

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

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И КОМПОНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ  
ДЛЯ СВАРКИ ЭЛЕМЕНТА УЗЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ  
ПЕРЕСЫПНОГО УСТРОЙСТВА**

Выпускная квалификационная работа

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

Идентификационный код ВКР: 950

Екатеринбург 2018

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующий кафедрой ИММ

\_\_\_\_\_ Б.Н. Гузанов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018г.

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Разработка технологии и компоновка оборудования для сварки элемента узла  
транспортирования пересыпного устройства

Исполнитель:  
студент группы Бр-511СМ

Д.К. Гинятов

Руководитель  
доц., канд. техн. наук

Д.Х. Билалов

Нормоконтролер  
доц., канд. техн. наук

Л.Т. Плаксина

Екатеринбург 2018

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

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И КОМПОНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ  
ДЛЯ СВАРКИ ЭЛЕМЕНТА УЗЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ  
ПЕРЕСЫПНОГО УСТРОЙСТВА**

Выпускная квалификационная работа

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

Идентификационный код ВКР: 950

Екатеринбург 2018

## АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 90 листов печатного текста, 8 иллюстрации, 25 таблицы, 32 использованных источника, 1 приложение.

Ключевые слова: ЭЛЕМЕНТ УЗЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ПЕРЕСЫПНОГО УСТРОЙСТВА, СТАЛЬ 09Г2С, ЗАЩИТНЫЙ ГАЗ, LAF-631, УСТАНОВКА ДЛЯ СБОРКИ И СВАРКИ, УГЛОВОЙ И СТЫКОВОЙ СВАРНОЙ ШОВ, РАСЧЕТ РЕЖИМОВ СВАРКИ, УЧЕБНЫЙ ПЛАН, ПЛАН-КОНСПЕКТ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.

В проекте разработан технологический процесс для сварки элемента узла сварной транспортирования пересыпного устройства. Предложена конструкция установки для сборки и сварки угловых и стыковых стыков изделия. Установка является универсальной, ее можно применять к большому спектру сварных конструкций. Технология сварки представлена с учетом предложенного оборудования

Рассчитаны режимы сварки для проектного варианта –автоматической сварки в средезащитных газов (CO<sub>2</sub>).

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

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

					<b>ДП 44.03.04.950 ПЗ</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.		Гинятов Д.К.			Разработка технологии и компоновка оборудования для сварки элемента узла транспортирования пересыпного устройства	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Провер.		Билалов Д.Х.					4	90
Реценз.						<b>Каф.ИММ, гр.Бр-511СМ</b>		
Н. Контр.		Плаксина Л.Т.						
Утверд.		Гузанов Б.Н.						

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Технологический раздел	10
1.1 Характеристика изделия. Назначение и условия работы	10
1.2 Характеристика материала	11
1.3 Свариваемость стали	12
1.4 Технология сварки элемента узла транспортирования пересыпного устройства	15
1.4.1 Обоснование выбора способа сварки	15
1.4.2 Выбор сварочных материалов	18
1.4.3 Выбор электродов для сборки изделия	20
1.4.4 Подготовка сварочных материалов	21
1.4.5 Подготовка плавящихся электроды	22
1.4.6 Подготовка сварочной проволоки	22
1.4.7 Режимы варки	23
1.5 Выбор сварочного оборудования	32
1.6 Контроль качества сварных соединений	40
1.7 Технологическая карта сварки-сборки изделия	43
2 Экономический раздел	45
2.1 Расчет полной себестоимости изготовления	45
2.2 Расчет показателей сравнительной эффективности	64
3 Методический раздел	71
3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов	72
3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»	77
3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»	78

3.4 Разработка плана урока	79
Заключение	85
Список использованных источников	86
Приложение А. Спецификация	90

					ДП 44.03.04.950 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6



Толщина свариваемых деталей колеблется от микронов до метров, масса конструкций - от граммов до сотен тонн.

Зачастую сварка является единственно возможным способом создания неразъемных соединений конструкционных материалов и получения заготовок, максимально приближенных к форме и размерам готовой детали или конструкции.

Соединения, получаемые сваркой, характеризуются высокими механическими свойствами, небольшим расходом металла, низкой трудоемкостью и невысокой себестоимостью. Надежность соединений, выполненных сваркой, позволяет применять ее при сборке самых ответственных конструкций.[7]

*Объектом* разработки в представленной работе является технология сварки элемента узла транспортирования пересыпного устройства.

*Предметом* разработки является процесс сварки элемента узла транспортирования пересыпного устройства из стали 09Г2С.

*Целью* Дипломного проекта является разработка технологического процесса сварки элемента узла транспортирования пересыпного устройства из указанной стали при помощи автоматической сварки в защитном газе.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант сварки;
- разработать технологию сварки;
- выполнить необходимые расчеты режима сварки;
- подобрать оборудование для сварки;
- разработать технологическую карту сварки-сборки.

Таким образом, в технологической части выпускной квалификационной работы (ВКР) на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологии изготовления узла.

В процессе разработки ВКР использованы следующие *методы*:

					ДП 44.03.04.950 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8



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

- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

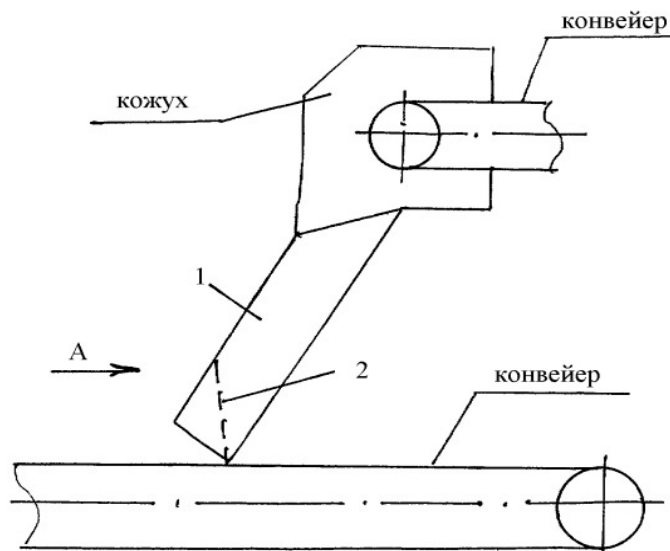
					ДП 44.03.04.950 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

## 1 Технологический раздел

### 1.1 Характеристика изделия. Назначение и условия работы

Элемент узла транспортирования пересыпного устройства предназначен для перегрузки материала с одного конвейера на другой. Устройство применимо в различных областях производства, где происходит перегрузка материала или изделий с одного конвейера на другой при наличии перепада по высоте, но шире всего оно используется в промышленности строительных материалов.

Внутри узла транспортирования пересыпного устройства материал истекает свободно под воздействием силы тяжести. Величина перепада зависит от упругих свойств подаваемого материала и коэффициента трения между подаваемым материалом и материалом корпуса узла транспортирования пересыпного устройства[1].



1-короб элемента узла транспортирования пересыпного устройства, 2-шторка

Рисунок 1 - Общий вид элемента узла транспортирования пересыпного устройства

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.950 ПЗ

Лист

10

Элемент узла транспортирования пересыпного устройства включает в себя короб элемента узла транспортирования пересыпного устройства 1 и шторку 2, вид крепления которой зависит от свойств материала шторки. Если шторка выполнена из упругого пластичного материала, например резины, то крепление может быть как неподвижным, так и шарнирным. При выполнении же шторки из неупругого материала крепление должно быть только шарнирным. Шторка 2 устанавливается в самом низу элемента узла транспортирования пересыпного устройства в месте выхода материала на конвейерную ленту ленточного конвейера с возможностью полного открытия ее лишь при перемещении конвейерной ленты.

Элемент узла транспортирования пересыпного устройства работает следующим образом. При подаче материала в короб элемента узла транспортирования пересыпного устройства 1 шторка 2, соприкасаясь в своей нижней части с пересыпаемым материалом, отклоняется, но тормозит падение и ограничивает разлет материала, что не позволяет рассыпать его за габариты конвейерной ленты. При перемещении конвейерной ленты ленточного транспортера материал из короба элемента узла транспортирования пересыпного устройства 1, отклоняя шторку 2 на высоту слоя подаваемого материала, перемещается по транспортеру[1].

Короб устройства для транспортирования сыпучих материалов позволяет избежать рассыпания материала как за пределы короба, так и за пределы конвейерной ленты при подаче материала с конвейеров, расположенных на разных уровнях, облегчая тем самым условия труда работников обслуживающих процесс пересыпки.

## 1.2 Характеристика материала

Изделие изготавливается из стали 09Г2С. Сталь 09Г2С конструкционная низколегированная для сварных конструкций. Изделия из стали 09Г2С

					ДП 44.03.04.950 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11







Если в уравнение (2) подставить значение  $C_p$  из формулы (3), то полный эквивалент углерода

$$C_{\Sigma} = C_x \cdot (1 + 0,005 \cdot S) \quad (4)$$

Выполним необходимые расчеты

$$C_x = 0,12 + 1,7/20 + 0,3/15 + (0,3 + 0 + 0)/10 = 0,25\%$$

$$C_{\Sigma} = 0,25 \cdot (1 + 0,005 \cdot 10) = 0,26\%$$

Поскольку значение  $C_{\Sigma}$  меньше чем 0,45%, подогрев не требуется, так же не требуется подогрев конструкции перед сваркой.

Важное требование при сварке рассматриваемой сварной конструкции – обеспечение равнопрочности сварного соединения с основным металлом и обеспечение отсутствия дефектов в сварном шве.

#### **1.4 Технология сварки элемента узла транспортирования пересыпного устройства**

##### **1.4.1 Обоснование выбора способа сварки**

В базовом варианте для изготовления конструкции использовалась ручная дуговая сварка. Режимы дуговой сварки (РДС) – это комплекс мер, показателей и параметров, которые необходимо поддерживать и соблюдать для правильного осуществления соединения дугой вручную [7]. Режимы ручной дуговой сварки можно определить, как условия нормального функционирования самого процесса соединения деталей при различных обстоятельствах. В зависимости от разных показателей параметров, осуществляется

					ДП 44.03.04.950 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

правильный выбор режимов конкретного вида РДС и выбор режима сварки в целом. К недостаткам ручной дуговой сварке относятся:

- низкие КПД и производительность по сравнению с другими технологиями сварки;
- качество соединений во многом зависит от квалификации сварщика;
- вредные условия процесса сварки.

Исходя из конструкции элемента узла транспортирования пересыпного устройства, видно, что швы изделия имеют большую протяженность, и поэтому при сварке наиболее целесообразно использовать механизированные и автоматизированные способы сварки. В качестве автоматизированных способов сварки рекомендуются сварка в защитном газе или под слоем флюса. Поскольку конструкция имеет сложную геометрическую форму и конфигурацию сварных швов, использование флюса затруднено, так как будет происходить осыпание флюса по вертикальной поверхности узла, что отразится на качестве сварных швов. Выбираем автоматический способ сварки в среде защитных газов.

Защитные газы являются одним из лучших средств, которые могут уберечь сварочную ванну от влияния внешних факторов. Чтобы условия сварки были максимально приемлемыми, на расплавленный металл не должно ни что воздействовать, кроме электрической дуги и ничего не должно попадать в нее, кроме расплавленного присадочного материала. Сварка в среде защитных газов соответствует заявленным условиям и поэтому активно применяется в промышленности, строительстве, ремонтных цехах и прочих областях.

					ДП 44.03.04.950 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16



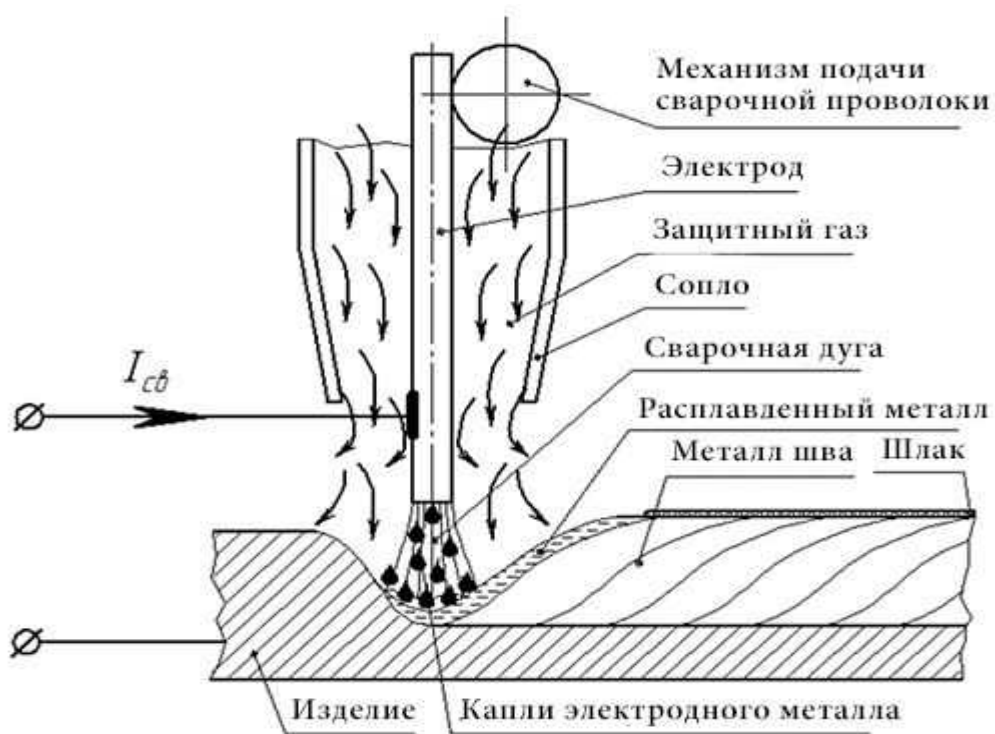


Рисунок 2 Схема сварки в среде защитных газов

Механизированная сварка в среде защитных газов позволяет соединять все типы металлов и сплавов, которые широко применяются в производстве. Это касается и деталей из разнородных металлов и сплавов.

Свою популярность сварка в среде защитных газов получила благодаря своим положительным качествам, среди которых стоит отметить следующие:

- Качество соединения существенно превосходит многие другие способы сварки;
- Распространенные виды защитных газов имеют относительно невысокую стоимость;
- Освоение данного способа сварки специалистами, которые уже обладают опытом работы, не составляет большого труда;
- Соединения можно получать как для малых толщин, так и для деталей большой толщины;
- Сварка в защитных газах характеризуется высоким уровнем производительности;
- Работа с высоколегированными сталями, алюминием, медью и прочими цветными металлами и их сплавами не вызывает затруднений, так

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата







Для электродов с основным покрытием минимально допустимое значение плотности сварного тока составляет  $j = 13 \text{ А/мм}^2$  [11].

Расчёт силы сварочного тока:

$$I_{\text{св}} = \pi \cdot d_{\text{э}}^2 \cdot j / 4 \quad (5)$$

$$I_{\text{св}} = 3,14 \cdot 4^2 \cdot 13 / 4 = 163 \text{ А}$$

Примем  $I_{\text{св}} = 160 \text{ А}$ .

Расчёт напряжения на дуге:

$$U_{\text{д}} = 12 + 0,36 \cdot I_{\text{св}} / d_{\text{э}} \quad (6)$$

$$U_{\text{д}} = 12 + 0,36 \cdot 160 / 4 = 26 \text{ В}$$

Скорость сварки:

$$V_{\text{св}} = (\alpha_{\text{н}} \cdot I_{\text{св}}) / (3600 \cdot \rho \cdot F_{\text{пр}}) \quad (7)$$

$$V_{\text{св}} = (8,5 \cdot 160) / (3600 \cdot 7,85 \cdot 0,5) = 0,1 \text{ см/с} = 3,6 \text{ м/ч}$$

где  $\alpha_{\text{н}}$  – коэффициент наплавки, г/Ач;

$\rho$  – плотность металла электрода, г/см<sup>3</sup>;

$\alpha_{\text{н}} = 9 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$ ;

$\rho = 7,85 \text{ г/см}^3$ ;

Таблица 4- Режимы сварки для прихваток

$d_{\text{э}}$ , мм	$I_{\text{св}}$ , А	$U_{\text{д}}$ , В	$V_{\text{св}}$ , м/ч
4	160	26	3,6

#### 1.4.4 Подготовка сварочных материалов

Все сварочные материалы, поступающие на участок сборки и сварки балок, должны быть упакованы согласно требованиям соответствующих

					ДП 44.03.04.950 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21



### 1.4.7 Режимы сварки [12]

Сначала определяем основные параметры режимы:

•  $d_{э.п}$  - диаметр электродной проволоки, мм. Зависит от толщины металла

и глубины проплавления  $h$ ;

•  $V_c$  - скорость сварки, мм/с;

•  $I_c$  - сварочный ток, А;

•  $U_c$  - напряжение сварочной дуги, В;

•  $l_B$  - вылет электродной проволоки;

•  $V_{э.п}^{(+)}$  - скорость подачи электродной проволоки при сварке на обратной полярности и вылете  $l_B = 10 * d_{э.п}$ , мм/с;

•  $q_{з.г}$  - расход защитного газа  $CO_2$ , л/с или л/мин;

В данной конструкции используют два вида сварного соединения (Рисунок 3, 4), именно для них и будем рассчитывать режимы сварки.

а) Тип сварного соединения С4:

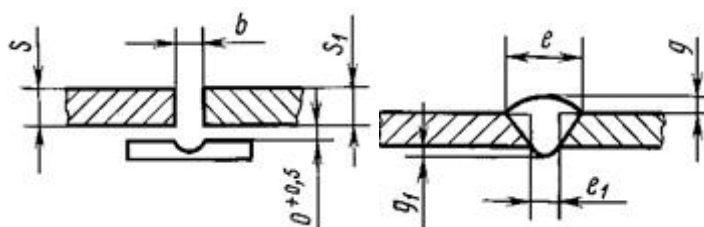


Рисунок 3 - Типы сварного соединения С4 ГОСТ 14771 – 76

Исходные данные:

- $S$  – толщина металла, 6 мм
- $S_1$  – толщина металла, 6 мм
- $b$  – зазор, 2 мм
- $e$  – ширина шва, 9 мм
- $e_1$  – ширина шва, 6 мм
- $q$  – высота шва, 1,5 мм
- $q_1$  – высота шва, 1,5 мм









а) Тип сварного соединения С4:

$$I_{св} = \frac{h_p}{K_h} * 100, \text{ A} \quad (14)$$

где  $K_h$ -коэффициент пропорциональности по таблице[7]

$$K_h=2,1$$

$$I_{св} = \frac{5}{2,1} * 100 = 238 \text{ A}$$

б) Тип сварного соединения У4:

$$I_{св} = \frac{h_p}{K_h} * 100, \quad (14)$$

$$I_{св} = \frac{5,4}{2,1} * 100 = 257 \text{ A}$$

**Рассчитаем плотность тока  $j$ , А/мм<sup>2</sup>:**

а) Тип сварного соединения С4:

$$j = \frac{4 * I_{св}}{\pi * d_{эп}^2} \quad (15)$$

$$j = \frac{4 * 238}{3,14 * 1,2^2} = 220,37 \text{ A/мм}^2$$

б) Тип сварного соединения У4:

$$j = \frac{4 * 257}{3,14 * 1,2^2} = 227,43 \text{ A/мм}^2$$

**Рассчитаем вылет электродной проволоки  $l_B$ , мм:**

а) Тип сварного соединения С4:

$$l_B = 10d_{\dot{y}.i} \pm 2d_{\dot{y}.i} \quad (16)$$

					ДП 44.03.04.950 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

$$l_B = 10 * 1,2 \pm 2 * 1,2 = 12 \pm 4 \text{ мм}$$

б) Тип сварного соединения У4:

$$l_B = 10 * 1,2 \pm 2 * 1,2 = 20 \pm 4 \text{ мм}$$

**Рассчитаем коэффициент расплавления  $\alpha_p, \text{г/А*ч}$  :**

а) Тип сварного соединения С4:

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 * I_{\text{св}} * d_{\text{эп}}^{-1,505} \quad (17)$$

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 * 238 * 0,76 = 19,5 \text{ г/А*ч}$$

б) Тип сварного соединения У4:

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 * 257 * 0,76 = 20,5 \text{ г/А*ч}$$

**Рассчитаем коэффициент наплавки  $\alpha_n, \text{г/А*ч}$ :**

а) Тип сварного соединения С4:

$$\alpha_n = \alpha_p (100 - \varphi_{\text{пр}}) / 100 \quad (18)$$

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

$$\varphi_{\text{пр}} = 19,5(100 - 0,1) / 100 = 19,48 \text{ г/А*ч}$$

б) Тип сварного соединения У4:

$$\varphi_{\text{пр}} = 20,5(100 - 0,1) / 100 = 20,48 \text{ г/А*ч}$$

					ДП 44.03.04.950 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28





**Рассчитаем коэффициент формы проплавления  $\Psi_{пр}$ :**

а) Тип сварного соединения С4:

$$\Psi_{пр} = K' * (19 - 0,01 * I_{св}) * \frac{d_{эп} + U_d}{I_{св}} (24)$$

$$\Psi_{пр} = 0,92 * (19 - 0,01 * 238) * \frac{1,2 * 26}{238} = 1,99$$

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

$$K' = 0,92.$$

б) Тип сварного соединения У4:

$$\Psi_{пр} = K' * (19 - 0,01 * I_{св}) * \frac{d_{эп} + U_d}{I_{св}} (24)$$

$$\Psi_{пр} = 0,92 * (19 - 0,01 * 257) * \frac{1,2 * 27}{257} = 1,96$$

**Рассчитаем глубину проплавления  $h$ , мм:**

а) Тип сварного соединения С4:

$$h = 0,081 * \sqrt{\frac{q_n}{\Psi_{пр}}} (25)$$

$$h = 0,081 * \sqrt{\frac{5414,5}{1,99}} = 4,2 \text{ мм},$$

Фактическая глубина проплавления не соответствует заданной. Методом обратного расчета определим скорость сварки, при которой возможно получить заданное проплавление при  $V_{св} = 24 \text{ м/ч}$

б) тип сварного соединения У4:













•30 кг катушки для проволоки.

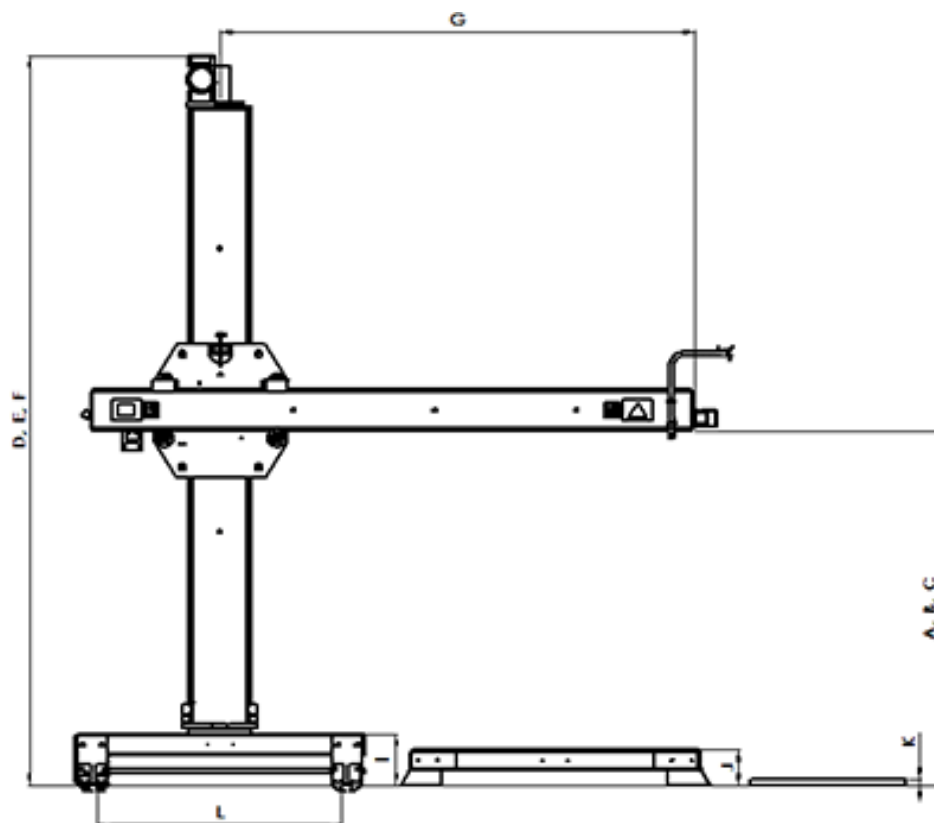


Рисунок 6- Сварочная колонна ESAB CaB 300S

Таблица 11- Технические характеристики сварочной колонны ESAB CaB 300S [14]

Сварочная колонна CaB 300S	Параметры		
	3	4	5
Эффективный рабочий диапазон, м			
Максимальная высота консоли А, мм с использованием рельсового перемещения, min мм	4070 930	5070 930	6070 930
Максимальная высота консоли В, мм с использованием бетонного стенда, min мм	3955 815	4955 815	5955 815
Максимальная высота консоли С, мм с использованием стальной площадки, min мм	3750 610	4750 610	5750 610



руемое расположение заготовки гарантирует идеальные эргономические и рабочие положения.(Рисунок 7)

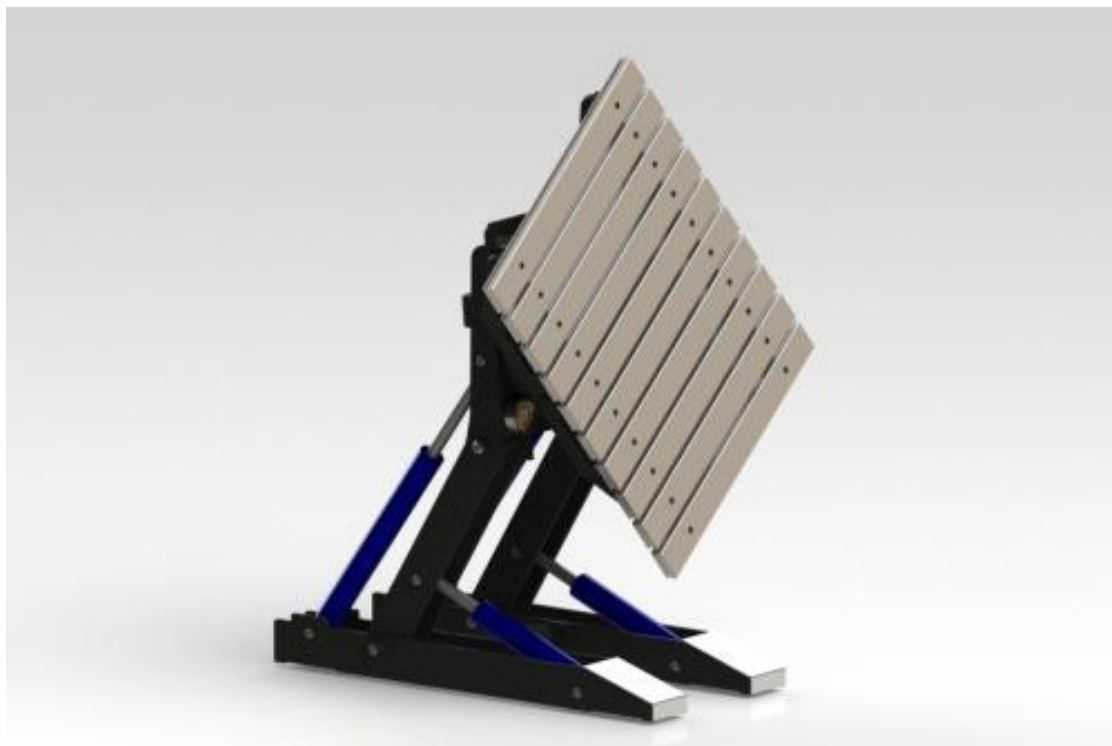


Рисунок 7 – Повортонаклонный стол R 2,0X1,5

Передняя панель вращателя (дублируются на дистанционном пульте управления):

- переключатель направления вращения(вперед/стоп/назад);
- потенциометр скорости вращения.

Управление положением план-шайбы:

- наклон план-шайбы(вверх/стоп/вниз);
- подъем план-шайбы (вверх/вниз).

Вращатель поставляется с ручным блоком дистанционного управления или педалью дистанционного управления. Встроенный блок контроля скорости вращения.







Для данной конструкции используем дефектоскоп УД2-102 "Пеленг". Этот дефектоскоп используют для контроля сплошности сварных соединений труб, котлов и других металлоконструкций. Прибор позволяет:

-работать в опасных условиях и в труднодоступных местах, на высоте и в при низких температурах (взрывозащищенное исполнение, рабочая температура до  $-30^{\circ}\text{C}$ , масса со встроенными аккумуляторами 2 кг);

- снизить вероятность пропуска дефектов (шестиступенная ручная регулировка ВРЧ, В-развертка, режим одновременного выравнивания чувствительности);

-повысить производительность и облегчить работу оператора (создание до 100 настроек: режим индикации распространения ультразвуковых колебаний в контролируемом изделии);

- документировать результаты контроля (протокол В-развертки и протокол А-развертки.)

Прибор позволяет выявлять внутренние дефекты в широкой номенклатуре изделий из металла, пластмасс и др. материалов со скоростью распространения ультразвуковых колебаний 300-9999 м/с. С помощью дефектоскопа возможно определение уровня различных жидкостей в емкостях. Для удобства пользователей в дефектоскопе есть таблица скоростей распространения ультразвуковых колебаний для большого количества твердых материалов и жидких сред. При этом автоматически выбирается значение скорости для определенного типа волны. Также у оператора имеется возможность коррекции предлагаемого дефектоскопом значения.

					ДП 44.03.04.950 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42



Рисунок 8 – Дефектоскоп УД2-102ВД

### 1.7 Технологическая карта сварки-сборки

Таблица 16 – Технологическая карта сварки-сборки [16, 18]

№ п/п	Наименование операции	Режим операции	Оборудование и инструменты
1	2	3	4
1	Транспортировка	Доставка металла со складов в цех	Кран-балкаопорная Г/ПЗ. Грузоподъёмность 3,2 тонн. Потребляемая мощность 1.9-2.8 кВт.
2	Резка	Резка листов металла на заготовки заданных размеров.	Машина для плазменной и газовой резки Versagraph
3	Правка	Правка заготовок	Листопрямительная машина UBR 10 x 2000 244 ZO. Потребляемая мощность 50 кВт.
4	Гибка	Гибка заготовительных листов	Вертикально-гибочный пресс MetalMaster HPJ 2580K с ЧПУ
5	Зачистка	Зачистка металла	Дробеметная установка 24581M. Потребляемая мощность 70 кВт.
6	Сборка	Сборка на прихватке на специализированном сварочном столе. Сварка производится ручной дуговой сваркой. Режим сварки: $U_d=26$ В, $I_{св}=163$ А, $V_{св}=3.6$ м/ч.	Поворотный наклонный стол R 2,0X1,5 R 2,0X1,5. Электроды марки УОНИ 13/55. Сварочный аппарат ESAB Renegade ES 300i.

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

ДП 44.03.04.950 ПЗ

Лист

43

окончание таблицы 16

1	2	3	4
7	Сварка	Автоматическая сварка в среде защитных газов(CO <sub>2</sub> ). Режимы сварки: а)Сварное соединение С8: d <sub>эп</sub> =2мм; V <sub>св</sub> =16,92 м/ч; I <sub>св</sub> =420 А; U <sub>д</sub> =35 В; l <sub>эп</sub> =20±4 мм; q <sub>зг</sub> =18,55 л/мин. б)Сварное соединени У4: d <sub>эп</sub> =2мм; V <sub>св</sub> =23,76 м/ч; I <sub>св</sub> =450 А; U <sub>д</sub> =37 В; l <sub>эп</sub> =20±4 мм; q <sub>зг</sub> =19,54 л/мин.	Источник постоянного сварочного тока ESAB LAF 631. Сварочная головка для автоматической MIG/MAG-сварки <b>A2 S GMAW MiniMaster</b> . Сварочная колонна ESAB CaB 300S. Повортонаклонный стол R 2,0X1,5 R 2,0X1,5
8	Зачистка	После сварки необходимо выполнить тщательную очистку сварных швов от шлака и брызг.	УгловаяшлифмашинаMetabo WEV 15-150 Quick 600472000
9	Контавание	Переварачиваем деталь	Электрическая таль Inforce TRH1000 04-04-09. Потребляемая мощность 1,8 кВт.
10	Сварка	Автоматическая сварка в среде защитных газов(CO <sub>2</sub> ). Режимы сварки: а)Сварное соединение С8: d <sub>эп</sub> =2мм; V <sub>св</sub> =16,92 м/ч; I <sub>св</sub> =420 А; U <sub>д</sub> =35 В; l <sub>эп</sub> =20±4 мм; q <sub>зг</sub> =18,55 л/мин. б)Сварное соединени У4:d <sub>эп</sub> =2мм; V <sub>св</sub> =23,76 м/ч; I <sub>св</sub> =450 А; U <sub>д</sub> =37 В; l <sub>эп</sub> =20±4 мм; q <sub>зг</sub> =19,54 л/мин.	Источник постоянного сварочного тока ESAB LAF 631. Сварочная головка для автоматической MIG/MAG-сварки <b>A2 S GMAW MiniMaster</b> . Сварочная колонна ESAB CaB 300S. Повортонаклонный стол R 2,0X1,5 R 2,0X1,5
11	Зачистка	После сварки необходимо выполнить тщательную очистку сварных швов от шлака и брызг.	УгловаяшлифмашинаMetabo WEV 15-150 Quick 600472000.
12	Контроль качества	Контроль качества заключается в проверке соответствия показателей качества продукции установленным требованиям. 1) внешний осмотр сварных швов на наличие наружных дефектов (подрезов, кратеров и т.д.); а так же нарушений геометрической формы 2) проведение ультразвукового метода контроля на наличие внутренних дефектов	Дефектоскоп УД2-102ВД

## 2 Экономический раздел

В ВКР спроектирован процесс сборки и сварки элемента узла транспортирования пересыпного устройства, изготавливаемого из стали 09Г2С с применением автоматической сварки в среде защитных газов.

По базовому варианту работа выполнялась ручной дуговой сваркой сварочным аппаратом ESABRenegadeES 300i..

Проектируемая технология предполагает замену ручной дуговой сварки элемента узла транспортирования пересыпного устройства на автоматическую сварку в среде защитных газов CO<sub>2</sub>.

### 2.1 Расчет полной себестоимости изготовления изделия

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

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{нз} + t_в + t_{обс} + t_n \quad (26)$$

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

$t_{осн}$  – основное время, ч.;

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

$t_в$  – вспомогательное время, ч.;

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

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

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

					ДП 44.03.04.950 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$t_{осн} = \frac{L_{шв}}{V_{св}} \quad (27)$$

где  $L_{шв}$  – сумма длин всех швов,  $\Sigma L_{шв} = 10,332$  м (базовый вариант)

$V_{св}$  – средняя скорость сварки, м/ч,  $V_{св} = 3,6$  м/ч

$L_{шв}$  – сумма длин всех швов, м  $\Sigma L_{шв} = 10,332$  м (проектируемый вариант)

$V_{св}$  – средняя скорость сварки, м/ч,  $V_{св} = 20$  м/ч

Определяем основное время по формуле (27):

$$t_{осн} = \frac{10,332}{3,6} = 2,87 \text{ ч (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{10,332}{20} = 0,52 \text{ ч (проектируемый вариант)}$$

Подготовительно-заключительное время ( $t_{нз}$ ) включает в себя такие операции как получение производственного задания, инструктаж, получение и сдача инструмента, осмотр и подготовка оборудования к работе и т. д. При его определении общий норматив времени  $t_{нз}$  делится на количество деталей, выпущенных в смену[21]. Примем:

$$t_{нз} = 10\% \text{ от } t_{осн} \quad (28)$$

$$t_{нз} = \frac{2,87 \cdot 10}{100} = 0,287 \text{ ч (базовый вариант)}$$

$$t_{нз} = \frac{0,52 \cdot 10}{100} = 0,052 \text{ ч (проектируемый вариант)}$$

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

					ДП 44.03.04.950 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

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

$$t_{в} = t_{э} + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (29)$$

При полуавтоматической и автоматической сварке во вспомогательное время входит время на заправку кассеты с электродной проволокой. [21] Это время можно принять равным:

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

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

$$t_{кр} = L_{шв}(0,6+1,2 \cdot (n_c - 1)) \quad (30)$$

где  $n_c$  – количество слоев при сварке в несколько проходов;

$L_{шв}$  – длина швов, м,  $L_{шв} = 10,332$  м

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле (30) для обоих вариантов он будет одинаковым.

$$t_{кр} = 10,332 \cdot (0,6+1,2) = 18,6 \text{ мин.} = 0,31 \text{ ч.}$$

Сварка в базовом и проектируемом варианте производится в один проход. Время на очистку швов от шлака и брызг  $t_{бр}$  рассчитываем по формуле (31) для обоих вариантов:

$$t_{бр} = L_{шв}(0,6+1,2 \cdot (n_c - 1)) \quad (31)$$

$$t_{бр} = 10,332 \cdot (0,6+1,2) = 18,6 \text{ мин.} = 0,31 \text{ ч.}$$











$$K_{обj} = C_{обj} \cdot (1 + K_{мз}), \text{ руб.} \quad (36)$$

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

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

Базовый вариант

$$K_{обj} = 90000 \cdot (1 + 0,12) = 100800 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант

$$K_{обj} = 1000000 \cdot (1 + 0,12) = 1120000 \text{ руб.}$$

$$K_{обj} = 280000 \cdot (1 + 0,12) = 314000 \text{ руб.}$$

$$K_{обj} = 436764 \cdot (1 + 0,12) = 490000 \text{ руб}$$

Определяем капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ по формуле (37):

$$K_{об} = \sum K_{обj} \cdot C_{nj} \cdot K_{зj} \quad (37)$$

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

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

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

$$K_{об} = 100800 \cdot 4 = 403200 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$K_{об} = 1924000 \cdot 1 = 1920000 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Технологическая себестоимость формируется из прямых затрат, связанных с расходованием ресурсов при проведении сварочных работ в цехе. Расчет технологической себестоимости производим по формуле (38):



$$C_{км} = m_k \cdot Ц_{км} \quad (41)$$

где  $m_k$  – масса конструкции, т.;

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

$$C_{км} = 0,3 \cdot 48290 = 14487 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на электродную проволоку Св-08Г2С производим по формуле (42):

$$C_{св.пр} = M_{нм} \cdot \Psi \cdot Ц_{сн} \cdot K_{тр} \text{руб} \quad (42)$$

где  $M_{нм}$  – масса наплавленного металла, кг.  $M_{нм} = 4.03$  кг.;

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

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

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

Производим расчеты  $C_{св.пр}$  на изготовление одной металлоконструкции по формуле (42):

$$C_{св.пр} = 4,03 \cdot 1,15 \cdot 100 \cdot 1,05 = 486,60 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на защитный газ проводим по формуле (43):

$$C_{др} = t_{осн} \cdot q_{зг} \cdot k_p \cdot Ц_{зг(фл)} \cdot K_m \quad (43)$$

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

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

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

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

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

$$C_{оп} = 2,87 \cdot 11 \cdot 1,1 \cdot 23,60 \cdot 1,05 = 860,53 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{оп} = 0,52 \cdot 19 \cdot 1,1 \cdot 23,60 \cdot 1,05 = 284,84 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Расчет затрат на электроэнергию проводим по формуле (44):

$$З_э = a_э \cdot W \cdot Ц_э, \text{ руб.} \quad (44)$$

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

$W$  – расход электроэнергии, кВт ч.;

$Ц_э$  – цена за 1 кВт/ч.

Для укрупненных расчетов величину  $a_э$  можно принимать равной:

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

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

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

Расчет стоимости основных материалов в расчете на одно металлоизделие по формуле (40):

$$C_{om} = (14487+486+860,63) \cdot 1,06 = 15834,69 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{om} = (14487+486+884,84) \cdot 1,06 = 16809,31 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Материальные расходы ( $MЗ$ ) на основные материалы на одно изделие рассчитываются по формуле (39):

$$MЗ = 15834,69 + 486 + 860,63 = 17181,32 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$MЗ = 16809,31 + 486 + 884,84 = 18180,15 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Расчет численности производственных рабочих. Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих  $Ч_{op}$  определяется для каждой операции по формуле (45):

$$Ч_{op} = \frac{T_{произв.пр.}}{\Phi_{op} \cdot K_с} \quad (45)$$

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

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

$K_с$  – коэффициент выполнения норм выработки (1,1...1,3).

$$Ч_{op} = \frac{8080}{1870 \cdot 1,2} = 3,6 \text{ примем } Ч_{op} = 4 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$Ч_{op} = \frac{1580}{1870 \cdot 1,2} = 0,7 \text{ примем } Ч_{op} = 1 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

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



Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды.

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

Расходы на оплату труда ( $Z_{np}$ ) рассчитываются по формуле (46):

$$Z_{np} = ЗП_o + ЗП_\partial \quad (46)$$

где  $ЗП_o$  – основная заработная плата, руб.;

$ЗП_\partial$  – дополнительная заработная плата, руб.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ( $ЗП_o$ ) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле (47):

$$ЗП_o = P_{cd} \cdot K_{np} \cdot K_\partial \cdot K_{cc} + D_{вр} \quad (47)$$

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

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

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

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

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

Суммарная сдельная расценка за единицу изделия ( $P_{cd}$ ) определяется по формуле (48):







$$C_a = \frac{K_{об} \cdot H_a \cdot n_o \cdot T_{шт-к}}{100 \cdot \Phi_\delta \cdot K_\epsilon} \cdot K_o \quad (53)$$

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

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

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

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

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

$n_o$  – количество оборудования, шт.;

$K_\epsilon$  – коэффициент, учитывающий выполнение норм времени,  $K_\epsilon = 1,1$ .

$$C_a = \frac{100800 \cdot 14,7 \cdot 4 \cdot 8,08}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 0,9 = 204,72 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_a = \frac{1924000 \cdot 14,7 \cdot 1 \cdot 1,58}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 0,9 = 191,03 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Затраты на ремонт и обслуживание оборудования  $C_p$  рассчитываем по формуле (54):

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot D}{100} \quad (54)$$

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

$D$  – принимается равным 3%.

$$C_p = \frac{100800 \cdot 3}{100} = 38707 \text{ руб./на производственную программу или } 3,02$$

руб. в расчете на одно металлоизделие (базовый вариант)









окончание таблицы 20

1	2	3	4
7. Коммерческие расходы, $P_k$	22650	19350	-3300
8. Полная себестоимость, $C_n$	22670840	19368720	-3302120

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

Годовой выпуск продукции составляет 1000 шт.

Годовая экономия (-) или превышение (+) по технологической себестоимости,  $\Delta C$  рассчитывается по формуле:

$$\Delta C = C_{m1} - C_{m2} \quad (60)$$

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

$$\Delta C = 21709440 - 18918690 = 2790750 \text{ руб.}$$

Стоимость изготовления по базовому варианту дороже чем по проектируемому варианту.

Прибыль от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, ( $\Pi$ ), руб. рассчитываем по формуле (61):

$$\Pi = B - C_n \quad (61)$$

где  $B$  – выручка от реализации продукции, руб.;

$C_n$  – полная себестоимость, руб.

Рассчитаем отпускную цену металлоизделия по формуле (62):

$$Ц = C_n \cdot K_p \quad (62)$$

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

$K_p$  – среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции.

Среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции,  $K_p$  определяющий среднеотраслевую норму доходности продукции и учитывающий изменение качества металлоизделия (надежность, долговечность) в эксплуатации принимаем равным соответственно в базовом варианте – 1,2; в проектируемом варианте – 1,5.

$$Ц_1 = 22670,84 \cdot 1,2 = 27205 \text{ руб.}$$

$$Ц_2 = 19368,72 \cdot 1,5 = 29053 \text{ руб.}$$

Растет выручки от реализации годового объема металлоизделий, ( $B$ ) по формуле (63):

$$B = Ц \cdot N \quad (63)$$

где  $Ц$  – отпускная цена металлоизделия, руб.;

$N$  – годовой объем выпуска металлоизделий, шт.

$$B_1 = 27205 \cdot 1000 = 27205000 \text{ руб.}$$

$$B_2 = 29053 \cdot 1000 = 29053000 \text{ руб.}$$















Таблица 22 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением»

<i>Характеристики</i>	Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом (4 - 5-й разряд)	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
<i>Трудовая функция</i>	Ручная дуговая сварка (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом (РД) сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками	Выполнение полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов
Трудовые действия:	<p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для РД, настройка сварочного оборудования для РД с учетом особенностей его специализированных функций (возможностей);</p> <p>Выполнение РД сложных и ответственных конструкций с применением специализированных функций (возможностей) сварочного оборудования;</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента сваренных РД сложных и ответственных конструкций на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке;</p> <p>Исправление дефектов РД сваркой.</p>	<p>Изучение производственного задания, конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Подготовка рабочего места и средств индивидуальной защиты. Подготовка сварочных и свариваемых материалов к сварке.</p> <p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования.</p> <p>Сборка конструкции под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки.</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента подготовленной под сварку конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением.</p> <p>Извлечение сварной конструкции из сборочных приспособлений и технологической оснастки.</p>

Продолжение таблицы 22

1	2	3
		<p>Контроль с применением измерительного инструмента сварной конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации. Исправление дефектов сварных соединений, обнаруженных в результате контроля. Контроль исправления дефектов сварных соединений.</p>
<p>Необходимые умения:</p>	<p>Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для РД, настраивать сварочное оборудование для РД с учетом его специализированных функций (возможностей); Владеть техникой РД сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва. Владеть техникой дуговой резки металла; Контролировать с применением измерительного инструмента сваренные РД сложные и ответственные конструкции на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке; Исправлять дефекты РД сваркой.</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. Пользоваться техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов. Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительном качестве сварного соединения. Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации. Исправлять выявленные дефекты сварных соединений</p>

Продолжение таблицы 22

1	2	3
<p>Необходимые знания:</p>	<p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для РД;            Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых РД;            Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых РД;            Сварочные (наплавочные) материалы для РД сложных и ответственных конструкций;            Техника и технология РД сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва;            Методы контроля и испытаний сложных и ответственных конструкций;            Порядок исправления дефектов сварных швов</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением, и обозначение их на чертежах. Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов. Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением. Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением. Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением. Требования к сборке конструкции под сварку Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением. Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения. Правила технической эксплуатации электроустановок Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Правила эксплуатации газовых баллонов. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.</p>



– Пользоваться техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов.

Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительном качестве сварного соединения.

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 по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»**

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для переподготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическое обучение при переподготовке рабочих содержит экономический, общепромышленный и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации 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.

					ДП 44.03.04.950 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77









Продолжение таблицы 25

1	2	3
<p>Изложение нового материала 30 минут</p>	<p>Автоматы для дуговой сварки плавящимся электродом осуществляют зажигание дуги, подачу электродной проволоки, флюса или защитного газа в зону дуги, управление процессом сварки в рабочем режиме, перемещение сварочного аппарата и окончание процесса сварки. Автоматы конструктивно выполнены с учетом быстрого реагирования на колебания напряжения питающей электрической сети, изменение скорости подачи электродной проволоки и т. п.</p> <p>Автоматы для дуговой сварки плавящимся электродом классифицируют по следующим признакам:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Способу защиты зоны дуги (автоматы для сварки: Ф - под флюсом, Г - в защитных газах, ФГ - в защитных газах и под флюсом);</li> <li>• Роду применяемого сварочного тока (для сварки постоянным, переменным, переменным и постоянным током);</li> <li>• Способу охлаждения (с естественным охлаждением токопроводящей части сварочной головки и сопла, с принудительным охлаждением — водяным или газовым);</li> <li>• Способу регулирования скорости подачи электродной проволоки (с плавным регулированием, с плавно-ступенчатым, со ступенчатым);</li> <li>• Способу регулирования скорости сварки (с плавным, плавно-ступенчатым и ступенчатым регулированием);</li> <li>• Способу подачи электродной проволоки (с независимой и с зависимой от напряжения на дуге подачей);</li> <li>• Конструктивному выполнению (сварочные тракторы, самоходные и подвесные сварочные головки, установки для механизированной сварки).</li> </ul> <p>В состав сварочной установки, станка (стана) входят: сварочный аппарат, источник питания, аппаратура управления и регулирования процесса сварки, механизмы (устройства) для крепления и передвижения в заданном направлении сварочных аппаратов, для установки, крепления, перемещения и изменения ориентации свариваемого изделия, а также вспомогательное оборудование.</p> <p><b>Сварочная каретка</b> — это устройство с приводом перемещения, на котором устанавливается <b>сварочная</b> горелка. Данное оборудование движется по траектории сварного стыка.</p> <p>Сварочная каретка представляет собой механическое устройство для механизации процесса сварки в среде защитных газов.</p>	<p>Прошу обучаемых записать определение, что называют сварочным автоматом и его назначение.</p> <p>Рассказываю об автоматической сварке.</p> <p>Записываем основные моменты. Прерываю свою речь, потом повторяю.</p>

Продолжение таблицы 25

1	2	3
	<p>Главным преимуществом сварочной каретки является ее мобильность, малые размеры (в отличие от автоматических тракторов), возможность устанавливать амплитуду колебательных движений гусака (если это нужно), так же каретка может перемещаться во всех пространственных положениях с помощью дополнительных направляющих и магнитных колес.</p> <p>Сварочная каретка состоит из блока управления, который представляет собой металлическую коробочку, в которой находится электронная «начинка», на лицевой части коробочки есть дисплей, который показывает скорость движения каретки, сварочный ток, напряжение, вид колебательного движения, также на лицевой панели есть тумблеры включения режима непрерывной и прерывистой сварки, кнопка пуск, переключение направления движения.</p> <div data-bbox="598 929 890 1388" data-label="Image"> </div> <p>Плакат –Сварочная каретка</p> <p>У каретки есть основа, на которой закреплены магнитные колеса и мотор которым каретка приводится в движение, так же есть ручка, с помощью которой каретку можно удобно переносить в руках.</p> <p>Так как она легкая и ее можно быстро перенести и перенастроить для другого изделия и сварочного соединения, это незаменимое приспособления для механизированной сварки на производстве, которое стремится к высокой производительности и качеству своих изделий. Магнитными колесами оснащены каретки всех видов и моделей, от самых простых, для непрерывистых горизонтальных швов, без блока колебательных движений гусака до самых продвинутых кареток, которые способны производить как прерывистые, так и не прерывистые сварные швы в</p>	<p>Обращаю внимание обучаемых на плакат.</p> <p>Обучаемые внимательно рассматривают сварочную каретку на плакате.</p> <p>Рассказываю и показываю сварочную каретку, при этом использую плакат.</p>

Продолжение таблицы 25

1	2	3
	<p>любых пространственных положениях, в комплект которых входит блок колебательного движения гусака. Нужно заметить, что со всеми каретками используются только прямые гусаки, так разработано крепление гусака на каретке, так как при изогнутом гусаке во время колебательных движений или при перемещении каретки вдоль сварного шва может быть нарушено направление сварки. Сварочная горелка должна быть совместима с кареткой так как она подключается специальными разъемами, чтобы блок управления кареткой, мог считывать информацию от источника питания и корректировать показания сварочного тока во время сварки, а так же скорость подачи проволоки и напряжение на сварочной дуге.</p> <p><b>Порядок работы сварочной каретки следующий:</b> включают сварочный инвертор и блок управления кареткой; прежде всего, нужно проверить правильность подключения сварочной горелки к инвертору и к каретке, убедившись, что все разъемы подключены правильно, после чего, установив горелку в каретку, включить деморежим, чтобы убедиться в совместимости каретки и сварочной горелки. Адаптация происходит автоматически с помощью блока управления кареткой, тем самым убеждаемся, что все подключено правильно. Затем настраиваем нужный режим сварки на инверторном аппарате, настраиваем вылет проволоки, визуально производим осмотр сварного соединения (если на изделии есть брызги металла от прихваток или грязь удаляем их), устанавливаем сварочную каретку с закрепленной в ней горелкой на сварное соединение, убеждаемся что техника безопасности соблюдена, после чего запускаем каретку, нажимая на кнопку пуск.</p> <p>Таким образом, мы познакомились со сварочной кареткой, ее устройством и принципом действия, посмотрели правила ее настройки и работы. Если есть вопросы, прошу их задавать.</p>	<p>По ходу объяснения прошу записать составляющие сварочной каретки. Диктую объяснение составных частей. Обращаю внимание на скорость конспектирования. Прерываю свою речь, потом повторяю.</p> <p>Объясняю работу сварочной каретки. Показываю ролик о работе сварочной каретки.</p> <p>Наблюдаю, успевают ли обучаемые конспектировать.</p>

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе дипломного проекта на основании проведенного анализа конструкции изделия, его материалов был выбран способ сварки, разработан технологический процесс, выполнены расчеты режимов сварки и подобраны сварочные материалы и оборудование для изготовления элемента узла транспортирования пересыпного устройства.

Для сборки и сварки изделия была разработана установка для автоматизированной сборки и сварки.

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

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

Расчетная прибыль от внедрения новой технологии изготовления элемента узла транспортирования пересыпного устройства составил 5150120 руб., срок окупаемости – 1,1 года. Цели дипломного проектирования достигнуты.

					ДП 44.03.04.950 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85











## ПРИЛОЖЕНИЕ А

					ДП 44.03.04.950 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

