

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра металлургии, сварочного производства и методики профессионального  
обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой МСП  
\_\_\_\_\_ Б.Н.Гузанов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ РАБОЧЕГО КОЛЕСА  
ДЫМОСОСА**

Пояснительная записка к дипломному проекту  
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение  
(по отраслям)  
профиля Машиностроение и материалобработка  
профилизации Технологии и технологический менеджмент  
в сварочном производстве

Идентификационный код ВКР: 560

Исполнитель:  
студент группы ЗСМ-403С

И.Н. Налимов

Руководитель:  
доцент канд. тех. наук

Л.Т. Плаксина

Екатеринбург 2017

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 112 листов печатного текста, 15 иллюстраций, 32 таблицы, 66 формул, 36 использованных источников, 3 приложения на 6 листах.

Ключевые слова: РАБОЧЕЕ КОЛЕСО, ТЕХНОЛОГИЯ, СМЕСЬ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА, РОБОТ, ОХРАНА ТРУДА, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Цель проекта – разработка автоматического процесса сварки рабочего колеса дымососа предназначенного для создания вакуумметрического давления в топках сушильных аппаратов и отвода паров и газов.

Выполнено по проекту

1. Проведен анализ способов сварки, выбран способ
2. Разработан технологический процесс сборки и сварки рабочего колеса
3. Выполнен подбор оборудования
4. Произведены расчеты режимов сварки
5. Разработан план – конспект урока
6. Разработаны мероприятия по охране труда
7. Произведены расчеты экономической эффективности

Выполнены графические иллюстрации

Изделие – 1 лист формата А1

Детализировка изделия 3 листа формата А3, один лист формата А4

Технологический лист – 1 лист формата А1

Сборочный стенд – 1 лист формата А1

Стенд для сварки – 1 лист формата А1

Плакат «Роботизированный комплекс FANUC» - А1

ДП 44.03.04.560 ПЗ

					ДП 44.03.04.560 ПЗ			
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.				
Инв. № подл.	Разраб.	Налимов И.Н.			РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ РАБОЧЕГО КОЛЕСА ДЫМОСОСА	Лит.	Лист	Листов
	Провер.	Плаксина Л.Т.					2	
	Н. Контр.	Билалов Д.Х.						
	Утв.	Гузанов Б.Н.						

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. АНАЛИЗ ИЗДЕЛИЯ .....	8
1.1.1 Характеристика изделия.....	8
1.1.2 Характеристика материала изделия .....	11
1.1.3 Свариваемость материала.....	12
1.2 ВЫБОР СПОСОБА СВАРКИ И НАПЛАВКИ.....	15
1.2.1 Ручная дуговая сварка.....	15
1.2.2 Автоматическая сварка под слоем флюса .....	17
1.2.3 Автоматическая сварка в среде защитных газов .....	19
1.3 ОПИСАНИЕ И ВЫБОР СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	23
1.3.1 Материалы для сварки .....	23
3.2 Материалы для наплавки.....	24
1.4 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ.....	26
1.4.1 Оборудование для резки.....	26
1.4.2 Оборудование для сборки и сварки.....	29
1.4.3 Контроль качества.....	36
1.5 ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ, СВАРКИ И НАПЛАВКИ РАБОЧЕГО КОЛЕСА.....	38
1.5.1 Расчет режимов сварки и наплавки.....	38
1.5.2 Инструкционно - технологическая карта .....	49
2 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	54
2.1 Расчет полной себестоимости изготовления изделия .....	54
2.2 Расчет показателей сравнительной эффективности .....	73
3 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	79
3.1 Анализ квалификационных характеристик.....	79
3.2 Разработка учебного плана повышения квалификации.....	82
3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология» .....	83
3.4 План – конспект урока.....	84
4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА .....	93

Име. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. име. №	
Име. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

4.1 Безопасность труда.....	93
4.1.1 Характеристика условий труда.....	94
4.1.2 Условия труда.....	94
4.2 Экологическая безопасность.....	102
4.2.1 Глобальные экологические проблемы современности .....	102
4.2.2 Анализ связей технологического процесса с экологическими системам ..	103
4.2.3 Основные требования экологизации проекта .....	105
4.2.4 Основные характеристики технологического проекта .....	106
Заключение .....	110
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	111
Приложение А	
Приложение Б	
Приложение В	

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.560 ПЗ

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших показателей, определяющих спрос на проектируемый объект, является его качество. Обеспечение необходимого качества возможно при удовлетворении эксплуатационных требований, предъявляемых к деталям машин. Работоспособность и надежность детали обеспечиваются за счет выполнения следующих основных требований: прочности, жесткости и стойкости к различным воздействиям (износу, вибрации, температуре и др.). Выполнение требований прочности при статическом, циклическом и ударном нагружении должно исключить возможность разрушения, а также возникновения недопустимых остаточных деформаций. Требования жесткости к детали или контактной поверхности сводятся к ограничению возникающих под действием нагрузок деформаций, нарушающих работоспособность изделия, к недоступности потери общей устойчивости для длинных деталей, подвергающихся сжатию, и местной - у тонких элементов. Должна быть обеспечена износостойкость детали, которая существенно влияет на долговечность работы механизма. Достаточно, чтобы для каждой детали выполнялись не все перечисленные выше требования, а лишь те, которые связаны с ее эксплуатацией.

Требования по созданию долговечных машин можно удовлетворить не только разработкой современных конструктивных решений и применением новых высокопрочных материалов, но и путем изменений поверхностного слоя деталей машин. Процессом, нанесения слоя металла на поверхность заготовки или изделия посредством сварки плавлением называется наплавка.

При производстве рабочего колеса дымососа ДН 26×2-0,62 используется конструкционная углеродистая сталь обыкновенного качества с упрочнением высоконагруженных областей лопаток рабочего колеса.

Производство изделия осуществляется с помощью менее производительных и худших по условиям работы сварщиков способов сварки – полуавтоматическая сварка в среде защитных газов, а наплавка полуавтоматиче-

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

					Лист
					5

ской порошковой самозащитной наплавочной проволокой. Актуальным становится внедрение и замена этих способов на автоматическую сварку в среде защитных газов, что повлечет улучшение качества сварки и нанесения упрочняющего слоя, снижение трудоемкости процесса изготовления, повышение производительности труда улучшению экологичности процесса.

Производство рабочих колес осуществляется с помощью полуавтоматической сварки в среде защитных газов.

*Объектом* разработки является технология изготовления металлоконструкций.

*Предметом* разработки является процесс сборки, сварки и упрочнения рабочего колеса ДН 26×2-0,62.

*Целью* дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления рабочего колеса ДН 26×2-0,62.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления рабочих колес;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки рабочего колеса ДН 26×2-0,62;
- провести расчет экономического обоснования внедрения, автоматической сварки и наплавки в среде защитных газов;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки;
- рассмотреть вопросы безопасности и экологичности разработки.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления рабочих колес, включающий автоматическую

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам.име. №	Име.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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



# 1. АНАЛИЗ ИЗДЕЛИЯ

## 1.1.1 Характеристика изделия

Назначение и описание:

Дымосос — тягодутьевая машина (как правило, центробежного типа), которая служит для удаления дымовых газов — продуктов сгорания топлива. Предназначен для применения в теплоэнергетике (устанавливается после котла) или для противопожарных мероприятий.

Тягодутьевые машины позволяют обеспечить горение топлива вне зависимости от внешних условий, влияющих на тягу. Топки и другие элементы газовоздушного тракта топливопотребляющих установок можно сделать более компактными, отказаться от высоких труб (для паровозов и крупных энергетических котлов устроить естественную тягу достаточной силы было бы очень сложно). Рециркуляция газов, применяемая в современных установках, без специальной машины была бы невозможна. Работа некоторых типов горелок невозможна без принудительной подачи воздуха под давлением (нагнетатель может быть встроен в горелку); принудительное дутьё позволяет распределить подачу воздуха по зонам горения оптимально, без него немислимо сжигание в кипящем слое.

В небольших установках (бытовых печах, маломощных котлах на жидком и газообразном топливе или со слоевым сжиганием твёрдого топлива) применение тягодутьевых машин может быть неоправданно — они усложняют конструкцию и требуют энергии (как правило, электрической) для своей работы.

Вентиляторы перемещают воздух, забираемый в установку снаружи.

Дымососы работают над продуктами сгорания, удаляемыми из установки. Также в некоторых котлах на газообразном и жидком топливе есть специальные дымососы, возвращающие часть дымовых газов в топку для подавления окислов азота.

Внешне дымосос можно отличить от вентилятора по наличию на нём теплоизоляции.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Чем меньше объём перекачиваемой среды, тем меньше работа машины, а объём газов зависит от температуры. Поэтому вентиляторы стремятся поставить перед любыми устройствами подогрева воздуха (кроме необходимых для предотвращения обмерзания машины), а дымосос — после всех поверхностей нагрева, отбирающих теплоту от газов. Поскольку уходящие газы, как правило, значительно теплее воздуха, а их массовый и молярный расход больше, дымососы требуют большей энергии на привод, чем вентиляторы, на одной и той же технологической установке.

Условия работы дымососов гораздо тяжелее, чем у вентиляторов, по причине коррозионной активности дымовых газов, содержания в них абразивных золовых частиц, проскакивающих через улавливатели (для твердотопливных котлов), высоких температур, его износ часто происходит очень быстро. Проще было бы для создания принудительного движения газов обойтись только вентиляторами. Однако, если тяга трубы не позволяет поддерживать по всему газовому тракту давление ниже наружного (котёл с наддувом), для предотвращения утечек газов в котельное помещение при этом требуется делать топку и тракт газоплотными (герметичными). Крупные установки работают, как правило, с уравновешенной тягой — совместная работа вентиляторов и дымососов поддерживает в топке давление около атмосферного, в воздушном тракте наддув и в газовом тракте разрежение. Газовый тракт всё равно при этом стремятся сделать по возможности газоплотным, поскольку присасываемый воздух создаёт дополнительную нагрузку на дымососы.

Рабочее колесо устанавливается в корпус дымососа.

Центробежные дымососы двухстороннего всасывания, предназначены для отсасывания дымовых газов из топок паровых стационарных котлов паропроизводительностью до 480 т/ч. Максимально допустимая температура перемещаемых дымовых газов на входе в дымососы +250 °С. Тип лопаток рабочего колеса — листовые, назад загнутые. Дымососы выпускаются левого и правого направления вращения.  $n - 750$  об/мин.

Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Рабочее колесо дымососа ДН-26х2-0,62 состоит из крыльчатки и ступицы. Крыльчатка представляет собой сварную конструкцию, состоящую из 32 листовых назад загнутых лопаток (16Х2), расположенных между основным (коренным) и двумя коническими (покрывающими) дисками. Ступица, выполненная из стального литья, прикрепляется к основному диску крыльчатки болтовым соединением, что обеспечивает возможность демонтажа крыльчатки с вала вместе со ступицей или без нее. На валу ходовой части ступица крепится двумя разрезными коническими втулками, закрепляемыми шпильками, расположенными на обоих торцах ступицы.

Изготавливается из СтЗсп, с наплавкой рабочих частей лопаток.



Рисунок 1 - Ротор дымососа ДН 26×2-0.62

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

ДП 44.03.04.560 ПЗ

### 1.1.2 Характеристика материала изделия

Изделие изготавливается из углеродистой стали обыкновенного качества Ст3сп.

Применение: несущие элементы сварных и несварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах, арматура класса Ат400С

Свариваемость – без ограничений.

Таблица 1 - Химический состав в % материала Ст3сп ГОСТ 380 - 2005

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

Таблица 2 - Механические свойства при T=20°C материала Ст3сп.

Сортамент	Размер	Напр.	$s_B$	$s_T$	$d_5$	$y$	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м <sup>2</sup>	-
Лист толстый, ГОСТ 14637-89			370-480	205-245	23-26			
Арматура, ГОСТ 5781-82			373	235	25			
Катанка, ГОСТ 30136-95			490-540			60		

$s_B$  - Предел кратковременной прочности , [МПа]

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

$d_5$  - Относительное удлинение при разрыве , [ % ]

$y$  - Относительное сужение , [ % ]

KCU- Ударная вязкость , [ кДж / м<sup>2</sup> ]

НВ - Твердость по Бринеллю , [МПа]

Инд. № дубл.	Инд. № дубл.	Инд. № дубл.	Инд. № дубл.	Инд. № дубл.
Инд. № дубл.	Инд. № дубл.	Инд. № дубл.	Инд. № дубл.	Инд. № дубл.
Инд. № дубл.	Инд. № дубл.	Инд. № дубл.	Инд. № дубл.	Инд. № дубл.
Инд. № дубл.	Инд. № дубл.	Инд. № дубл.	Инд. № дубл.	Инд. № дубл.
Инд. № дубл.	Инд. № дубл.	Инд. № дубл.	Инд. № дубл.	Инд. № дубл.

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

ДП 44.03.04.560 ПЗ



Таблица 3 - Классификация сталей по свариваемости

Группа сталей	Свариваемость	Эквивалент $C_s, \%$	Технологические меры			
			подогрев		термообработка	
			перед сваркой	во время сварки	перед сваркой	после сварки
1	Хорошая	< 0,25	-	-	-	Желательна
2	Удовлетворит.	0,25 - 0,35	Необходим	-	Желательна	Необходима
3	Ограниченная	0,35 - 0,45	Необходим	Желателен	Необходима	Необходима
4	Плохая	> 0,45	Необходим	Необходим	Необходима	Необходима

Стали первой группы имеют  $C_s \leq 0,25\%$ , хорошо свариваются без образования закалочных структур и трещин в широком диапазоне режимов, толщин и конструктивных форм. Удовлетворительно свариваемые стали ( $C_s = 0,25 \dots 0,35\%$ ) не склонны к образованию холодных трещин при правильном выборе режимов сварки, однако в ряде случаев требуется подогрев. Ограниченно свариваемые стали ( $C_s = 0,36 \dots 0,45\%$ ) склонны к образованию трещин. Возможность регулирования сопротивляемости образованию трещин этих сталей за счет изменений режимов сварки ограничена, требуется подогрев. Плохо свариваемые стали  $C_s > 0,45\%$  весьма склонны к закалке и холодным трещинам, при сварке требуется подогрев, выполнение специальных технологических приемов, после сварки необходима термическая обработка.

Высоколегированные аустенитные стали и сплавы, низколегированные стали с повышенным содержанием серы и фосфора обнаруживают при сварке высокую склонность к образованию горячих трещин. При дуговых способах сварки сопротивление образованию горячих трещин можно охарактеризовать показателем HCS, который рассчитывают по процентному содержанию основных компонентов:

$$HCS = \frac{C \left( S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100} \right) \cdot 10^3}{3Mn + Cr + Mo + V} \quad (1)$$

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

Если  $HCS < 4$ , горячие трещины не образуются. При сварке высокопрочных сталей большой толщины необходимо, чтобы показатель  $HCS$  не превышал 1,6...2.

$$C_3 = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/13 \quad (2)$$

$$C_3 = 0,22 + 0,65/6 + 0,3/5 + (0,008 + 0,3)/13 = 0,41$$

В зависимости от марки основного металла и условий эксплуатации конструкции изменяется и совокупность показателей, определяющих понятие свариваемости. Так, под хорошей свариваемостью низкоуглеродистой стали, предназначенной для изготовления конструкций, работающих при статических нагрузках, понимают возможность при обычной технологии получить сварное соединение, равнопрочное с основным металлом, без трещин в металле шва и без снижения пластичности в околошовной зоне. Металл шва и околошовной зоны в рассматриваемом случае должен быть стойким против перехода в хрупкое состояние при температуре эксплуатации конструкций и при концентрации напряжений, обусловленной формой узла.

Инв. № подл.					Подп. и дата	
						Инв. № дубл.
						Взам. инв. №
				Подп. и дата		
				Подп. и дата		
				Инв. № подл.	Подп. и дата	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.560 ПЗ	Лист
						14

## 1.2 ВЫБОР СПОСОБА СВАРКИ И НАПЛАВКИ

### 1.2.1 Ручная дуговая сварка

Область применения ручной дуговой сварки широка: метод используется во всех отраслях промышленности для различного рода конструкций из черных и частично цветных металлов.

При ручной дуговой сварке покрытыми металлическими электродами, сварочная дуга горит с электрода на изделие, оплавляя кромки свариваемого изделия и расплавляя металл электродного стержня и покрытие электрода. Кристаллизация основного металла и металла электродного стержня образует сварной шов.



Рисунок 2 – Схема ручная дуговая сварка

Электрод состоит из электродного стержня и электродного покрытия (см. рисунок 2.1). Электродный стержень – сварочная проволока; электродное покрытие – многокомпонентная смесь металлов и их оксидов.

Перед зажиганием (возбуждением) дуги следует установить необходимую силу сварочного тока, которая зависит от марки электрода, типа сварного соединения, положения шва в пространстве и др.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Зажигание (возбуждение) производится двумя способами. При первом способе электрод подводят перпендикулярно к месту начала сварки и после сравнительно легкого прикосновения к изделию отводят верх на расстояние 25 мм. Второй способ напоминает процесс, зажигая спички. При обрыве дуги повторное зажигание ее осуществляется впереди кратера на основном металле с возвратом к наплавленному металлу для вывода на поверхность загрязнений, скопившихся в кратере. После этого сварку ведут в нужном направлении.

Ручная дуговая сварка металлическим покрытым (плавящимся) электродом, отличаясь высокой универсальностью и значительной мобильностью, обусловившими преимущественное использование ее в строительстве, имеет ряд технологических особенностей.

Способ позволяет без замены сварочного инструмента и оборудования (при надлежащем сварочном режиме) выполнять швы различных типов, сечения и назначения, а также вести сварку в любом пространственном положении и в труднодоступных местах.

Преимущества ручной дуговой сварки:

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

Недостатки ручной дуговой сварки:

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

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата





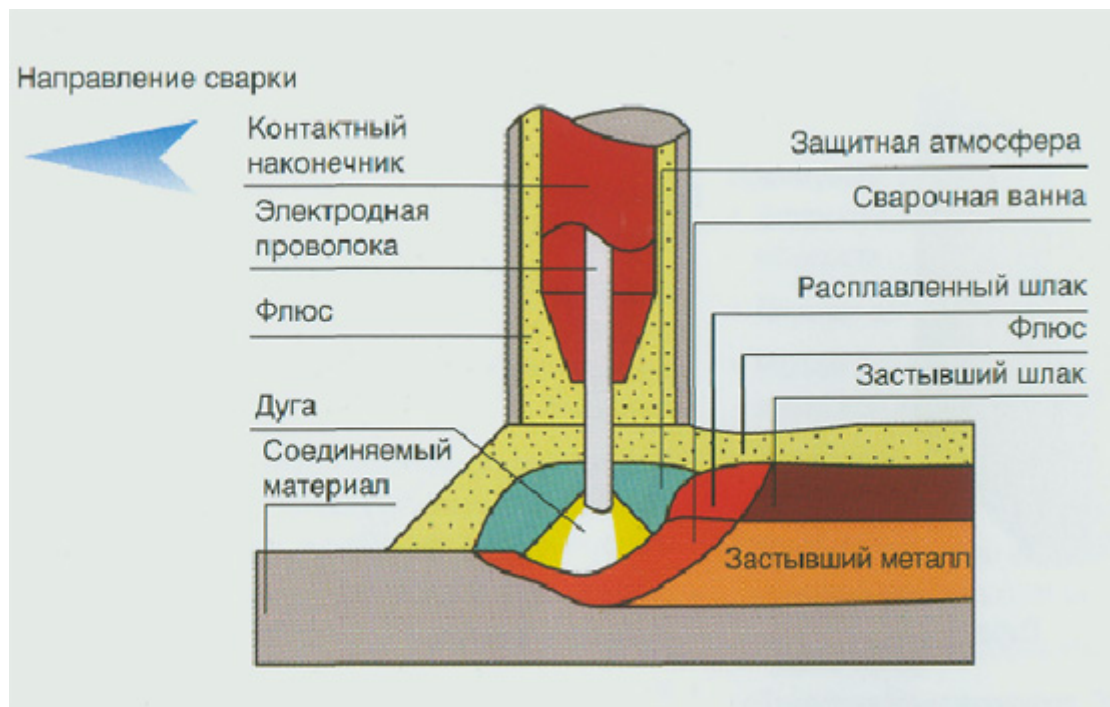


Рисунок 2.2 – Схема автоматической сварки под слоем флюса

#### ДОСТОИНСТВА СПОСОБА:

- Повышенная производительность;
- Минимальные потери электродного металла (не более 2%);
- Отсутствие брызг;
- Максимально надёжная защита зоны сварки;
- Минимальная чувствительность к образованию оксидов;
- Мелкочешуйчатая поверхность металла шва в связи с высокой стабильностью процесса горения дуги;
- Не требуется защитных приспособлений от светового излучения, поскольку дуга горит под слоем флюса;
- Низкая скорость охлаждения металла обеспечивает высокие показатели механических свойств металла шва;
- Малые затраты на подготовку кадров;
- Отсутствует влияния субъективного фактора.

Иев. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Иев. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

### НЕДОСТАТКИ СПОСОБА:

- Трудозатраты с производством, хранением и подготовкой сварочных флюсов;
- Трудности корректировки положения дуги относительно кромок свариваемого изделия;
- Неблагоприятное воздействие на оператора;
- Нет возможности выполнять сварку во всех пространственных положениях без специального оборудования.

### ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ:

- Сварка в цеховых и монтажных условиях
- Сварка металлов от 1,5 до 150 мм и более;
- Сварка всех металлов и сплавов, разнородных металлов.

### 1.2.3 Автоматическая сварка в среде защитных газов

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

Сварка в защитных газах (СЗГ) — общее название разновидностей дуговой сварки, осуществляемой с вдуванием через сопло горелки в зону дуги струи защитного газа. В качестве защитных применяют: инертные (Ar, He), активные (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>). А так же смеси Ar (82%)+CO<sub>2</sub>(18%) и др.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

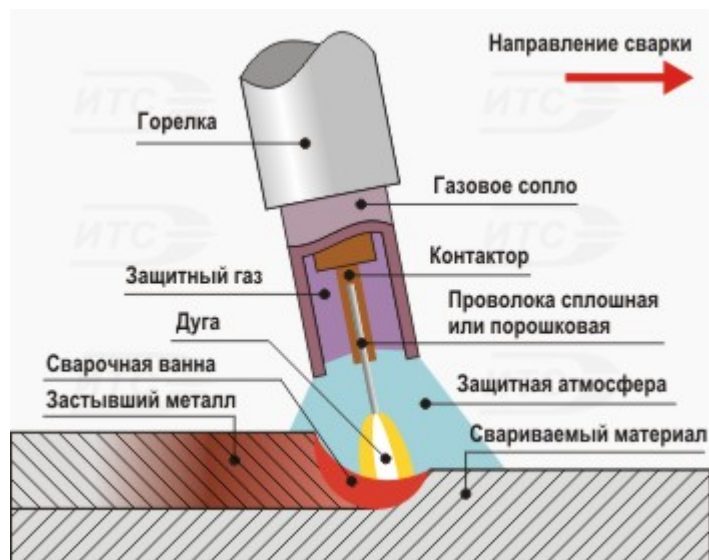


Рисунок 2.3 – Схема механизированной сварки в среде защитных газов

При сварке плавящимся электродом в защитном газе (рисунок 2.3) в зону дуги, горящей между плавящимся электродом (сварочной проволокой) и изделием через сопло подаётся защитный газ, защищающий металл сварочной ванны, капли электродного металла и закристаллизовавшийся металл от воздействия активных газов атмосферы. Теплотой дуги расплавляются кромки свариваемого изделия и электродная (сварочная) проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов.

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

В некоторых случаях для сварки используют неплавящийся угольный или графитовый электрод. Этот способ применяют при сварке бортовых соединений из низкоуглеродистых сталей толщиной 0,3-2,0 мм (например, канистр, корпусов конденсаторов и т. д.). Так как сварку выполняют без присадки, содержание

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

кремния и марганца в металле шва невелико. В результате прочность соединения составляет 50-70% прочности основного металла.

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

Структура и свойства металла швов и околошовной зоны на низкоуглеродистых и низколегированных сталях зависят от использованной электродной проволоки, состава и свойств основного металла и режима сварки (термического цикла сварки, доли участия основного металла в формировании шва и формы шва). Влияние этих условий и технологические рекомендации примерно такие же, как и при ручной дуговой сварке и сварке под флюсом.

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

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

Преимущества способа:

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

Ине. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Ине. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

### ВЫВОД

Для изготовления изделия рабочее колесо дымососа, применим автоматическую сварку в среде защитных газов. Это обуславливается тем, что этот вид сварки более производителен чем ручная дуговая сварка, а так же возможность работ в любом пространственном положении в отличии от автоматической сварки под слоем флюса, без применения дорогостоящей оснастки.

Наплавка производится тем же способом, что и сварка. Так как способ позволяет наплавлять в труднодоступных местах и не требует дополнительных затрат.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.560 ПЗ



б) сварочная проволока Св-08Г2С:

Омедненная сварочная проволока СВ08Г2С (Св-08Г2С) разработана для сварки при силе тока до 600 А. Лучшим вариантом газовой смеси для нее считается смесь аргона и углекислого газа. Сварочная проволока для полуавтоматов Св-08Г2С применяется во многих отраслях промышленности: в машиностроении, подъемно-транспортном машиностроении, судостроении и др.

Проволока СВ-08Г2С изготавливается в соответствии с требованиями ГОСТ 2246-70, что обеспечивает стабильные характеристики. Производство проволоки Св-08Г2С происходит из высококачественных материалов с применением самых современных технологий, что позволяет поддерживать отменное качество и постоянство состава.

Стабильное горение дуги обеспечивается низким содержанием примесей, благодаря чему улучшаются характеристики шва и слабое разбрызгивание. Сварочная проволока Св-08Г2С поставляется в катушках с рядной намоткой. Рядная намотка благоприятно влияет на срок службы сварочных аппаратов.

Таблица 3.1 – Химический состав Св-08Г2С в %

марка	углерод	марганец	кремний	сера	фосфор
Св-08Г2С	0,06	1,8	0,88	0,012	0,01

Таблица 3.2 – Прочностные характеристики Св-08Г2С

Защитный газ	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, КСU/см <sup>2</sup>
СО <sub>2</sub>	540	440	29	200
82% Ar + 18% СО <sub>2</sub>	550	422	29	200

### 3.2 Материалы для наплавки

Для наплавки на рабочую поверхность лопатки применим, механизированную сварку в среде защитных газов стальной проволокой сплошного сечения. Такой

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



способ не требует дополнительных затрат на оборудование, наплавка может выполняться в труднодоступных местах, хорошая видимость во время наплавки, а так же возможность восстановления изношенных деталей.

Наплавляемый материал Нп – 40Х3Г2МФ по ГОСТ 10543 – 82 диаметром 1.2 мм. Проволока предназначена для деталей испытывающих удары и абразивный износ.

Таблица 3.1 – Химический состав Нп-40Х3Г2МФ по ГОСТ 10543-82

наименование	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V
не менее (%)	0.35	0.4	1.3			3.3	0.3		0.1
не более (%)	0.45	0.7	1.8	0.04	0.04	3.8	0.5	0.4	0.2

Таблица 3.2 – Механические свойства Нп-40Х3Г2МФ по ГОСТ 10543-82

Проволока, мм	свойство	Не менее	Не более
0,3 – 0,8	Твердость HRC	38	44

В качестве защиты от атмосферного воздействия используем смесь защитных газов К.-18

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.560 ПЗ	Лист
						25

## 1.4 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ

### 1.4.1 Оборудование для резки

Основное используемое оборудование при изготовлении рабочего колеса ДН 26×2-0.62:

Для изготовления заготовок деталей – коренной диск, покрывной диск, лопатка и лабиринтное кольцо используется станок плазменной резки ШКВАЛ 2П с двумя рабочими суппортами, которые могут работать одновременно и по отдельности.



Рисунок 4.1 – Станок плазменной резки ШКВАЛ 2П

Таблица 4.1 – Технические характеристики ШКВАЛ 2П

Размер рабочей зоны стола, мм	2000×6000
Вертикальный ход перемещения резака, мм	270
Точность резки, мм	± 0,3
Точность позиционирования, мм	± 0,1
Скорость холостого перемещения портала, мм/мин	До 20000
Количество суппортов, шт	2

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

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

ДП 44.03.04.560 ПЗ

Лист  
26

В комплектацию станка «Шквал 2П» входит источник плазмы Hypertherm MAX PRO 200. Резка практически без образования окалины: низкоуглеродистая сталь - 20 мм, толщина промышленного прожига: низкоуглеродистая сталь - 32 мм, отрезная резка : низкоуглеродистая сталь - 75 мм, резка со скосом: расходные детали на 200 А поддерживают резку со скосом под углом 45°.

Таблица 4.2 - Технические характеристики Hypertherm MAX PRO 200

Значения входного напряжения	200/208 В перем. тока, 3-ф., 50 Гц, 108/104 А 220 В перем. тока, 3-ф., 50-60 Гц, 98 А 240 В перем. тока, 3-ф., 60 Гц, 90 А 380 В перем. тока, 3-ф., 50 Гц, 57 А 400 В перем. тока, СЕ, 3-ф., 50-60 Гц, 54 А 415 В перем. тока, СЕ, 3-ф., 50 Гц, 52 А 440 В перем. тока, 3-ф., 50-60 Гц, 49 А 480 В перем. тока, 3-ф., 60 Гц, 45 А 600 В перем. тока, 3-ф., 60 Гц, 36 А
Выходное напряжение	50-165 В пост. тока
Максимальный выходной ток	200А
Номинальный рабочий цикл	100 % при 33 кВт, 40 °С
Коэффициент мощности	0,98 при выходной мощности 33 кВт
Максимальное напряжение холостого хода, В	360 пост. тока
Размеры, см в×ш×д	102×69×105
Вес, кг	335
Источник газа Плазмообразующий газ Защитный газ Давление газа	Воздух, O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> Воздух, N <sub>2</sub> 6,2 +/- 0,7 бар

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 4.3 – Режимы резки рекомендованные производителем.

материал	Ток (А)	Толщина (мм)	Приблизительная скорость резки (мм/мин)
Воздух плазмообразующий. Воздух защитный. Низкоуглеродистая сталь.	200	6	4885
		12	2794
		20	1415
		25	940
		32	630
		50	215



Рисунок 4.2 - Источник плазмы Hypertherm MAX PRO 200

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

## 1.4.2 Оборудование для сборки и сварки

Для сборки рабочего колеса потребуются:

Разметочный штангенциркуль 1500 мм.

Разметочный штангенциркуль 500 мм.

Угольник слесарный с широким основанием, 90°

Керно

Молоток

Рулетка

Прижимы

Для выполнения прихваток оборудование, то же что и на сварку. Дополнительного оборудования (кондуктор, приспособление) для сборки не требуется.

Для подготовки металла к сварке используется кромкорез с автоматической подачей UZ 15 NKO MACHINES.

UZ 15 мобильный, компактный и максимально мощный агрегат для снятия фаски под сварку, с шириной до 15 мм и углом фаски с плавной регулировкой от 15° до 50°.

Обработка осуществляется путем скалывания материала, благодаря чему машина отличается плавностью хода и низким уровнем шума.

Таблица 4.4 – Технические характеристики UZ 15 NKO MACHINES

Вид обработки	кромкоскалывание
Толщина листа, мм	6 - 40
Глубина обработки, мм	до 15
Углы обработки, °	15 - 50
Скорость снятия фаски, м/мин	до 3.5
Подача	автоматическая
Мощность привода фрезы, Вт	1500
Напряжение питания, В	380
Вес, кг	94

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

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



Рисунок 4.3 – Кромкорез UZ 15 NKO MACHINES

Оборудование для сварки и наплавки

Для сварки и наплавки используются Роботизированный технологический комплекс FANUC ARC Mate 100iC со сварочным комплексом LORCH S-RobotMIG.

Роботы серии Arc Mate могут быть размещены на потолке или стене сварочной ячейки. Это позволит сэкономить место в производственном помещении, облегчить доступ к оснастке и максимально использовать доступную рабочую зону робота.

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

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



Окончание таблицы 4.5

Масса	
Источник питания, кг	97,3
Закрытый блок подачи, кг	20,2
Открытый блок подачи, кг	15,8



Рисунок 4.6 - Роботизированный технологический комплекс FANUC ARC Mate 100iC с MIG сваркой.

Таблица 4.6 – Технические характеристики FANUC ARC Mate 100iC

Количество управляемых осей (J1, J2, J3, J4, J5, J6)		6
Установка		В любых положениях
Угол поворота, град	J1	360
	J2	225
	J3	440
	J4	720
	J5	250
	J6	720
Угловая скорость, град/сек	J1	175
	J2	175

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	

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

ДП 44.03.04.560 ПЗ



Окончание таблицы 4.6

	J3	175
	J4	250
	J5	250
	J6	355
Грузоподъемность на кисти, кг		50
Повторяемость, мм		±0,07

Так же для сварки коренных дисков используется магнитная сварочная каретка с блоком колебаний горелки TRAC WL PRO OSCILLATOR ADD-ON, LORCH.

Портативная сварочная каретка для высококачественной сварки продолжительных прямых и изогнутых вертикальных и горизонтальных швов (с функцией осциллятора)

- 4-роликовый полноприводной механизм перемещения
- легкая и гибкая возможность регулировки положения горелки в трех плоскостях
- возможность сварки на вогнутых и выпуклых поверхностях
- возможность сварки двумя горелками одновременно
- легкое соединение со сварочным аппаратом
- возможность сохранения в памяти до 40 сварочных задач
- возможность легкой настройки таких параметров, как общая длина швов, длина одного шва, расстояние между швами
- надежный алюминиевый корпус
- версия TRAC WL PRO OSCILLATOR ADD-ON с блоком линейных колебаний горелки

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Рисунок 4.7 – Сварочная каретка TRAC WL PRO OSCILLATOR ADD-ON

Таблица 4.7 – Технические характеристики сварочной каретки

Параметры питания	230В/50-60Гц
Положение сварки	Вертикальное/горизонтальное
Клиренс	5 мм
Контроль траектории	Два роликовых направляющих
Пространственная регулировка горелки	Вверх-вниз 35 мм
	Влево-вправо 35 мм
Регулировка направляющих	75 мм

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Установка для сварки и наплавки.

Установка состоит из вращателя и рамы вращателя.



Рисунок 4.8 - сварочный вращатель ProArc PT-5000

Таблица 4.7 - Технические характеристики ProArc PT-5000

Мощность электродвигателя привода вращения, кВт	2,24
Мощность электродвигателя привода наклона, кВт	1,5
Габаритный размер (А), мм	2010
Габаритный размер (В), мм	1400
Габаритный размер (С), мм	1200
Высота от уровня пола до оси вращения шпинделя при ее горизонтальном положении, мм	1040
Грузоподъемность, кг	5000
Диаметр планшайбы, мм	1200
Диаметр отверстия в планшайбе, мм	40
Т-образный паз под размер болта, мм	M24
Угол наклона, °	0 - 135

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

ДП 44.03.04.560 ПЗ

Лист

35

Окончание таблицы 4.7

Скорость наклона (до 135°), с	65
Частота вращения планшайбы, об/мин	0,4 - 0,8
Вес, кг	2800



Рисунок 4.8 - Стенд для сварки рабочих колес

### 1.4.3 Контроль качества

Во время изготовления изделия применяется следующие методы контроля:

1) предварительный контроль – включает в себя проверку качества подготовленных кромок, так же сборку свариваемых деталей. Контроль осуществляется внешним осмотром с применением измерительного инструмента и шаблонов.

2) текущий контроль – ведут непосредственно во время сварки, проверяют соблюдение режимов сварки, зачистку промежуточных швов, заварку кратеров и др.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам.име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

3) окончательный контроль – проверяют готовое изделие, внешним осмотром, а так же капиллярным методом для выявления подрезов, трещин и других дефектов.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.560 ПЗ	Лист
	Ине. № дубл.										37
Взам. инв. №											
Подп. и дата											
Инв. № дубл.											
Подп. и дата											

## 1.5 ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ, СВАРКИ И НАПЛАВКИ РАБОЧЕГО КОЛЕСА

### 1.5.1 Расчет режимов сварки и наплавки

Сварные соединения изделия ДН 26×2-0,62:

- для сварки коренного диска ГОСТ 14771-76 С8
- для сварки покрывного диска ГОСТ 14771-76 С17
- для сварки лопаток ГОСТ 14771-76 Т1
- для сварки лабиринтного кольца и покрывного диска ГОСТ 14771-76

С15

Расчет сварного соединения ГОСТ 14771-76 С8:

Шов располагается с лицевой и с обратной стороны, что обеспечит равномерность нагрева, и уменьшение количества наплавляемого металла в соединении – по сравнению с двухсторонним скосом кромок.

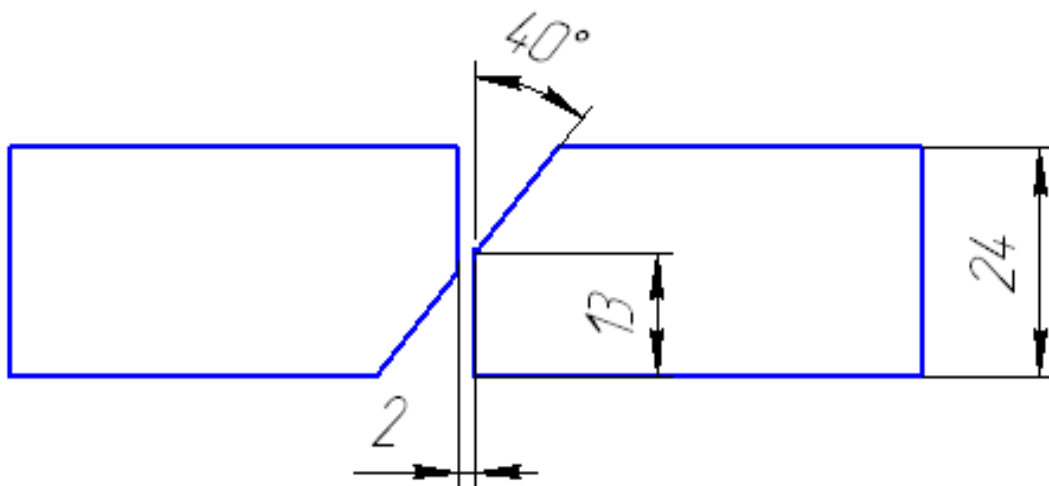


Рисунок 5.1 – Эскиз соединения на коренном диске  
Рассчитаем количество наплавленного металла  $F_n$ :

$$F_n = Sb + 0.5(S-c)^2 \operatorname{tg} \alpha + 0.75eg \quad (5.1)$$

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

где,  $S$  – толщина металла, у нас шов с двух сторон поэтому берем половину от общей толщины металла, 12 мм

$b$  – зазор, 2 мм

$e$  – ширина шва, 18 мм

$g$  – высота шва, 1 мм

$\operatorname{tg}\alpha$  – тангенс угла скоса кромок,  $40^\circ$

$c$  – притупление, 1 мм

$$F_n = 12 \cdot 2 + 0.5(12-1)^2 \operatorname{tg} 40^\circ + 0.75 \cdot 18 \cdot 1 = 90 \text{ мм}^2$$

Рассчитаем глубину провара  $h_p$ :

$$h_p = 0.7S - 0.5b \quad (5.2)$$

где,  $S$  – толщина металла, 12 мм

$b$  – зазор, 2 мм

$$h_p = 0.7 \cdot 12 + 0.5 \cdot 2 = 9.4 \text{ мм}$$

Первый проход самый важный для уменьшения больших деформаций примем количество наплавленного металла треть от общего объема, так же на треть глубину проплавления.

$$F_n = F_1 + F_2 \quad (5.3)$$

$$F_1 = F_n / 3 \quad (5.4)$$

$$F_1 = 90 / 3 = 30 \text{ мм}^2$$

$$F_2 = F_n - F_1 \quad (5.5)$$

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Ине. № подл.	

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





Рассчитаем плотность тока  $j_1$  и  $j_2$  :

$$j = \frac{4 \cdot I_{CB}}{\pi \cdot d_3^2} \quad (5.12)$$

$$j_1 = \frac{4 \cdot 160}{3,14 \cdot 1,2^2} = 141 \text{ А/мм}^2$$

$$j_2 = \frac{4 \cdot 295}{3,14 \cdot 1,2^2} = 260 \text{ А/мм}^2$$

Рассчитаем коэффициент наплавки  $\alpha_{H1}$ ,  $\alpha_{H2}$ :

Известно, что потери  $\Psi_{\Pi} = 6 - 10 \%$  при плотности тока  $j = 85 - 120 \text{ А/мм}^2$ , также потери  $\Psi_{\Pi} = 6 - 10 \%$  и в области  $j = 280 - 350 \text{ А/мм}^2$ , но потери  $\Psi_{\Pi} > 10$  при значениях плотностей тока  $j = 120 - 280 \text{ А/мм}^2$ .

$$\alpha_H = \frac{\alpha_p \cdot (100 - \Psi_{\Pi})}{100} \quad (5.13)$$

$$\alpha_1 = \frac{13,22 \cdot (100 - 15)}{100} = 11,24 \text{ Г·А/ч}$$

$$\alpha_2 = \frac{16 \cdot (100 - 10)}{100} = 14,4 \text{ Г·А/ч}$$

Рассчитаем скорость сварки  $V_{CB1}$ ,  $V_{CB2}$ :

$$V_{CB} = \frac{\alpha_H \cdot I_{CB}}{3600 \cdot \rho_p \cdot F_H} \quad (5.14)$$

$$V_{CB1} = \frac{11,24 \cdot 160}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,3} = 0,4 \text{ см/с} = 4 \text{ мм/с} = 14,4 \text{ м/ч}$$

$$V_{CB2} = \frac{14,4 \cdot 295}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,6} = 0,5 \text{ см/с} = 5 \text{ мм/с} = 18 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем напряжение на дуге  $U_{d1}$ ,  $U_{d2}$  :

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot I_{CB} \quad (5.15)$$

$$U_{d1} = 14 + 0,05 \cdot 160 = 22 \text{ В}$$

$$U_{d2} = 14 + 0,05 \cdot 295 = 28,7 \text{ В}$$

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

Рассчитаем погонную энергию:

$$q_n = \frac{I_{св} \cdot U_d \cdot n}{V_{св}} \quad (5.16)$$

$$q_{n1} = \frac{160 \cdot 22 \cdot 0,75}{0,24} = 11000 \frac{\text{Дж}}{\text{см}^2}$$

$$q_{n2} = \frac{295 \cdot 28,7 \cdot 0,75}{0,5} = 12600 \frac{\text{Дж}}{\text{см}^2}$$

Рассчитаем коэффициент формы проплавления:

$$\Psi_{пр} = K' (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot \frac{d_э \cdot U_d}{I_{св}} \quad (5.17)$$

$$K' = 0,367 \cdot j^{0,1925} \quad (5.18)$$

$$K_1' = 0,367 \cdot 141^{0,1925} = 0,95$$

$$K_2' = 0,367 \cdot 260^{0,1925} = 1,07$$

$$\Psi_{пр1} = 0,95 \cdot (19 - 0,01 \cdot 160) \cdot \frac{1,2 \cdot 22}{160} = 2,7 \text{ мм}$$

$$\Psi_{пр2} = 1,07 (19 - 0,01 \cdot 295) \cdot \frac{1,2 \cdot 28,7}{295} = 2 \text{ мм}$$

Проверка глубины проплавления:

$$h = 0,081 \sqrt{\frac{q_n}{\Psi_{пр}}} \quad (5.19)$$

$$h = 0,081 \sqrt{\frac{11000}{2,7}} = 3,7 \text{ мм}$$

$$h = 0,081 \sqrt{\frac{12600}{2}} = 6,4 \text{ мм}$$

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

Рассчитаем скорость подачи проволоки:

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot V_{\text{св}} \cdot F_{\text{н}} (1 + 0,01 \Psi_{\text{пр}})}{\pi \cdot d_3^2} \quad (5.20)$$

$$V_{\text{пп1}} = \frac{4 \cdot 9 \cdot 0,00003 (1 + 0,01 \cdot 2,7)}{4,52} = 5,5 \text{ см/с} = 198 \text{ м/ч}$$

$$V_{\text{пп2}} = \frac{4 \cdot 18 \cdot 0,00006 (1 + 0,01 \cdot 2)}{4,52} = 9,7 \text{ см/с} = 340 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем расход газа q:

$$q = 0,2 \cdot I_{\text{св}}^{0,75} \quad (5.21)$$

$$q_1 = 0,2 \cdot 160^{0,75} = 9 \text{ л/мин}$$

$$q_2 = 0,2 \cdot 295^{0,75} = 14 \text{ л/мин}$$

Рассчитаем режимы сварки покрывного диска ГОСТ 14771-76 С17.

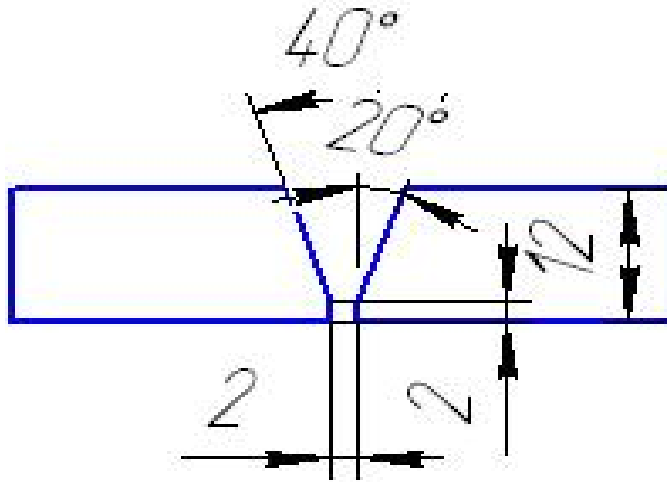


Рисунок 5.2 – Эскиз соединения ГОСТ 14771-76 С17

Рассчитаем количество наплавленного металла  $F_n$ :

$$F_n = S \cdot b + (S - c)^2 \cdot \text{tg} \alpha + 0,75 (e \cdot q + e_1 \cdot q_1) \quad (5.22)$$

где,  $S$  – толщина металла, 12 мм

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Ине. № подл.	

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

$b$  – зазор, 2 мм

$c$  – притупление кромки, 2 мм

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

$e$  – ширина шва, 13 мм

$q$  – высота шва, 1 мм

$e_1$  – ширина провара, 1 мм

$q_1$  – высота провара, 1 мм

$$F_n = 12 \cdot 2 + (12 - 2)^2 \cdot \text{tg}20^\circ + 0.75(13 \cdot 1 + 1 \cdot 1) = 70,5 \text{ мм}^2$$

Рассчитаем глубину провара  $h_p$  :

$$h_p = 0.7S - 0.5b \quad (5.23)$$

где,

$S$  – толщина металла, 12 мм

$b$  – зазор, 2 мм

$$h_p = 0.7 \cdot 12 - 0.5 \cdot 2 = 7,4 \text{ мм}$$

Т.к при глубине провара 7.4 мм сила сварочного тока получится более 340 А, что негативно повлияет на сварное соединение, возьмем половину глубины проплавления, а так же половину площади наплавленного металла. Соединение сваривается в два прохода. Расчет режимов сварки для обоих проходов будет одинаковым.

$$F_n = 70.5/2 = 35.3 \text{ мм}^2$$

$$h_p = 7.4/2 = 3.7 \text{ мм}$$

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Ине. № подл.	

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

Рассчитаем сварочный ток  $I_{св}$  по формуле 5.10:

$$I_{св} = \frac{3.7}{2.1} \cdot 100 = 176 \text{ А}$$

Рассчитаем коэффициент расплавления  $a_p$  по формуле 5.11:

где  $l_3 = 10 \cdot d_3 \pm 2d_3 = 12 \pm 2,4 \text{ мм}$ ; примем  $l_3 = 10 \text{ мм}$ :

$$a_p = 1,21 \cdot 10^{0,39} \cdot 176^{0,32} \cdot 1,2^{(-0,64)} = 13,8 \text{ г} \cdot \text{А/ч}$$

Рассчитаем плотность тока  $j$  по формуле 5.12:

$$j_1 = \frac{4 \cdot 176}{3,14 \cdot 1,2^2} = 155 \text{ А/мм}^2$$

Рассчитаем коэффициент наплавки  $\alpha_n$  по формуле 5.13:

Известно, что потери  $\Psi_{п} = 6 - 10 \%$  при плотности тока  $j = 85 - 120 \text{ А/мм}^2$ , также потери  $\Psi_{п} = 6 - 10 \%$  и в области  $j = 280 - 350 \text{ А/мм}^2$ , но потери  $\Psi_{п} > 10$  при значениях плотностей тока  $j = 120 - 280 \text{ А/мм}^2$ .

$$\alpha_n = \frac{13,8 \cdot (100 - 15)}{100} = 11,73 \text{ г} \cdot \text{А/ч}$$

Рассчитаем скорость сварки  $V_{св}$  по формуле 5.14:

$$V_{св} = \frac{11,73 \cdot 176}{3600 \cdot 0,7 \cdot 8 \cdot 0,353} = 0,42 \text{ см/с} = 4,2 \text{ мм/с} = 15,1 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем напряжение на дуге  $U_d$  по формуле 5.15:

$$U_{d1} = 14 + 0,05 \cdot 176 = 22,8 \text{ В}$$

Рассчитаем погонную энергию по формуле 5.16:

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

$$q_{n1} = \frac{176 \cdot 22,8 \cdot 0,75}{0,28} = 10700 \frac{\text{Дж}}{\text{см}^2}$$

Рассчитаем коэффициент формы проплавления по формулам 5.18 и 5.17:

$$K_1' = 0,367 \cdot 176^{0,1925} = 0,99$$

$$\Psi_{\text{пр1}} = 0,99 \cdot (19 - 0,01 \cdot 176) \cdot \frac{1,2 \cdot 22,8}{176} = 2,73 \text{ мм}$$

Проверка глубины проплавления по формуле 5.19:

$$h = 0,081 \sqrt{\frac{10700}{2,73}} = 3,7 \text{ мм}$$

Рассчитаем скорость подачи проволоки по формуле 5.20:

$$V_{\text{пп1}} = \frac{4 \cdot 10 \cdot 0,0000353(1 + 0,01 \cdot 2,73)}{4,52} = 6,3 \text{ см/с} = 230 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем расход газа q по формуле 5.21:

$$q = 0,2 \cdot 176^{0,75} = 9,6 \text{ л/мин}$$

Рассчитаем режимы сварки для сварки лопаток ГОСТ 14771-76 Т1 Δ8.

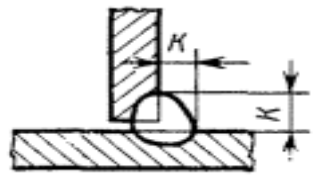


Рисунок 5.3 – Эскиз соединения ГОСТ 14771-76 Т1 Δ8

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата



Известно, что потери  $\Psi_{\pi} = 6 - 10 \%$  при плотности тока  $j = 85 - 120 \text{ А/мм}^2$ , также потери  $\Psi_{\pi} = 6 - 10 \%$  и в области  $j = 280 - 350 \text{ А/мм}^2$ , но потери  $\Psi_{\pi} > 10$  при значениях плотностей тока  $j = 120 - 280 \text{ А/мм}^2$ .

$$\alpha_H = \frac{17,9 \cdot (100 - 6)}{100} = 16,82 \text{ г} \cdot \text{А/ч}$$

Рассчитаем скорость сварки  $V_{\text{св}}$  по формуле 5.14:

$$V_{\text{св}} = \frac{16,82 \cdot 400}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,404} = 0,63 \text{ см/с} = 6,3 \text{ мм/с} = 22,6 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем напряжение на дуге  $U_{\text{д}}$  по формуле 5.15:

$$U_{\text{д1}} = 14 + 0,05 \cdot 400 = 34 \text{ В}$$

Рассчитаем погонную энергию по формуле 5.16:

$$q_{\text{п1}} = \frac{400 \cdot 34 \cdot 0,75}{0,59} = 17000 \frac{\text{Дж}}{\text{см}^2}$$

Рассчитаем коэффициент формы проплавления по формулам 5.18 и 5.17:

$$K_1' = 0,367 \cdot 400^{0,1925} = 1,16$$

$$\Psi_{\text{пр1}} = 1,16 \cdot (19 - 0,01 \cdot 400) \cdot \frac{1,2 \cdot 34}{400} = 1,77 \text{ мм}$$

Проверка глубины проплавления по формуле 5.19:

$$h = 0,081 \sqrt{\frac{17000}{1,77}} = 8 \text{ мм}$$

Рассчитаем скорость подачи проволоки по формуле 5.20:

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



$$V_{пп1} = \frac{4 \cdot 21 \cdot 0,0000403(1+0,01 \cdot 1,16)}{4,52} = 15 \text{ см/с} = 540 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем расход газа q по формуле 5.21:

$$q = 0.2 \cdot 400^{0.75} = 17,8 \text{ л/мин}$$

Режимы наплавки

Режимы наплавки представлены в таблице 5.1

Таблица 5.1 – Режимы наплавки по ГОСТ 10543-82

Толщина металла, мм	Диаметр проволоки, мм	Сила тока, А $I_{св}$	Напряжение, В	Скорость наплавки при толщине наплавки 4 мм, м/ч $V_n$
10-12	1.2 -1.4	140-175	20-22	20-24

### 1.5.2 Инструкционно - технологическая карта

Таблица 5.2 – Технология изготовления рабочего колеса

Номер операции	Наименование операции	Содержание операции	Оборудование и режимы
1	заготовительная	Резка заготовок деталей, коренной диск 1шт, лопатки 32 шт, покрывные диски 2 шт, лабиринтные кольца 2 шт. Материал Ст3сп 25мм для коренного диска, 12 мм для остальных заготовок. Внутренний диаметр коренного диска вырезать с припуском для механической обработки 3-4 мм на сторону(ø 894-892 мм).	Станок плазменной резки ШКВАЛ 2П, с источником питания Hypertherm MAX PRO 200. Кран – балка г/п 10т. Режимы резки: Сила тока: 200 А Скорость резки 25мм: 850 мм/мин 12 мм: 2700 мм/мин

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

ДП 44.03.04.560 ПЗ

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4
2	Подготовка металла к сварке	Подготовка металла к сварке по ГОСТ 14771-76 Коренной диск С8, согласно эскизу рисунок 5.1 Покрывной диск С17, согласно эскизу рисунок 5.2 Все заготовки зачищаются по 20 мм с каждой стороны от свариваемых кромок, до блеска металла.	кромкорез с автоматической подачей UZ 15 NKO MACHINES. Углошлифовальная машинка Makita. Зачистной диск $\varnothing$ 125мм.
3	Изготовление коренного диска	Заготовки для детали устанавливаются на ровную поверхность, выставляется зазор не более 2 мм, устанавливаются выводные планки, проверяются геометрические параметры, выполняется сборка на прихватки. Деталь переворачивается, выполняется первый проход. Деталь переворачивается, выполняется второй и третий проходы. Деталь переворачивается, выполняется последний четвертый проход. Деформации от поверхности детали не должны превышать более 2мм, при больших деформациях деталь править на вальцегибочном станке. Деталь зачистить от набрызга.	Импульсный сварочный полуавтомат S StandartPulse. Магнитная сварочная каретка с блоком колебаний горелки TRAC WL PRO OSCILLATOR ADD-ON, LORCH. СВ-08Г2С, К-18. Режимы: 1-й проход $I_{св} = 160$ А $U_{д} = 22$ В $V_{св} = 14,4$ м/ч $V_{пп} = 200$ м/ч $d_{эп} = 1.2$ мм $q_{зг} = 9$ л/мин 2-й проход $I_{св} = 295$ А $U_{д} = 28,7$ В $V_{св} = 18$ м/ч $V_{пп} = 340$ м/ч $d_{эп} = 1.2$ мм $q_{зг} = 14$ л/мин

Продолжение таблицы 5.1

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам.име. №	Име.№ дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.560 ПЗ	Лист 50

1	2	3	4
4	Изготовление покрывного диска	<p>Заготовки устанавливаются на ровную поверхность, проверяются геометрические параметры, выполняется сборка на прихватки.</p> <p>Деталь сварочные швы провариваются.</p> <p>Детали вальцуются, на шве №3 выполняются прихватки, но не провариваются.</p>	<p>Импульсный сварочный полуавтомат S StandartPulse.</p> <p>Вальце-гибочный станок.</p> <p>Режимы:</p> <p><math>I_{св} = 175 \text{ А}</math></p> <p><math>U_{д} = 22,8 \text{ В}</math></p> <p><math>V_{св} = 15,1 \text{ м/ч}</math></p> <p><math>V_{пп} = 230 \text{ м/ч}</math></p> <p><math>d_{эп} = 1.2 \text{ мм}</math></p> <p><math>q_{зг} = 9,6 \text{ л/мин}</math></p>
5	Сборка колеса	<p>Коренной диск устанавливается на ровную поверхность, размечаются два диаметра радиусом 1000мм и 754мм, диаметр 2000мм разбивается на 16 частей, длина хорды 390,2 мм.</p> <p>Диск прижимается прижимами с внутреннего диаметра 900 мм на 3 прижима, в внешнего 2620 6-ю прижимами, на внешнем диаметре учитывать разметку – прижимы должны находиться между разметкой.</p> <p>Установка лопаток должна производиться под углом 90° относительно коренного диска. Лопатки прихватываются с торцов, в двух сторон по две прихватки.</p> <p>После установки лопаток, сверху ложится покрывной диск,</p>	<p>Импульсный сварочный полуавтомат S StandartPulse.</p> <p>Штангенциркуль 1500мм</p> <p>Штангенциркуль 500мм</p> <p>Слесарный угольник 90°</p> <p>Рулетка</p> <p>Режимы прихваток:</p> <p><math>I_{св} = 295 \text{ А}</math></p> <p><math>U_{д} = 28,7 \text{ В}</math></p> <p><math>V_{св} = 20 \text{ м/ч}</math></p> <p><math>V_{пп} = 340 \text{ м/ч}</math></p> <p><math>d_{эп} = 1.2 \text{ мм}</math></p> <p><math>q_{зг} = 14 \text{ л/мин}</math></p>

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

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

ДП 44.03.04.560 ПЗ

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4
		выставляется ровно по внешним диаметрам дисков (покрывного и коренного). К покрывному диску прихватки выполняются аналогично предыдущей операции. Деталь отжимается, переворачивается устанавливаются лопатки и покрывной диск.	
6	Сварка лопаток	Собранное колесо устанавливается на стенд для сварки Рисунок 4.8. После сварки удалить набрызг.	Роботизированный технологический комплекс FANUC ARC Mate 100iC со сварочным комплексом LORCH S-RobotMIG. Газовая смесь К-18 Сварочная проволока Св-08Г2С Режимы сварки: $I_{св} = 350 \text{ А}$ $U_{д} = 34 \text{ В}$ $V_{св} = 22,6 \text{ м/ч}$ $V_{пп} = 540 \text{ м/ч}$ $d_{эп} = 1.2 \text{ мм}$ $q_{зг} = 17 \text{ л/мин}$
7	Наплавка лопаток		Роботизированный технологический комплекс FANUC ARC Mate 100iC со сварочным комплексом LORCH S-RobotMIG. Газовая смесь К-18 Наплавочная проволока Нп – 40Х3Г2МФ по ГОСТ 10543 –

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	

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

ДП 44.03.04.560 ПЗ

Окончание таблицы 5.1

1	2	3	4
			82 Режимы: $I_{св} = 400 \text{ А}$ $U_{д} = 34 \text{ В}$ $V_{св} = 22,6 \text{ м/ч}$ $V_{пп} = 540 \text{ м/ч}$ $d_{эп} = 1.2 \text{ мм}$ $q_{зг} = 17 \text{ л/мин}$
8	Механическая обработка	Наплавленное изделие отправляется на карусельный станок, где с обеих сторон подготавливается покрывной диск для установки лабиринтного кольца.	Карусельный станок, планшайба $\varnothing 2500 \text{ мм}$ Кран-балка
9	Сборка и сварка лабиринтных колец	На изделие в проточку вставляется лабиринтное кольцо, проверяются геометрические параметры, выполняется сборка на прихватки, производится сварка. Деталь зачищают от набрызга.	Импульсный сварочный полуавтомат S StandartPulse. Газовая смесь К-18 Сварочная проволока Св-08Г2С Режимы сварки: $I_{св} = 175 \text{ А}$ $U_{д} = 22,8 \text{ В}$ $V_{св} = 15,1 \text{ м/ч}$ $V_{пп} = 230 \text{ м/ч}$ $d_{эп} = 1.2 \text{ мм}$ $q_{зг} = 9,6 \text{ л/мин}$
10	Контроль	Визуальный контроль Контроль методом красок (капиллярный метод)	Измерительный инструмент. Увеличительное стекло. Обезжиривающая жидкость, пенетрат, проявитель.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам.име. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	

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

## 2 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки рабочего колеса ДН- 26×2-0.62, изготавливаемого из стали марки СтЗпс с применением упрочняющей наплавки рабочих поверхностей лопаток.

По базовому варианту работа выполнялась механизированной (полуавтоматической) сваркой в среде защитной смеси К-18,.

Проектируемая технология автоматизируется.

У изделия без наплавки срок службы составлял 3000 часов непрерывной работы, срок службы наплавленного изделия составил 15000 часов непрерывной работы.

Базовый вариант – полуавтоматическая сварка, проектируемый - автоматическая сварка. Сумма вариантов – полная себестоимость изделия.

### 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:

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{нз} + t_e + t_{обс} + t_n, \quad (6.1)$$

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

$t_{осн}$  – основное время, ч.;

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

$t_e$  – вспомогательное время, ч.;

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

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

Име. № дубл.	Подп. и дата
Взам.име. №	Подп. и дата
Име. № подл.	Подп. и дата

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

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

$$t_{осн} = \frac{L_{шв}}{V_{св}} \quad (6.2)$$

где  $L_{шв}$  – сумма длин всех швов, м  $\Sigma L_{шв} = 627$  м; (базовый вариант)

$V_{св}$  – средняя скорость сварки, м/ч,  $V_{св} = 15$  м/ч;

где  $L_{шв}$  – сумма длин всех швов, м  $\Sigma L_{шв} = 627$  м; (проектируемый вариант)

$V_{св}$  – средняя скорость сварки, м/ч,  $V_{св} = 22$  м/ч;

Определяем основное время по формуле (6.2)

$$t_{осн} = \frac{627}{15} = 42 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{627}{22} = 29 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

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

$$t_{нз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{нз} = \frac{42 \cdot 10}{100} = 4,2 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{нз} = \frac{29 \cdot 10}{100} = 2,9 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Име. № подл.	Подп. и дата				Лист		
Взам. име. №	Име. № дубл.					55	
Подп. и дата	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.560 ПЗ

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

$$t_в = t_з + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (6.3)$$

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

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

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

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_c - 1)) \quad (6.4)$$

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

$L_{шв}$  – длина шва, м,  $L_{шв} = 627 \text{ м}$

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле для обоих вариантов (6.4)

$$t_{кр} = 627 \cdot 0,6 = 376 \text{ мин.} = 6,2 \text{ ч.}$$

Сварка в проектируемом варианте производится в один проход. Время на очистку швов от шлака и брызг  $t_{бр}$  рассчитываем по формуле 6.5 для обоих вариантов:

$$t_{бр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_c - 1)) \quad (6.5)$$

$$t_{бр} = 627 \cdot 0,6 = 376 \text{ мин.} = 6,2 \text{ ч.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Ине. № подл.	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата	Подп. и дата



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

Время на установку, поворот и снятие изделия ( $t_{уст}$ ) зависит от его массы, данные указаны в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Норма времени на установку, поворот и снятие изделия в зависимости от его массы

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

$$t_{уст} = 0,14 \text{ ч.}$$

Таким образом рассчитываем значение  $t_e$  по формуле 6.3 для обоих вариантов:

$$t_e = 0,083 + 6,2 + 6,2 + 0,14 + 0,09 = 12,7 \text{ ч.}$$

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

$$t_{обс} = (0,06...0,08) \cdot t_{осн} \quad (6.6)$$

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ( $t_{обс}$ ) по формуле (6.6):

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 42 = 3 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса  $C_p$ , по формуле (6.9):

$$C_p = \frac{T_{\text{произв.пр.}}}{\Phi_\delta \cdot K_H} \cdot 100 \quad (6.9)$$

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

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

$$C_p = \frac{6490}{1914 \cdot 1,2} = 2,82; \text{ примем } C_{II} = 3 \text{ шт; (базовый вариант)}$$

$$C_p = \frac{4860}{1914 \cdot 1,2} = 2,1; \text{ примем } C_{II} = 2 \text{ шт; (пректируемый вариант)}$$

Принятое количество оборудования  $C_{II}$  определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%. Таким образом, по технологии используются два аппарата для сварки и наплавки.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования  $K_3$  производим по формуле (6.10):

$$K_3 = \frac{C_p}{C_{II}} \quad (6.10)$$

$$K_3 = \frac{2,82}{3} = 0,94$$

$$K_3 = \frac{2,1}{2} = 1,05$$

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. име. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляем исходные данные в виде таблицы 6.2.

Таблица 6.2 – исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Годовая производственная программа выпуска	шт.	100	100
Импульсный сварочный полуавтомат S StandartPulse	руб./шт.	419000	
Роботизированный технологический комплекс FANUC ARC Mate 100iC/7L	руб./шт.		1500000
Сварочная каретка	руб./шт.	230000	
Позиционер сварочный	руб./шт.		2000000
СтЗсп, $C_{к.м}$	руб./т	22400	22400
Сварочная проволока Св-08Г2С, $\varnothing 1,2$ мм, $C_{о.р.м}$	руб./кг	25	25
Наплавочная проволока Нп – 40Х3Г2МФ	руб./кг	350	350
защитный газ (смесь К18), $C_{з.г}$	руб./л	0,12	0,12
Расход защитного газа	л/мин.	10	10
Тариф на электроэнергию, $C_{эл}$	руб./кВт-час.	3,8	3,8
длина сварного шва	м	627	627
Положение шва		нижнее	
Условия выполнения работы		стационарные	
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	4	5
Тарифная ставка, $T_{ст}$	руб.	175	200
Масса конструкции	т	3,2	3,2

Подп. и дата  
 Инв. № дубл.  
 Взам. инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

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

ДП 44.03.04.560 ПЗ

Лист  
60

Рассчитываем балансовую стоимость оборудования при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и по формуле (6.11):

$$K_{обj} = C_{обj} \cdot (1 + K_{мз}), \text{ руб.} \quad (6.11)$$

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

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

#### Базовый вариант

$$K_{обj} = 419000 \cdot (1 + 0,12) = 469280 \text{ руб.}$$

$$K_{обj} = 230000 \cdot (1 + 0,12) = 257600 \text{ руб.}$$

#### Проектируемый вариант

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

$$K_{обj} = 2000000 \cdot (1 + 0,12) = 2240000 \text{ руб.}$$

Определяем по формуле (6.11) капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ:

$$K_{об} = \sum K_{обj} \cdot C_{Пj} \cdot K_{зj}, \quad (6.12)$$

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

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

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

$$K_{об} = 469280 \cdot 3 + 257000 = 1664840 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$K_{об} = 1680000 \cdot 2 + 2240000 = 5600000 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

Технологическая себестоимость формируется из прямых затрат, связанных с расходом ресурсов при проведении сварочных работ в цехе. Расчет технологической себестоимости проводим по формуле (6.13).

$$C_T = MZ + Z_э + Z_{пр} \quad (6.13)$$

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

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

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

Расчет материальных затрат

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

Материальные затраты ( $MZ$ , руб.) рассчитываются по формуле (6.14).

$$MZ = C_{о.м} + C_{эп} + C_{др.} \quad (6.14)$$

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

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

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

Стоимость основных материалов ( $C_{о.м}$ , руб.) с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле (6.15).

$$C_{о.м} = [C_{к.м} + C_{св.пр.} + (C_{зэ} + C_{св.фл.})] \cdot K_{тр} \quad (6.15)$$

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

Име. № дубл.	Подп. и дата
Взам.име. №	Подп. и дата
Име. № подл.	Подп. и дата

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

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

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь СтЗсп.

$$C_{к.м} = m_k \times C_{к.м}, \quad (6.16)$$

где  $m_k$  – масса конструкции, т;

$C_{к.м}$  - цена одной тонны конструкционного материала, руб.

$$C_{к.м} = 5 \cdot 22400 = 112000 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на электродную проволоку Св-08Г2С проводим по формуле (6.17).

$$C_{св.пр} = M_{нм} \cdot \psi \cdot C_{с.п.} \cdot K_{тр}, \text{ руб} \quad (6.17)$$

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

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

$C_{с.п.}$  - оптовая цена 1 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 для обоих вариантов (6.17):

$$C_{св.пр} = (50 \cdot 1,15 \cdot 25 + 200 \cdot 1,15 \cdot 350) \cdot 1,05 = 86034 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на защитный газ проводим по формуле (6.18).

$$C_{др} = t_{осн} \cdot q_{зг} \cdot k_p \cdot C_{зг(фл)} \cdot K_m \quad (6.18)$$

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата	Ине. № инв.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.560 ПЗ	

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

$q_{зг}$  – защитного газа, 10 л/мин.;

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

$C_{зг}$  – цена газа за один литр, 0.12 руб.;

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

Исходные данные:

Расход защитного газа  $q_{зг} = 10$  л/мин.

$$C_{зг} = 2520 \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 0,12 \cdot 1,05 = 3492 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{зг} = 1740 \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 0,12 \cdot 1,05 = 2411 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Расчет затрат на электроэнергию на операцию проводим по формуле (6.19)

$$Z_э = \alpha_э \cdot W \cdot C_э, \text{ руб.} \quad (6.19)$$

где:  $\alpha_э$  – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт·ч/кг;

$W$  – расход электроэнергии, кВт·ч;

$C_э$  – цена за 1 кВт·ч;  $C_э = 3,8$  кВт·ч.

Для укрупнённых расчётов величину  $\alpha_э$  можно принимать равной:

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

$$Z_э = 6 \cdot 250 \cdot 3,8 = 5700 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$Z_э = 5 \cdot 250 \cdot 3,8 = 4750 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Име. № дубл.	Подп. и дата					
Взам. инв. №	Подп. и дата					
Име. № подл.	Подп. и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	
					64	





Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды

Этот раздел предусматривает 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 (6.21).

$$Z_{np} = Z_{П_0} + Z_{П_д}, \quad (6.21)$$

где:  $Z_{П_0}$  – основная заработная плата, руб.;

$Z_{П_д}$  – дополнительная заработная плата, руб.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ( $Z_{np}$ ) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле (6.22).

$$Z_{np} = P_{сд} \cdot K_{np} \cdot K_{д} \cdot K_{сс} + D_{вр} \quad (6.22)$$

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

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

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

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

$K_{д}$  - коэффициент, определяющий размер дополнительной заработной платы,  $K_{д} = 1,2$ .

$$P_{сд} = \frac{T_{см} \cdot T_{шт.-к.}}{60}, \quad (6.23)$$

Тарифная ставка сварщика:  $T_{см} = 175р/ч, 200р/ч$

Рассчитанное  $T_{шт-к} = 42 = 2520 \text{ мин}, 29=1740 \text{ мин.}$

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам.име. №	Име.№ дубл.	Подп. и дата	Лист
					ДП 44.03.04.560 ПЗ
					66

Рассчитаем  $P_{cd}$  по формуле (6.23)

$$P_{cd} = \frac{175 \cdot 2520}{60} = 7350 \text{ руб}$$

$$P_{cd} = \frac{200 \cdot 1740}{60} = 5800 \text{ руб}$$

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле (6.24)

$$D_{вр} = \frac{T_{ст} \cdot T_{вр} \cdot (0,1 \dots 0,31)}{100 \cdot 60} \quad (6.24)$$

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

$T_{ст}$  – тарифная месячная ставка, руб.  $T_{ст} = 175, 200$  руб.;

$T_{вр}$  – время работы во вредных условиях труда, мин.  $T_{вр} = T_{шт-к} (0,1 \dots 0,31)$ , мин.;

$$D_{вр} = \frac{175 \cdot 2520 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 14,7 \text{ руб.}$$

$$D_{вр} = \frac{200 \cdot 1740 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 11,6 \text{ руб.}$$

Рассчитаем  $Z_{пр}$  по формуле (6.22)

$$Z_{пр} = 7350 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 1,2 + 14,7 = 17213 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$Z_{пр} = 5800 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 1,2 + 11,6 = 13583 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости  $C_T$  изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ( $N= 100$  шт.) в таблицу 6.3.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

Таблица 6.3 – Технологическая стоимость изделия

Статьи затрат	Базовый вариант	N=1 шт	Проектируемый вариант
Затраты на основные материалы, $C_{о.м}$ , руб.	21361700	213617	21247100
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{эн}$ , руб.	570000	5700	475000
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $Z_{пр}$ , руб.	5163900	51639	2716600
Технологическая себестоимость годового выпуска, $C_T$ , руб.	27095600	270956	24438700

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

Производственная себестоимость ( $C_{ПР}$ , руб.) включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством, расчет  $C_{ПР}$  производят по формуле (6.24):

$$C_{ПР} = C_T + P_{пр} + P_{хоз} \quad (6.24)$$

где  $C_T$  – технологическая себестоимость, руб.;

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

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

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (6.25).

$$P_{пр} = C_A + C_p + P_{ПР}^* \quad (6.25)$$

где:  $C_A$  – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$C_p$  - на ремонт и техническое обслуживание оборудования, руб.;

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам.име. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.560 ПЗ	Лист
						68

$P_{PP}^*$  - расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение).

В статью «Общепроизводственные расходы» ( $P_{PP}$ , руб.) включаются расходы на:

оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, вспомогательных рабочих;

амортизацию оборудования;

ремонт основных средств;

охрану труда работников;

содержание и эксплуатацию оборудования, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов и др.

Затраты на амортизацию оборудования. Рассчитываем по формуле (6.26) затраты на амортизацию при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, приходящиеся на одно изделие:

$$C_A = \frac{K_{об} \cdot H_A \cdot n_o \cdot T_{шт-к}}{100 \cdot \Phi_D \cdot K_B} \cdot K_O \quad (6.26)$$

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

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

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

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

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

$n_o$  – количество оборудования, шт.;

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.560 ПЗ	Лист
						69

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

$$C_A = \frac{1664840 \cdot 14,7 \cdot 42}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 0,9 = 4393 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_A = \frac{5600000 \cdot 14,7 \cdot 29}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 0,9 = 10200 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования рассчитываются по формуле (6.27)

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot D}{100} \quad (6.27)$$

$$C_p = \frac{1664840 \cdot 3}{100} = 49945 \text{ руб./на производственную программу или 499 руб в рас-}$$

чете на одно металлоизделие базовый вариант;

$$C_p = \frac{5600000 \cdot 3}{100} = 168000 \text{ руб./на производственную программу или 1680 руб в}$$

расчете на одно металлоизделие проектируемый вариант;

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение) определяются формуле (6.28):

$$P_{\text{ПР}}^* = \frac{\%P_{\text{ПР}} \cdot 3\Pi_o}{100} \quad (6.28)$$

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

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

$$P_{\text{ПР}}^* = \frac{5163900 \cdot 10}{100} = 516390 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{ПР}}^* = \frac{2716600 \cdot 10}{100} = 271660 \text{ руб.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.560 ПЗ	Лист
						70

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (6.25):

$$P_{\text{ПР}} = 4393 + 49945 + 516390 = 570728 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$P_{\text{ПР}} = 10200 + 168000 + 271660 = 449860 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

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

Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле (6.29).

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{\% P_{\text{ХОЗ}} \cdot ЗП_{\text{о}}}{100}, \quad (6.29)$$

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

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

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

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{25 \cdot 17213}{100} = 4303 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{25 \cdot 13583}{100} = 3395 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Производственная себестоимость годового выпуска металлоконструкций,  $C_{\text{ПР}}$  рассчитывается по формуле (6.24):

$$C_{\text{ПР}} = 27095600 + 570728 + 430300 = 28096628 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

$$C_{\text{ПР}} = 24438700 + 449860 + 339500 = 25228060 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» ( $P_{\text{к}}$ , руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле (6.30)

$$P_{\text{к}} = \frac{\% P_{\text{к}} \cdot C_{\text{пр}}}{100} \quad (6.30)$$

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

$$P_{\text{к}} = \frac{0,1 \cdot 28096628}{100} = 28097 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$P_{\text{к}} = \frac{0,1 \cdot 25228060}{100} = 25229 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций ( $C_{\text{П}}$ ) включает затраты на производство ( $C_{\text{ПР}}$ ) и коммерческие расходы ( $P_{\text{к}}$ ) и рассчитывается по формуле (6.31):

$$C_{\text{П}} = C_{\text{ПР}} + P_{\text{к}} \quad (6.31)$$

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

$$C_{\text{П}} = 28096628 + 28097 = 28124725 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{\text{П}} = 25228060 + 25229 = 25253289 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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





$$\Delta C = (C_{T1} - C_{T2}) N, \quad (6.32)$$

где:  $C_{T1}$ ,  $C_{T2}$  - технологическая себестоимость годового объема выпуска детали по сравниваемым вариантам (1 - базовый вариант; 2 – проектируемый), руб.;

$N$  - годовой объем выпуска металлоизделий, шт.

$$\Delta C = (270956 - 244387) \cdot 100 = 2656900 \text{ руб.}$$

Стоимость изготовления рабочего колеса по базовому варианту, дороже чем по проектируемому варианту.

Прибыль от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, ( $\Pi$ ), руб. рассчитываем по формуле (6.33):

$$\Pi = B - C_{\Pi} \quad (6.33)$$

где  $B$  - выручка от реализации продукции;

$C_{\Pi}$  - полная себестоимость.

Рассчитаем отпускную цену металлоизделия по формуле (6.34):

$$Ц = C_{\Pi} * K_{\Pi} \quad (6.34)$$

где  $C_{\Pi}$  - полная себестоимость металлоизделия, руб./шт.;

$K_{\Pi}$  - среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции. Среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции,  $K_{\Pi}$  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.

$$Ц_1 = 281247 \cdot 1,2 = 337496 \text{ руб.}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Инв. № дубл.				
Инв. № инв.	Подп. и дата				74
	Взам. инв. №				
Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Инв. № дубл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.560 ПЗ

$$Ц_2 = 252532 \cdot 1,5 = 378798 \text{ руб.}$$

Расчёт выручки от реализации годового объема металлоизделий, (В) по формуле (6.35):

$$B = Ц * N \quad (6.35)$$

$$B_1 = 337496 \cdot 100 = 33749600 \text{ руб.}$$

$$B_2 = 378798 \cdot 100 = 37879800 \text{ руб.}$$

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой (6.34) по базовому и проектируемому варианту равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий.

$$П_1 = 33749600 - 28124725 = 5624875 \text{ руб.}$$

$$П_2 = 37879800 - 25253289 = 12626511 \text{ руб.}$$

Изменение (прирост, уменьшение) прибыли  $\Delta C$  в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым рассчитывается по формуле (6.36):

$$\Delta П = П_2 - П_1 \quad (6.36)$$

$$\Delta П = 12626511 - 5624875 = 7001636 \text{ руб.}$$

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций,  $N_{кр}$ ) проводим по формуле (6.37) по базовому и варианту с наплавкой:

$$N_{кр} = \frac{C_{пост}}{Ц - C_{пер.}}, \quad (6.37)$$

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

где:  $N_{кр}$  - критический объем выпуска продукции, металлоизделий в расчете на год;

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

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

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

$$C_{пост} = C_{п} - C_{т} \quad (6.38)$$

$$C_{пост1} = 28124725 - 27095600 = 1029125$$

$$C_{пост2} = 25253289 - 24438700 = 814589$$

$$N_{кр} = \frac{1029125}{337496 - 244387} = 100$$

$$N_{кр2} = \frac{814589}{378798 - 270956} = 7,5$$

Расчет рентабельности продукции, (R) проводим по формуле (6.39):

$$R = \frac{П}{C_n} * 100 \quad (6.39)$$

$$R1 = \frac{5624875}{28124725} * 100 = 20 \%$$

$$R2 = \frac{12626511}{25253289} * 100 = 49\%$$

Име. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Име. № подл.	Подп. и дата

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

Расчет производительности труда (выработка в расчете на 1 производственного рабочего (в базовых ценах), тыс. руб./чел.), ( $\Pi_{тр}$ ) производим по формуле (6.40) соответственно по базовому и варианту с наплавкой:

$$\Pi_{тр} = \frac{B}{\mathcal{C}_{ор}} \quad (6.40)$$

$$\Pi_{тр1} = \frac{33749600}{3} = 11249867 \text{руб/чел}$$

$$\Pi_2 = \frac{37879800}{2} = 18939900 \text{руб/чел}$$

Расчет срока окупаемости капитальных вложений,  $T_o$  производится по формуле (6.41):

$$T_o = \frac{\Delta K_o}{\Delta \Pi} \quad (6.41)$$

$$T_o = \frac{7264840}{7001736} = 1,06 \text{ года}$$

Сгруппированные результирующие показатели экономической эффективности таблицы 6.8:

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектный вариант	
1	Годовой выпуск продукции, N	(физич. ед.)	100	100	
2	Годовой выпуск продукции, N*	тыс. руб.	28124,7	25253,2	2871,5
3	Капитальные вложения (K <sub>об</sub> )	тыс. руб.	1664,8	5600	3935,2
4	Технологическая себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, C <sub>т</sub>	тыс. руб.	27095,6	24438,7	-2656,9
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, C <sub>п</sub>	тыс. руб.	28124,7	25253,3	-2871,4
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	тыс. руб.	5624,8	12626,5	-7001,7
7	Численность производственных рабочих, Ч <sub>ор</sub>	чел.	3	2	-1

Ине. № дубл.	Ине. № подл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

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

ДП 44.03.04.560 ПЗ

Окончание таблицы 6.8

9	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего)	тыс. руб./чел	11249,8	18939,9	-7689,9
10	Рентабельность продукции, R	%	20	49	-29
11	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений ( $T_{ок}$ )	лет		1	
12	Точка безубыточности ( $N_{кр}$ - критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	100	8	-92

Вывод: проектируемый вариант показал экономическую эффективность за счет, уменьшения рабочих, скорости производства.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.560 ПЗ



рядов содержатся в Едином тарифно-квалификационном справочнике (ЕТКС) работ и профессий.

Изучены квалификационные характеристики по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 3-го и 4-го разрядов.

Квалификационная характеристика рабочего по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го разряда:

Характеристика работ. Автоматическая и механизированная сварка с использованием плазмотрона сложных аппаратов, узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых и конструкционных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов. Автоматическая сварка сложных строительных и технологических конструкций, работающих в сложных условиях. Автоматическая сварка в среде защитных газов неплавящимся электродом горячекатаных полос из цветных металлов и сплавов под руководством электросварщика более высокой квалификации. Наплавление дефектов деталей машин, механизмов и конструкций. Наплавление сложных узлов, деталей и инструментов. Чтение чертежей сложных сварных металлоконструкций.

Должен знать: устройство различных сварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и источников питания; основы электротехники в пределах выполняемой работы; способы испытания сварных швов; марки и типы сварочных материалов; виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения; влияние режимов сварки на геометрию сварного шва; механические свойства свариваемых металлов.

После проведения сравнительного анализа квалификационных характеристик по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» для 3-го и 4-го разрядов установлено, что для выполнения работ по 4-

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.560 ПЗ



му квалификационному разряду рабочий, имеющий 3-й квалификационный разряд, должен

*знать:*

– оборудование автоматической и механизированной дуговой сварки его типы, устройство, основные технические характеристики, правила его обслуживания и управления;

– устройство различных сварочных автоматов, полуавтоматов, плазматронов, источников питания;

– основы электротехники в пределах выполняемых работ;

– марки и типы сварочных материалов;

– способы испытания сварных швов;

– виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения;

– влияние режимов сварки на геометрию сварного шва,

– механические свойства свариваемых металлов.

*уметь выполнять следующие виды работ:*

– автоматическую и полуавтоматическую сварку сложных строительных конструкций;

– производить автоматическую и механизированную сварку во всех пространственных положениях сварного шва узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых и конструкционных сталей;

– автоматическую и механизированную наплавку сложных деталей, механизмов, конструкций.

На основании данного сравнения квалификационных характеристик возможна разработка программы повышения квалификации рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» не ниже 4-го разряда.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

### 3.2 Разработка учебного плана повышения квалификации

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для повышения квалификации 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.

Исходя из сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах», который представлен в таблице 7.1. Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 7.1 - Учебный план повышения квалификации рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го квалификационного разряда

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ		62
1.1	Основы экономики отрасли	3

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.2	Материаловедение	3
-----	------------------	---

Окончание таблицы 7.1

1.3	Основы электротехника	2
1.4	Чтение чертежей	2
1.5	Спецтехнология	52
<b>2. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ</b>		<b>122</b>
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке не- сложных деталей на учебно-производственном участке	36
2.2	Работа на предприятии	86
	Консультации	2
	Квалификационный экзамен	8
	<b>ИТОГО</b>	<b>194</b>

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

### 3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии производства, организации труда в объеме, необходимом для прочного овладения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих, формировании ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции. Программа предмета «Спецтехнология» разрабатывается на основе квалификационной характеристики, учебного план переподготовки и учета требований работодателей.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

ДП 44.03.04.560 ПЗ

Лист

83

Таблица 7.2 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Источники питания для механизированной сварки	3
2	Стандартное механическое оборудование	3
3	Оборудование для дуговой автоматической сварки в среде защитных газов	6
3.1	Устройство и основные узлы сварочных автоматов	4
3.2	Сварочные трактора	3
3.3	Типовые конструкции сварочной головки	3
4	Технология автоматической сварки в среде защитных газов	10
4.1	Особенности сварки и наплавки, в среде защитных газов	6
4.2	Режимы механизированной сварки и наплавки, в среде защитных газов	4
4.3	Механическое оборудование, используемое для сварочных работ в среде защитных газов	3
5	Контроль качества сварных швов	3
6	Охрана труда	2
	Итого:	52

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

### 3.4 План – конспект урока

Выбранный раздел предмета «Спецтехнология» - Устройство и основные узлы сварочных автоматов.

Тема урока: «Устройство и основные узлы роботизированного технологического комплекса FANUC ARC Mate 100iC/7L»

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.560 ПЗ	Лист
						84

Цели занятия:

*Обучающая:* Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного автомата, их назначении и принципе работы.

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

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

Тип урока: урок новых знаний.

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

Дидактическое обеспечение занятия:

– плакат «Роботизированный технологический комплекс FANUC ARC Mate 100iC/7L»

– учебник: Э.А. Гладков В.Н. Бродягин Р.А. Перковский «Автоматизация сварочных процессов»;

Структура урока:

1. Организационный момент;
  2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;
- Сообщение темы и цели занятия;
- Актуализация опорных знаний.

Основные вопросы для повторения:

1. Чем отличается аппарат для полуавтоматической сварки от аппарата для автоматической сварки?

*Эталон ответа:* Аппарат для механизированной дуговой сварки, включающий сварочную горелку и механизм подачи электродной проволоки с ручным перемещением горелки, называют полуавтоматом. Аппарат для автоматической дуговой сварки, включающий сварочную головку, механизм для перемещения аппарата, подающий механизм с электродной проволокой и необходимые средства автоматизации, называют сварочным автоматом.

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	

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

2. Почему применяют унифицированные узлы на полуавтоматах и автоматах?

*Эталон ответа:* Это позволяет с наименьшими затратами быстро настроить аппарат при изменении технологического процесса сварки, улучшить ремонтоспособность.

3. Расскажите о системе обозначения аппаратов для дуговой сварки.

*Эталон ответа:* Принята единая система обозначения аппаратов для дуговой сварки, состоящая из буквенно-цифровых индексов. Первые две буквы обозначают наименование изделия и способ сварки: ПД – полуавтомат для дуговой сварки; АД – автомат для дуговой сварки; УД – установка для дуговой сварки. Третья буква обозначает вид защиты сварочной дуги; Ф – флюсовый; Г – газовый; ФГ – флюсогазовый.

Таблица 7.3 – План - конспект урока

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 5 мин.	Здравствуйтесь, ребята! Прошу вас садитесь, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 5 мин.	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для дуговой механизированной и автоматической сварки под флюсом» Тема занятия: «Устройство и основные узлы роботизированного технологического комплекса FANUC ARC Mate 100iC/7L». Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного робота, его назначение и принцип работы»	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.

Ине. № дубл.	Ине. № подл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 7.3

1	2	3
<p>Актуализация опорных знаний 10 мин.</p>	<p>Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чем отличается аппарат для механизированной сварки от аппарата для автоматической сварки?</li> <li>2. Почему применяют унифицированные узлы на полуавтоматах и автоматах?</li> <li>3. Расскажите о системе обозначения аппаратов для дуговой сварки.</li> </ol>	<p>Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.</p>
<p>Изложение нового материала 35 мин.</p>	<p>Хорошо! Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Назначение сварочного автомата;</li> <li>– Основные узлы и механизмы робота;</li> <li>– Комплектование сварочного поста.</li> </ul> <p>По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание.</p> <p>Прошу сосредоточиться и не мешать мне и своим товарищам.</p> <p>В настоящее время широко применяется механизированная сварка.</p> <p>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 строительно-монтажных конструкций при их предварительной сборке и сварке и т. д.</p> <p>Устройство и основные узлы роботизированного технологического комплекса FANUC ARC Mate 100iC/7.B комплекс оборудования входят робот</p>	<p>Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение. По мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы автомата. Вместе разбираем устройство механизмов, схемы, записываем основные моменты.</p> <p>Давайте разберем</p>

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам.име. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

FANUC ARC Mate 100iC/7L(Япония), источник питания S-RoboMIG (Германия), контроллер FANUC R-30iB, блок подачи проволоки RF-16 LORCH (Германия) и сварочная горелка AU 500 LORCH(Германия)



Плакат - роботизированный технологический комплекс FANUC ARC Mate 100iC/7L

Роботы серии Arc Mate могут быть размещены на потолке или стене сварочной ячейки. Это позволит сэкономить место в производственном помещении, облегчить доступ к оснастке и максимально использовать доступную рабочую зону робота.

Роботы серии Arc Mate могут работать с позиционерами и системами линейного перемещения для максимизации скорости сварки и расширения зоны досягаемости.

Роботы серии Arc Mate имеют полую конструкцию руки и запястья, что обеспечивает возможность удобной прокладки сварочных кабелей, газовых шлангов и шлангов водяного охлаждения внутри манипулятора. Таким образом, облегчается монтаж

подробно устройство и основные узлы роботизированного технологического комплекса FANUC ARC Mate 100iC/7L

Показываю плакат с общим видом каретки и его техническими характеристиками.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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



сварочного комплекса, нивелируется возможность столкновения кабелей и шлангов с рукой манипулятора или свариваемой деталью, а также продлевается срок их службы.

**контроллер** полностью русифицирован, применяется для роботизированной сварки в защитном газе. Блок управления приспособлен для работы совместно с источником питания S-RoboMIG. Тесная связь блока управления со сварочными источниками обеспечивает очень высокую стабильность сварочных процессов. Большой жидкокристаллический дисплей блока управления демонстрирует установленные сварочные параметры и выдает сообщения об ошибках, если эти параметры выходят за рамки доступных значений. Удобные и интуитивно понятные органы управления блоком обеспечивают легкость и быстроту настроек параметров. Работа блока ведется в автоматическом режиме, режимы сварки возможно установить в ручную. В ручном режиме скорость подачи проволоки, скорость перемещения, а так же другие параметры устанавливаются и регулируются вручную. В автоматическом режиме выбирается группа параметров и в процессе сварки ведется лишь их тонкая настройка. Основное меню служит для установки: тепловложения, тока сварки, скорости подачи, напряжения дуги, скорости перемещения, управление колебаниями, движениями робота и отображает заданные параметры. Стартовое меню служит для установки: способа возбуждения дуги, вида окончания сварки, направления сварки, способа регулирования, типа проволоки, материала проволоки, диаметра проволоки. Могут быть установлены значения функций заварки кратера и времени окончания

Обращаю внимание обучающихся на плакат с общим видом, и начинаем разбирать основные части

Рассказываю о про-

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

сварки. слежение за швом корректировка положения

- Меню на русском языке
- CAN шина обмена данными с источником
- Выбор процессов: под флюсом/в среде защитных газов
- Предустановка параметров сварки
- Память на 240 программ сварки
- Выбор поддержки постоянного сварочного тока или скорости подачи проволоки
- Отображение тепловложения на дисплее Slot USB для восстановления системы или загрузки параметров сварки
- Управление колебаниями горелки
- Управление движениями робота
- Возможность установки программы по копиру
- Слежение за швом, корректировка

Главное меню блока управления РЕК содержит следующие подменю:

- **Журнал неисправностей**, с индикацией кода ошибки, позволяет мгновенно определить характер неисправности и оперативно ее устранить.
- **Экспорт/импорт**, обеспечивает передачу информации на панель управления и от нее посредством носителя данных с интерфейсом USB.
- **Управление файлами**, управляет информацией на устройстве памяти USB. Позволяет удалять и копировать данные сварки.
- **Редактирование предельных значений**. Выполняет задание индивидуальных изменяемых значений. Предусмотрено 50 ячеек памяти.
- **Статистика производительности**. Обеспечивает учет общего времени горения дуги, общего объема материала и количества сварных соединений. Отображает удельный объем расплавленного проволочного материала на единицу длины и времени последнего сброса.
- **Функция обеспечения качества**. Записывает и позволяет контролировать отдельные сварочные параметры: время начала сварки, продолжительность сварки, минимальные, максимальные и средние значения тока, напряжения и тепловложения в процессе

цессе управления роботизированного комплекса, по мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы. Записываем основные моменты.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

- сварки
- **Учетные записи пользователей.** Особую важность с точки зрения обеспечения качества зачастую приобретает возможность защиты изделия от эксплуатации посторонними лицами. Меню обеспечивает три уровня доступа: "администратор", "ответственный пользователь", "обычный пользователь".



Плакат «контроллер R-30iB»



Плакат «источник питания S-RoboMIG»

Рассказываю о принципе меню сварочного трактора.

Прошу учащихся записать определение, что входит в главное меню блока управления. По мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы сварочного трактора. Вместе разбираем устройство механизмов, схемы, записываем основные моменты.

Прошу учащихся зарисовать сварочный трактор.

Первичное закрепление материала  
10 минут

Теперь давайте запишем домашнее задание, повторить §6.4. Адаптивные автоматизированные и роботизированные комплексы.  
Учебник Э.А. Гладков В.Н. Бродягин Р.А. Перковский «Автоматизация сварочных процессов»;

Провожу фронтальный опрос обучающихся, все ли им понятно по данной теме. Разбираем домашнее задание,

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

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

Окончание таблицы 7.3

1	2	3
		что нужно повторить к следующей теме.

Выполнив методическую часть дипломного проекта:

– изучили и проанализировали квалификационную характеристику рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах»;

– составили учебный план для профессиональной переподготовки электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах;

– разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;

– разработали план- конспект урока по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;

– разработали средства обучения для выбранного занятия.

Считаем, что данную разработку, возможно, использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## 4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

### 4.1 Безопасность труда

В данном разделе проекта освещаются вопросы безопасности работы на производстве. Человек как на производстве, так и вне его сталкивается с опасными факторами (техническими, антропогенными и др.).

Прогресс ведет к усложнению системы взаимодействия между человеком и техникой, поэтому с усложнением техники параллельно следует рассматривать вопросы обеспечения безопасности производства, его влияния на природную среду и организм человека, а также уделять внимание прогнозированию, разработке мероприятий по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Для предприятия важно увеличить прибыль, а для этого нужно повышать объем и качество продукции, что подразумевает повышение культуры производства, проработку структуры технологического процесса, внедрение передового оборудования и новейших методов обработки..

В процессе эксплуатации технологического оборудования в атмосферный воздух выбрасываются: пыль неорганическая до 20% SiO<sub>2</sub>, железа оксид, пыль абразивная, взвешенные вещества, хром шести валентный, марганец, кислота азотная, кислота оротофосфорная, водород фтористый, кислота серная.

Практически при всех видах сварки присутствуют такие опасные факторы, как пыль, газ, световое излучение, высокая температура, тепловое и ультрафиолетовое излучения. Открытая сварочная дуга, нагретый металл изделия, брызги жидкого металла создают опасность ожогов и повышают опасность возникновения взрыва и пожара. Также вредными факторами являются вибрации от движущихся частей механизмов и создаваемый ими шум, существует опасность поражения током.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам.име. №	Име.№ дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	-------------	-------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

#### 4.1.1 Характеристика условий труда

Сборка и сварка рабочего колеса дымососа из материала СтЗсп, производится в одном цехе. Площадь цеха составляет 6000 м<sup>2</sup>. Объем производственного помещения составляет 40000 м<sup>3</sup>. Количество работающих – 50 человек.

Площадь, приходящаяся на одного работающего, фактически 120 м<sup>2</sup>/норма 4,5 м<sup>2</sup>[13]

Объем помещения, приходящийся на одного работающего, фактически 800 м<sup>3</sup>/норма 25 м<sup>3</sup>[13]

При выполнении сварочных работ рабочие подвергаются воздействию многочисленных вредных и опасных факторов, которые могут привести к получению травм, а также возникновению профессиональных заболеваний:

- механическое травмирование;
- возникновение пожара;
- шумы и вибрация;
- запыленность;
- загазованность;
- поражение электрическим током;
- излучение

#### 4.1.2 Условия труда

##### *Воздух рабочей зоны*

В базовой технологии сварка днища представлена полуавтоматической сваркой в среде защитных газов сварочной проволокой Св-08Г2С, при наплавке использовалась самозащитная порошковая проволока ПП-Нп-200Х12М, в про-

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

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



Вредные вещества, выделяющиеся при сварке, приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 - Вредные вещества, выделяющиеся при сварке

Наименование вредного вещества	$M_i$ , Т/год	ПДК* среднесуточная, мг/м <sup>3</sup>	Предельно допустимый выброс (ПДВ), т	Класс опасности вещества	$a_i$
Железа оксид	0,0098	0,0400	0,00980	3	1
Взвешенные вещества	0,0026	0,1500	0,00260	3	1
Уайт-спирит	0,0731	0,1500	0,0731	4	0.9
Хрома (IV) оксид	0,0005	0,0015	0,00005	1	1.7
Азотная кислота	0,0844	0,1500	0,0103	2	1.3
Натр едкий	0,0075	0,0127	0,00006	2	1.3
Серная кислота	0,0133	0,1000	0,01330	2	1.3
Алюминия оксид	0,1682	0,0100	0,16820	2	1.3

\*-ГОСТ 12.1.005-88 (1999, с изм. 1 2000) [1]

### Микроклимат

Вентиляция и централизованное отопление обеспечивают параметры микроклимата в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 (1999, с изм. 1 2000)[1] для категории тяжести работ II б. [1]

Данные параметры приведены в таблице 8.2

Таблица 8.2 - Параметры микроклимата

Период года	Категория тяжести работ	Температура Град.С	Влажность %	Скорость воздуха, м/с
теплый	II б	20...22	40-60	0,3
холодный	II б	17...19	40-60	0,2

В цехе для отопления в холодный период времени года используются батареи с теплоносителем – водой, температура воды 70 – 80 о С.

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



Согласно ГОСТ 12.1.005-88 (1999, с изм. 1 2000) интенсивность теплового облучения не должна превышать 140 Вт/м<sup>2</sup>.

Для оздоровления воздушной среды и обеспечения необходимых параметров микроклимата производственных помещений предусмотрена естественная и механическая приточно-вытяжная обще-обменная вентиляция, которая осуществляет удаление загрязненного или нагретого и подачу свежего воздуха. Загрязненный воздух через фильтры удаляется за пределы цеха. Свежий воздух также проходит фильтрацию.

Технологическое оборудование, выбрасывающее в атмосферу загрязняющие вещества (гальваническая и механическая обработки металлов, сварка), обеспечено вытяжной вентиляцией.

### *Освещенность*

В цехе предусмотрено естественное и искусственное освещение:

- естественное – это дневной свет, проходящий через окно, верхние световые проемы;
- искусственное – это газоразрядные лампы и лампы накаливания;
- комбинированная система состоит из общего и местного освещения.

В проекте выполняются работы средней точности. Категория зрительных работ разряда III б. Нормируемое значение освещенности 300 люкс в соответствии с СП 52.13330.2011 [2]

Рабочее освещение создает освещенность на рабочем месте сварщика не менее 300 люкс. Аварийное освещение создает освещенность в 10% от рабочей освещенности. Эвакуационное освещение предусмотрено вдоль основных проходов.

### *Защита от излучений*

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

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

Основным источником электромагнитных излучений в сборочно-сварочном цехе являются токоведущие части действующих электроустановок, источники питания и сварочная дуга. Источником ультрафиолетового, светового излучения также является сварочная дуга.

Согласно ГОСТ 12.1.002-84 [3]

предельно допустимый уровень напряженности воздействующего электромагнитного поля не должен превышать 25кВ/м

Для защиты от излучений в сборочно-сварочном цехе при сварке проектом предусмотрены следующие средства защиты в соответствии с ГОСТ 12.4.011-87 [4] и ГОСТ 12.3.004-75 [5]

- светофильтры марок С-6, С-7 по ГОСТ 12.4.011-87 [4] в качестве индивидуальных средств защиты
- специальная одежда и ботинки для сварщиков.

#### *Защита от шума*

Источниками шума в сборочно-сварочном цехе являются, электромостовые краны, самодвижущиеся тележки, сварочные аппараты, источники питания для сварки.

Допускаемое значение шума на постоянных рабочих местах регламентируется ГОСТ 12.1.003-2014[6]

На участке сварки уровень шума не должен превышать нормируемый уровень – 80 дБ(А) [6]

Для снижения шума в сборочно-сварочном цехе проектом предусмотрены следующие методы звукоизоляции и звукопоглощения:

- источники питания звукоизолированы в соответствии с ГОСТ 12.1.029-80 [7]

Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата						
Ине. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.560 ПЗ			Лист
									98

- акустическая обработка помещений. Части внутренних поверхностей ограждений в помещениях для сварочных работ облицовываются звукопоглощающими материалами в соответствии с ГОСТ 12.1.029-80 [7]

### *Защита от вибраций*

Источниками вибраций в сборочно-сварочном цехе являются:

- установки и агрегаты для сварки;
- ручной механизированный инструмент;
- конструкции воздуховодов;
- транспортные средства.

На участке сварки фактический уровень локальной вибрации не должен превышать нормируемого уровня локальной вибрации – 109 дБ в соответствии с ГОСТ 12.1.012-2004 [8]. Уровень общей вибрации на участке сварки не должен превышать нормируемого уровня общей вибрации – 92 дБ в соответствии с ГОСТ 12.1.012-2004 [8].

С целью уменьшения уровня вибрации в сборочно-сварочном цехе при сборке и сварке проектом предусмотрены следующие методы:

- оборудование, являющееся источником вибрации, устанавливается на массивном фундаменте;
- гибкие вставки и упругие прокладки в конструкциях воздуховодов.

### *Защита от механического травмирования*

Возможные механические опасности: движущиеся машины, подвижные части производственного оборудования, перемещающиеся изделия и заготовки, острые кромки и заусенцы на поверхности заготовок и оборудования, наличие приямка.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.560 ПЗ	Лист 99
------	------	----------	-------	------	--------------------	------------

Проектом предусмотрена защита обслуживающего персонала от механического травмирования:

- - защитные ограждения по ГОСТ 12.2.062-81 [9]
- движущиеся части установки закрываются специальными – кожухами, устанавливаются конечные выключатели, блокировки;
- применение средств индивидуальной защиты – защитные перчатки, каски.

### *Электробезопасность*

По опасности поражения электрическим током помещение является особо опасным ПУЭ - 7[10]

Все промышленное оборудование работает от сети переменного тока с частотой 50 Гц и напряжением 380 В. Для предупреждения поражения током и обеспечения безопасности проектом предусмотрены следующие средства защиты:

- заземление, сопротивление 4 Ом, что соответствует ГОСТ 12.1030– 2001 [11]
- зануление;
- изоляция токоведущих частей и оградительные устройства;
- применение низкого напряжения в цепях управления.
- разделение сетей

### *Пожарная безопасность*

Согласно НПБ 105 - 03 помещение относится к категории «Г»[12]

Степень огнестойкости здания – I, СНиП 2.08.02-89[2]

Возможные причины возникновения пожара:

- короткое замыкание электрической цепи;
- самовозгорание обтирочного материала (ветоши);

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- возгорание материалов вследствие неправильного хранения горючих веществ на рабочем месте.

Для обеспечения пожарной безопасности проектом предусмотрены следующие средства пожаротушения:

- пожарные краны, укомплектованные двумя рукавами и двумя стволами;
- пожарный щит, укомплектованный огнетушителем ОХП-10, ведром, багром, ломом, совковой лопатой, топором и ящиком с песком объемом 0,2м<sup>3</sup>;
- ящики с песком, укомплектованные совковой лопатой;
- асбестовые одеяла;
- передвижной огнетушитель ОВП-100;
- для тушения электроустановок и электрооборудования проектом предусматривается использование углекислотных огнетушителей марок ОУ-2 и ОУ-5.

Для обеспечения своевременной эвакуации людей проектом предусмотрены следующие пути эвакуации;

- ширина центрального прохода 4 метра;
- максимальное удаление от выхода 25 метров;
- ширина проходов между сварочными установками 2 метра;
- число эвакуационных выходов –1, шириной не менее 1,5 метра (ворота).

Двери на путях эвакуации открываются по направлению выхода из здания.

Вывод:

Таким образом, проект выполнен в соответствии с требованиями нормативных документов и внедрение его позволит снизить функциональную нагрузку на организм работающих, также обеспечивает достаточную безопасность для оператора сварочной установки за счет приведенных выше защитных мер.

Внедрение автоматизации значительно уменьшает физические нагрузки на рабочего, как статические (продолжительная сварка в одном положении), так и динамические (частые перемещения).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## 4.2 Экологическая безопасность

### 4.2.1 Глобальные экологические проблемы современности

Среди всех видов антропогенного загрязнения именно химическое загрязнение атмосферы представляет наибольшую опасность для природных экосистем и человека. По расчетам специалистов, в настоящее время в окружающей среде содержится более 4 млн. химических соединений, причем их список ежегодно пополняется еще 250 тыс. новых веществ. Многие из них небезопасны для человека, поскольку обладают разной степенью токсичности.

В настоящее время объемы выбросов вредных веществ в атмосферу, сравнимы с их поступлением в нее в результате естественных процессов. Причем наиболее опасны те воздействия человека на атмосферу, которые приобрели значение глобальных или имеют тенденцию перерастания в них.

По объему выбросов химических веществ в атмосферу лидируют такие химические вещества, как двуокись углерода, промышленная пыль, моноокись углерода, летучие углеводороды, окислы серы, окислы азота и другие вещества.

Многие загрязняющие вещества, особенно в виде аэрозолей, могут переноситься в атмосфере на чрезвычайно большие расстояния. Это загрязнение не имеет национальных границ, а носит глобальный характер. Загрязняющие вещества нередко обнаруживаются на расстояниях, отдаленных от источника загрязнения на сотни и даже тысячи километров.

В проекте предусмотрена сварка в среде защитного газа. Сварка в среде защитных газов – один из самых производительных способов сварки, но с позиции экологии, он так же является одним из самых вредных способов. В процессе автоматической сварки в сварочной ванне происходят металлургические процессы, продукты реакций которых попадают в окружающую атмосферу в виде токсичных газов и металлической пыли.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

#### 4.2.2 Анализ связей технологического процесса с экологическими системами

В дипломном проекте разработан технологический процесс изготовления сборки и сварки рабочего колеса. Применение разработанного технологического процесса вызывает появление различных видов отходов. Общий вид отходов, возникающий при автоматической сварке в среде защитного газа, представлен на рисунке 8.1

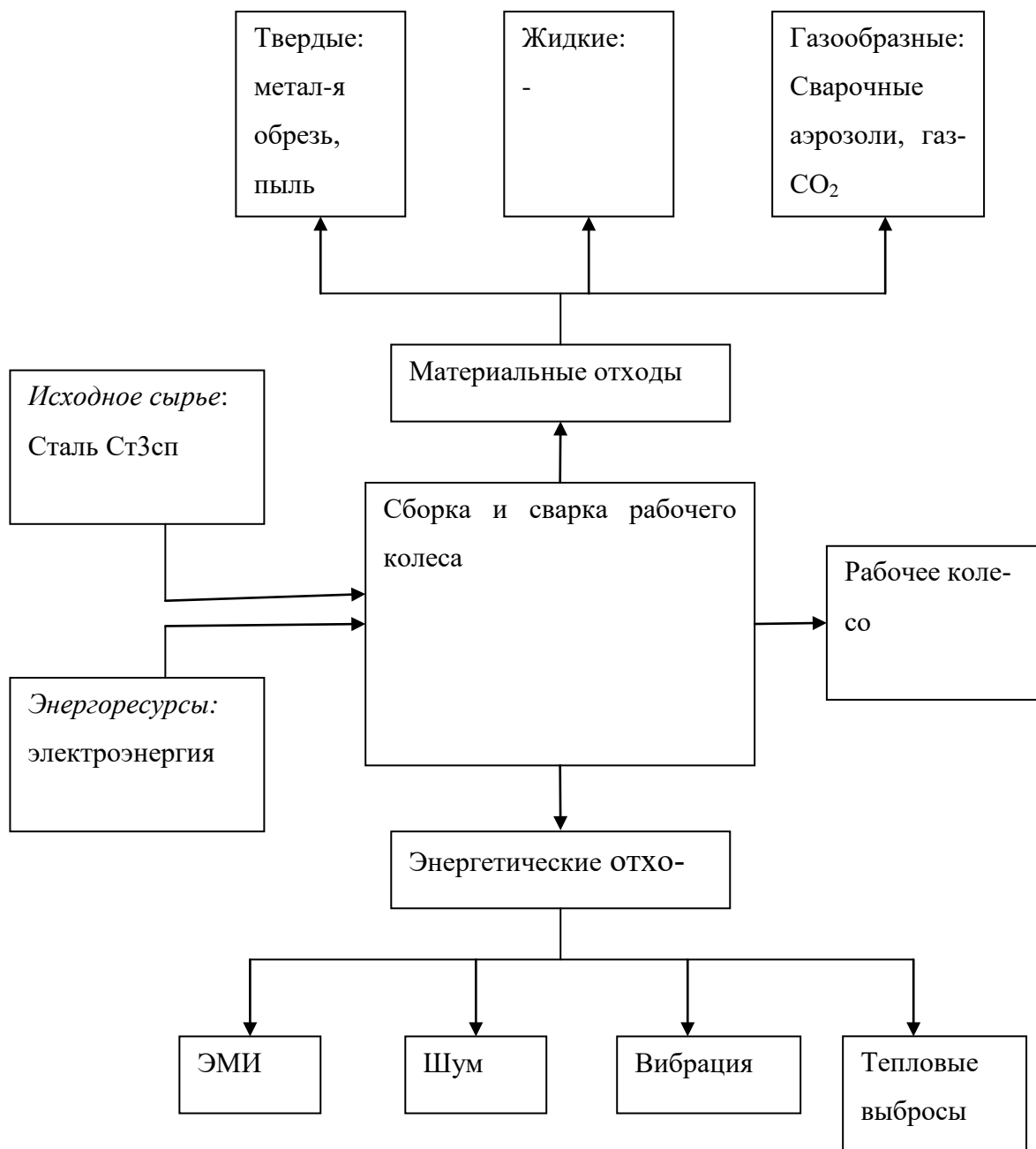


Рисунок 8.1 - Связи технологического процесса технического контроля с внешней средой

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам.име. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

Для осуществления цели дипломного проекта основным сырьем является сталь Ст3сп. В качестве энергоресурса используется электроэнергия постоянного тока. В ходе технологического процесса сварки образуются следующие виды отходов: материальные и энергетические, к которым в частности относятся ультрафиолетовое и инфракрасное излучения.

Виды отходов, возникающие в процессе изготовления сварной конструкции:

- Материальные: твёрдые (металлическая обрезь, пыль), газообразные (Сварочные аэрозоли, газ CO<sub>2</sub>);
- Энергетические: ЭМИ, шум, вибрация, тепловые выбросы.

Виды отходов, возникающие в процессе изготовления корпуса днища представлены в таблице 8.3.

Таблица 8.3- Виды отходов при изготовлении рабочего колеса.

№ п/п	Операция	Материальные отходы	Энергетические отходы
1	Получение материала доставка кран-балкой на заготовительный участок	-	Тепловой выброс
2	Обработка деталей: чистка, правка	Металлическая пыль	Тепловой выброс, шум, вибрация, ЭМИ
3	Сборка и сварка конструкции	Металлическая обрезь, сварочные аэрозоли, газы	Тепловой выброс, световое, ультрафиолетовое излучение, шум вибрация

Источниками формирующими каждый из приведенных видов отходов, являются:

- Работа кран-балки – расходуется электроэнергия в двигателе, кнопочной станции, в проводах, в тормозах. При расходе электроэнергии выделяется тепло-

Ине. № дубл.	Ине. № докум.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата	Ине. № подл.
--------------	---------------	--------------	--------------	--------------	--------------

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



вая энергия в этих, элементах которая нагревает окружающую среду – тепловой выброс.

- При зачистке под сварку деталей, а также последующей обработке сварных швов возникают отходы в виде вибрации, шума, пыли, тепловые выбросы.
- В процессе сварки электрическая сварка дает тепловой эффект, инфракрасное, ультрафиолетовое и световое излучение. Работа подающего двигателя дает тепловой выброс и ЭМИ. Дуга и источник питания электрического тока дают тепловой, ЭМИ и шумовой эффект – все это энергетические отходы. Также имеют место и материальные отходы, при изготовлении деталей - металлическая обрезь, при сварке – пыль, сварочные аэрозоли, газы.

Анализ технологического процесса сборки и сварки рабочего колеса, свидетельствует о его не замкнутом характере, так как все выше перечисленные отходы попадают непосредственно в атмосферу, ухудшая ее состояние, и в конечном счете эти отходы влияют на состояние людей, животных, растительный мир, то есть на экологию.

#### 4.2.3 Основные требования экологизации проекта

Основной источник выделения вредных веществ в окружающую среду – сварочная дуга. Непосредственно вблизи ее концентрация вредных веществ очень высока. Далее конвективный поток эти вещества выносит воздух помещения и повышает общий фон загрязнения окружающей среды. В зоне дыхания сварщика содержание вредных компонентов сварочного аэрозоля значительна (7-10 раз) превосходит ПДК. Придельная допустимая концентрация (ПДК) веществ в воздухе рабочей зоны сварщика представлена в таблице 8.4.

Ине. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Ине. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 8.4 – ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны сварщика и атмосферы

Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	
	Рабочей зоны по ГОСТ 12.01.005-88	Атмосферы ГН 2.1.6.1338-03
Хроматы, бихроматы	0,01	0,01
Оксид Cr (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,00	0,2
Вольфрам	6,00	0,15
Двуоксид кремния аморфный в виде аэрозоля конденсации при содержании от 10-60%	2,00	0,03
Двуоксид азота	2,00	0,04
Озон	0,10	0,03
Оксид углерода	20,00	3

#### 4.2.4 Основные характеристики технологического проекта

Основные характеристики технологического проекта представлены в таблице 8.5.

Таблица 8.5 - Основные характеристики технологического проекта

Показатели	Ед.изм	Количество
1	2	3
<b>Сырье:</b>		
1. сталь СтЗсп	т/год	500
2. Защитный газ смесь Ar(82%)+CO <sub>2</sub> (18%)	м <sup>3</sup> /год	20

Ив. № подл. Подп. и дата Подп. и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

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

ДП 44.03.04.560 ПЗ

<b>Энергия</b>			
1. Электроэнергия		млн. кВт*ч	0,8
<b>Продукция</b>			
1. рабочее колесо		шт/год	100
<b>Отходы материальные:</b>			
1. Металлическая обрезь		т/год	200
2. Сварочные аэрозоли, газы:			
1) Хроматы, бихроматы		т/год	0,0001
2) Оксид Cr (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )		т/год	0,5
3) Аргон		т/год	5
4) Окислы железа		т/год	5
5) Двуоксид кремния в виде аэрозоля		т/год	0,1
6) Двуоксид азота		т/год	0,1
7) Озон			0,05
8) Оксид углерода			2

Для утилизации тепловых выбросов возможна установка на вытяжной вентиляции после очистительных фильтров отвода теплого воздуха для обогрева не отапливаемых помещений, путем пропуска этого воздуха через радиатор. Это исключит тепловой выброс в атмосферу.

Мероприятия по ограничению выбросов возникающих в процессе сварки представлены в таблице 8.6.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.560 ПЗ

Лист  
107

Таблица 8.6 - Мероприятия по ограничению выбросов возникающих в процессе сварки

Предложенные мероприятия	Вредные выбросы до выполнения мероприятий	Вредные выбросы после выполнения мероприятий
1	2	3
Установка источников питания сварочной дуги согласно требуемой мощности	Температура окружающей среды в районе сварочного поста выше, чем по цеху на 4 градуса (18-20 градуса)	Средняя температура в районе сварочного поста в пределах нормы

Сборка металлической обрести и переплав ее на литейном участке	Обресть выбрасывалась в места сбора производственных и бытовых отходов и вывозилась на свалку	В результате переплавки получается 1-1.2 тонны металла с каждого изделия
--	---	--

1)Установка принудительной системы воздухообмена (вентиляции) для ограничения выбросов (аэрозоли, пары) из рабочей зоны (системы приточно-вытяжной вентиляции с очисткой загрязненного воздуха). Для очистки от газа и пыли используют поворотный воздухоприёмник лиот-1. 2)Для очистки вредных примесей используют Гидро-	Общещеховая приточно - вытяжная вентиляция.	Чистота окружающей территории (рабочей зоны).
---	---	---

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

фильтр SMOKI JUNIOR 200  
 3) Ввести очистку загрязненного воздуха перед выбросом в атмосферу абсорбционным способом путем установки соответствующего оборудования.

В части дипломного проекта отвечающей за экологическую безопасность разработаны мероприятия по ограничению выбросов в процессе сварки изделия, откуда следует, что количество вредных выбросов в атмосферу уменьшится, а природные ресурсы будут использоваться экономично. Таким образом, рекомендуемые к внедрению мероприятия позволят сделать данный технологический процесс по сварке днища химического аппарата, более экономичным и ресурсосберегающим.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.560 ПЗ

## Заключение

В начале работы над дипломным проектом была поставлена задача разработать технологию производства рабочего колеса дымососа с более высоким уровнем механизации и автоматизации по сравнению с базовым вариантом изготовления.

В настоящем дипломном проекте разработана технология сборки и сварки рабочего колеса, заменяющая полуавтоматическую сварку в среде защитных газов на автоматическую сварку в среде защитных газов, подобрано оборудование для сборки и автоматической сварки рабочего колеса, подобраны сварочные материалы и рассчитаны режимы сварки для проектируемого варианта.

В экономической части дипломного проекта произведена оценка экономической эффективности от внедрения проектируемого варианта производства. Предложенный в проекте технологический способ сварки метало-изделия является экономически эффективным за счет снижения влияющих на себестоимость издержек.

В методической части дипломного проекта был проанализирован Единый тарифно-квалификационный справочник работ по профессиям: “Электросварщиков ручной сварки” 4-го разряда и “Электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах” 5-го разряда. Разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии “Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах” на основании анализа квалификационной характеристики. Разработан тематический план и план конспект урока по теме “ Устройство и основные узлы роботизированного комплекса”. Подводя итог работы над дипломным проектом можно сделать о том, что подобранное оборудование и разработанная технология барабана лебёдки позволяет повысить производительность труда, снизить трудоёмкость процесса изготовления изделия и обеспечить снижение себестоимости изготовления барабана лебёдки.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам.име. №	Име.№ дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	-------------	-------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

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 Internet шаг за шагом [Электронный ресурс]: [Интерактивный учебник] – Электрон. дан. и прогр. – СПб. : ПитерКом, 2007. - 1 электрон. опт. диск (CD-R) зв., цв. + прил. (127 с.). – Загл. с этикетки диска.

4 Цветков, В.Я. Компьютерная графика [Электронный ресурс]: рабочая программа для студентов всех форм обучения специализации 030504.08 / В.Я.Цветков. – Электрон. дан.и прогр. – Екатеринбург: Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2010. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) – Загл. с экрана.

5 Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] / Центр информационных технологий РГБ; ред. Власенко Т.В.; Web-мастер Козлова Н.В. - Электрон. дан. – М.: Рос. гос. б-ка, 2007. – Режим доступа: <http://www.rsl.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус, англ.

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

7 Скаун, В. А. Методика производственного обучения: учебное пособие: в 2 ч. / В.А.Скаун. - М.: Профессиональное образование, 1992.

Ч.1.: 165 с.

Ч.2.: 204 с.

8 Сварочные материалы для дуговой сварки: справочное пособие : в 2 т. Т. 1 Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев [и др.] ; под общ. ред. Н. Н. Потапова. - М.: Машиностроение, 1989. – 544 с., ил.

Име. № подл.	Подл. и дата	Взам.име. №	Име.№ дубл.	Подл. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

9 Иванов, И.И. Автоматическое регулирование / И.И. Иванов // Наука и жизнь. - 2004. №1. - С. 50-70.

10 Иванов, И.И. Применение тренажеров и КИП в производственном обучении / И.И.Иванов, А.А.Петров // Материалы 6-ой Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых / Урал. гос. пед. ун-т. — Екатеринбург, 2004. — С. 50—70.

11 Автоматизация сварочных процессов / Э.А. Гладков В.Н. Бродягин Р.А. Перковский – М.: Изд-во МГТУ, 2014.- 421

12 Сварочное дело: Сварка и резка металлов: учебник для нач. проф. образования/ Г. Г. Чернышов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 496 с

13 Федулова М.А. Формирование специальной компетенции будущих педагогов профессионального обучения: дисс...канд. пед. наук: 13.00.02, 13.00.08: защищена 26.12.08: утв. 30.03.09 .Федулова Марина Александровна. – Екатеринбург, 2008. — 208 с.

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

15 Волков, О.И. Экономика предприятия: учеб. пособие / О.И. Волков, В.К. Складенко. 2-е изд. М.: ИНФРА-М, 2013. - 264 с.

16 Грибов, В.Д. Экономика предприятия: учебник. Практикум / В.Д. Грибов, В.П. Грузинов. 5-е изд., перераб. и доп. -М.: КУРС; ИНФРА-М, 2013. - 448 с.

17 Прикладная экономика: учебник /Г.И.Журухин [и др.]; под ред. Г.И.Журухина, Т.К.Руткаускас. Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2015. - 364 с.

18 Руткаускас, Т.К. Экономика предприятия: учеб. пособие /Т.К. Руткаускас, Г.И. Журухин. Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2015. - 316 с.

Ине. № дубл.	Ине. № инв. №	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



19 Скакун В.А. Преподавание общетехнических и специальных предметов в средних ПТУ: Метод.пособие. — М.: Высш. шк., 1987. 272 с.: ил.

20 Эрганова Н.Е. Методика профессионального обучения: Учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. унта, 2003. -150 с.

21 Шалунова, М.Г. Практикум по методике профессионального обучения: Учеб. пособие. [Текст] /М.Г.Шалунова, Н.Е.Эрганова. - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. - 67 с.

22 ГОСТ 12.1.030-2001 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.– Введ.1982-07-01. – М.: Изд-во стандартов СССР, 1982

23 НПБ 105-95 Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. –Введ. 2003-08-01.- М.:МЧС России, 2003

24 ГОСТ 12.1.003-2014 Шум. Общие требования безопасности – введ. 2015-11-01. – М.:Стандартинформ, 2015

25 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – Введ. 1996-10-31. – М.: МинздравРоссии, 1996

26 ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. – Введ.2008-07-01. – М.:Стандартинформ, 2004

27 ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – Введ. 1992-01-01. – М.: Изд-во стандартов СССР, 1991

28 ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – Введ. 1990-07-01. – М.: Изд-во стандартов СССР, 1989

29 СНиП 23-05.95\* ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ. –Введ. 1996-01-01. – М.:1995

30 ГОСТ 12.1.005-88\* ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Текст]. – Введ. 2008. – М.: Стандарт информ, 2008

Ине. № подл.	
Подп. и дата	
Ине. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Ине. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.560 ПЗ

31 Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб. Пособие для вузов /Д.А. Кривошеин, Л.А. Муравей, Н.Н. Роева и др.; Под ред. Л.А. Муравья. – М.: ЮНИТИ – ДАНА. – 2000. – 447 с.

32 Арустамов Э. А., Левакова И. В., Баркалова Н. В. Экологические основы природопользования: учеб. пособие. – М. : Дом «Дашков и КО», 2002.

33 Бродский А. К. Общая экология: учеб. для студентов высших учебных заведений. – М. : издательский центр «Академия», 2006.

34 Горелов А. А. Экология: учеб. пособие. – М. : Центр, 2002.

Коробкин В. П., Передельский Л. В. Экология: учеб. для студентов вузов.– Ростов н/Д: Феникс, 2008.

35 Маринченко А. В. Экология. – М. : Дом «Дашков и КО», 2009.

36 Передельский Л. В., Коробкин В. И., Приходченко О. Е. Экология. – М. : Проспект, 2008.

Инв. № подл.	Подп. и дата			
	Инв. № дубл.			
Взам. инв. №	Подп. и дата			
	Инв. № подл.			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ДП 44.03.04.560 ПЗ				Лист
				114