного соединения У4

$$U_{\text{д}}=14+0,05*I_{\text{CB}}$$

$$U_{\text{д}}=14+0,05*320=30 \text{ В}$$

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		31

Скорость подачи электродной проволоки $V_{\text{ЭП}}$ сварке на обратной полярности и вылете $l_{\text{ЭП}}=10 \cdot d_{\text{ЭП}}$ по формуле (1.17):

а) Тип сварного соединения С17

$$V_{\text{ЭП}}^{(+)} = 0,53 \frac{I_{\text{СВ}}}{d_{\text{ЭП}}^2} + 6,94 * 10^{-4} \frac{I_{\text{СВ}}^2}{d_{\text{ЭП}}^3} \quad (1.17)$$

$$V_{\text{ЭП}}^{(+)} = 0,53 * \frac{291}{1,6^2} + 6,94 * 10^{-4} * \frac{291^2}{1,6^3} = 74,6 \text{ мм/с} = 268,56 \text{ м/ч}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$V_{\text{ЭП}}^{(+)} = 0,53 \frac{I_{\text{СВ}}}{d_{\text{ЭП}}^2} + 6,94 * 10^{-4} \frac{I_{\text{СВ}}^2}{d_{\text{ЭП}}^3}$$

$$V_{\text{ЭП}}^{(+)} = 0,53 * \frac{271}{1,6^2} + 6,94 * 10^{-4} * \frac{271^2}{1,6^3} = 68,5 \text{ мм/с} = 246,6 \text{ м/ч}$$

в) Тип сварного соединения У4

$$V_{\text{ЭП}}^{(+)} = 0,53 \frac{I_{\text{СВ}}}{d_{\text{ЭП}}^2} + 6,94 * 10^{-4} \frac{I_{\text{СВ}}^2}{d_{\text{ЭП}}^3}$$

$$V_{\text{ЭП}}^{(+)} = 0,53 * \frac{320}{1,6^2} + 6,94 * 10^{-4} * \frac{320^2}{1,6^3} = 83,6 \text{ мм/с} = 300,96 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем расход защитного газа $q_{\text{зг}}$, л/мин по формуле (1.18):

а) Тип сварного соединения С17

$$q_{\text{зг}} = 0,2 * I_{\text{СВ}}^{0,75} \quad (1.18)$$

$$q_{\text{зг}} = 0,2 * 291^{0,75} = 0,2 * 70,46 = 14,09 \text{ л/мин}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$q_{\text{зг}} = 0,2 * I_{\text{СВ}}^{0,75}$$

$$q_{\text{зг}} = 0,2 * 238^{0,75} = 0,2 * 66,8 = 13,36 \text{ л/мин}$$

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

в) Тип сварного соединения У4

$$q_{зз} = 0,2 * I_{св}^{0,75}$$
$$q_{зз} = 0,2 * 320^{0,75} = 0,2 * 75,66 = 15,13 \text{ л/мин}$$

Рассчитаем погонную энергию q_n , Дж/см по формуле (1.19):

а) Тип сварного соединения С17

$$q_n = I_{св} * U_d * n / V_{св} \quad (1.19)$$

где n - эффективный КПД нагрева изделия дугой,

$$n = 0,7$$

$$q_n = 291 * 29 * 0,7 / 0,52 = 11360 \text{ Дж/см}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$q_n = I_{св} * U_d * n / V_{св}$$
$$q_n = 271 * 28 * 0,7 / 0,37 = 14355 \text{ Дж/см}$$

в) Тип сварного соединения У4

$$q_n = I_{св} * U_d * n / V_{св}$$
$$q_n = 320 * 30 * 0,7 / 0,84 = 5644,8 \text{ Дж/см}$$

Рассчитаем коэффициент формы проплавления $\Psi_{пр}$ по формуле (1.20):

а) Тип сварного соединения С17

$$\Psi_{пр} = K' * (19 - 0,01 * I_{св}) * \frac{d_{эп} + U_d}{I_{св}} \quad (1.20)$$

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		33

где K' - коэффициент, при плотностях тока $j > 120 \text{ А/мм}^2$ и сварке на постоянном токе обратной полярности равный.

$$K' = 0,92.$$

$$\Psi_{\text{пр}} = 0,92 * (19 - 0,01 * 291) * \frac{1,6 * 29}{291} = 2,37$$

б) Тип сварного соединения У8

$$\Psi_{\text{пр}} = K' * (19 - 0,01 * I_{\text{св}}) * \frac{d_{\text{эп}} + U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}}$$

$$\Psi_{\text{пр}} = 0,92 * (19 - 0,01 * 271) * \frac{1,6 * 28}{271} = 2,55$$

в) Тип сварного соединения У4

$$\Psi_{\text{пр}} = K' * (19 - 0,01 * I_{\text{св}}) * \frac{d_{\text{эп}} + U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}}$$

$$\Psi_{\text{пр}} = 0,92 * (19 - 0,01 * 320) * \frac{1,6 * 30}{320} = 2,18$$

Рассчитаем глубину проплавления h , мм по формуле (1.21):

а) Тип сварного соединения С17

$$h = 0,081 * \sqrt{\frac{q_n}{\Psi_{\text{пр}}}} \quad (1.21)$$

$$h = 0,081 * \sqrt{\frac{11360}{2,37}} = 5,3 \text{ мм,}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$h = 0,081 * \sqrt{\frac{q_n}{\Psi_{\text{пр}}}}$$

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$h=0,081 * \sqrt{\frac{14355}{2,55}}=4,9 \text{ мм},$$

в) тип сварного соединения У4

$$h=0,081 * \sqrt{\frac{q_n}{\Psi_{пр}}}$$

$$h=0,081 * \sqrt{\frac{5644,8}{2,18}}=4,12 \text{ мм},$$

Для сварных соединений С17 и У8 фактическая глубина проплавления соответствует расчетной при допуске отклонения значения $\pm 15\%$. Для соединения У4 фактическая глубина проплавления меньше заданной на 1,5 мм. Выполним обратный расчет с целью вычисления требуемого значения скорости сварки. Скорость сварки соединения У4 необходимо уменьшить до значения $V_{св}=26$ м/ч.

Полученные полученные в результате расчетов данные сведем в таблицу 1.5

Таблица 1.5 – Режимы сварки

Сварное соединение	$d_{эп}$, мм	V_c , м/ч	l , мм	I_c , А	U_c , В	$V_{эп}^{(+)}$, мм /с	$Q_{зг}$, л/мин
С17	1,6	19	15	291	29	268,56	14,09
У8	1,6	13	15	271	28	246,6	13,36
У4	1,6	26	15	320	30	300,96	15,13

1.7 Выбор оборудования для изготовления изделия [15,16,19]

Оборудование для изготовления обечаек

Для резки заготовок обечаек используем станок плазменной резки MAXPRO 200 (рисунок 1.8). Плазменный раскрой листового металла – высокотехнологическая операция, позволяющая быстро и точно разделять металл. Резка осуществляется лучом плазмы. Плазменная резка листового металла универсальна, поскольку работает с материалом любой прочности.



Рисунок 1.8 – Станок плазменной резки MAXPRO 200

Таблица 1.6 – Технические характеристики MAXPRO 200

Технические характеристики	Показатели
Размер рабочей зоны стола, мм	2000-6000
Вертикальный ход перемещения резака, мм	200
Точность резки, мм	±0,05
Точность позиционирования, мм	±0,05
Скорость движения по осям, м/мин	до 23

Для вальцовки обечаек используем электромеханические вальцы Sahinlerсерия MRM-S (рисунок 7.2). Станки для гибки листового металла отлично подходят, как для мелкосерийного, так и для серийного производства.

Главными преимуществами этого вида оборудования можно назвать высокую степень надежности, долговечность и высокий коэффициент производительности.

Гибка листового металла на таком агрегате осуществляется методом холодного гнутья. Принцип действия станка несложен: обрабатываемый материал устанавливается в зазор между вальцами, которые движутся по разным направлениям. Обкатка металлического листа идет вокруг верхнего вальца и при этом появляется обечайка.

Самыми распространенными среди валкового оборудования выступают трехвалковые листогибы и вальцы четырехвалковые.

Валковые машины с тремя и четырьмя вальцами задействованы на производстве деталей в форме конуса, цилиндра или круга из листового металла. Деформация материала происходит при помощи холодной гибки, которая исключает нагревание, а значит операция протекает наиболее просто и качественно.



Рисунок 1.9 – Трехвалковые вальцы MRM-S 1050-190

Таблица 1.7 – Технические характеристики MRM-S 1050-190

Технические характеристики	Показатели
Максимальная ширина обработки, мм	1050
Максимальная толщина обработки при круговой гибке, мм	10
Максимальная толщина обработки при подгибке, мм	9
Диаметр верхнего вала, мм	190
Мощность, кВт	4

Сборку и сварку продольных стыков обечаек будем производить на роликовом вращателе ПКТБА ВР-1/1-12 (рисунок 7.3) с применением УСП (рисунок 7.4). Роликовый стенд предназначен для вращения цилиндрических изделий при автоматической сварке продольных и кольцевых швов.



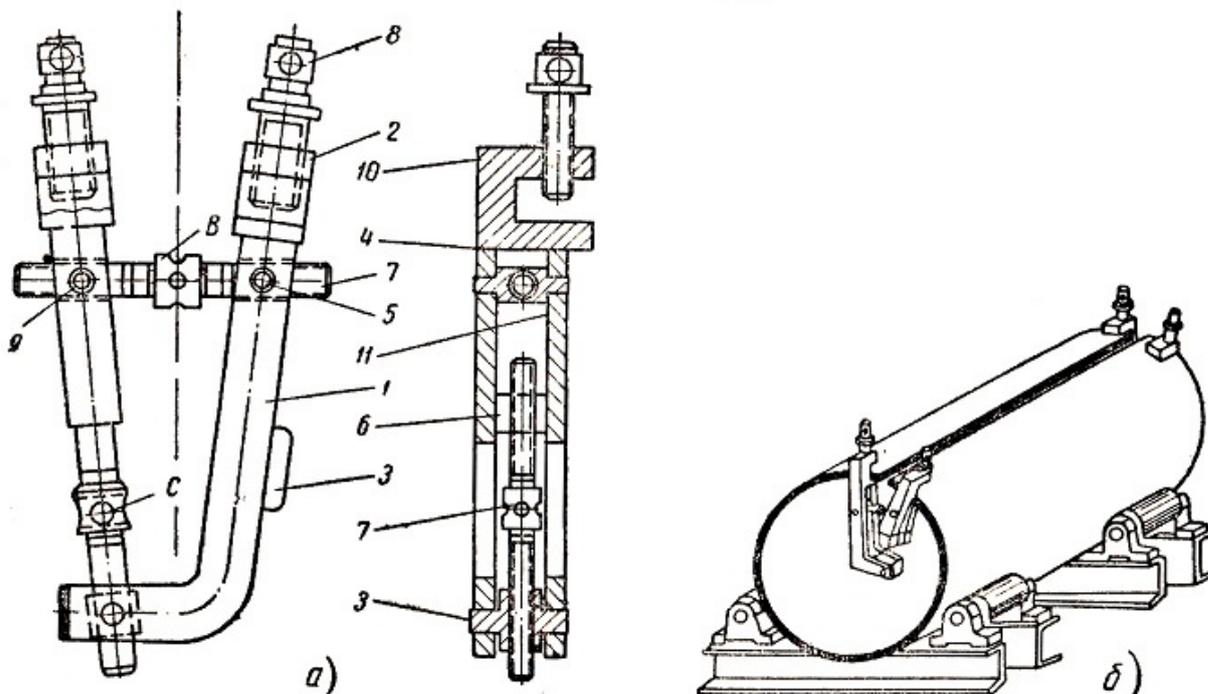
Рисунок 1.10 – Роликовый стенд ВР-1/1-12

Таблица 1.8 – Техническая характеристика ВР-1/1-12

Технические характеристики	Показатели
Максимальная грузоподъемность, т	12000
Резиновый ролик диаметр, мм	405
Резиновый ролик ширина, мм	2x130
Минимальный диаметр обечайки, мм	400
Максимальный диаметр обечайки, мм	4000
Мощность двигателя, кВт	2x0,37
Линейная скорость ролика, м/ч	5,5-110

Сборку производим в следующей последовательности:

1. Обечайка устанавливается на роликовый стенд.
2. Установим требуемый зазор в стыке при помощи струбцин.



1-коленчатая планка; 2-скоба; 3-накладка; 4-планка; 5,6-шарнирная гайка; 7-стяжной винт; 8-нажимной винт; 9-шарнирная гайка; 10-скоба; 11-планка.

Рисунок 1.11 – Струбцина (а) и ее применение (б) для стыковки кромок обечаек

При помощи струбцины можно получить необходимую плотность прилегания кромок при сварке. Струбцинка дает возможность соединения кромок при сборке обечаек диаметром 1000 мм при толщине стенок 20 мм.

Чтобы соединить кромки обечайки, необходимо иметь две струбцины. Струбцины устанавливаются с двух противоположных торцевых сторон обечайки и крепятся нажимными винтами. Выравнивание кромок относительно друг друга производится винтом С, а регулирование и фиксация просвета между кромками производится винтом В.

3. Производим прихватку стыка полуавтоматом TELWIN MASTERMIG 400 230/400V сварочной проволокой Св-08ГС диаметром 1,6 мм, сила сварочного тока 180-220 А на постоянном токе обратной полярности, шаг прихваток 80x320 мм.

4. Привариваем вводные, выводные планки полуавтоматом TELWIN MASTERMIG 400 230/400V сварочной проволокой Св 08Г2С диаметром 1,6 мм на постоянном токе обратной полярности.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.951 ПЗ

Лист

39

Для сварки продольного шва обечайки используем сварочную головку ПКТБА-СГПГ (рисунок 7.5). Сварочная головка ПКТБА-СГПГ разработана для механизации и увеличения производительности сварки в защитном газе. Компоненты изготовлены из прочных материалов, что делает сварочную головку очень надежной при работе в тяжелых производственных условиях.

Удобные регулировки позволяют установить наконечник сварочной головки для сварки любого соединения. Надежный блок подачи сварочной проволоки с обратной связью обеспечивает стабильную подачу проволоки.



Рисунок 1.12 – Сварочная головка СГПГ

Таблица 1.9 – Технические характеристики СГПГ

Технические характеристики	Показатели
Способ защиты дуги	газ
Диаметр сварочной проволоки, мм	1-1,6
Скорость подачи проволоки, м/ч	100-1200
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	660х330х130

Для крепления и позиционирования сварочной головки используем сварочную колонну ПКТБА-КСА 1,0x1,0 (рисунок 7.6). Сварочные колонны предназначены для осуществления автоматической сварки под флюсом и в среде защитных газов различных металлических конструкций. Данная колонна имеет независимое перемещение стрелы в двух направлениях, что позволяет производить сварку различных изделий. Частотный регулируемый привод стрелы позволяет выбирать оптимальную скорость в зависимости от условий сварки. Колонна имеет возможность поворота 180⁰, что позволяет оптимизировать сборочно-сварочный процесс и организацию рабочих мест в цеху.



Рисунок 1.13 – Сварочная колонна КСА 1,0x1,0

Таблица 1.10 – Технические характеристики КСА 1,0x1,0

Технические характеристики	Показатели
1	2
Грузоподъемность, кг	300
Горизонтальное перемещение консоли, мм	1000
Скорость горизонтального перемещения консоли, мм/м	1000
Вертикальное перемещение консоли, мм	1000
Скорость вертикального перемещения консоли, мм/м	1000
Угол поворота, град	±180
Общая высота, мм	3297

Окончание таблицы 1.10

1	2
Общая ширина, мм	900
Общая длина, мм	2530
Минимальная высота консоли над полом, мм	863
Минимальный вылет консоли от колонны, мм	265
Масса, кг	1533

В качестве источника питания используем сварочный выпрямитель ВДУ-506МТ (рисунок 1.14). Выпрямитель предназначен для комплектации сварочных автоматов и полуавтоматов однопостовой механизированной сварки в среде углекислого газа и под флюсом, а также для сварки порошковой проволокой.

Выпрямитель может быть использован для работы со сварочными автоматами и манипуляторами, а также для ручной дуговой сварки штучными электродами.



Рисунок 1.14 – Сварочный выпрямитель ВДУ-506МТ

Таблица 1.11 – Технические характеристики ВДУ-506МТ

Технические характеристики	Показатели
Номинальный сварочный ток, А (при ПН-100%)	500
Номинальное напряжение дуги, В	40; 39; 30
Пределы регулирования сварочного тока, А	30-510; 50-510; 30-510
Пределы регулирования рабочего напряжения, В	21-40; 15-40; 11-30
Напряжение холостого хода, В	12; 85
Номинальное напряжение питающей сети, В	380
Номинальная частота, Гц	50
Число фаз питающей сати	3
Потребляемая мощность, кВт	33
Габаритные размеры, мм	840x530x850
Масса, кг	230

Для сборки обечайки с фланцами используем сварочный вращатель ПКТБА ВСУ-4 (рисунок 7.8) грузоподъёмностью 1000 кг. Диаметр планшайб составляет 1000 мм. Благодаря механизму наклона планшайбы изделие можно установить в удобное для сварки положение.



Рисунок 1.15 – Сварочный вращатель ВСУ-4

Таблица 1.12 – Технические характеристики ВСУ-4

Технические характеристики	Показатели
Грузоподъемность, т	1000
Скорость вращения, об/мин	0,063-3,15
Диаметр планшайбы, мм	1000
Угол поворота планшайбы, град	360
Угол наклона планшайбы, град	135
Масса, кг	420

Сборку производим в следующей последовательности:

1. Фланец устанавливается в планшайбувращателя, во фланец помещается обечайка.
2. Устанавливается требуемый зазор.
3. Производим прихватку стыка полуавтоматом TELWIN MASTERMIG 400 230/400V сварочной проволокой Св 08Г2С диаметром 1,6 мм, сила сварочного тока 180-220 А на постоянном токе обратной полярности, шаг прихваток 80x320 мм.

Для сварки фланцев используем сварочную колонну КСА 1,0x1,0, сварочную головку СГПГ, сварочный вращатель ВСУ-4 и источник питания ВДУ-506МТ.

1.8 Контроль качества[17]

По стадиям технологического процесса контроль разделяют на: входной (предварительный); операционный (текущий); контроль готовой продукции.

К входному контролю предъявляют основной и сварочный материалы (присадочную проволоку, флюсы, газы, электроды), сварочное и сборочное оборудование.

Операционному контролю подвергают технологические процессы по отдельным операциям.

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Контролю готовой продукции подлежат готовые сварные изделия (внешний осмотр, ультразвуковая дефектоскопия).

Входной контроль

Основной материал проверяют на наличие сертификата, заводской маркировки и товарного знака изготовителя.

В сертификате указывается марка и химический состав, номер плавки, масса и номер партии, результаты всех испытаний, соответствующих стандарту на материал, номер стандарта, тип профиля и размеры.

После контроля сертификата металл подвергают внешнему осмотру с целью выявления поверхностных дефектов, искажения формы и др.

В случае отсутствия дефектов металл сортируют по типоразмерам и маркируют. Под типоразмером металла понимают металл конкретного типа (формы) и исполнения с определенными значениями контролируемых параметров, например, лист определенной толщины. Маркировку металла выполняют ударным способом (клеймом), электрогравировкой и нанесением краской марки металла, например, вдоль продольной кромки листа. Материал хранится в закрытых помещениях в устойчивых штабелях или на стеллажах.

Основной материал принимают партиями и, если он не соответствует требованиям технической документации, то составляется акт рекламация (претензия) предприятию изготовителю материала.

Контроль качества сварочных материалов так же, как и основного материала включает:

1. проверку наличия сертификата;
2. проверку сохранности упаковки и наличия на ней этикеток;
3. внешний осмотр.

К сварочным материалам относят электроды, присадочную проволоку, флюс и защитные газы.

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		45

Сварочную проволоку поставляют в бухтах, катушках или кассетах. Проволока снабжена металлическими бирками, в которых указан стандарт, марка и завод-изготовитель. Каждая партия имеет сертификат. При поступлении проволоки производят её очистку от противокоррозионных смазок и окислов. Очистку от смазок окислов и красок выполняют механическими или химическими способами. После очистки, проволока наматывается на кассеты. При намотке осуществляют контроль за поверхностными дефектами.

Проволока должна храниться на складах в условиях, исключающих ржавление и загрязнение поверхности. С целью исключения образования ржавчины используют специальную омедненную проволоку.

Защитный газ поставляют в баллонах, снабжённых этикетками, в которых указаны марка, химсостав, завод-изготовитель. Газ по этикеткам проверяют на наличие примесей. Газ контролируют на наличие влаги путём подачи струи на фильтровальную бумагу. При наличии влаги газ пропускают через осушитель.

На принятые сварочные материалы работниками ОТК составляется приемочный акт. На некачественные материалы составляется рекламационный акт, направляемый изготовителю.

Качество сварки в значительной мере зависит от качества сварочного и механического сварочного оборудования. Задачей контроля в данном случае является поддержание сварочного оборудования в рабочем состоянии в соответствии с паспортными данными. Источники питания для сварки должны обеспечивать нормальное зажигание дуги, устойчивое её горение, необходимую точность и правильную регулировку сварочного тока, показания приборов должны соответствовать действительному сварочному току и напряжению на дуге. Контрольно-измерительные приборы проверяют, сравнивая их показания с показаниями эталонных приборов и средств измерения.

Контроль механического сварочного оборудования ставит перед собой задачу обеспечения четкой работы каждого узла этого оборудования. Прежде

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		46

всего, должно быть обеспечено четкое фиксирование свариваемых изделий в оборудовании, постоянство скорости вращения или передвижения изделия в соответствии с заданной технологией, безотказность работы в течение всего технологического цикла.

Подготовка элементов и сборка их в определенную конструкцию для последующей сварки влияют не только на производительность, но и на качество сварки. С этой целью проверяют качество подготовки кромок и сборки заготовок: чистоту кромок, соответствие угла разделки, зазора, притупления, количества и размеров прихваток допусκαемым значениям. Для этого применяют специальные шаблоны или универсальный измерительный инструмент.

Операционный контроль

Операционный контроль позволяет уже в процессе выполнения работ проверять элементы технологии сварки, сварочные материалы, оборудование, приспособления и состояние сварщика. Внимательное и непрерывное наблюдение за ходом технологического процесса даст возможность обнаружить дефекты, причины их появления и принять меры к недопущению дефектов в дальнейшем. Режимы сварки контролируют для соблюдения сварщиком тока, напряжения, скорости сварки в установленных пределах. Проверяется последовательность выполнения швов и их размеры.

В источниках сварочного тока проверяют исправность регулирующих механизмов, приборов, соответствие значений тока и напряжения на дуге показаниям специальных приборов. У механического сварочного оборудования контролируют пригодность установочных поверхностей, исправность зажимных устройств.

Контроль готовой продукции

Всякий контроль сварных соединений начинается с внешнего осмотра, с помощью которого можно выявить не только наружные дефекты, но и не-

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

которые внутренние. Например, разная высота и ширина шва и неравномерность свидетельствуют о частых обрывах дуги, следствием которых являются непровары.

Перед осмотром, швы тщательного очищаются от шлака, окалины и брызг металла. Более тщательная очистка в виде обработки шва промывкой спиртом и травлением 10%-ным раствором азотной кислоты придает шву матовую поверхность, на которой легче заметить мелкие трещины и поры. После использования кислоты необходимо удалить ее спиртом во избежание разъедания металла.

Визуальный контроль сварных соединений выявляет, прежде всего, наружные дефекты - геометрические отклонения шва (высоты, ширины, катета), наружные поры и трещины, подрезы, непровары, наплывы.

Для эффективности контроля используют дополнительное местное освещение и лупу с 5-10 кратным увеличением. Лупа - очень полезный инструмент в данном случае, она помогает выявить многие дефекты, которые нельзя рассмотреть невооруженным глазом - тонкие волосяные трещины, выходящие на поверхность, пережег металла, малозаметные подрезы. Она позволяет также проследить, как ведет себя конкретная трещина в процессе эксплуатации - разрастается или нет.

При внешнем осмотре применяется также измерительный инструмент для замера геометрических параметров сварного соединения и дефектов - штангенциркуль, линейка, различные шаблоны.

Ультразвуковой способ использует способность ультразвуковых волн отражаться от границ, разделяющих две упругие среды с разными акустическими свойствами. Посланная прибором ультразвуковая волна, пройдя металл, отражается от его нижней поверхности и возвращается обратно, фиксируясь датчиком. При наличии внутри металла дефекта, датчик отобразит искажение волны. Различные дефекты отображаются по-разному, что позволяет определенным образом классифицировать их.

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		48

Контроль качества сварных соединений с помощью ультразвуковых дефектоскопов в силу удобства его проведения получил очень широкое распространение.

Для контроля качества сварки используем ультразвуковой дефектоскоп УД2-70. Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70 предназначен для контроля продукции на наличие дефектов типа нарушения сплошности и однородности материалов, полуфабрикатов, готовых изделий и сварных соединений, для измерения глубины и координат их залегания, измерения отношений амплитуд сигналов от дефектов.



Рисунок 1.16 – Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70

Таблица 1.13 – Технические характеристики УД2-70

Технические характеристики	Показатели
Диапазон толщин контролируемого материала, мм	2-5000
Рабочие частоты, МГц	0,4; 1,25; 1,8; 2,5; 5,0; 10,0
Диапазон рабочих температур, °С	-20 +50
Электрическое питание аккумуляторное, В	12
Сеть переменного тока, В	220
Время непрерывной работы, ч	7
Габариты, мм	245x145x75
Масса с аккумулятором, кг	3

2 Экономическая часть

В ВКР спроектирован процесс сборки и сварки гидроциклона СВП 710, изготавливаемого из стали Ст 3сп с применением автоматической сварки в среде защитных газов.

По базовому варианту работа выполнялась механизированной (полуавтоматической) сваркой в среде CO₂.

Проектируемая технология предполагает замену механизированной сварки гидроциклона на автоматическую сварку в защитной смеси CORGON 18 (Ar 82%+CO₂ 18%).

2.1 Расчет полной себестоимости изготовления изделия [18,21,22]

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

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

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

$t_{осн}$ – основное время, ч.;

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

$t_г$ – вспомогательное время, ч.;

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

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

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

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

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

где $L_{шв}$ – сумма длин всех швов, $\Sigma L_{шв} = 67,603$ м (базовый вариант)

$V_{св}$ – средняя скорость сварки, м/ч, $V_{св} = 6$ м/ч

$L_{шв}$ – сумма длин всех швов, м $\Sigma L_{шв} = 67,603$ м (проектируемый вариант)

$V_{св}$ – средняя скорость сварки, м/ч, $V_{св} = 14$ м/ч

Определяем основное время по формуле (2.2)

$$t_{осн} = \frac{67,603}{6} = 11,26 \text{ ч (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{67,603}{14} = 4,82 \text{ ч (проектируемый вариант)}$$

Подготовительно-заключительное время ($t_{пз}$) 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 $t_{пз}$ делится на количество деталей, выпущенных в смену. Примем:

$$t_{пз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{пз} = \frac{11,26 \cdot 10}{100} = 1,126 \text{ ч (базовый вариант)}$$

$$t_{пз} = \frac{4,82 \cdot 10}{100} = 0,482 \text{ ч (проектируемый вариант)}$$

Вспомогательное время (t_6) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой t_3 , осмотр и очистку свариваемых кромок $t_{кр}$, очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$, клеймение швов $t_{кл}$, установку и поворот изделия, его закрепление $t_{уст}$:

$$t_6 = t_3 + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (2.3)$$

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

При полуавтоматической и автоматической сварке во вспомогательное время входит время на заправку кассеты с электродной проволокой. Это время можно принять равным:

$$t_3 = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ ч}$$

Время зачистки кромок или шва $t_{кр}$ вычисляем по формуле:

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

где n_c – количество слоев при сварке в несколько проходов;

$L_{шв}$ – длина швов, м, $L_{шв} = 67,603$ м

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле (2.4) для обоих вариантов он будет одинаковым.

$$t_{кр} = 67,603 \cdot (0,6 + 1,2) = 121 \text{ мин.} = 2,03 \text{ ч.}$$

Сварка в базовом и проектируемом варианте производится в один проход. Время на очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$ рассчитываем по формуле 2.5 для обоих вариантов:

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

$$t_{бр} = 67,603 \cdot (0,6 + 1,2) = 121 \text{ мин.} = 2,03 \text{ ч.}$$

Время на установку клейма ($t_{кл}$) принимают 0,03 ч. на 1 знак, $t_{кл} = 0,09$ ч.

Время на установку, поворот и снятие изделия ($t_{уст}$) зависит от его массы, данные указаны в таблице 2.1

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

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	1,03	3,00	4,30	6,00	5,20	6,30	8,40

$$t_{уст} = 0,14 \text{ ч.}$$

Таким образом рассчитаем значение t_e по формуле 2.3 для обоих вариантов оно одинаково.

$$t_e = 0,083 + 2,03 + 2,03 + 0,14 + 0,09 = 4,3 \text{ ч.}$$

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

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

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) по формуле (2.6):

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 11,26 = 0,8 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 4,82 = 0,4 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Время перерывов на отдых и личные надобности (t_n) 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 (2.7)

$$t_n = 0,07 \cdot 11,26 = 0,8 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_n = 0,07 \cdot 4,82 = 0,4 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Таким образом, расчет общего времени $T_{шт-к}$ на выполнение сварочной операции по обоим вариантам производим по формуле (2.1)

$$T_{шт-к} = 11,26 + 1,126 + 4,3 + 0,8 + 0,8 = 18,2 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$T_{шт-к} = 4,82 + 0,482 + 4,3 + 0,4 + 0,4 = 10,4 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Определяем общую трудоемкость годовой производственной программы $T_{произв. пр.}$ сварных конструкций по операциям тех процесса по формуле (2.8):

$$T_{произв. пр} = T_{шт-к} \cdot N \quad (2.8)$$

где N – годовая программа, шт., в нашем случае $N = 1000$ шт.

$$T_{произв. пр} = 18,2 \cdot 1000 = 18200 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$T_{произв. пр} = 10,4 \cdot 1000 = 10400 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным тех-процесса.

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса C_p , по формуле (2.9):

$$C_p = \frac{T_{\text{произв.пр.}}}{\Phi_d \cdot K_n} \quad (2.9)$$

где Φ_d – действительный фонд времени работы оборудования, час. ($\Phi_d = 1914$ час.);

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

$$C_p = \frac{18200}{1914 \cdot 1,2} \cdot 100 = 7,9; \text{ примем } C_n = 8 \text{ шт; (базовый вариант)}$$

$$C_p = \frac{10400}{1914 \cdot 1,2} \cdot 100 = 4,5; \text{ примем } C_n = 5 \text{ шт; (проектируемый вариант)}$$

Принятое количество оборудования C_n определяем путем округления расчетного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%. Таким образом, по базовой технологии используются восемь сварочных установок. По проектируемой технологии достаточно пяти установок для автоматической сварки в среде защитного газа.

Расчет коэффициента загрузки оборудования K_3 производим по формуле (2.10):

$$K_3 = \frac{C_p}{C_n} \quad (2.10)$$

$$K_3 = \frac{7,9}{8} = 0,9 \text{ (базовый вариант)}$$

$$K_3 = \frac{4,5}{5} = 0,9 \text{ (проектируемый вариант)}$$

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляем исходные данные в виде таблицы 2.2.

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		55

Таблица 2.2 – Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Годовая производственная программа выпуска	шт.	1000	1000
Сварочный полуавтомат TELWIN MASTERMIG 400 230/400V	руб./шт.	144000	
Сварочная колонна КСА 1,0x1,0	руб./шт.		1500000
Сварочная головка СГПГ	руб./шт.		280000
СтЗсп	руб./т.	46000	46000
Сварочная проволока Св-08ГС, Ø 1,6мм	руб./кг.	70	70
Защитный газ (CO ₂)	руб./л.	23,60	
Смесь CORGON 18 (Ar 82%+CO ₂ 18%)	руб./л.		25,96
Расход защитного газа	л/мин.	11	11
Тариф на электроэнергию	руб./кВт-ч.	3,8	3,8
Длина сварных швов	м.	67,603	67,603
Положение швов		нижнее	нижнее
Условия выполнения работ		стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электросварщика	разряд.	4	5
Тарифная ставка	руб.	115	140
Масса конструкции	т.	3,6	3,6

Рассчитываем балансовую стоимость оборудования по технологии изготовления металлоконструкции по формуле (2.11):

$$K_{obj} = C_{obj} \cdot (1 + K_{mz}), \text{ руб.} \quad (2.11)$$

где C_{obj} – цена приобретения j -ого оборудования, руб.;

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

Базовый вариант

$$K_{obj} = 144000 \cdot (1 + 0,12) = 161280 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант

$$K_{обj} = 1500000 \cdot (1+0,12) = 1680000 \text{ руб.}$$

$$K_{обj} = 280000 \cdot (1+0,12) = 313600 \text{ руб.}$$

Определяем капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ по формуле (2.12):

$$K_{об} = \sum K_{обj} \cdot C_{nj} \cdot K_{зj} \quad (2.12)$$

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

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

$K_{зj}$ – коэффициент загрузки j -ого оборудования, $K_{зj} = 1$.

$$K_{об} = 161280 \cdot 8 = 1290240 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$K_{об} = 1993600 \cdot 4 = 7974400 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Технологическая себестоимость формируется из прямых затрат, связанных с расходом ресурсов при проведении сварочных работ в цехе. Расчет технологической себестоимости производим по формуле (2.13):

$$C_m = MЗ + З_э + З_{пр} \quad (2.13)$$

где $MЗ$ – затраты на все виды материалов, основных, комплектующих и полуфабрикатов;

$З_э$ – затраты на технологическую электроэнергию (топливо);

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

Расчет материальных затрат.

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

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

Материальные затраты ($MЗ$, руб.) рассчитываются по формуле (2.14):

$$MЗ = C_{ом} + C_{эн} + C_{др} \quad (2.14)$$

где $C_{ом}$ – стоимость основных материалов в расчете на одно металлоизделие, руб.;

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

$C_{др}$ – стоимость прочих компонентов в расчете на одно металлоизделие, руб.

Стоимость основных материалов ($C_{ом}$, руб.) с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле (2.15):

$$C_{ом} = [C_{км} + C_{св.пр.} + (C_{зг} + C_{св.фл.})] \cdot K_{тр} \quad (2.15)$$

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

Стоимость конструкционного материала ($C_{км}$, руб.)

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь СтЗсп.

$$C_{км} = m_k \cdot Ц_{км} \quad (2.16)$$

где m_k – масса конструкции, т.;

$Ц_{км}$ – цена одной тонны конструкционного материала, руб.

$$C_{км} = 3,6 \cdot 46000 = 165600 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		58

Расчет затрат на электродную проволоку Св-08ГС производим по формуле (2.17):

$$C_{св.пр} = M_{нм} \cdot \Psi \cdot C_{сн} \cdot K_{тр} \text{руб} \quad (2.17)$$

где $M_{нм}$ – масса наплавленного металла, 50+200-наплавка, кг.;

Ψ – коэффициент разбрызгивания электродного металла (сварка в среде CO_2 характеризуется разбрызгиванием электродного металла, для данного вида сварки = 1,15-1,20);

$C_{сн}$ – оптовая цена одного кг.сварочной проволоки, руб.;

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

Производим расчеты $C_{св.пр}$ на изготовление одной металлоконструкции по формуле (2.17):

$$C_{св.пр} = (50+200) \cdot 1,5 \cdot 70 \cdot 1,05 = 21131 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на защитный газ проводим по формуле (2.18):

$$C_{др} = t_{осн} \cdot q_{зг} \cdot k_p \cdot C_{зг(фл)} \cdot K_m \quad (2.18)$$

где $t_{осн}$ – время сварки в расчете на одно металлоизделие, мин.;

$q_{зг}$ – расход защитного газа, 11 л/мин.;

k_p – коэффициент расхода газа, 1,1;

$C_{зг}$ – цена газа за один литр, руб.;

K_m – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

$$C_{др} = 11,26 \cdot 11 \cdot 1,1 \cdot 23,60 \cdot 1,05 = 3377 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

$$C_{dp} = 4,82 \cdot 11 \cdot 1,1 \cdot 25,96 \cdot 1,05 = 1590 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Расчет затрат на электроэнергию проводим по формуле (2.19):

$$Z_3 = a_3 \cdot W \cdot C_3, \text{ руб.} \quad (2.19)$$

где a_3 – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт ч/кг.;

W – расход электроэнергии, кВт ч.;

C_3 – цена за 1 кВт/ч.

Для укрупненных расчетов величину a_3 можно принимать равной:

- при сварке на переменном токе, 3...4 кВт ч/кг;
- при многопостовой сварке на постоянном токе, 6...8 кВт ч/кг;
- при автоматической сварке на постоянном токе 5...8 кВт ч/кг;
- под слоем флюса, 3...4 кВт ч/кг.

$$Z_3 = 6 \cdot 31,5 \cdot 3,8 = 718 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$Z_3 = 5 \cdot 43,5 \cdot 3,8 = 826 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Расчет стоимости основных материалов в расчете на одно металлоизделие по формуле (2.15):

$$C_{om} = (165600 + 21131 + 3377) \cdot 1,06 = 201514 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{om} = (165600 + 21131 + 1590) \cdot 1,06 = 199620 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Материальные расходы ($MЗ$) на основные материалы на одно изделие рассчитываются по формуле (2.14):

$$MЗ = 201514 + 718 + 3377 = 205609 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$MЗ = 199620+826+1590 = 202036 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Расчет численности производственных рабочих. Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих $Ч_{ор}$ определяется для каждой операции по формуле (2.20):

$$Ч_{ор} = \frac{T_{\text{произв.пр.}}}{\Phi_{др} \cdot K_v} \quad (2.20)$$

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

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

K_v – коэффициент выполнения норм выработки (1,1...1,3).

$$Ч_{ор} = \frac{18200}{1870 \cdot 1,2} = 8,11 \text{ примем } Ч_{ор} = 8 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$Ч_{ор} = \frac{10400}{1870 \cdot 1,2} = 4,63 \text{ примем } Ч_{ор} = 5 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования. По базовой технологии работают 8 сварщиков, по проектируемой 5 сварщиков.

Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды.

Расчет основной и дополнительной зарплаты производственных рабочих, отчислений на социальные нужды (социальных взносов), т. е. налоговых выплат, включаемых в себестоимость.

Расходы на оплату труда ($З_{нр}$) рассчитываются по формуле (2.21):

$$З_{нр} = ЗП_o + ЗП_\delta \quad (2.21)$$

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		61

где $Z\Pi_o$ – основная заработная плата, руб.;

$Z\Pi_\partial$ – дополнительная заработная плата, руб.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ($Z\Pi_o$) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле (2.22):

$$Z\Pi_o = P_{cd} \cdot K_{np} \cdot K_\partial \cdot K_{cc} + D_{вр} \quad (2.22)$$

где P_{cd} – суммарная сдельная расценка за единицу изделия, руб.;

K_{np} – коэффициент премирования, $K_{np} = 1,5$;

K_∂ – коэффициент, определяющий размер дополнительной заработной платы, $K_\partial = 1,2$;

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

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

Суммарная сдельная расценка за единицу изделия (P_{cd}) определяется по формуле (2.23):

$$P_{cd} = \frac{T_{ст} \cdot T_{шт-к}}{60} \quad (2.23)$$

где $T_{ст}$ – тарифная ставка сварщика, руб/ч.;

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

$$P_{cd} = \frac{115 \cdot 1092}{60} = 2093 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$P_{cd} = \frac{140 \cdot 624}{60} = 1456 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		62

Доплата за вредные условия труда ($D_{вр}$) рассчитывается по формуле (2.24):

$$D_{вр} = \frac{T_{ст} \cdot T_{вр} \cdot (0,1 \dots 0,31)}{100 \cdot 60} \quad (2.24)$$

где $T_{ст}$ – тарифная ставка, руб.;

$T_{вр}$ – время работы во вредных условиях труда, мин. $T_{вр} = T_{шт-к}$.

$$D_{вр} = \frac{115 \cdot 1092 \cdot 0,1}{100 \cdot 60} = 2,093 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$D_{вр} = \frac{140 \cdot 624 \cdot 0,1}{100 \cdot 60} = 1,456 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Рассчитаем $ЗП_о$ по формуле (2.22)

$$ЗП_о = 2093 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 + 2,093 = 4899 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$ЗП_о = 1456 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 + 1,456 = 3408 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Дополнительная заработная плата производственных рабочих ($ЗП_д$) отражает выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное в производстве время (оплата отпускных, компенсаций, оплата льготных часов подросткам, кормящим матерям) рассчитывается по формуле (2.25):

$$ЗП_д = K_д \cdot ЗП_о \cdot K_{сс} \quad (2.25)$$

где $ЗП_о$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$K_д$ – коэффициент дополнительной заработной платы, $K_д = 1,13$;

$K_{сс}$ – коэффициент учитывающий отчисления на социальные взносы, $K_{сс} = 1,3$.

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$ЗП_{\delta} = 1,13 \cdot 4899 \cdot 1,3 = 7196 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$ЗП_{\delta} = 1,13 \cdot 3408 \cdot 1,3 = 5006 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Рассчитаем $З_{np}$ по формуле (2.21)

$$З_{np} = 4899 + 7196 = 12095 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$З_{np} = 3408 + 5006 = 8414 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости C_m изготовления годового объема выпуска металлоконструкций в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Технологическая себестоимость изделия

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Затраты на основные материалы, $C_{ом}$, руб.	201514000	199620000
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{эн}$, руб.	718000	826000
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $З_{np}$, руб.	12095000	8414000
Технологическая себестоимость годового выпуска, C_m , руб.	214327000	208860000

Перед расчетом полной себестоимости изготовления металлоконструкции рассчитывается технологическая, а затем производственная себестоимость изготовления одной металлоконструкции.

Производственная себестоимость (C_{np} , руб.) включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством, расчет C_{np} производим по формуле (2.26):

$$C_{np} = C_m + P_{np} + P_{хоз} \quad (2.26)$$

где C_m – технологическая себестоимость, руб.;

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

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

Общепроизводственные расходы P_{np} определяются по формуле (2.27):

$$P_{np} = C_a + C_p + P_{np}^* \quad (2.27)$$

где C_a – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

C_p – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб.;

P_{np}^* – расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение).

Затраты на амортизацию оборудования C_a рассчитываем по формуле (2.28):

$$C_a = \frac{K_{об} \cdot H_a \cdot n_o \cdot T_{шт-к}}{100 \cdot \Phi_d \cdot K_B} \cdot K_o \quad (2.28)$$

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

H_a – норма годовых амортизационных отчислений, %. $H_a = 14,7\%$;

Φ_d – действительный эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч. $\Phi_d = 1914$ ч.;

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

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

n_o – количество оборудования, шт.;

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

$$C_a = \frac{161280 \cdot 14,7 \cdot 8 \cdot 18,2}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 0,9 = 1476 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_a = \frac{1993600 \cdot 14,7 \cdot 5 \cdot 10,4}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 0,9 = 6514 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		65

Затраты на ремонт и обслуживание оборудования C_p рассчитываем по формуле (2.29):

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

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

D – принимается равным 3%.

$C_p = \frac{1290240 \cdot 3}{100} = 38707$ руб./на производственную программу или 38 руб. в расчете на одно металлоизделие (базовый вариант)

$C_p = \frac{7974400 \cdot 3}{100} = 239232$ руб./на производственную программу или 239 руб. в расчете на одно металлоизделие (проектируемый вариант)

Расходы на содержание производственных помещений $P_{пр}^*$ рассчитывается по формуле (2.30):

$$P_{пр}^* = \frac{\%P_{пр} \cdot 3П_о}{100} \quad (2.30)$$

где $3П_о$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

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

$$P_{пр}^* = \frac{10 \cdot 4899}{100} = 489,9 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$P_{пр}^* = \frac{10 \cdot 3408}{100} = 340,8 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Общепроизводственные расходы $P_{пр}$ определяются по формуле (2.27):

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P_{np} = 1476 + 38 + 489,9 = 2003 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$P_{np} = 6514 + 239 + 340,8 = 7093 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

В статью «Общехозяйственные расходы» ($P_{хоз}$, руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация; расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану, сигнализацию, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.

Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле (2.31):

$$P_{хоз} = \frac{\%P_{хоз} \cdot ЗП_о}{100} \quad (2.31)$$

где $ЗП_о$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$\%P_{хоз}$ – процент общехозяйственных расходов, %. $\%P_{хоз} = 25$.

$$P_{хоз} = \frac{25 \cdot 4899}{100} = 1224 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$P_{хоз} = \frac{25 \cdot 3408}{100} = 852 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Производственная себестоимость выпуска металлоконструкции C_{np} рассчитывается по формуле (2.26)

$$C_{np} = 214372 + 2003 + 1224 = 217599 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{np} = 208860 + 7093 + 852 = 216805 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» (P_k , руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары, упаков-

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ку, погрузку продукции и доставку ее к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расхода рассчитываются по формуле (2.32):

$$P_k = \frac{\%P_k \cdot C_{np}}{100} \quad (2.32)$$

где $\%P_k$ – процент коммерческих расходов от производственной себестоимости, $\%P_k = 0,1 \dots 0,5\%$.

$$P_k = \frac{0,1 \cdot 217599}{100} = 217 \text{руб. (базовый вариант)}$$

$$P_k = \frac{0,1 \cdot 216805}{100} = 216 \text{руб. (проектируемый вариант)}$$

Полная себестоимость выпуска металлоконструкции C_n включает затраты на производство C_{np} и коммерческие расходы P_k рассчитывается по формуле (2.33):

$$C_n = C_{np} + P_k \quad (2.33)$$

$$C_n = 217599 + 217 = 217816 \text{руб. (базовый вариант)}$$

$$C_n = 216805 + 216 = 217021 \text{руб. (проектируемый вариант)}$$

2.2 Расчет показателей сравнительной эффективности [23]

Таблица 2.4 – Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Базовый вариант, руб	Проектируемый вариант, руб	Отклонения, руб
1	2	3	4
Объем годового выпуска, N , шт	1000	1000	
1. Материальные затраты, $MЗ$	205609000	202036000	-3573000

Окончание таблицы 2.4

1	2	3	4
2. Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, Z_{np}	12095000	8414000	-3681000
3. Технологическая себестоимость, C_m	214372000	208860000	-5467000
4. Общепроизводственные расходы, P_{np}	2003000	7093000	5090000
5. Общехозяйственные расходы, $P_{хоз}$	1224000	852000	-372000
6. Производственная себестоимость, C_{np}	217599000	216805000	-794000
7. Коммерческие расходы, P_k	217000	216000	-1000
8. Полная себестоимость, C_n	217816000	217021000	-795000

Расчет основных показателей сравнительной эффективности проводим как случай проектирования конструкторско-технологических усовершенствований, обеспечивающих выполнение сварочных работ для металлоконструкций, используемых в качестве товарной продукции, т.е. - реализуемой на сторону. Сравним базовый вариант с общим результатом расчетов.

Годовой выпуск продукции (гидроциклон СВП 710) составляет 1000 шт.

Годовая экономия (-) или превышение (+) по технологической себестоимости, ΔC рассчитывается по формуле:

$$\Delta C = C_{m1} - C_{m2} \quad (2.34)$$

где C_{m1} , C_{m2} – технологическая себестоимость годового объема выпуска по сравниваемым вариантам (1- базовый вариант; 2- проектируемый), руб.

$$\Delta C = 214372000 - 208860000 = 5512000 \text{ руб.}$$

Стоимость изготовления гидроциклона по базовому варианту дороже чем по проектируемому варианту.

Прибыль от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, (Π), руб. рассчитываем по формуле (2.35):

$$\Pi = B - C_n \quad (2.35)$$

где B – выручка от реализации продукции, руб.;

C_n – полная себестоимость, руб.

Рассчитаем отпускную цену металлоизделия по формуле (2.36):

$$Ц = C_n \cdot K_p \quad (2.36)$$

где C_n – полная себестоимость металлоизделия, руб./шт.;

K_p – среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции.

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 – 1,2; в проектируемом варианте – 1,5.

$$Ц_1 = 217816 \cdot 1,2 = 261379 \text{ руб.}$$

$$Ц_2 = 217021 \cdot 1,5 = 325531 \text{ руб.}$$

Растет выручки от реализации годового объема металлоизделий, (B) по формуле (2.37):

$$B = Ц \cdot N \quad (2.37)$$

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		70

где C – отпускная цена металлоизделия, руб.;

N – годовой объем выпуска металлоизделий, шт.

$$B_1 = 261379 \cdot 1000 = 261379000 \text{ руб.}$$

$$B_2 = 325531 \cdot 1000 = 325531000 \text{ руб.}$$

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой (2.35) по базовому и проектируемому варианту равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий.

$$П_1 = 261379000 - 217816000 = 43563000 \text{ руб.}$$

$$П_2 = 325531000 - 217021000 = 108510000 \text{ руб.}$$

Изменение (прирост, уменьшение) прибыли $\Delta П$ в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым рассчитывается по формуле (2,38):

$$\Delta П = П_2 - П_1 \quad (2.38)$$

$$\Delta П = 108510000 - 43563000 = 64947000 \text{ руб.}$$

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций, $N_{кр}$) проводим по формуле (2.39):

$$N_{кр} = \frac{C_{пост}}{C - C_{пер}} \quad (2.39)$$

где $C_{пост}$ – постоянные затраты (полная себестоимость годовой производственной программы выпуска металлоизделий, C_n , за вычетом технологической себестоимости в расчете на годовую программу выпуска, C_m);

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		71

C – отпускная стоимость металлоконструкции, руб./изделие;

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

Постоянные затраты $C_{пост}$ рассчитываем по формуле (2.40):

$$C_{пост} = C_n - C_m \quad (2.40)$$

$$C_{пост1} = 217816000 - 214372000 = 3444000 \text{ руб.}$$

$$C_{пост2} = 217021000 - 208860000 = 8161000 \text{ руб.}$$

Критического объема выпуска металлоконструкций, $N_{кр}$ определяем по формуле (2.39)

$$N_{кр1} = \frac{3444000}{261379 - 214372} = 74 \text{ шт.}$$

$$N_{кр2} = \frac{8161000}{325531 - 208860} = 70 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции, R проводим по формуле (2.41):

$$R = \frac{\Pi}{C_n} \cdot 100 \quad (2.41)$$

где Π – прибыль от реализации металлоизделия, руб.;

C_n – полная себестоимость изготовления металлоизделия, руб.

$$R_1 = \frac{43563}{217816} \cdot 100 = 20\%$$

$$R_2 = \frac{108510}{217021} \cdot 100 = 50\%$$

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

Расчет производительности труда $\Pi_{тр}$ (выработки в расчете на 1 производственного рабочего, руб./чел.) производим по формуле (2.42):

$$\Pi_{тр} = \frac{B}{Ч_{ор}} \quad (2.42)$$

где B – выручка от реализации годового объема металлоизделий, руб.;

$Ч_{ор}$ – численность производственных рабочих, чел.

$$\Pi_{тр1} = \frac{261379000}{8} = 32672375 \text{ руб/чел}$$

$$\Pi_{тр2} = \frac{325531000}{5} = 65106200 \text{ руб/чел}$$

Расчет срока окупаемости капитальных вложений, T_o производится по формуле (2.43):

$$T_o = \frac{\Delta K_d}{\Delta \Pi} \quad (2.43)$$

Где ΔK_d – дополнительные капиталовложения, руб.;

$\Delta \Pi$ – изменение (прирост, уменьшение) прибыли в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым, руб.

$$T_o = \frac{1993600}{795000} = 2,5 \text{ год.}$$

Результаты расчетов показателей экономической эффективности сформируем в таблицу 2.5

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		73

расходов в удельной себестоимости металлоизделия, поскольку эти затраты, оставаясь неизменными в целом по предприятию, списываются на себестоимость изделий пропорционально заработной плате производственных рабочих, численность которых в проектируемом варианте сократилась на 3 человека.

					<i>ДП 44.03.04.951 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		75

3 Методический раздел

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки гидроциклона. В процессе разработки предложено заменить полуавтоматическую сварку в среде CO₂ на автоматическую сварку в защитной смеси CORGON 18. Также предложена замена оборудования на современное, т.е. использование автоматов для производства сварки. К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» уровень квалификации 3. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик ручной сварки» (4-го разряда), в связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести данную программу в рамках промышленного предприятия.

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

Профессиональные стандарты применяются:

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

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

– при разработке в установленном порядке федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования.

3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

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

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

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

В таблице приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик ручной дуговой сварки» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		77

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

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
Трудовая функция	Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками.	Выполнение полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов
Трудовые действия:	<p>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).</p> <p>Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций с применением специализированных функций (возможностей) сварочного оборудования.</p> <p>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</p> <p>Исправление дефектов частично механизированной сваркой (наплавкой).</p>	<p>Изучение производственного задания, конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Подготовка рабочего места и средств индивидуальной защиты. Подготовка сварочных и свариваемых материалов к сварке.</p> <p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования.</p> <p>Сборка конструкции под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки.</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента подготовленной под сварку конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением.</p> <p>Извлечение сварной конструкции из сборочных приспособлений и технологической оснастки. Контроль с применением измерительного</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 44.03.04.951 ПЗ

Лист

78

Окончание таблицы 3.1

1	2	3
	Наплавка простых и сложных инструментов, баллонов и труб, дефектов деталей машин и механизмов; исправление дефектов сваркой	

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

Необходимые знания:

- 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. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.

Необходимые умения:

– 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.

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

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		83

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, общеотраслевой и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 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 6.2. Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 3.2 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 5-го квалификационного разряда

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1	2	3
1.	Теоретическое обучение	58
1.1	Основы рыночной экономики и предпринимательства	8
1.2	Материаловедение	6
1.3	Электротехника	6
1.4.	Чтение чертежей	6
1.5.	Специальная технология	32

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

3.4 Разработка плана - конспекта урока

Тема урока «Устройство сварочной головки ПКТБА – СГПГ для сварки в среде инертных газов»

Цели занятия:

Обучающая: Формирование знаний об устройстве подвесной сварочной головки ПКТБА - СГПГ, её назначение и принцип работы.

Развивающая: развивать техническое и логическое мышление, память, внимание.

Воспитательная: воспитывать сознательную дисциплину на занятии, ответственность и бережное отношение к оборудованию учебного кабинета

Тип урока: урок новых знаний.

Методы обучения: словесный, наглядный, объяснительно-иллюстративные методы.

Дидактическое обеспечение занятия:

– плакаты: «Подвесная сварочная головка ПКТБА – СГПГ, ее технические характеристики».

– Виноградов В.С. Электрическая дуговая сварка: учебник для нач. проф. Образования/В.С. Виноградов.- 5-е изд. стер. -М.: Издательский центр «Академия» 2012. -320с.

Овчинников В.В. Сварка и резка деталей из различных сталей, цветных металлов и их сплавов, чугуна во всех пространственных положениях: учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования /ВВ Овчинников.- М.:Издательский центр «Академия» 2014. -304с.

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

– Каталог оборудования «Автоматическая сварка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://a-svarka.ru> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 22.12.2017).

Структура урока:

1. Организационный момент;
2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;
 - Сообщение темы и цели занятия;
 - Актуализация опорных знаний;
 - Изложение нового материала;
 - Первичное закрепление материала.
 - Выдача домашнего задания.

План-конспект урока приведен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – План-конспект урока «Спецтехнология»

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 3 минут	Здравствуйте, прошу вас садиться, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 2 минуты	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для дуговой механизированной и автоматической сварки в среде защитных газов» Тема занятия: «Устройство сварочной головки «ПКТБА – СГПГ» для сварки в среде защитных газов». Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве подвесной сварочной горелки «ПКТБА – СГПГ», её назначение и принцип работы»	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы.
Актуализация опорных знаний 10 минут	Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: 1. Чем отличается аппарат для механизированной сварки от аппарата для автоматической сварки? 2. Почему применяют унифицированные узлы на полуавтоматах и автоматах?	Предлагаю учащимся ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3
<p>изложение нового материала 23 минуты</p>	<p>Повторите предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану: – Назначение сварочной головки; – Основные механизмы сварочной головки; По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание. В настоящее время широко применяется механизированная сварка. Это объясняется высокой маневренностью полуавтоматов, возможностью производить сварку в труднодоступных местах.</p> <p>Механизированная сварка широко применяется на конвейерных линиях в машиностроении при сварке корпусов всех видов транспортных средств и строительно-монтажных конструкций при их предварительной сборке и сварке и т. д.</p> <p>Сварочная головка ПКТБА – СГПГ предназначена для сварки и наплавки в среде защитных газов сталей и цветных металлов плавящимся электродом в автоматическом режиме.</p> <p>Из её особенностей работы можно отметить:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Возможность собирать (составлять) головку из различных механизмов для определенных задач; • Простой и надёжный механизм регулировки положения подачи присадочной проволоки; • Высокое качество сварки и наплавки. 	<p>Прошу учащихся записать определение, что такое сварочная головка и ее назначение. Вместе разбираем устройство её механизмов, записываем основные моменты.</p> <p>Давайте разберем подробно сварочную головку. Показываю плакат с общим видом сварочной головки и её техническими характеристиками. Обращаю внимание обучающихся на плакат с общим видом, и начинаем разбирать основные части. Записываем основные моменты.</p>
	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Плакат 1 – Общий вид сварочной головки ПКТБА – СГПГ и её технические характеристики</p>	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3
	<p>Способ защиты дуги – газ Диаметр сварочной проволоки, мм – 1-1,6 Скорость подачи проволоки, м/ч – 100-1200 Габаритные размеры (ДхШхВ), мм – 660х330х130</p>  <p>Плакат 2 – Устройство сварочной головки ПКТБА – СГПГ</p> <p>1 – узел поворота головки; 2 – механизм подачи электродной проволоки; 3 – сварочная горелка; 4 - электродная проволока.</p> <p>Итак, прошу задавать мне вопросы по представленному материалу.</p>	
<p>Первичное закрепление материала 5 минут</p>	<p>Прошу ответить на следующие вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Из чего состоит сварочная головка? 2. Какой диаметр сварочной проволоки можно использовать. 3. Для каких сварки предназначена сварочная головка ПКТБА-СГПГ? 	<p>Первичное закрепление проводится фронтальным опросом. Если учащиеся в этом не принимают активного участия, то опрос переходит в индивидуальный.</p>
<p>Выдача домашнего задания. 2 мин.</p>	<p>Теперь запишем домашнее задание.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Внимательно прочитать конспект урока; 2) Изучить данную тему в учебнике Овчинникова В.В. Сварка и резка деталей из различных сталей, цветных металлов и их сплавов, чугуна во всех пространственных положениях; 	<p>Разбираем, и записываем домашнее задание, что нужно повторить к следующей теме.</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Окончание таблицы 3.3

1	2	3
	3) Если будет интересно, то можно посмотреть каталог оборудования «Автоматическая сварка» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://a-svarka.ru	

Методическая часть дипломного проекта является самостоятельной творческой деятельностью педагога профессионального образования. Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали квалификационную характеристику «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением»
- составили учебный план для профессиональной подготовки персонала автоматической сварки плавлением;
- составили тематический план предмета «Спецтехнология» для профессиональной подготовки персонала автоматической сварки плавлением;
- разработали план - конспект занятия;
- разработаны средства обучения для выбранного занятия.

Все эти разделы могут быть использованы для разработки учебных и тематических планов и планов уроков с подбором средств обучения для переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» профессиональных образовательных учреждений, учебных заведений, подразделениях предприятий, учреждений и фирм, имеющих право ведения указанной деятельности в рамках, установленных действующим законодательством.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе дипломного проекта на основании проведенного анализа конструкции изделия, его материалов был выбран способ сварки, разработан технологический процесс, выполнены расчеты режимов сварки и подобраны сварочные материалы и оборудование для изготовления элементов корпуса гидроциклона.

Для сборки и сварки цапгицилиндрической была разработана установка для автоматизированной сварки продольных и кольцевых швов обечайки.

Методическая часть дипломного проекта раскрывает учебно-методическую работу преподавателя, которая обеспечивает единство планирования, организации и контроля качества усвоения нового содержания обучения в системе начального профессионального образования. Содержание технологической части дипломного проекта явилось основой для методического раздела.

Внедрение новой технологии позволит повысить качество готовой продукции, увеличить производительность, а также улучшить условия труда.

Прибыль от внедрения новой технологии изготовления элементов гидроциклона составила 64947000 руб., срок окупаемости – 2,5 года. Цели дипломного проектирования достигнуты.

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		91

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Справочник сварка в машиностроении [Текст] : В 4-х т. / Под ред. В.А. Винокурова. - М.: Машиностроение, 1979.

Т.1. – 504с.

Т.2.- 462с.

Т.3. – 567с.

2Марочник сталей и сплавов [Текст] : справочник / В.Г. Сорокин, А.В.Волосникова, С. А. Вяткин и др. / под ред. В.Г. Сорокина. - М.: Машиностроение, 1989. – 640с.

3 Сварка и свариваемые материалы: справ.издание: в 3-х т. Т.1 Свариваемость материалов [Текст]/ под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Металлургия, 1991. – 528 с.

4 Гуревич, С.М. Справочник по сварке металлов [Текст] / СМ. Гуревич. – Киев: Наукова думка, 1981. – 608 с.

5 Верховенко, Л.В. Справочник сварщика [Текст] / Л.В. Верховенко, А.К. Тукин : 2-е изд.. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 480 с.

6 Сварочные материалы для дуговой сварки [Текст] : В 2-х т./ Под.ред. Н. Н. Потапова и Б. П. Конищева. – М.: Машиностроение, 1989.

Т.1. – 544с.

Т.2. – 768с.

7 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением для студентов вузов [Текст] / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 432с.

8 Федосов, С.А. Основы технологии сварки [Текст] / С.А.Федосов, И.Э.Оськин [Электронный ресурс]: СПб.: Лань, 2011. - 125 с. Режим доступа http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2021

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

9 Сварка строительных металлических конструкций [Текст] : учеб. для вузов / В.М. Рыбаков, Ю.В. Ширшов, Д.М. Чернавский и др.— М.: Стройиздат, 1993 - 345с.

10 Быковский, О.Г. Справочник сварщика : справочник [Электронный ресурс] / О.Г. Быковский, В.Р. Петренко, Пешков В.С. – М.: Машиностроение, 2011. – 336с. Режим доступа <http://e.lanbook.com/books/> (Дата обращения 04.05.2018)

11 Справочник сварщика [Текст] / под ред. В. В. Степанова : изд. 3-е. - М.: Машиностроение, 1975. - 520 с.

12 Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Технологические основы сварки плавлением и давлением» [Текст]/ сост. к.т.н. Л.Т. Плаксина, ст. преподаватель Д.Х. Билалов. - Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. университет», 2012. - 38 с.

13 Криогенсервис - Урал [Электронный ресурс] - Электрон.дан. – Режим доступа: [http://WWW.argon35.ru/technical-gases/газовые смеси](http://WWW.argon35.ru/technical-gases/газовые_смеси).–Загл. с экрана.

14 ОАО Линде Уралтехгаз – сайт [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://techgaz.ru/produkcija/svarochnye_gazovye_smesi (дата обращения 16.02.2018).

15 Милютин, В.С. Источники питания для сварки. Учеб. Пособие.ч.І. [Текст] / В.С. Милютин, Н.М. Иванова. - Екатеринбург: Урал. Гос. Проф. – пед. Ун – т, 1995. – 234 с.

16 Справочник по сварочному оборудованию [Текст] /Л.Ц. Прох, Б.М. Шпаков, Н.М. Яворская ; под ред. Л.Ц. Прох. – Киев: Техника, 1982.- 207с.

17 Алешин, Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.П. Алешин. – М.: Машиностроение, 2006. – 368с. : ил. Режим доступа <http://e.lanbook.com/books/> (Дата обращения 12.04.2018)

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

18 Рыбаков, В.М. Справочное пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники [Текст] / В.М. Рыбаков, Ю.В. Ширшов. - М.: Машиностроение, 1972. - 52 с.

19 Патон, Б.Е. Электрооборудование для дуговой и шлаковой сварки [Текст] / Б.Е. Патон, В.К. Лебедев. - М.: Машиностроение, 1966. - 396 с.

20 Рыжков, Н.И. Производство сварных конструкций в тяжелом машиностроении [Текст] / Н.И. Рыжков. - 2-е изд., переработка и доп. - М.: Машиностроение, 1980. - 375 с.

21 Нормативы времени и режимы полуавтоматической сварки в защитных газах. [Текст]. - Екатеринбург: Уралмашзавод, 2004. - 50 с.

22 Грачева, К.А. Экономика, организация и планирование сварочного производства [Текст] / К.А. Грачева. - М.: Машиностроение, 1984. - 368с.

23 Кузнецов, Ю.В. Расчет экономической эффективности новой сварочной технологии: методические указания [Текст] / Ю.В. Кузнецов. - Екатеринбург: Изд-во Ур.фед. гос. ун-та, 2014. - 159 с.

24 Кругликов, Г.И. Методика преподавания технологии с практикумом: пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений [Текст] / Г.И. Кругликов, - М.: Издательский центр «Академия», 2002. - 80 с.

25 Жученко, А.А. Профессионально-педагогическое образование России. Организация и содержание [Текст] / А.А. Жученко, Г.М., Романцев Е.В. Ткаченко. -Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1999. - 234 с.

26 Колесникова, И. А. Педагогическое проектирование [Текст] / И. А. Колесникова, М. П. Горчакова-Сибирская. - М.: Академия, 2007. - 288 с.

27 Чернилевский, Д.В. Технология обучения: учебное пособие [Текст] / Д. В. Чернилевский, О. К. Филатов; под ред. В. Д. Чернилевского. - М.: Эксперт, 2006. - 342 с.

28 ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия [Текст]. - Введ. 1973-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 1974. - 20 с.

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		94

29 Каталог государственных стандартов[Электронный ресурс]: база данных содержит классификатор и базу данных нормативных документов. - Электрон.дан. – М.: RusCable.Ru, 1999. – Режим доступа: <http://gost.ruscable.ru/cgi-bin/catalog> . – Загл. с экрана (Дата обращения 20.04.2018

30 ГОСТ 2.104 – 68. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. - Введ. 1971-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1971. – 35 с.

					ДП 44.03.04.951 ПЗ	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

					<i>ДП 44.03.04.951 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		96

					<i>ДП 44.03.04.951 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		97

					<i>ДП 44.03.04.951 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		98

					<i>ДП 44.03.04.951 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		99