

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
«_____» _____ 2018 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ КОЛЕСА
ТРАНСПОРТЁРА

Исполнитель:
студент группы СМ-403 _____ К.А. Лоренц

Руководитель:
доц., канд. техн. наук _____ Н.И. Ульяшин

Нормоконтролер:
канд. техн. наук _____ Д.Х. Билалов

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 80 листов машинописного текста, 14 рисунков, 24 таблиц, 26 использованных источников технической литературы, 1 приложение, графическую часть на 6 листах формата А1.

Ключевые слова: КОЛЕСО ТРАНСПОРТЁРА, СВАРКА В СРЕДЕ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ, 15ХСНД, СВАРОЧНАЯ ПРОВОЛОКА СВ-08Г2С, СВАРОЧНАЯ ГОЛОВКА АДГ-630, ГАЗОВАЯ СМЕСЬ К18, ТЕХНОЛОГИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА, ПРОГРАММА ПЕРЕПОДГОТОВКИ, «ОПЕРАТОР АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ».

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Технология сборки и сварки колеса транспортёра».
2. Цель работы: разработка технологии и подбор оборудования для изготовления колеса транспортёра в условиях сварочного производства.
3. Для разработки процесса автоматической сварки выполнены следующие этапы:
 - разработан технологический процесс согласно расчетам и операциям в соответствии требованиям ЕСТД;
 - скомпонован комплекс типового оборудования, который повысил производительность процесса сварки;
 - оптимизированы режимы сварки для реализации усовершенствованного технологического процесса.
4. Результаты данной работы могут быть использованы при проектировании технологии изготовления колеса транспортёра.

					ДП 44.03.04.304 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка технологии сборки и сварки колеса транспортёра	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Лоренц К.А.						
Провер.		Ульяшин Н.И.					2	
Реценз.						ФГАОУ ВО РГППУ ИИПО каф. ИММ гр. СМ-403		
Н. Контр.		Билалов Д.Х.						
Утверд.		Гузанов Б.Н.						

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1. Технологическая часть	7
1.1 Характеристика и особенности металла.....	8
1.2 Свариваемость стали	10
1.3 Выбор способа сварки изделия.....	13
1.4 Выбор сварочных материалов.....	14
1.5 Подготовка сварочных материалов.....	16
1.6 Расчет режимов сварки.....	17
1.7 Оборудование, оснастка и приспособление.....	26
1.8 Сборочные и сварочные установки.....	33
1.9 Первоначальный пуск установки.....	35
1.10 Порядок работы установки для сварки.....	36
1.11 Технология изготовления.....	36
1.12 Контроль качества готового изделия.....	40
2. Экономический раздел.....	41
2.1 Методика расчета экономической эффективности.....	41
2.2 Расчет трудоемкости.....	41
2.3 Количества оборудования и его загрузки.....	41
2.4 Расчет капитальных вложений.....	48
2.5 Определение себестоимости изготовления.....	50

ВВЕДЕНИЕ

Сварочные технологии занимают ведущее место в современном производстве. Совершенствование технологий и техники, связанной с ними, предъявляет все более растущие требования к способам производства и, в том числе, к технологиям сварочного производства. В настоящее время разработаны технологии сварки материалов, применение которых в массовом производстве еще в недавнем прошлом считалось трудновыполнимым. Свариваются детали толщиной в несколько микрон и детали тяжелого оборудования толщиной в несколько метров. Развитие технологий позволило уверенно выполнять сварочные работы под водой, в космосе при невесомости и в глубоком вакууме, при высоких температурах, при повышенной радиации. Сварка впервые в мире была опробована нашими космонавтами в космосе и стала вторым после сборки машиностроительным технологическим процессом применяемым при сборке и эксплуатации космических станций. Объек-

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	

том представленной разработки является технология изготовления металлоконструкций, в данном случае колесо транспортёра.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологии и подбор оборудования для изготовления колеса транспортёра в условиях машиностроительного производства. Необходимость увеличения уровня механизации и автоматизации сварочного производства, оснащению новыми сложными машинами и агрегатами, без которых сегодня немыслимо серийное производство многих видов продукции, ведет его к повышению производительности труда.

Исходя из цели, в выпускной квалификационной работе рассмотрены следующие задачи:

- 1) охарактеризованы - свариваемость и особенности технологии сварки;
- 2) выбран способ сварки и сварочные материалы;
- 3) произведены расчеты параметров режимов сварки;
- 4) выполнен подбор и компоновка основного и вспомогательного оборудования;
- 5) выбран способ контроля качества для соединений данного изделия;
- 6) проведен сравнительный анализ экономического обоснования базового и проектируемого варианта производства колеса транспортёра;
- 7) разработан методический раздел.

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	

1 Технологическая часть

Колесо транспортёра – это комплектующий элемент, который используется в узлах привода, местах сгиба и натяжных устройствах, для натяжения ленты, исключения пробуксовок, изменения направления ее движения и увеличения силы сцепления.

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист №	документа №	доку	Подпись	Дата	

Весь поступающий металл должен иметь сертификат, в котором указываются марка металла, вид проката, его размеры, количество, номер плавки, химический состав металла, механические свойства. При отсутствии сертификата материал не допускается в производство до полного испытания в соответствующих лабораториях, проведенного на основе ГОСТов.

1.1 Характеристика и особенности металла

При разработке технологии сварки необходимо учитывать, как свойства материала, из которого планируется изготовление конструкции, так и те изменения, которые неизбежно возникают при сварке в зоне сварного соединения. Указанные изменения во многом определяются технологическими параметрами используемого способа сварки (источник тепла, характер нагрева и охлаждения, скорость сварки и т.д.), температурой окружающей среды, защитных и инертных газов, сварочной проволоки, а так же способом подготовки деталей под сварку (вид разделки кромок, способы подготовки поверхности и т.д.) и пространственным положением выполняемых сварных швов. Сталь, как материал конструкции, выбирают в зависимости от климатической зоны, в которой будет эксплуатироваться изделие, прочностных требований, агрессивности окружающей среды и т.п.

Для изготовления колеса в представленной квалификационной работе планируется использовать сталь 15ХСНД по ГОСТ 6713-91 [13,15]. Эта сталь относится к категории конструкционных низколегированных.

Химический состав стали и механические свойства приведены соответственно в таблице 1, в таблице 2.

15ХСНД пользуется спросом у предприятий машиностроительной отрасли. В частности, из стали данной марки возводят прочные и устойчивые к образованию коррозии строительные опоры, железнодорожные эстакады, свайные металлоконструкции, фермы. Подсчитано, что применение стали

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	

15ХСНД приводит к экономии материала сравнительно с металлопрокатом любой другой марки.

Таблица 1 - Химический состав стали 15ХСНД, (ГОСТ 6713-91), % [15].

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0,12-0,18	0,4-0,7	0,4-0,7	0,3-0,6	До 0,04	До 0,04	0,6-0,9	До 0,008	0,2-0,4	До 0,08

Остальное Fe

Таблица 2 – Механические свойства стали 15ХСНД (ГОСТ 6713-91) [15].

Толщина листа, мм	σ_B (Н/мм ²)	σ_T (Н/мм ²)	δ_5 (%)	KCU (Дж / см)
20	470-685	335-345	21	29

где σ_B – временное сопротивление, [Н/мм²];

σ_T – Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [Н/мм²];

δ_5 – Относительное удлинение при разрыве, [%];

KCU – Ударная вязкость, [Дж/см]

Масса изделия

Определяем количество конструктивных элементов. Указываем необходимые: габаритные размеры всех конструктивных элементов, толщину металла, массу элементов и конструкции в целом. Данные вношу в таблицу 3.

Масса элементов M , кг, рассчитывается по формуле:

$$M = a \cdot b \cdot c \cdot 7,8 \text{ ,г} \quad (1)$$

где a - длина элемента, см;

b – ширина элемента, см;

c – высота элемента, см;

7,8 – плотность стали, г/см³.

									Лист
									10
Изм.	Лист №	документа №	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ			

Рассчитываем массу каждого элемента по формуле 1:

$$M_{\text{трубы}} = 22 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 50,8 \cdot 7,8 = 54744,51\text{г} \sim 54,74 \text{ кг}$$

$$M_{\text{диск}} = \frac{3,14}{4} \cdot (50,8^2 - 10,2^2) \cdot 1 \cdot 2 \cdot 7,8 = 30328,4\text{г} \sim 30 \text{ кг}$$

$$M_{\text{ступица}} = 22 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 10,8 \cdot 7,8 = 11638,59\text{г} \sim 12\text{кг}$$

$$M_{\text{общ}} = 54 + 30 + 12 = 96 \text{ кг}$$

Таблица 3 – Масса элементов

Наименование	Масса, кг
Труба	54,74
Диски	30
Ступица	12
Итого	96

Общая масса всего изделия составило 96 кг.

1.2 Свариваемость стали

Свариваемость — свойство металлов или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки неразъемное соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия. В сварочной практике существуют такие понятия, как физическая и технологическая свариваемость [1].

Легирующие элементы оказывают существенное влияние на показатели свариваемости. Оценка свариваемости стали производится на основе склонности к горячим трещинам и стойкости стали к холодным трещинам.

Склонность стали к образованию горячих трещин для данного класса стали рассчитывается по расчетно – статическим показателям по формуле 3.

Свариваемость оценивается степенью соответствия свойств сварного соединения тем же свойствам основного материала и его склонностью к об-

Изм.	Лист №	документа №	доку	Подпись	Дата

разованию дефектов. Материалы делятся на хорошо, удовлетворительно, плохо и ограниченно свариваемые.

Холодные трещины – это дефекты, которые образуются по окончании сварки или после нанесения отдельных слоев наплавленного металла, когда температура в зоне сварного соединения окажется ниже 250...200°C. Эти трещины могут возникать в зоне термического влияния и в металле сварного шва. По своему расположению это могут быть трещины продольные или поперечные. Рассчитываю по формуле (2).

Горячие трещины – хрупкие межкристаллические разрушения металла шва и зоны термического влияния, возникающие в твёрдо-жидком состоянии при завершении кристаллизации, а также в твёрдом состоянии при высоких температурах на этапе преимущественного развития межзёрненной деформации. Они могут возникать при неблагоприятном сочетании некоторых факторов, связанных с понижением деформационной способности металла вследствие наличия в структуре легкоплавких эвтектик, дефектов кристаллического строения, выделения хрупких фаз, включения водорода (водородная болезнь) и т. д. И рассчитываются по формуле (3).

Основными параметрами оценки склонности сталей к образованию холодных трещин являются эквивалент углерода по формуле Дьюрина [2]:

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{Si}{25} + \frac{(Mn+Cu)}{16} + \frac{Cr}{20} + \frac{Ni}{20} + \frac{Mo}{10} + \frac{V}{15}, \% \quad (2)$$

где Cr, Mo, Si, Ni, C, Mn – содержание соответствующих химических элементов (в %) в стали 15ХСНД по таблице 1.

- $C_{\text{экв}} > 0.45$ — сталь склонна к образованию холодных трещин;
- $C_{\text{экв}} < 0.25$ — сталь не склонна к образованию холодных трещин.

Рассчитываем параметры оценки склонности стали к образованию холодных трещин по формуле 2:

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист №	документа №	доку	Подпись	Дата	

$$C_{\text{экв}} = 0,15 + \frac{0,7}{25} + \frac{0,7+0,4}{16} + \frac{0,9}{20} + \frac{0,6}{20} = 0,21 \%$$

Из этого следует что сталь 15ХСНД не склонна к холодным трещинам.

Основными параметрами оценки склонности сталей к образованию горячих трещин является одно из параметрических уравнений (по Итамуре) [4] и имеет вид:

$$HCS = \frac{c(S+P+\frac{Si}{25}+Ni/100)*10^3}{3*Mn+Cr+Mo+V}, \% \quad (3)$$

где С, S, P, Si, Ni, Mn, Cr, Mo, V – содержание соответствующих химических элементов в стали 15ХСНД по таблице 1, %;

Если $HCS > 4$, то сварные швы потенциально склонны к горячим трещинам.

Вычисляем склонность стали 15ХСНД к горячим трещинам по формуле 3:

$$HCS = \frac{0,15 \cdot (0,04 + 0,04 + \frac{0,7}{25} + \frac{0,5}{100}) \cdot 10^3}{3 \cdot 0,5 + 0,7} = 10,7\%$$

Условием появления по Итамуре горячих трещин является $HCS > 4$, соответственно сталь 15ХСНД с показателем $HCS = 10,7$ склонна к горячим трещинам.

Для снижения вероятности формирования горячих трещин в сварном шве, нужно контролировать металлургические процессы в расплавленном металле и обеспечить оптимальное раскисление металла при сварке. Использование основного металла и сварочной проволоки с минимальным содержанием серы, углерода и максимальным содержанием марганца. Для устране-

									Лист
									13
Изм.	Лист №	документа №	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ			

ния горячих трещин, т.е.устранение внутренних напряжений в зоне сварки производиться и механическая обработка, т.е. снятие кромок.

Исходя из ГОСТ14771-76 принимаем тавровое соединение угловой шов со скосом одной кромки Т6 [14].

1.3 Выбор способа сварки изделия

Выбор того или иного способа сварки зависят от следующих факторов:

- толщины свариваемого материала;
- требований к качеству выпускаемой продукции;
- химического состава металла;
- себестоимости 1 кг наплавляемого металла.
- технических характеристик.

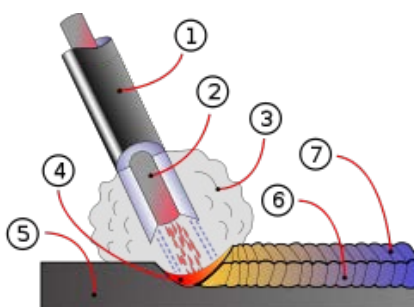
Исходя из конструкции колеса транспортёра (рисунок 1), очевидно, что швы изделия имеют большую протяженность, и поэтому при сварке наиболее целесообразно использовать высоко механизированные и автоматизированные способы сварки.

Из способов сварки можно рассмотреть сварку в защитном газе и сварку под слоем флюса. Сварка в защитном газе удобна при многослойных или многопроходных швах, по сравнению чем сварка под флюсом. Сварка в смеси защитного газа, в настоящее время занимает значительное место в промышленности благодаря своим технологическим и экономическим преимуществам.

Технологическими преимуществами являются относительная простота процесса сварки, возможность полуавтоматической и автоматической сварки швов, находящихся в различных пространственных положениях, что позволяет механизировать сварку [2]. Способ сварки в защитных газах заключается в том, что в зону дуги поступает защитный газ. Выделяемое дугой тепло расплавляет основной металл и электрод. Остывая, металл сварочной ванны образует сварочный шов. Защитный газ изолирует

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	

расплавленный металл от газов в воздухе, препятствуя их взаимодействию. Сварка в защитных газах показана на рисунке 2.



1 – горелка, 2 – проволока, 3 – защитный газ, 4 – место расплава металла, 5 – заготовка, 6,7 – шов.

Рисунок 2 – Сварка в защитных газах

1.4 Выбор сварочных материалов

Присадочная проволока

Требуемая прочность сварных соединений сравнительно легко достигается путем применения низкоуглеродистых проволок, легированных повышенными количествами марганца. Запас прочности швов, выполненных низколегированными проволоками, обычно небольшой.

По этой причине для сварки соединений, подвергающихся многократной термообработке, рекомендуется применять проволоки с повышенным легированием Св-08Г2С.

Химический состав представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Химический состав Св-08Г2С ГОСТ 2246-70 [16]

Химический элемент	Химический состав, %.						
	Углерод С	Кремний Si	Марганец Mn	Хром Cr	Никель Ni	Сера S	Фосфор P
Требования ГОСТ 2246-70	0,05-0,11	0,70-0,95	1,80-2,10	<0,20	<0,25	<0,025	<0,03

Рассчитаем диаметр электродной проволоки (d_3) по известной площади наплавленного металла (F_H) :

								Лист
								15
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ		

$$d_{\text{э}} = K_d \cdot F_H^{0,625}, \text{ мм} \quad (4)$$

где K_d – коэффициент, выбираемый в зависимости от положения шва и способа сварки, $K_d = 1,6$;

F_H – площадь наплавленного металла, мм^2 , $F_H = 47 \text{ мм}^2$ (6).

Таблица 5 – Значение коэффициента K_d [1]

Положение шва	Способ сварки	
	Автоматический	Механизированный
«Лодочка»	0,149 – 0,409	0,149 – 0,409

Так как способ сварки механизированный (полуавтоматический) и положение шва лодочка, выбираю коэффициент K_d равным 0,149 и 0,409, рассчитываем диаметр электродной проволоки по формуле 4:

$$d_{\min} = 0,149 \cdot 47^{0,625} = 1,6 \text{ мм}$$

$$d_{\max} = 0,409 \cdot 47^{0,625} = 4,53 \text{ мм}$$

Расчитанный диаметр электродной проволоки $d_{\text{э}}$, который составил от 1,6 мм до 4,53 мм, который округляю до ближайшего стандартного: 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; и в дальнейших расчетах используем стандартное значение. Выбираем диаметр электродной проволоки 1,6 мм. [2].

Выбор защитного газа

Для сборки на прихватки сварочным полуавтоматом ПДГО – 508 и автоматической сварки по данному проекту, требуется защитная газовая среда.

В качестве защитных газов в сварочном процессе используются:

1. инертные (аргон и гелий),
2. активные (углекислый газ, водород, кислород и азот) газы,
3. газовые смеси ($\text{Ar} + \text{He}$, $\text{Ar} + \text{CO}_2$, $\text{Ar} + \text{O}_2$, $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ и др.).

								Лист
								16
Изм.	Лист №	документа №	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ		

Активные газы используются для обеспечения необходимых свойств шва свариваемых металлов.

Для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей чаще всего применяют смесь Corgon 18 (K18), содержащую 82% аргона и 18% углекислого газа. Внедрение в производство сварочных смесей на основе аргона позволит существенно повысить качество сварки на имеющемся оборудовании и без изменения технологии. Применение смеси Corgon 18 уменьшает разбрызгивание расплавленного металла за счет увеличения стабильности горения дуги на малых плотностях тока и за счет струйного переноса (стабильность на значительных сварочных токах – маленьким диаметром электродной проволоки). При содержании в смеси более 20% углекислого газа режим струйного переноса становится неустойчивым [7].

Для сварки нашей конструкций выбираем смесь Corgon 18 (K18).

1.5 Подготовка сварочных материалов

Все сварочные материалы, поступающие на участок сборки и сварки, должны быть упакованы согласно требованиям соответствующих стандартов и иметь сертификаты завода – изготовителя, удостоверяющие их качество [4,6].

Сварочная проволока

Сварочную проволоку для сварки перед выдачей в производство необходимо очистить от ржавчины, загрязнений, масел. Проволока подвергается обработке на станке очистки и перемотки проволоки путем протягивания ее через вращающийся барабан, заполненный очищающими компонентами (наждак, кирпич и т.д.) с войлочными фильтрами. Для оценки полноты удаления с поверхности проволоки различных загрязнений необходимо протереть один – два раза чистой белой салфеткой поверхность проволоки, салфетка должна остаться чистой. Проволока, намотанная в кассеты, не должна

									Лист
									17
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ			

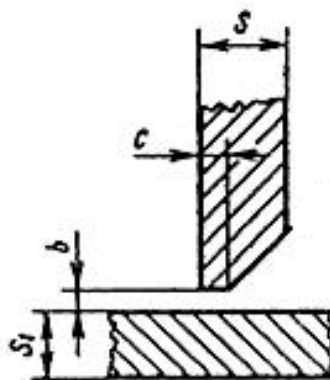
иметь резких перегибов. Намотку проволоки в кассеты производят с расчетом на сменную норму.

1.6 Расчет режимов сварки

Режимом сварки называется совокупность характеристик сварочного процесса, обеспечивающих получение сварных соединений заданных размеров, форм, качества. При всех дуговых способах сварки такими характеристиками являются следующие параметры: диаметр электрода, сила сварочного тока, напряжение на дуге, скорость перемещения электрода вдоль шва (скорость сварки), род тока и полярность. При механизированных способах сварки добавляется ещё один параметр - скорость подачи сварочной проволоки.

Параметры режима сварки рассчитываю в зависимости от толщины металла и свойств свариваемого материала, типа сварочного соединения и положения сварочного шва в пространстве по справочной литературе.

Расчет параметров режимов сварки низкоуглеродистой стали проведен по методике А.В. Коновалов [2] (из условий получения заданных геометрических размеров шва и наивысшей производительности). При механизированной дуговой сварке угловые швы свариваю в положении “лодочки”, расположенным вертикально. Эти швы с некоторым приближением можно рассматривать как угловое соединение с углом разделки 45° (рисунок 3).



S – толщина диска = 10 мм, S_1 – толщина трубы, ступицы = 20 мм, b – проплавление

									Лист
									18
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ			

Рисунок 3 – Геометрические размеры шва

Площадь наплавленного металла

Так как у нас тавровое соединение, угловой шов Т6 [2], площадь наплавленного металла рассчитывается по формуле:

$$F_H = (F_1 + F_2), \text{ мм}^2 \quad (5)$$

где F_1 - площадь выпуклости, мм^2 ;

F_2 - площадь треугольника, мм^2 .

Площадь выпуклости

Площадь выпуклости рассчитывается по формуле:

$$F_1 = 0,73 \cdot e \cdot q, \text{ мм}^2 \quad (6)$$

где e – длина усиления, мм, $e=12$, по ГОСТ 14771-76 [14];

q – ширина усиления, мм, $q=5$, по ГОСТ 14771-76 [14].

Рассчитываем площадь выпуклости по формуле 6:

$$F_1 = 0,73 \cdot 12 \cdot 5 = 43,8 \text{ мм}^2$$

Площадь треугольника

Площадь треугольника рассчитывается по формуле:

$$F_2 = \frac{k^2}{2}, \text{ мм}^2 \quad (7)$$

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	

где k – катет шва, мм, $k=10$.

Рассчитываем площадь треугольника по формуле 7:

$$F_2 = \frac{10^2}{2} = 50 \text{ мм}^2$$

Площадь наплавленного металла составила по формуле 5:

$$F_H = 50 + 43,8 = 93,8 \approx 94 \text{ мм}^2$$

Площадь наплавленного сварочного шва составляет 94 мм^2 . Допустимая величина площади наплавленного металла при сварке в защитном газе превышает 60 мм^2 . Поэтому сварку выполняю в 2 прохода.

Площадь наплавленного металла каждого прохода составляет по 47 мм^2

Сила сварочного тока

Рассчитаем силу сварочного тока, обеспечивающую заданную глубину проплавления:

$$I_{\text{св}} = \frac{h_p}{k_h} \cdot 100, \text{ А} \quad (8)$$

где h_p – необходимая глубина проплавления, мм;

k_h – коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от условий проведения сварки. Т.к. диаметр электродной проволоки ($d_э$) равен

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	

1,6 мм и сварка производится в защитном газе, то коэффициент будет равен 1,75. Глубина проплавления $h_p = 6,5$ мм.

Величина сварочного тока равна по формуле 8:

$$I_{св} = \frac{6,5}{1,75} \cdot 100 = 371 \text{ А}$$

Плотность тока

Плотность тока:

$$j = \frac{4 \cdot I_{св}}{\pi \cdot d_э^2}, \text{ А/мм}^2 \quad (9)$$

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

π – математическая постоянная, равная 3,14;

$d_э$ – диаметр электродной проволоки, мм, $d_э = 1,6$.

Определяем плотность тока по формуле 9:

$$j = \frac{4 \cdot 371}{3,14 \cdot 1,6^2} = \frac{1474}{6,1544} = 175 \text{ А/мм}^2$$

Коэффициент наплавки металла

Определяем коэффициент наплавки по формуле:

$$\alpha_H = \alpha_p \cdot \frac{100 - \varphi_{II}}{100}, \frac{\text{г}}{\text{А}\cdot\text{ч}} \quad (10)$$

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист №	документа №	доку	Подпись	Дата	

где α_p – коэффициент расплавления;
 φ_{II} – потери металла, равная 1,5 %.

$$\alpha_p = 1,21 \cdot I_{св}^{0,32} \cdot l_{э}^{0,39} \cdot d_{э}^{(-0,64)} \quad (11)$$

где $I_{св}$ – величина сварочного тока, А;
 $l_{э}$ – вылет проволоки, мм.

Вылет проволоки равен:

$$l_{э} = 10 \cdot d_{э}, \text{ мм} \quad (12)$$

где $d_{э}$ – диаметр электродной проволоки, мм, $d_{э} = 1,6$ мм.

Рассчитываем вылет по формуле 12:

$$l_{э} = 10 \cdot 1,6 = 16 \text{ мм}$$

Рассчитываем коэффициент расплавления по формуле 11:

$$\alpha_p = 1,21 \cdot 371^{0,32} \cdot 16^{0,39} \cdot 1,6^{-0,64} = 1,21 \cdot 6,6 \cdot 2,79 \cdot 0,8 = 17,8 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

Рассчитываем коэффициент наплавки по формуле 10:

$$\alpha_H = 17,8 \cdot \frac{100-1,5}{100} = 17,8 \cdot 0,916 = 17,53 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

Скорость сварки

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	

Определяем скорость сварки $V_{св.}$ по формуле:

$$V_{св} = \frac{\alpha_H \cdot I_{св}}{3600 \cdot \rho \cdot F_H}, \text{ см/с} \quad (13)$$

где α_H – коэффициент расплавления, г/А·ч, $\alpha_H = 17,53$;

$I_{св}$ – величина сварочного тока, А, $I_{св} = 371$;

ρ – плотность металла, равная $7,8 \text{ г/см}^3$;

F_H – площадь наплавленного металла, см^2 , $F_H = 47 \text{ мм}$.

Рассчитываем скорость сварки по формуле 13:

$$V_{св} = \frac{17,53 \cdot 371}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,35} = 0,66 \text{ см/с} = 23,82 \text{ м/ч}$$

Напряжение на дуге

Напряжение на дуге U_d рассчитывается по формуле:

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot I_{св}, \text{ В} \quad (14)$$

где $I_{св}$ – величина сварочного тока, А, $I_{св} = 371$.

Рассчитываю напряжение на дуге по формуле 14:

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot 371 = 33 \text{ В}$$

Погонная энергия

Погонная энергия сварки $q_{п}$ рассчитывается по формуле:

								Лист
								23
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ		

$$q_{\text{п}} = \frac{I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta}{V_{\text{св}}}, \frac{\text{Дж}}{\text{м}} \quad (15)$$

где $I_{\text{св}}$ – величина сварочного тока, А, $I_{\text{св}} = 371$;
 $U_{\text{д}}$ – величина напряжения на дуге, В, $U_{\text{д}} = 33$;
 η – эффективный тепловой КПД дуги, равный 0,7;
 $V_{\text{св}}$ – скорость сварки, см/с, $V_{\text{св}} = 0,66$.

Рассчитываем погонную энергию по формуле 15:

$$q_{\text{п}} = \frac{371 \cdot 33 \cdot 0,7}{0,66} = 12,98 \text{ Дж/м}$$

Коэффициент формы провара

Коэффициент формы провара $\psi_{\text{пр}}$ находится по формуле:

$$\psi_{\text{пр}} = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{\text{св}}) \cdot \frac{d_{\text{э}} \cdot U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}} \quad (16)$$

где K' – коэффициент проплавления;
 $I_{\text{св}}$ – величина сварочного тока, А, $I_{\text{св}} = 371$;
 $d_{\text{э}}$ – диаметр электродной проволоки, мм, $d_{\text{э}} = 1,6$;
 $U_{\text{д}}$ – напряжение на дуге, В, $U_{\text{д}} = 33$.

Коэффициент проплавления рассчитывается по формуле:

$$K' = 0,367 \cdot j^{0,1925} \quad (17)$$

где j – плотность тока, А/мм², $j=175$.

									Лист
									24
Изм.	Лист	№ документа	№ доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ			

Рассчитываем коэффициент проплавления по формуле 17:

$$K' = 0,367 \cdot 175^{0,1925} = 0,99$$

Коэффициент формы провара рассчитываем по формуле 16:

$$\psi_{\text{пр}} = 0,99 \cdot (19 - 0,01 \cdot 371) \cdot \frac{1,6 \cdot 33}{371} = 0,142 \cdot 15,1371 = 2,14$$

Фактическая глубина проплавления

Фактическая глубина проплавления рассчитываем по формуле:

$$h = 0,081 \cdot \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\psi_{\text{пр}}}}, \text{ мм} \quad (18)$$

где $q_{\text{п}}$ – погонная энергия сварки, Дж/м, $q_{\text{п}} = 12,98$;

$\psi_{\text{пр}}$ – коэффициент формы провара, $\psi_{\text{пр}} = 2,14$.

Рассчитываем глубину проплавления по формуле 18:

$$h = 0,081 \cdot \sqrt{\frac{12980}{2,14}} = 0,081 \cdot \sqrt{5266,4} = 6,3 \text{ мм}$$

Расчет скорости подачи сварочной проволоки

Расчет скорости подачи сварочной проволоки производится по формуле:

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot V_{\text{св}} \cdot F_{\text{н}} \cdot (1 + 0,01 \cdot \varphi_{\text{п}})}{\pi \cdot d_{\text{з}}^2}, \text{ см/с} \quad (19)$$

						Лист
					ДП 44.03.04.304 ПЗ	25
Изм.	Лист №	документа №	доку	Подпись	Дата	

где φ_{Π} – потери металла, %, $\varphi_{\Pi} = 1,5$

$V_{св.}$ – скорость сварки, см/с, $V_{св.}=0,66$;

F_{Π} – площадь наплавленного металла, мм², $F_{\Pi}=47$

π – 3,14

d_3 – диаметр электродной проволоки, мм, $d_3=1,6$.

Рассчитываем скорость подачи сварочной проволоки по формуле 19:

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot 0,66 \cdot 47 \cdot (1 + 0,01 \cdot 1,5)}{3,14 \cdot 1,6^2} = \frac{125,94}{8,03} = 15,68 \text{ см/с}$$

Все характеристики режимов сварки представлены в таблице 7.

Таблица 7– Характеристики режимов сварки

Кол-во Проходов	F_{Π} , мм ²	$I_{св}$, А	d_3 , мм	j , А/мм ²	$V_{св}$, м/ч	Уд, В	q_{Π} , Дж/м	$\Psi_{\text{пр}}$	h , мм	$V_{\text{пп}}$, см/с	l_3 , м/м
2	47	371	1,6	175	23,82	33	12,98	2,14	6,3	15,68	16

С учетом максимальной производительности процесса сварки при условии получения требуемых геометрических размеров поперечного сечения шва, мы выбираем полуавтоматическую сварку в смеси углекислого газа.

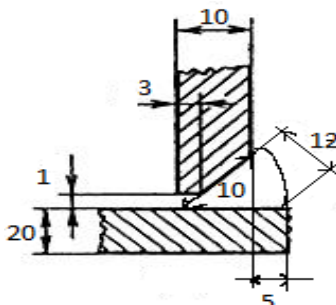


Рисунок 4 – Геометрические размеры сварного шва, мм

1.7 Оборудование, оснастка и приспособление

										Лист
										26
Изм.	Лист №	документа №	доку	Подпись	Дата					

ДП 44.03.04.304 ПЗ

Автомат сварочный

Для сварки колеса транспортёра рекомендуется использовать сварочный автомат АДГ-630.

Автомат для дуговой сварки АДГ-630 УЗ, именуемый в дальнейшем "автомат", с плавным регулированием скорости подачи электродной проволоки и скорости сварки, предназначен для автоматической электродуговой сварки плавящимся электродом в среде защитных газов однопроходных и многопроходных соединений внахлест, угловых, тавровых, а также стыковых соединений с разделкой и без разделки кромок. [5]



Рисунок 5 – Головка АДГ-630

Технические характеристики сварочной головки 630:

- напряжение на дуге, В.....	3x380
- номинальный сварочный ток, при ПВ=60%, А,	630
- скорость подачи электродной проволоки, м/ч.....	17-509 м/ч
- скорость сварки, м/ч.....	15-100 м/ч
- диаметр электродной проволоки, мм	1,6-2,4 мм

Сварочная головка АДГ-630, с естественным охлаждением токопроводящей части сварочной головки и сопла, с плавным регулированием скорости подачи электродной проволоки, предназначена для комплектации сварочного оборудования, используемого для автоматической однослойной и много-

слоистой сварки, на постоянном токе прямолинейных стыковых и угловых швов, швов в "тавр" и стыковых швов с разделкой и без разделки кромок. Сварка осуществляется стальной электродной проволокой.

АДГ-630 обеспечивает следующие способы наплавки: в среде защитного газа, открытой дугой порошковой проволоки или порошковой лентой, сплошной проволокой.

Сварка осуществляется независимо от параметров дуги и скорости подачи электродной проволоки. Головка предназначена для электродуговой сварки или наплавки низкоуглеродистых и легированных сталей.

Полуавтомат сварочный

Для сборки на прихватки внешнего и внутреннего шва колеса транспортёра выбираю сварочный полуавтомат ПДГО-508 представленный на рисунке 7.



Рисунок 7 – Сварочный полуавтомат ПДГО-508

Полуавтомат предназначен для сварки на постоянном токе малоуглеродистых, низко и среднелегированных, коррозионностойких сталей сплошной или порошковой сварочной проволокой диаметром от 1 до 3,2 мм.

Механизм подачи типа «компакт» состоит из привода и системы подачи защитного газа. На лицевой панели аппарата располагаются регуляторы управления сварочными режимами. Кассета и тормозное устройство расположены на вынесенной раме позади основного корпуса подающего механизма. Подающий механизм предназначен для работы с горелкой оснащенной евразъемом. Аппарат имеет инверторный источник питания, плавную ре-

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист №	документа №	доку	Подпись	Дата	

гулировку скорости подачи сварочной проволоки, автоматическое управление источником питания и газовым клапаном от кнопки расположенной на корпусе горелке. Газовая аппаратура полуавтомата состоит из автоматического газового клапана и редуктора-расходомера, который закрепляется на баллоне с защитным газом и служит для снижения давления газа и регулирования его расхода. При нажатии на кнопку «пуск» на корпусе сварочной горелки запуск источник питания, продувка защитным газом и задержка подачи электродной проволоки происходит автоматически.

При выключении задержка подачи газа так же выполняется автоматически в соответствии с предварительными настройками. Полуавтомат ПДГО-508 универсальный, передвижной. Имеет несколько вариантов конструктивного исполнения: с питанием в нашем случае от ВДУ-506. Выпрямитель ВДУ-506 относится к современным аппаратам с тиристорным управлением, имеет встроенный блока снижения напряжения холостого хода. В соответствии с требованиями НАКС установлено термореле и сигнальная лампа перегрева на лицевой панели. Источник питания позволяет регулировать индуктивность регулировкой дросселя в цепи управления. [12]



Рисунок 8 – ВДУ-506

Технические характеристики выпрямителя ВДУ-506:

- Номинальный сварочный ток, А 500
- Первичное напряжение, В 380

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	

-Продолжительность нагрузки ПН, %	60
-Номинальная первичная мощность, кВт.....	36,6
-Напряжение холостого хода, В	80
-Номинальное рабочее напряжение, В	28
-Пределы регулирования сварочного тока, А	70 – 530
-КПД, %	84
-Габаритные размеры, мм:	
-Длина	585
-Ширина	555
-Высота	850
-Масса, кг	160

Обработка кромок

Кромкорез ВМ 21 представленный на рисунке 9, предназначен для обработки кромки стальных листов перед сваркой и позволяет снимать фаску в пределах от 0 до 60 градусов, а также торцевать кромку. Привод кромкореза электрический с повышенным пусковым током. Подключение к сети осуществляется с помощью силового провода с вилкой и заземлением. Электронная система контроля напряжения в случае возникновения аварийной ситуации отключает напряжение.

Кромкорез поставляется в готовом для использования состоянии. Единственно необходимая операция - это настройка машины на необходимую ширину среза и регулировка угла фрезерования.



Рисунок 9 – Фаскосъемная машина ВЕКТОР-21

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись		Дата

Таблица 8 – Технические характеристики ВЕКТОР ВМ 20

Напряжение питающей сети	220 В
Потребляемый ток	12 А
Скорость обработки	90 м/ч
Максимальная ширина среза	20 мм для угла 45 ⁰
Диапазон регулировки угла среза	15-60 ⁰
Масса	20,5 кг

Оборудование для зачистки кромок

Металл, идущий на изготовление сварных конструкций, предварительно очищают. Очистка свариваемых кромок должна быть выполнена до сборки узла. Особое значение следует уделить зачистке металла в зазоре остающемся между кромками. Если в зазор уже собранного узла попали загрязнения, его следует тщательно продуть сжатым воздухом или прожечь пламенем горелки. В представленной работе для зачистных работ предлагается использовать электрошлифовальную машину BOSCH, представленную на рисунке 10, шлифовальный круг 80-10-20 25А СМ26К56.

Маска из органического стекла С-40 ТУ6 4-1-456-700-для защиты глаз рабочего от вредного воздействия. Зачистке подлежат места не менее 20 мм до чистого металла. Техническая характеристика электро-шлифовальной машины BOSCH представлена в таблице 9.



Рисунок 10 – Электро-шлифовальная машина BOSCH

Таблица 9 – Техническая характеристика

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись		Дата

Параметры	Значение
Мощность	250 Вт
Питание от сети	250 Вт
Диаметр шлифовального круга	125 мм
Число оборотов	7,500- 12000 мин ⁻¹
Частота колебаний	15000-24000 мин ⁻¹
Амплитуда колебаний	1,25 мм
Диапазон колебаний	2,5 мм
Вес	1,3 кг

Оборудование для резки листового проката

Аппарат плазменной резки серии PS1250 с ЧПУ предназначен для быстрой, качественной резки и раскроя любого токопроводящего металла, в том числе коррозионностойкие стали, алюминий, медь. Как предприятие производитель, мы можем комплектовать аппарат источниками плазмы различной мощности, что означает для вас подбор оптимального решения по стоимости и диапазону толщины обрабатываемого металла от 0,5 до 20мм. Наличие ЧПУ (числового программного управления) позволяет выполнить раскрой любой сложности. Представленный на рисунке 11.



Рисунок 11 – PS1250 установка плазменной резки

Таблица 10 – Технические характеристики PS1250

Толщина обрабатываемого металла (плазма), мм	0,5-20
Скорость позиционирования, м/мин	15

									Лист
									32
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ			

Точность позиционирования, мм	0,1
Угол наклона, град.	120
Поворот, град	360
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	1524x2000x1225
Мощность, кВт	1
Общая масса установки РВМах-6000, кг	250

Оборудование для сварки изделия

Для позиционирования под сварку колеса транспортёра используем «Манипулятор»

В манипуляторе, показанном на рисунке 12, все движения механизированы; в других конструкциях наклон и подъем стола могут осуществляться вручную. В некоторых из них может отсутствовать механизм подъема стола. В нашем случае берем универсальный сварочный манипулятор РТ-750. Технические характеристики представлены в таблице 11.



Рисунок 12 - Универсальный сварочный манипулятор ProArc РТ-750

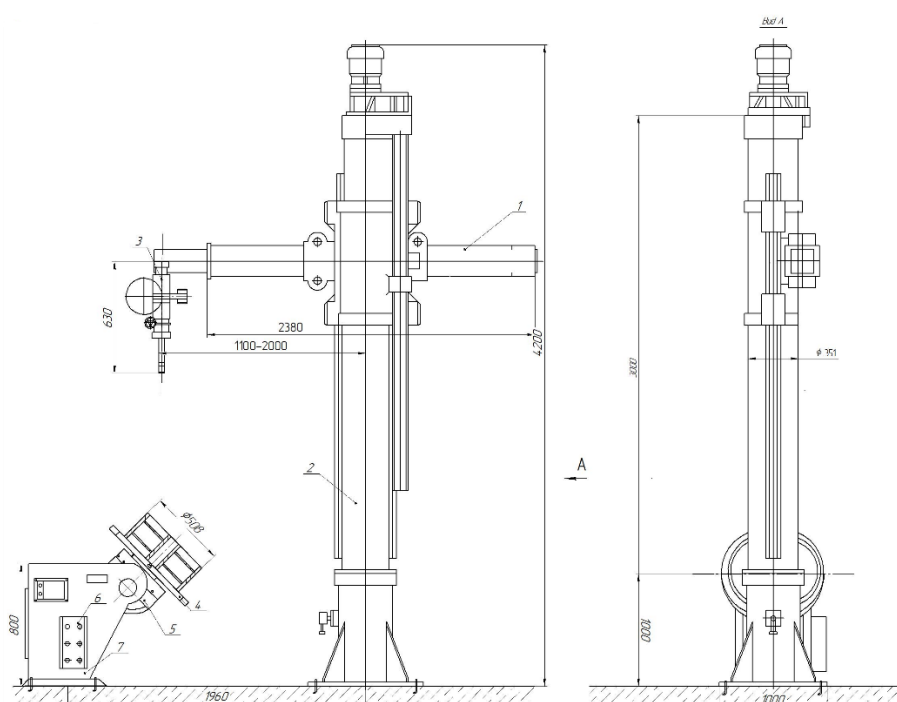
Таблица 11 – Технические характеристики РТ-750

Грузоподъемность, кг	750
Размеры стола, мм	600
Частота вращения, об/мин	0,05-1
Масса, кг	323
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	920x875x720
Заземление, А	400
Питание (1-фазный), В, Гц	220-240, 50/60
Диапазон наклона, град	0-135

Колонна состоит из основания, стойки, консоли, каретки и двух электроприводов – вертикального и горизонтального перемещения консоли.

Вертикальное перемещение каретки с консолью осуществляется электроприводом, через двухступенчатую передачу, ходовой винт и гайку укрепленную на каретке.

Каретка перемещается по вертикальным направляющим стойки на четырех роликах. Горизонтальное перемещение консоли осуществляется электроприводом, размещенным внутри консоли через двухступенчатую передачу.



1 – консоль, 2 – балка, 3 – сварочная головка, 4 – планшайба, 5 – механизм, 6 – привод, 7 - основание

Рисунок 14 – Установка для сварки колеса

Таблица 12 – Технические характеристики ПК-1

Высота уровня сварки, мм	Наименьшая – 800 Наибольшая - 2400
Вылет консоли	Наименьший - 1100 Наибольший - 2000
Скорость горизонтального перемещения консоли м/мин	1
Скорость подъема/опускания консоли м/мин	2
Угол поворота стойки, град	360
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	56
Габариты, мм	2380x100x4200

1.9 Первоначальный пуск установки

Для начала сварки изделия необходимо настроить сварочный аппарат:

- Установить кассету со сварочной проволокой.
- Заправить ее через блок направляющих роликов подающего механизма;
- На коробке редуктора подающего механизма установить необходимую скорость подачи электродной проволоки;
- Произвести настройку режимов сварки в соответствии с технологией.

1.10 Порядок работы установки для сварки

- После сборки установить изделие с помощью мостового крана на манипулятор. Переместить сварочную головку вдоль свариваемого стыка. При необходимости скорректировать положение.
- Установить сварочный автомат над изделием в положении для сварки
- Включить автомат, после выполнения сварного шва отключить автомат. Произвести подъем сварочной горелки.

1.11 Технология изготовления

Технологический процесс изготовления колеса состоит из следующих операций:

- Сборки;
- Сварки;

Сборка колеса производится на специальном спроектированном оборудовании (рисунок 13).

Сборка колеса производится на прихватках. Основные параметры наложения прихваток берутся из справочных данных. Прихватки проставляются полуавтоматом ПДГО-508. Сборка на прихватках должна обеспечивать транспортировку колеса к месту сварки без изменения взаимного расположения свариваемых деталей.

Сварка колеса производится механизированной сваркой в среде защитного газа на манипуляторе.



Положение должно обеспечивать наиболее удобное и безопасное условие для работы сварщика и получение надлежащего качества швов. Исходя из этого, сварка швов производится в положении “лодочка”.

Для уменьшения деформаций от сварки необходимо при сварке выполнять сварные швы в определенной последовательности.


Технологическая схема

Таблица 13 - Технология изготовления колеса транспортёра

Номер операции	Наименование операции	Содержание операции	Используемое оборудование и режимы
1	2	3	4
1	Транспортировка	Поставка листового проката ГОСТ 19903-74, трубы ГОСТ 8732-78, ступицы ГОСТ 8732-78 на участок заготовок.	Мостовой кран: «SWF «ProfileMaster


2	Резка	<p>Плазменная резка листового проката на заготовки:</p> <p>1. Диск d=468 мм. 1.1 Отверстие под ступицу d=102 мм. 1.2 4-отверстия d=60 мм.</p> <p>2. Диск d=468 мм. Отверстие под ступицу d=102 мм. 2.1 Отверстия d=30 мм.</p>	<p>Плазменная резка PS1250</p> 
3	Очистка	<p>Перед сваркой сварные кромки и примыкающие к ним зоны металла должны быть зачищены от ржавчины, масла, влаги, других загрязнений.</p> <p>Удаление окалины, осуществляемая механическим способом.</p>	<p>Электрошлифовальная машинка «BOSCH»</p> 

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4
4	Снятие фасок	<p>Механическая обработка кромок трубы на фрезерном станке под углом 45° по наружному диаметру диска.</p>	<p>Толщина металла 10 мм (на диске). Ручной кромкорез «BEK-TOP 21»</p> 
5	Транспортировка	<p>Передача трубы, дисков, ступицы на платформу к установке сборки</p>	<p>Мостовой кран: «SWF «ProfileMaster»</p>

6	Сборочная	<p>С помощью поворотной колонны с оснащенной консолью, установленной на ней пневмоцилиндра для перемещения в вертикальной плоскости, траверсой, четырьмя прижимами.</p> <p>Передача трубы, дисков на стол в следующей последовательности:</p> <p>5.1 Ступица. 5.2 Нижний диск. 5.3 Труба. 5.4 Прижим нижнего диска к установочным пластинам стола. 5.5 Четыре равномерные прихватки, диска к трубе. 5.6 Четыре равномерные прихватки, диска к ступице. 5.7 Установка верхнего диска, прихватка к трубе (4шт) равномерные по окружности. 5.8 Прихватки к ступице (4шт) равномерные по окружности.</p>	
7	Контрольная	6.1 Контролировать соосность трубы и ступицы.	Токарный станок с ЧПУ FLASH SL280
8	Транспортировка	Передача заготовки колеса к установке сварки	Мостовой кран: «SWF «ProfileMaster» Манипулятор «РТ-750»

Окончание таблицы 13


1	2	3	4
9	Сварка	Сварка по окружности диска	<p>Поворотная колонна ПК-1 (по чертежу) Сварочная головка А-1406</p>  <p>$I_{св} \dots 371 \pm 5 \text{ А}$ $d_3 \dots 1,6 \text{ мм}$ $V_{св} \dots 23,82 \pm 1 \text{ м/ч}$ $Уд. \dots 33 \pm 2 \text{ В}$</p>

Изм.	Лист №	документа №	доку	Подпись	Дата
------	--------	-------------	------	---------	------

ДП 44.03.04.304 ПЗ

Лист

39

			Q _{зг}10 л
10	Кантовка	Переворачиваем деталь краном на 180°	Мостовой кран: «SWF «ProfileMaster»
11	Сварка	Сварка по окружности второго диска	Поворотная колона ПК-1 (по чертежу) Сварочная головка А-1406  I _{св}371+5 А d ₃1,6 мм V _{св}23,82+-1 м/ч Uд....33+-2 В Q _{зг}10 л
12	Транспортировка	Передача свариваемого колеса на стенд контроля качества	Мостовой кран: «SWF «ProfileMaster»
13	Контроль качества	Контроль качества заключается в проверке соответствия показателей качества продукции установленным требованиям. 1) Контролируются визуально-измерительным методом - внешний осмотр сварных швов на наличие наружных дефектов (подрезов, кратеров и т.д.); а так же нарушений геометрической формы сварного шва. 2) проведение ультразвукового метода контроля на наличие внутренних дефектов	Шаблон сварщика УШС-3. Ультразвуковым прибором ТОМОГРАФИК УД4-Т

1.12 Контроль качества готового изделия

Сварные швы контролируются визуально-измерительным методом при помощи универсального шаблона сварщика УШС-3, лупы 4х-10х, мерительных инструментов, стандартных образцов.

Колесо транспортера относится к категории ответственных изделий, поэтому для выполнения операции неразрушающего контроля качества протяженных сварных швов возможен выбор рентгенографического или ультразвукового методов контроля. Ультразвуковой метод контроля требует особой

									Лист
									40
Изм.	Лист №	документа №	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ			

подготовки – зачистку зоны контроля. Радиографический способ требует наличия специального помещения. [14]

Форма детали затрудняет применение радиографического контроля, поэтому используем ультразвуковой метод. Предварительную подготовку поверхности выполним еще перед сваркой, во время механической обработки свариваемых поверхностей под сварку. [11]

Для осуществления контроля выберем ультразвуковой дефектоскоп «ТОМОГРАФИК УД4-Т»

Технические характеристики:

- диапазон рабочих частот, МГц: 0,2...10;
- диапазон измеряемых глубин, мм: 0,5...5000 (+0,1);
- динамический диапазон, дБ: 140;
- глубина временной регулировки чувствительности, дБ.....: 80;
- длительность развертки, мкс:8...1600;
- построение кривой ВРЧ: ручное и автоматическое до 256 точек;
- погрешность измерения координат дефекта, мм: не более 0,1;
- погрешность измерения эквивалентной площади, % не более 10;
- погрешность измерения временных интервалов, мкс: не более 0,025;

2 Экономический раздел

2.1 Методика расчета экономической эффективности

По базовому варианту работа выполняется полуавтоматической сваркой в защитной смеси К-18. Для сборки и сварки использовалась сварочная установка ПДГО-510, источник ВДУ-506, сварочная горелка, установка для сборки колеса, баллон с защитным газом.

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	

Проектируемая технология предполагает замену механизированной сварки колеса транспортёра на автоматическую сварку. Для сборки и сварки использовалась сварочная установка ПДГО-510 (для сварки на прихватки), установка для сборки колеса, установка для сварки (манипулятор, поворотная колона), сварочная головка, баллон с защитным газом.

2.2 Расчет трудоемкости

Фактическое время на операцию $T_{шт}$:

$$T_{шт} = t_{осн} + t_{пз} + t_{вс} + t_{обс} + t_n, \text{ ч} \quad (20)$$

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

$t_{осн}$ – основное время, ч.;

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

$t_{вс}$ – вспомогательное время, ч.;

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

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

$$t_{осн} = \frac{q_{мн}}{I_{св} \cdot \alpha_n}, \text{ час} \quad (21)$$

где $q_{мн}$ – масса наплавленного металла, г.

$I_{св}$ – сила сварочного тока, А.

α_n – коэффициент наплавки, А/г·ч, 17,53.

Определим массу наплавленного металла:

$$q_{мн} = a \cdot v \cdot c \cdot 7,8, \text{ г} \quad (22)$$

								Лист
								42
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ		

где a - длина, см;
 b – ширина, см;
 c – высота, см;
 $7,8$ – плотность стали, г/см³.

Рассчитываем массу наплавленного металла по формуле 22:

$$q_{\text{мншвов диска}} = 3,14 \cdot 50,8 \cdot 7,8 \cdot 2 = 2390 \text{ г}$$

$$q_{\text{мншвов на ступице}} = 3,14 \cdot 10,2 \cdot 7,8 \cdot 2 = 499 \text{ г}$$

$$q_{\text{мнобщ}} = 2390 + 499 = 2889 \text{ г}$$

По формуле 21 получаю:

$$t_{\text{осн}} = \frac{2889}{120 \cdot 17,53} = 1,37 \text{ часа} = 83 \text{ мин. (базовый вариант).}$$

$$t_{\text{осн}} = \frac{2889}{371 \cdot 17,53} = 0,44 \text{ часа} = 27 \text{ мин. (проектируемый вариант);}$$

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

$$t_{\text{вс}} = t_{\text{э}} + t_{\text{кр}} + t_{\text{бр}} + t_{\text{уст}} + t_{\text{кл}} \quad (23)$$

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

Время зачистки кромок или шва $t_{\text{кр}}$ вычисляют по формуле:

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_c - 1)) \quad (24)$$

где n_c – количество слоев при сварке за несколько проходов, 2 прохода;

$L_{шв}$ – длина шва, м,

Длина шва $L_{шв}$ определяется:

$$L_{шв} = L1 \cdot 2 + L2 \cdot 2, \text{ м} \quad (25)$$

Рассчитываем длину шва по формуле 24:

$$L1 = 3.14 \cdot 46,8 = 146,95 = 1,47 \text{ м}$$

$$L2 = 3.14 \cdot 10,2 = 32,02 = 0,32 \text{ м}$$

$$L = (1,47 + 0,32) \cdot 2 = 3,58 \text{ м}$$

Время зачистки кромок вычисляю по формуле 24

$$t_{кр} = 3,58 \cdot (0,6 + 1,2 \cdot (2 - 1)) = 6,44 \text{ мин.} = 0,11 \text{ часа.}$$

Сварка и в базовом и проектируемом варианте производится в два прохода. Время на очистку швов от брызг $t_{бр}$ рассчитываем по формуле:

$$t_{бр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_c - 1)) , \text{ час} \quad (26)$$

где $L_{шв}$ длина всех швов, м.

n_c – количество проходов;

Время на очистку швов от брызг рассчитываю по формуле 26:

								Лист
								44
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ		

$$t_{бр} = 3,58 \cdot (0,6 + 1,2 \cdot (2 - 1)) = 6,44 \text{ мин.} = 0,11 \text{ часа.}$$

Время на установку клейма ($t_{кл}$) принимают 0,03 мин. на 1 знак, $t_{кл} = 0,18 \text{ мин} = 0,003 \text{ ч.}$ («15ХСНД»).

Время на установку, поворот и снятие изделия ($t_{уст}$) зависит от его массы, данные указаны в таблице 14.

Таблица 14 – Норма времени на установку, поворот и снятия изделия

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

$$t_{уст} = 8,40 \text{ мин} = 0,14 \text{ ч.} \quad (27)$$

Таким образом рассчитываем значение t_e для обоих вариантов (оно одинаково) по формуле 23:

$$t_{вс} = 0,083 + 0,11 + 0,11 + 0,14 + 0,003 = 0,45 \text{ ч.}$$

Время перерывов на отдых и личные надобности t_n рассчитывается по формуле:

$$t_n = 0,07 \cdot t_{осн} , \text{ ч.} \quad (28)$$

где $t_{осн}$ основное время, час.

Рассчитываем время перерывов на отдых и личные надобности для базового и проектируемого вариантов по формуле 28:

$$t_n = 0,07 \cdot 1,37 = 0,095 \text{ ч. (базовый вариант);}$$
$$t_n = 0,07 \cdot 0,44 = 0,03 \text{ ч. (проектируемый вариант).}$$

Подготовительно-заключительное время (t_{nz}) 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_{nz} делится на количество деталей, выпущенных в смену:

$$t_{nz} = 10\% \text{ от } t_{осн} , \text{ час} \quad (29)$$

где $t_{осн}$ основное время, час.

Рассчитываем подготовительно-заключительное время по формуле 29:

$$t_{nz} = \frac{1,37 \cdot 10}{100} = 0,14 \text{ ч. (базовый вариант);}$$
$$t_{nz} = \frac{0,44 \cdot 10}{100} = 0,04 \text{ ч. (проектируемый вариант).}$$

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

$$t_{обс} = (0,06 \dots 0,08) \cdot t_{осн} , \text{ ч.} \quad (30)$$

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) для базового и проектируемого варианта по формуле 30:

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ документа	№ доку	Подпись	Дата	

$$t_{\text{обс}} = 0,7 \cdot 1,37 = 0,96 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$t_{\text{обс}} = 0,7 \cdot 0,44 = 0,31 \text{ ч. (проектируемый вариант).}$$

Таким образом, расчет общего времени $T_{шт}$ на выполнение сварочной операции на выполнение одного изделия производим по формуле 20:

$$T_{шт} = 1,37 + 0,14 + 0,45 + 0,96 + 0,19 = 3,11 \text{ ч. (базовый вариант).}$$

$$T_{шт} = 0,44 + 0,04 + 0,45 + 0,31 + 0,03 = 1,27 \text{ ч. (проектируемый вариант);}$$

Определяем общую трудоемкость годовой производственной программы $T_{\text{произв.пр.}}$ сварных конструкций по операциям техпроцесса:

$$T_{\text{произв.пр.}} = T_{шт.} \cdot N, \text{ ч.} \quad (31)$$

где N – годовая программа, *шт.*, в нашем случае $N = 1000 \text{ шт.}$

Рассчитываем общую трудоемкость по формуле 31:

$$T_{\text{произв.пр.}} = 3,11 \cdot 1000 = 3110 \text{ ч. (базовый вариант).}$$

$$T_{\text{произв.пр.}} = 1,27 \cdot 1000 = 1270 \text{ ч. (проектируемый вариант);}$$

2.3 Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.

Количество оборудования по операциям техпроцесса C_p :

$$C_p = \frac{T_{\text{произв.пр.}}}{\Phi_{\delta} \cdot K_n}, \text{ шт} \quad (32)$$

Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата

где $T_{\text{произв.пр.}}$ – общая трудоемкость, ч.;

$\Phi_{\text{д}}$ – действительный фонд времени работы оборудования, час.

($\Phi_{\text{д}} = 1914$ час.);

$K_{\text{н}}$ – коэффициент выполнения норм ($K_{\text{н}} = 1,1 \dots 1,2$).

Принятое количество оборудования $C_{\text{р}}$ определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа.

Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса $C_{\text{р}}$, по формуле 32:

$$C_{\text{р}} = \frac{3110}{1914 \cdot 1,2} = 1,35 \text{ шт.} \approx 2 \text{ (базовый вариант).}$$

$$C_{\text{р}} = \frac{1270}{1914 \cdot 1,2} = 0,56 \text{ шт.} \approx 1 \text{ (проектируемы вариант);}$$

Принятое количество оборудования $C_{\text{р}}$ определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования $K_{\text{з}}$ находится по формуле:

$$K_{\text{з}} = \frac{C_{\text{р}}}{C_{\text{п}}} \quad (33)$$

где $K_{\text{з}}$ – коэффициент загрузки оборудования;

$C_{\text{р}}$ – количество оборудования по операциям техпроцесса, шт.;

$C_{\text{п}}$ – принятое количество оборудования, шт.

Рассчитываем коэффициент загрузки оборудования по формуле 33:

								Лист
								48
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ		

$$K_3 = \frac{2}{2,07} = 0,96 \text{ (базовый вариант);}$$

$$K_3 = \frac{1}{1,29} = 0,77 \text{ (проектируемый вариант).}$$

Коэффициент загрузки оборудования равен 1, так как оборудование и техоснастка не используется на других работах этого предприятия.

2.4 Расчет капитальных вложений

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляю исходные данные в виде таблицы 15.

Таблица 15 – Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Годовая производственная программа выпуска	шт.	1000	1000
Сварочный полуавтомат ПДГО-510 с источником питания ВДУ 508,	руб./шт.	125595	
Сварочный автомат А-1406 с источником питания ВДУ 1202	руб./шт.	-	261280
Поворотная колонна	руб./шт.		400000
Манипулятор	руб./шт.		87389
Сталь 15ХСНД	руб./т	50100	50100
Приспособление для сборки	руб./шт		400000
Кран	руб./шт.	200000	200000

Окончание таблицы 15

СТОИМОСТЬ ВСЕГО ОБОРУДОВАНИЯ		325595	1548669
Сварочная проволока Св-08Г2С, Ø 1,6 мм	руб./кг	128	128
Защитный газ (смесь К18), $Ц_{з.г}$	руб./л	15	15
Расход защитного газа	л/мин.	10	10
Тариф на электроэнергию, $Ц_{эл}$	руб./кВт-час.	3,16	3,16
Длина сварного шва	м	3,58	3,58
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	4	5
Тарифная ставка, $T_{ст}$	руб.	90	100
Масса конструкции	кг	96	96

Балансовая стоимость оборудования при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии находится по формуле 34:

$$K_{ob} = C_{об} \cdot (1 + K_{мз}), \text{руб.} \quad (34)$$

где $C_{об}$ – цена приобретения оборудования, руб.;

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

Рассчитываем балансовую стоимость оборудования по формуле 34:

$$K_{об} = 325595 \cdot (1 + 0,12) = 364666 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{об} = 1548669 \cdot (1 + 0,12) = 1734509 \text{ руб (проектируемый вариант).}$$

Капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ:

$$K_{об} = \sum K_{об} \cdot C_p \cdot K_з, \text{руб} \quad (35)$$

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

$C_{п}$ – принятое количество оборудования, шт.;

$K_з$ – коэффициент загрузки оборудования, $K_з = 1$.

Рассчитываем капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объёма по формуле 35:

$$K_{об} = 364666 \cdot 2 \cdot 1 = 729332 \text{руб.}$$

$$K_{об} = 1734509 \cdot 1 \cdot 1 = 1734509 \text{ руб.}$$

								Лист
								50
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ		

Рассчитанные данные заносим в таблицу 16.

Таблица 16 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Оптовая цена единицы оборудования, руб.	325595	1548669
Количество единиц оборудования, шт.	2	1
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	364666	1734509
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	729332	1734509

2.5 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций

Технологическая себестоимость формируется из прямых затрат, связанных с расходованием ресурсов при проведении сварочных работ в цехе.

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

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

$$МЗ = C_{o.m} + C_{эH} + C_{др.} \quad (36)$$

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

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

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

Расчет стоимости конструкционного материала

									Лист
									51
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ			

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 15ХСНД вычисляется по формуле:

$$C_{к.м} = m_k \cdot Ц_{к.м}, \quad (37)$$

где m_k – масса конструкции, т;

$Ц_{к.м}$ - цена одной тонны конструкционного материала, руб. Стоимость стали 15ХСНД за тонну составляет 50100 руб.

$$C_{к.м} = 0,096 \cdot 50100 = 4809 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 4809 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

Затраты на сварочную проволоку:

В базовом и проектируемом варианте цена будет одинакова

$$C_{св.пр} = q_{мн} \cdot Ц_{пр} \cdot K_{тз}, \text{ руб} \quad (38)$$

где $q_{мн}$ – масса наплавленного металла, кг

$Ц_{пр}$ – цена проволоки, руб/кг

$K_{тз}$ – коэффициент, учитывающий транспортно – заготовительные расходы

$$K_{тз} = 1,2$$

Рассчитываем затраты на сварочную проволоку по формуле 38:

$$C_{св.пр} = 7 \cdot 128 \cdot 1.2 = 1075 \text{ руб}$$

Затраты на защитный газ

								Лист
								52
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ		

$$C_{\text{газ}} = q_{\text{газ}} \cdot C_{\text{газ}} \cdot K_{\text{газ}} \cdot T_{\text{шт}}, \text{руб} \quad (39)$$

где $q_{\text{газ}}$ – объем газа расходуемого на сварку одного изделия, дм³ ;

$C_{\text{газ}}$ – цена углекислого газа руб./л.;

$C_{\text{газ}}$ - 15 руб/дм³;

$K_{\text{газ}}$ – коэффициент, учитывающий недобор газа, продувку, транспортные расходы, 1,2;

$T_{\text{шт}}$ – время требуемое для изготовления одного изделия, ч.

$$q_{\text{газ}} = 0,2 \cdot I_{\text{св}}^{0,75}, \text{л/мин} \quad (40)$$

где – расход углекислого газа, л/мин

Рассчитываем затраты на защитный газ по формуле 39:

$$C_{\frac{\text{газ}}{\text{на литр}}} = 0,2 \cdot 120^{0,75} = 7,25 \text{ л/ч (базовый вариант);}$$

$$C_{\frac{\text{газ}}{\text{на литр}}} = 0,2 \cdot 371^{0,75} = 16,9 \text{ л/ч (проектируемы вариант);}$$

$$C_{\text{газ}} = (0,2 \cdot 120^{0,75}) \cdot 15 \cdot 1,2 \cdot 4,7 = 613 \text{ руб (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{газ}} = (0,2 \cdot 371^{0,75}) \cdot 15 \cdot 1,2 \cdot 2,98 = 906 \text{ руб (проектируемы вариант).}$$

Расчет затрат на электроэнергию

На одно изделие.

$$Z_{\text{э}} = \alpha_{\text{э}} \cdot W \cdot C_{\text{э}}, \quad \text{руб.} \quad (41)$$

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

W – расход электроэнергии, кВт·ч;

$C_{\text{э}}$ – цена за 1 кВт·ч; $C_{\text{э}} = 3,16 \text{ кВт·ч.}$

									Лист
									53
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ			

Для укрупнённых расчётов величину α_3 можно принимать равной:

- при сварке на переменном токе, $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$ 3...4;
- при многопостовой сварке на постоянном токе, $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$ 6...8;
- при автоматической сварке на постоянном токе, $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$ 5...8;

Рассчитываем затраты на электроэнергию по формуле 41:

$$Z_3 = 2,889 * 8 * 3,16 = 73 \text{ р. (базовый вариант);}$$

$$Z_3 = 2,889 * 5 * 3,16 = 45 \text{ р. (проектируемый вариант).}$$

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

$$C_{o.m} = [C_{к.м} + C_{св.пр.} + (C_{зг} + C_{св.фл.})] \cdot K_{тр} \quad (42)$$

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

По формуле 42 стоимость основных материалов составит:

$$C_{o.m} = (4809 + 1075 + 613) \cdot 1,05 = 6821 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{o.m} = (4089 + 1075 + 906) \cdot 1,05 = 6373 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Материальные расходы ($MЗ$) на основные материалы на одно изделие по формуле 36 будут соответственно равны:

По базовому варианту:

$$MЗ = 6821 + 73 = 6894 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	

По проектируемому варианту:

$$MЗ = 6733 + 45 = 6778 \text{ руб.}$$

Расчет численности производственных рабочих

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования.

$$Ч_{ор} = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_{ор} \cdot K_B}, \text{ че} \quad (43)$$

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

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

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

Рассчитаю численность рабочих по формуле 43:

$$Ч_{ор} = \frac{3110}{1870 \cdot 1,1} = 1,51 \text{ приму } Ч_0 = 2 \text{ чел. (базовы вариант);}$$

$$Ч_{ор} = \frac{1270}{1870 \cdot 1,1} = 0,61 \text{ чел. приму } Ч_0 = 1 \text{ чел. (проектируемый вариант).}$$

Зарботная плата производственных рабочих

Тарифная ставка сварщика: сварщика полуавтоматической сварки - 90 руб./час, сварщика автоматической сварки - 100 руб./час. Суммарная сдельная расценка на изготовление единицы изделия ($C_{зн}$) определяется по формуле:

$$C_{зн} = K_{п} \cdot K_{пр} \cdot K_{д} \cdot K_{сс*} \sum_{i=1}^m C_{гi} \cdot T_{шт} \quad (44)$$

								Лист
								55
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ		

где $K_{п}$ – поясной коэффициент, $K_{п} = 1,15$ руб;
 $K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий выплату премиальных, $K_{пр} = 1,4$;
 $C_{г}$ – часовая тарифная ставка;
 $C_{г} =$ полуавтоматическая 90 руб/ч;
 $C_{г} =$ автоматическая 100 руб/ч;
 $K_{д}$ – расходы на дополнительную заработную плату, $K_{д} = 1,167$
 $K_{сс}$ – коэффициент учитывающий отчисления в Единый социальный налог, $K_{сс} = 1,515$
 $K_{0,3}$ – страхование профессионального риска, $K_{0,3} = 1,03$;

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле 44:

Базовый вариант:

$$C_{зп} = 1,15 \cdot 1,4 \cdot 1,167 \cdot 1,515 \cdot 1,03 \cdot 90 \cdot 3,11 = 785 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$C_{зп} = 1,15 \cdot 1,4 \cdot 1,167 \cdot 1,515 \cdot 1,03 \cdot 100 \cdot 1,27 = 372 \text{ руб}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости $C_{т}$ изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ($N= 1000$ шт.) в таблицу 17.

Таблица 17 – Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Затраты на основные материалы, $C_{о.м}$, руб.	6821000	6373000
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $Z_{пр}$, руб.	785000	372000

Технологическая себестоимость годового выпуска, C_T , руб.	7606000	6745000
--	---------	---------

2.6 Расчет полной себестоимости изделия

Производственная себестоимость включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством, расчет $C_{ПР}$:

$$C_{ПР} = C_T + P_{пр} + P_x, \text{ руб} \quad (45)$$

где C_T – технологическая себестоимость, руб.;

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

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

Общепроизводственные расходы определяются по формуле

$$P_{пр} = C_a + C_p + P_{пр}^*, \text{ руб.} \quad (46)$$

В статью «Общепроизводственные расходы» включаются расходы на:

- оплату труда;
- амортизацию оборудования;
- ремонт основных средств;
- охрану труда работников;
- содержание и эксплуатацию оборудования, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов и др.

Амортизация оборудования

$$C_A = \frac{K_{об} \cdot H_A \cdot n_o \cdot T_{шт}}{100 \cdot \Phi_D \cdot K_B} \cdot K_O, \text{ руб.} \quad (47)$$

									Лист
									57
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ			

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

N_A – норма годовых амортизационных отчислений, %, $N_A = 14,7$ %;

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

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

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

n_o – количество оборудования, шт.;

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

Рассчитываем амортизацию по формуле 47:

$$C_A = \frac{364666 \cdot 14,7 \cdot 2 \cdot 3,11}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 0,9 = 142 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_A = \frac{17340509 \cdot 14,7 \cdot 1 \cdot 1,27}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 0,9 = 1383, \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot D}{100}, \text{ руб.} \quad (48)$$

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

D принимается равным 3 %.

Рассчитываем затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования по формуле 48:

$$C_p = \frac{729332 \cdot 3}{100} = 2188 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

								Лист
								58
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ		

2,18 руб. в расчете на одно металлоизделие (2188 руб./1000), - базовый вариант;

$$C_p = \frac{1734509 \cdot 3}{100} = 52035 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

52 руб. в расчете на одно металлоизделие (52035 руб./1000), - базовый вариант;

Расходы на содержание производственных помещений

$$P_{\text{пр}}^* = \frac{\% P_{\text{пр}} \cdot 3\Pi_o}{100} \text{ руб.} \quad (49)$$

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

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

Рассчитываем расходы на содержание производственных помещений по формуле 49:

$$P_{\text{пр}}^* = \frac{10 \cdot 785000}{100} = 78500, \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{пр}}^* = \frac{10 \cdot 372000}{100} = 37200, \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле 46:

Базовый вариант:

$$P_{\text{пр}} = 142 + 2188 + 78500 = 80830 \text{ руб.}$$

									Лист
									59
Изм.	Лист	№ документа	№ доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ			

Проектируемый вариант:

$$P_{\text{пр}} = 1383 + 52035 + 37200 = 90618 \text{ руб.}$$

В статью «Общехозяйственные расходы» включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, 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.

$P_{\text{хоз}}$ при изготовлении одной металлоконструкции:

$$P_{\text{хоз}} = \frac{\%P_{\text{хоз}} \cdot ЗП_o}{100}, \text{ руб.} \quad (50)$$

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

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

$$P_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 785000}{100} = 196250 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 372000}{100} = 93000 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Нахожу производственную себестоимость по формуле 51:

$$C_{\text{пр}} = 7606000 + 196250 + 80830 = 7883080 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{пр}} = 6745000 + 93000 + 90618 = 6928618 \text{ руб. (проектированный вариант).}$$

Расчет коммерческих расходов

								Лист
								60
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ		

$$P_k \frac{\% P_k \cdot C_{пр}}{100}, \text{ руб} \quad (52)$$

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

Рассчитываем коммерческие расходы по формуле 52:

$$P_k \frac{0,3 \cdot 7883080}{100} = 23649 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_k \frac{0,3 \cdot 6928618}{100} = 20785 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска

$$C_{\Pi} = C_{\text{пр}} + P_k, \text{ руб.} \quad (53)$$

где P_k – коммерческие расходы, руб;

$C_{\text{пр}}$ – производственная себестоимость, руб.

Рассчитываем полную себестоимость по формуле 48:

$$C_{\Pi} = 7883080 + 23649 = 7906729 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\Pi} = 6928618 + 20785 = 6949403 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 18.

Таблица 18 – Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Значение, руб.	
	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Объем годового выпуска продукции, N, шт.	1000	1000

2. Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, $Z_{пр}$	785000	372000
3. Технологическая себестоимость C_T , руб.	7606000	6745000
4. Общепроизводственные расходы, $P_{ПР}$	80830	90618
5. Общехозяйственные расходы, $P_{ХОЗ}$	196250	93000
6. Производственная себестоимость, $C_{ПР}$	7883080	6928618
7. Коммерческие расходы, P_K ,	23649	20785
8. Полная себестоимость	7906729	6949403

2.7 Экономическая эффективность проекта

Годовая экономия:

$$C_{ГЭ} = (C_{C1} - C_{T2}) , \text{руб.} \quad (54)$$

где C_{T1} , C_{T2} - себестоимость изготовления изделия (базовый вариант; проектируемый вариант), руб.;

N – годовая программа выпуска, шт.;

N – 1000, шт

Рассчитываем годовую экономию по формуле 54:

$$C_{ГЭ} = (7606000 - 6745000) = 861000 \text{ руб.}$$

Определяющий среднеотраслевую норму доходности продукции и учитывающий изменение качества металлоизделия (надежность, долговечность) в эксплуатации принимаю равным соответственно в базовом варианте - 1,3; в проектируемом - 1,5

$$Ц_1 = 7906 \cdot 1,3 = 10277$$

$$Ц_2 = 6949 \cdot 1,5 = 10423$$

Рассчитываем выручку от реализации годового объема металлоизделий (В) по формуле 31:

$$B = Ц \cdot N \quad (55)$$

Рассчитываем выручку по формуле 55:

$$B_1 = 10277 \cdot 1000 = 10277000 \text{ руб.}$$

$$B_2 = 10423 \cdot 1000 = 10423000 \text{ руб.}$$

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

$$П_1 = 10277000 - 7906729 = 2370271 \text{ руб.}$$

$$П_2 = 10423000 - 6949403 = 3473596 \text{ руб.}$$

Изменение (прирост, уменьшение) прибыли

$$\Delta П = П_2 - П_1, \text{ руб.} \quad (56)$$

где $П_1, П_2$ – прибыль.

Рассчитываю прибыль по формуле 56:

$$\Delta П = 3473596 - 2370271 = 1103326 \text{ руб.}$$

Рентабельность

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист №	документа №	доку	Подпись	Дата	

$$R = \frac{\Pi}{C_{\pi}} * 100, \% \quad (57)$$

Рассчитываем рентабельность по формуле 57:

$$R = \frac{2370271}{7906729} \cdot 100 = 30 \%$$

$$R = \frac{3473596}{6949403} \cdot 100 = 50 \%$$

Срок окупаемости проекта

$$T_o = \frac{\Delta K_o}{\Delta \Pi}, \text{ год}$$

где ΔK_o – дополнительные капитальные вложения, руб.;

$\Delta \Pi$ - прибыль, руб.

$$T_o = \frac{1734509}{1103326} = 1,57 \text{ года}$$

Предлагаемое в проекте внедрение в сварочное производство специализированных установок для сборки и сварки колеса транспортера целесообразно с экономической точки зрения, т.к. планируемые капитальные затраты, согласно выполненным расчетам, способны окупиться в течение 0,7 лет. Предлагаемая технология позволит существенно повысить качество изделий, за счет уменьшения влияния на него антропогенного фактора, снизить трудоемкость изготовления сварной конструкции, что в свою очередь обеспечит возможность снижения отпускной цены изделия и усиления конкурентоспособности продукции в условиях рыночной экономики.

									Лист
									64
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ			

предполагает подготовку рабочих, осуществляющих эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт данного оборудования.

К эксплуатации установки для автоматической сварки по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор сварки плавлением», с уровнем квалификации 3. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной 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 нормативные документы:

- профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической сварки» (код 40.109, рег.№ 664, Приказ Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег. № 40426);
- профессиональный стандарт «Сварщик» (код 40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован Минюстом России 13.02.2014г., рег. № 31301) [11].

3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

Рассмотрим и сравним характеристики обобщенных трудовых функций Профессиональных стандартов. В таблице 20 приведены выписки из Профессиональных стандартов: 40.002 механизированной сваркой (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей любой сложности), код С/04.4 уровень квалификации 4. и выполнение полностью автоматической сваркой металлических материалов, код А/01.3 уровня квалификации 3.

									Лист
									66
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ			

Таблица 20 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением» (3-го разряда)

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
Трудовые действия	<p>Проверка работоспособности, исправности и настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей).</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>Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документацию.</p> <p>Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты.</p> <p>Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования.</p> <p>Собирает конструкцию под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки.</p>
Необходимые знания	<p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах.</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и</p>

Продолжение таблицы 20

1	2	3
	<p>механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций.</p> <p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.</p> <p>Методы контроля и испытаний ответ-</p>	<p>условия работы контрольно-измерительных приборов. Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и авто-</p>

	<p>ственных сварных конструкций. Порядок исправления дефектов сварных швов.</p>	<p>матической сваркой плавлением.</p> <p>Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Требования к сборке конструкции под сварку.</p> <p>Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Требования к качеству сварных соединений.</p> <p>Виды и методы контроля. Виды дефектов, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения.</p> <p>Правила технической эксплуатации электроустановок.</p> <p>Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ.</p> <p>Правила эксплуатации газовых баллонов.</p> <p>Правила по охране труда, в том числе на рабочем месте</p>
Необходимые умения	<p>Проверять работоспособность, исправность и настраивать сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей). Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.</p> <p>Исправлять дефекты частично механизированной сваркой (наплавкой).</p>	<p>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.</p>

Окончание таблицы 20

1	2	3
	<p>Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением конструкций любой сложности.</p> <p>Участвовать (на основе знаний и практического опыта) в выполнении уникальных и в исследовательских работах по частично механизированной сварке (наплавки) плавлением.</p>	<p>Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов.</p> <p>Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров</p>

		<p>процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительном качестве сварного соединения.</p> <p>Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.</p>
Другие характеристики	<p>Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией: сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с механизированной подачей проволоки: сварка дуговая порошковой самозащитой проволокой;</p> <p>Сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе; сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе; сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе.</p>	<p>Область распространения механизированной сварки в соответствии с данной трудовой функцией: сварочные процессы, выполняемые сварщиком ручную и с механизированной подачей проволоки: сварка дуговая порошковой самозащитой проволокой; сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе; сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе (MIG-сварка); сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе (MAG-сварка); сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе с присадочным сплошным материалом (проволокой или стержнем) (TIG-сварка); сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе без присадочного материала (TIG-сварка).</p>

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

Необходимые знания:

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

									Лист
									69
Изм.	Лист №	документа №	доку	Подпись	Дата				

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, 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.

Правила по охране труда, в том числе на рабочем месте.

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

3.2 Разработка учебного плана переподготовки

									Лист
									70
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ			

В соответствии с рекомендациями 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 21. Продолжительность обучения 1 месяц. [8].

Таблица 21 – Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 3-го квалификационного разряда

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1.	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	62
1.1	Основы экономики отрасли	3
1.2	Материаловедение	3
1.3	Основы электротехника	2
1.4	Чтение чертежей	2
1.5	Спецтехнология	44
2.	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ	

	де защитных газов	
5	Контроль качества сварных швов	3
6	Охрана труда	2
	Итого:	44

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

3.4 План – конспект урока

Выбранный раздел предмета «Спецтехнология» - Оборудование для автоматической сварки в среде защитных газов.

Тема урока: Устройство и основные узлы сварочной головки АДГ-630.

Цели занятия:

Обучающая: Формирование знаний об устройстве и узлах сварочной головки АДГ-630, принцип работы и его назначение.

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

Воспитательная: воспитывать сознательную дисциплину на занятии, ответственность и бережное отношение учебного кабинета и оборудования.

Тип урока: урок новых знаний.

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

Дидактическое обеспечение занятия:

– учебник: Федосов С.А. Основы технологии сварки /С.А.Федосов, И.Э.Оськин: СПб.: Лань, 2011. - 125 с.

– плакат «Сварочная головка АДГ-630 - основные узлы».

Таблица 24 – План - конспект урока

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
--------------------------------	-------------------------------	---------------------------

									Лист
									73
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ			

1	2	3
Организа- ционный мо- мент 5 мин.	Здравствуйте, ребята! Прошу вас садитесь, пригото- вьте тетради и авторучки.	Приветствую обу- чающихся, прове- ряю явку и готов- ность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового мате- риала. 5 мин.	Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочной головки АДГ-630, ее принцип рабо- ты и назначение». Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для автоматической сварки в защитном газе». Тема занятия: «Устройство и основные узлы свароч- ной головки АДГ-630.	Сообщаю тему раз- дела и занятия, объясняю значи- мость изучения те- мы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Актуализация опорных зна- ний 10 мин.	Чтобы приступить к изучению нового материала по- вторим 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? 3. Расскажите о системе обозначения аппаратов для дуговой сварки.	Предлагаю отве- тить на вопросы по желанию, если нет желающих, опра- шиваю выборочно.
Изложение нового мате- риала. 35мин.	Хорошо! Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следу- ющему плану: – Назначение сварочного автомата; – Основные узлы и механизмы сварочного автомата; По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание. Прошу сосредоточиться и не мешать мне и своим товарищам. В настоящее время широко применяется механизи- рованная сварка.	Прошу записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение.

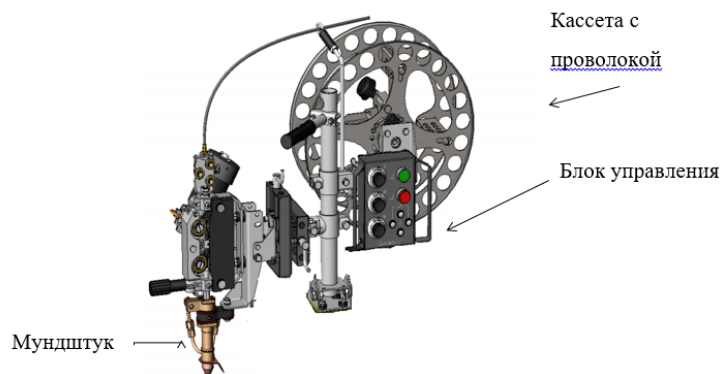
Продолжение таблицы 24

1	2	3
---	---	---

Это объясняется высокой маневренностью полуавтоматов, возможностью производить сварку в труднодоступных местах.

Механизированная сварка широко применяется на конвейерных линиях в машиностроении при сварке корпусов всех видов транспортных средств и строительного-монтажных конструкций при их предварительной сборке и сварке и т.д.

По мере изложения материала прошу посмотреть на рисунки и схемы автомата.



Плакат 1 – Сварочная головка АДГ-630

Технические характеристики

- Напряжение питания при частоте ~50Гц, В 45
- Номинальный сварочный ток при ПВ=100%, А.....630
- Диаметр электродной проволоки, мм.....1,2-3
- Диапазон регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч:.....8-720
- Диапазон регулирования скорости сварки, м/ч.10-120
- Угол наклона сварочной головки перпендикулярно оси сварного шва.....45
- Угол наклона сварочной головки вдоль оси сварного шва.....15
- Мощность привода подачи проволоки, Вт.....250

Предназначен для автоматической однослойной, многослойной сварки и наплавки электродной проволокой в среде защитных газов изделий из малоуглеродистых и низколегированных сталей на постоянном токе.

Автомат АДГ-630 используется при сварке стыковых соединений (с разделкой и без разделки кромок), угловых и нахлесточных соединений, внутри и вне колеи автомата, а так же при сварке угловых соединений "в лодочку". Сварочные швы могут быть кольцевыми и прямолинейными.

В процессе сварки автомат может перемещаться непосредственно по свариваемому изделию или рядом с ним, а так же может передвигаться по уложенной профильной направляющей линейке.

Изм.	Лист №	документа №	доку	Подпись	Дата

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломного проекта были рассмотрены вопросы о свариваемости низколегированной стали. Был выбран способ автоматизированной сборки и автоматической дуговой сварки в среде защитного газа, которые в совокупности способны обеспечить получение качественных сварных соединений с необходимыми нам свойствами. Для разработки процесса автоматической сварки выполнены следующие этапы: - разработан технологический процесс согласно расчетам и операциям в соответствии требованиями ЕСТД; - скомпонован комплекс типового оборудования, который повысил производительность процесса сварки; - оптимизированы режимы сварки для реализации усовершенствованного технологического процесса. Применение предложенного комплекса оборудования для механизированной сборки и автоматической сварки способно обеспечить значительный экономический эффект, который достигается за счет уменьшения времени на выполнение сварки. С целью подготовки рабочих кадров для выполнения работ по новому технологическому процессу в представленной работе разработана программа переподготовки рабочих. Цели и задачи выполнения выпускной квалификационной работы достигнуты.

								Лист
								77
Изм.	Лист №	документа №	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОИЧНИКОВ

1 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И.Акулов, Г.А.Бельчук, В.П.Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.

2 Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А.В. Коновалов, А.С. Куркин, Э.Л. Макаров [и др.]; под ред. В.М. Неровного. — 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГТУ, 2007. - 752 с.

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

4 Федосов С.А. Основы технологии сварки /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

5 Гуревич, С.М. Справочник по сварке металлов / С.М. Гуревич – Наумова думка, 1981. – 608 с.

6 Джевага, И.И. Механизированная электродуговая сварка в защитных газах/ И.И. Джевага. - М.: Машиностроение, 1968. - 360с.

7 Ерохин, А.А. Кинетика металлургических процессов дуговой сварки/ А.А. Ерохин. - М.: Машиностроение, 1964. - 356 с.

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

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

10 Иванов, И.И. Применение тренажеров и КИП в производственном обучении / И.И. Иванов, А.А. Петров // Материалы 6-ой Всероссийской

									Лист
									78
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ			

научно-практической конференции молодых ученых. гос. пед. ун-т. —, 2004. — С. 50—70.

11 Жученко, А.А. Профессионально-педагогическое образование России. Организация и содержание / А.А Жученко, Г.М., Ткаченко. - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1999. - 234 с.

12 Милютин В.С Источники питания для сварки. Учеб. пособ. / В.С. Милютин, Н.М. Иванова. - Екатеринбург: Урал. Гос. Проф. – пед. Ун – т, 1995. – 234 с.

13 ГОСТ 19903-15 – Прокат листовой горячекатаный. Технические условия [Текст]. Введ. 2016-09-01. Разр. Минчерметом СССР, 1974. – 3 с.

14 ГОСТ 14771-76–Дуговая сварка в защитном газе. Технические условия [Текст]. Введ. 1977-07-01. Разр. Минчерметом СССР, 1976. – 5 с.

15 ГОСТ 6713-91 –Прокат низколегированный конструкционный для мостостроения. Технические условия [Текст]. Введ. 1992-07-01. Разр. Минчерметом СССР, 1991. – 5 с.

16. ГОСТ 2246-70 – Проволока стальная сварочная. Технические условия [Текст]. Введ. 1973-07-01. Изд-во стандартов, 1970. – 5 с.

17. ГОСТ 2590-88 – Прокат стальной горячекатаный круглый. Технические условия [Текст]. Введ. 1990-01-01. Изд-во стандартов, 1988. – 2 с.

18. ГОСТ 8732-78 – Трубы стальные бесшовные. Горячедеформированные. Технические условия [Текст]. Введ. 1979-01-01. Изд-во стандартов, 1982. – 2 с.

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

20 Уралметалл энерго – сайт [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/15XSHD (дата обращения 16.02.2018).

									Лист
									79
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ			

21 Металлопрокат – сайт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.metalloprokat.ru/metiz/provoloka/08g2s/> (дата обращения 16.02.2018).

22 Ленспецсталь – сайт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.lsst.ru/provoloka-svarochnaya/> (дата обращения 16.02.2018).

23 РГППУ – сайт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.rsvpu.ru/instituty/institut-gseo/kafedra-prava/dlya-vypusknikov-po-napravleniyu-pvd-i-gpr/> (дата обращения 16.02.2018).

24 Производство оборудования термической резки – сайт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://amntech.ru/oborudovanie/apparat-plazmennoj-rezki-do-20mm/> (дата обращения 16.02.2018).

25 Инструменты – сайт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://ekb.vseinstrumenti.ru/instrument/shlifmashiny/bosch/> (дата обращения 16.02.2018).

26 Энциклопедия по машиностроению – сайт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://mash-xxl.info/pics/361108/> (дата обращения 16.02.2018).

27 Кромкообрезные станки – сайт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.googleadservices.com/pagead/> (дата обращения 16.02.2018).

28 Библиотека РГППУ – сайт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.rsvpu.ru/biblioteka/> (дата обращения 16.02.2018).

29 Гости РФ – сайт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/gost> (дата обращения 16.02.2018).

30 ИТС УРАЛ – сайт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://ets-ural.ru/catalog/oborudovanie-dlya-elektrosvarki/avtomaticheskaya-svarka/gas/adg-630/> (дата обращения 16.02.2018).

									Лист
									80
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.304 ПЗ			

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Перечень листов графических документов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов	Примечание
1. Чертеж изделия	ДП 44.03.04.308.01	A1	1	
2. Чертеж сварочной установки	ДП 44.03.04.308.02	A1	1	
3. Чертеж сборочного приспособления	ДП 44.03.04.308.03	A1	1	
4. Техничко-экономические показатели проекта	П 44.03.04.308.04	A1	1	
5. Технологическая последовательность сборки и сварки колеса транспортера	П 44.03.04.308.05	A1	2	
6. Сварочная головка АДГ – 630 – основные узлы	П 44.03.04.308.06	A1	1	

						ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
							81
Изм.	Лист №	документа №	доку	Подпись	Дата		

					ДП 44.03.04.304 ПЗ	Лист
						82
Изм.	Лист№	документа№	доку	Подпись	Дата	