

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

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ КОНУСА
ЗАСЫПНОГО АППАРАТА**

Выпускная квалификационная работа
Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиль Машиностроение и материалобработка
Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном произ-
водстве
Идентификационный код ВКР: 141

Екатеринбург 2019

					<i>ДП 44.03.04.141 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		3

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

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Разработка технологии сборки и сварки конуса засыпного аппарата

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-405С _____ М.П. Левин

Руководитель:
к.т.н., доцент _____ Л.Т.Плаксина

Нормоконтролер:
к.т.н., доцент _____ Д.Х.Билалов

Екатеринбург 2019

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		4

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 77 страницах, содержит 23 рисунка, 11 таблиц, 16 формул, 3 чертежа и 3 плаката формата А1, 30 источников литературы.

Ключевые слова: КОНУС ЗАСЫПНОГО АППАРАТА, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА В СРЕДЕ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ, ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, УЧЕБНЫЙ ПЛАН.

Левин М.П. Разработка технологического процесса сборки и сварки конуса засыпного аппарата: выпускная квалификационная работа / М.П. Левин: Рос. Гос. проф. – пед. ун. – тинж. – пед. образования, Каф. Инжиниринга и методики профессионального обучения в машиностроении и металлургии. – Екатеринбург, 2019. – 77 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологии сборки и сварки конуса засыпного аппарата».
2. Цель: усовершенствование технологии сварки с применением систем механизации, взамен существующей технологии полуавтоматической сварки.
3. В ходе работы выполнена оценка свариваемости основного металла, выбран способ сварки и сварочные материалы, выбраны основные параметры режима сварки и геометрические размеры сварного шва. Скомпонована установка для сборки и сварки и выбрано основное сварочное оборудование. Проведен сравнительный анализ

					ДП 44.03.04.141 ПЗ			
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	<i>Разработка технологии сборки и сварки корпусазасыпного аппарата</i>	Литера	Лист	Листов
Разраб.	Левин							
Провер	Плаксина							
Рук.								
Н.	Билалов							
Утв.	Гузанов							
						ФГАОУ ВО РГПУ, ИИПО каф ИММ пр3СМ-405С		

профессиональных стандартов, разработан учебный план переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

4. Результаты данной работы могут быть использованы при проектировании конуса засыпного аппарата на предприятии ООО «Транс Сервис»

				ДП 44.03.04.141 ПЗ		
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		
<i>Разраб.</i>	Левин			<i>Разработка технологии сборки и сварки корпусазасыпного аппарата</i>	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>
<i>Провер</i>	Плаксина					
<i>Рук.</i>						
<i>Н.</i>	Билалов				ФГАОУ ВО РГГПУ, ИИПО каф ИММ эр3СМ-405С	
<i>Утв.</i>	Гузанов					

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Анализ конструкции и материала изделия	6
1.1 Назначение, условия эксплуатации конуса засыпного аппарата	6
1.2 Характеристика материала изделия	7
2 Выбор способа сварки	9
2.1 Обоснование выбора способа сварки и сварочных материалов	9
2.2 Выбор сварочных материалов	10
2.2.1 Выбор электродной проволоки	10
2.3 Расчет параметров сварки конуса засыпного аппарата	26
3 характеристика установки и её узлов	38
3.1 Устройство и порядок работы на установке	38
3.2 Техническая характеристика установки	31
3.3 Описание конструкции	32
4 технология изготовления корпуса	45
4.1 Заготовительная операция	45
4.2 Технология изготовления конуса засыпного аппарата	52
4.2.1 Заготовительная операция	52
5 методический раздел	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	75
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	77
Приложение А Лист задания	78

Подпись и дата	Интв. N дубл.	Подпись и дата
Взам. интв. N		
Подпись и дата		

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

ДП 44.03.04.141.ПЗ

ВВЕДЕНИЕ

В настоящем дипломном проекте разработана технология и оборудование для дуговой сварки в защитных газах конуса засыпного аппарата, который предназначен для эксплуатации в составе оборудования горнодобывающего комплекса. По внутренней поверхности конуса засыпного аппарата транспортируется сыпучий материал при температуре до 100 °С. Конус засыпного аппарата состоит из корпуса – сварной конической обечайки и двух фланцев.

В состав установки для сборки и сварки входит типовое оборудование: манипулятор сварочный, клавишный прижим. Для выполнения транспортных операций предусмотрено компоновка участка для сварки в цехе с мостовым краном. В составе установки имеется спроектированное специализированное оборудование, для выполнения сварки конуса засыпного аппарата – колонна поворотная. Колонна, имеющая поворот консольной балки с направляющей, по которой перемещается аппарат А-1416-2, охватывает два сварочных поста – пост для сварки прямолинейных швов (сварка обечайки) и пост для сварки кольцевых швов (сварка обечайки и фланцев). Для сборки конической обечайки и фланцев конуса засыпного аппарата спроектировано сборочное приспособление. В составе таких приспособлений должно быть два комплекта – во время выполнения сварки обечайки с фланцами с применением одного сборочного приспособления, выполняется сборка конуса засыпного аппарата с применением второго сборочного приспособления.

Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкций.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки конуса засыпного аппарата.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления конуса засыпного аппарата с использованием автоматической сварки и т.д. по МУ.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

Подпись и дата
Инв. N дубл.
Взам. инв. N
Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

4

- проанализировать базовый вариант изготовления конуса засыпного аппарата;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки конуса засыпного аппарата;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки конуса засыпного аппарата;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки;

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления конуса засыпного аппарата, включающий автоматическую сварку в среде защитных газов а именно в смеси Corgon 18; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства конуса засыпного аппарата;

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие методы:

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

- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

					ДП 44.03.04.141.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ И МАТЕРИАЛА ИЗДЕЛИЯ

1.1.1 Назначение, условия эксплуатации конуса засыпного аппарата

Конус засыпного аппарата (рисунок 1) предназначен для эксплуатации в составе оборудования горнодобывающего комплекса. По внутренней поверхности конуса засыпного аппарата транспортируется сыпучий материал при температуре до 100 оС.

Конус засыпного аппарата состоит из корпуса – сварной конической обечайки и двух фланцев.

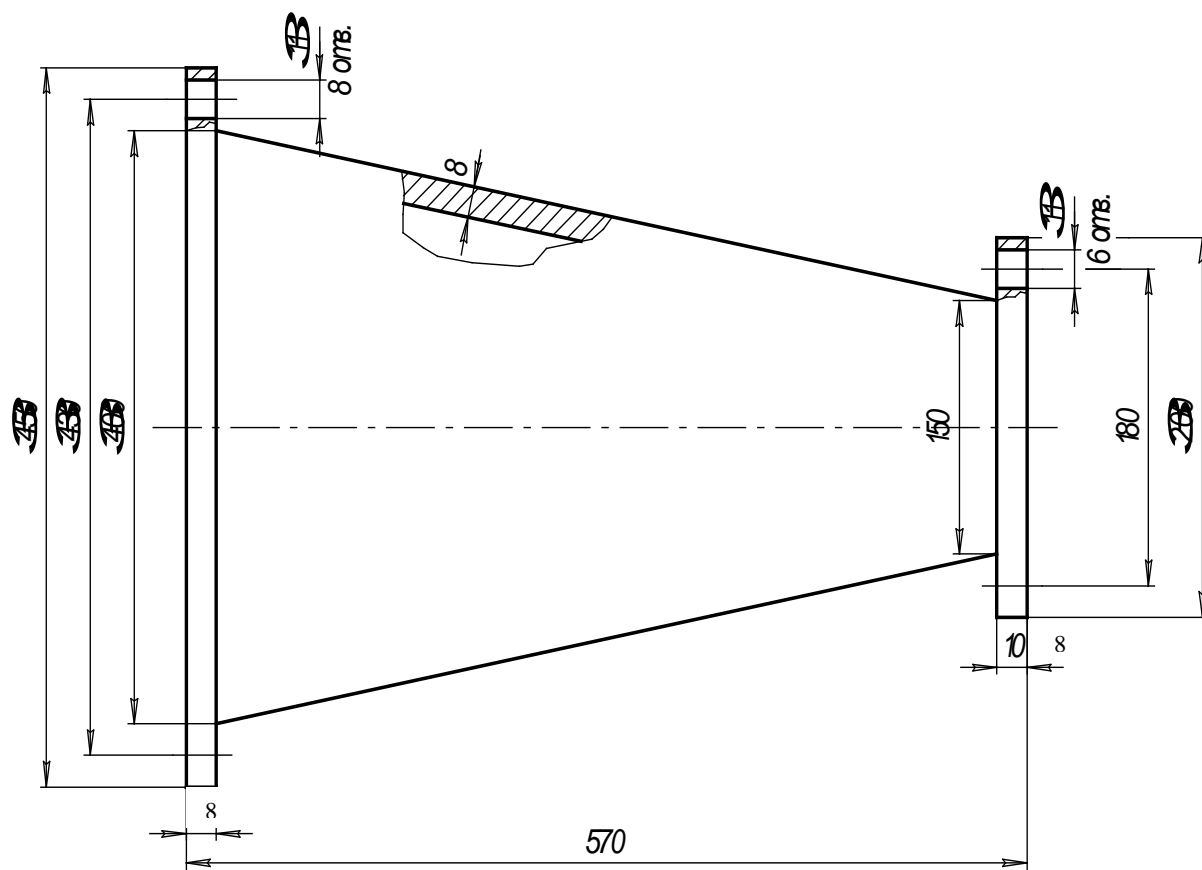


Рисунок 1 – Эскиз конуса засыпного аппарата

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата
----------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист
6

1.1.2 Характеристика материала изделия

Заготовки конуса засыпного аппарата изготавливают из листового металлопроката толщиной 8 мм из легированной хромокремненикелевой стали с медью марки 15ХСНД.

Таблица 1 - Химический состав стали 15ХСНД, % (ГОСТ 19281-14)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S	As	N
0,12-0,18	0,4-0,7	0,4-0,7	0,6-0,9	0,3-0,6	0,2-0,4	0,03	0,035	0,08	0,008

Таблица 2 - Механические свойства стали 15ХСНД (ГОСТ 19281-14)

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, (\delta_4), \%$	$\Psi, \%$	КСУ, кДж/м ²
	МПа				
От 5 до 9 вкл.	не менее		21		290
	350	500			

Обозначения:

Механические свойства:

- σ_B - Предел кратковременной прочности, [МПа]
- σ_T - Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [МПа]
- δ_5 - Относительное удлинение при разрыве, [%]
- Ψ - Относительное сужение, [%]
- КСУ - Ударная вязкость, [кДж / м²]
- НВ - Твердость по Бринеллю, [МПа]

Свариваемость стали 15ХСНД

а) Склонность металла к образованию закалочных структур оценивают по эквиваленту углерода $C_{эКВ}, \%$ [7,13]

$$C_{эКВ} = C + Mn/6 + Cr/5 + Mo/4 + V/5 + Ni/15 + Cu/13 + P/2, \quad (1.1)$$

где символы – химический элемент, содержание его в стали, %.

Подпись и дата
 Инв. N дубл.
 Взам. инв. N
 Подпись и дата

					ДП 44.03.04.141.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

$$C_{\text{экв}}=0,12+1,7/6+0,3/5+0,3/15+0,3/13+0,035/2=0,51 \%$$

$C_{\text{экв}} > 0,45\%$ - сталь 15XCHД – склонна к образованию закалочных структур. Кроме этого, анализ научно-технической литературы и производственный опыт показывает, что для сварки конструкций этой марки стали данной толщины не требуется предварительный подогрев и последующая термообработка.

Дополнительно, для предотвращения образования холодных трещин выполняют очистку основного металла и сварочных материалов от оксида железа, углеводородных соединений и других загрязнений. После термической резки выполнять механическую обработку и зачистку кромок.

б) Склонность металла к образованию горячих трещин при сварке оценивают по показателю Уилкинсона [7,13]

$$HCS = [C(S+P+Si/25+Ni/100)1000] / (3Mn+Cr+Mo+V), \quad (1.2)$$

где символы – химический элемент, содержание его в стали, %.

$$HCS = [0,12(0,035+0,035+0,8/25+0,3/100)1000] / (3 \cdot 1,3+0,15) = 3,11$$

$HCS < 4$ – сталь 15XCHД не склонна к образованию горячих трещин; для получения равнопрочного основному металлу металла шва требуется применить сварочную проволоку с химическим составом соответствующим химическому составу основного металла.

1.2 Выбор способа сварки, обоснование способа сварки

Наиболее распространенными способами сварки конструкционной низкоуглеродистой стали, являются: ручная дуговая сварка покрытым электродом, сварка под слоем флюса, дуговая сварка в защитных газах, сварка

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата
----------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.141.ПЗ	Лист
						8

порошковой проволокой и проволокой сплошного сечения без дополнительной защиты, контактная сварка. Перечисленные способы сварки низкоуглеродистой стали, в тех или иных случаях имеют свои достоинства и недостатки. Так, по сравнению с другими способами сварка в защитных газах обладает рядом преимуществ [13]:

- 1) высокое качество сварных соединений на разнообразных металлах и сплавах различной толщины;
- 2) возможность сварки в различных пространственных положениях;
- 3) возможность визуального наблюдения за образованием шва, что особенно важно при полуавтоматической сварке;
- 4) отсутствие операций по засыпке и уборке флюса и удалению шлака;
- 5) высокая производительность и степень концентрации тепла источника позволяют значительно сократить зону структурных превращений;
- 6) малая зона термического влияния;
- 7) низкая стоимость при использовании активных защитных газов;
- 8) возможность полной механизации и автоматизации процессов.

В технологии производства сварной конструкции конуса засыпного аппарата, будет использоваться автоматическая сварка, так как сварные швы, которые требуется выполнить, имеют малую протяженность.

Таким образом, для изготовления конуса засыпного аппарата выбираем автоматическую дуговую сварку в смеси защитных газов К-18 (Corgon 18) плавящимся электродом.

В целом сварка в углекислом газе обладает рядом недостатков в сравнении со сваркой под флюсом и её применение реализуется в основном при сварке металла малых толщин (до 4-10 мм) и где технологически невозможно применение сварки под флюсом. В настоящем проекте выполняют сварку таврового соединения металла толщиной 5 мм по замкнутому контуру. Изделие устанавливают на сварочный манипулятор под углом – выполняют сварку в «лодочку». Здесь применение сварки под флюсом повлекло бы разработку

Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

дополнительных приспособлений: флюсоудерживаюх, флюсосборных. Учитывая сравнительно малую толщину в базовом варианте, в углекислом газе как более технологичный и экономичный способ для данного проекта.

1.2.1 Выбор электродной проволоки

Сварочная проволока Св-08Г2С – омедненная проволока, которая поставляется намотанной рядами на каркасные и пластиковые катушки. Она изготовлена из легированной стали, имеет ряд преимуществ перед другой, подобной ей продукцией. К преимуществам сварочной проволоки СВ08Г2С относится то, что она имеет широкую сферу использования, а также высокие антикоррозионные свойства.

Таблица 3 - Химический состав стали Св-08Г2С, % (ГОСТ 2246-70)

С	Si	Mn	Cr	Ni	P	S	N
не более	не более						
0,05 0,11	0,7...0,95	1,8...2,1	0,2	0,25	0,03	0,025	0,01

Сварочная проволока используется в самых разных отраслях, которые требуют наплавочных и сварочных работ: в судостроении, в пищевой промышленности, в энергетике и других областях промышленности. Сварочная проволока, которая выполнена по ГОСТ 18143-72 очень востребована производителями фильтровых пружин, сеток, производителями мед. оборудования, и в иных сферах, которые имеют схожие требования к материалу.

Легированная омедненная сварочная проволока типа Св-08Г2С используется для электродуговой сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей в средах, которые состоят из защитных газов. Такого рода сварочная проволока используется в строительстве, судостроении, машиностроении. Благодаря тому, что эта проволока выполнена по ГОСТ 2246-70, она гарантирует надежность сварных соединений.

Подпись и дата
Интв. N дубл.
Взам. интв. N
Подпись и дата

					ДП 44.03.04.141.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

Сварочная проволока Св-08Г2С может вытягиваться в течение одного цикла производства до своего конечного диаметра. Производственные и технические инновации обеспечивают сварочной проволоке стабильную круглую форму, гладкую поверхность и наименьший разброс по диаметру. Благодаря отменным характеристикам сварочной проволоки экономиться не только рабочее время, но и сокращаются затраты на сварочное оборудование. Правильная геометрия и порядная намотка проволоки существенно увеличивает срок службы дорогих сварочных полуавтоматов [5].

1.2.2 Применение углекислого газа в качестве защитной среды для механизированной сварки

В настоящий момент конуса засыпного аппарата на нашем предприятии изготавливаются посредством сварки вышеперечисленных материалов в защитной среде углекислого газа (CO₂).

Правильный выбор защитного газа во многом определяет механические и физико-химические свойства сварного соединения, а также внешний вид и наличие брызг и шлака при сварке.

Сварка в среде защитного газа, предложенная Н.В. Бенардосом в 1883 году, является одним из видов дуговой сварки. Во время такой сварки (Рисунок 2) в зону дуги подается специально подобранный газ или смесь газов, струя которого, обтекая электрическую дугу и сварочную ванну, предохраняет расплавленный металл от воздействия атмосферного воздуха, окисления и азотирования [6].

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

					ДП 44.03.04.141.ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

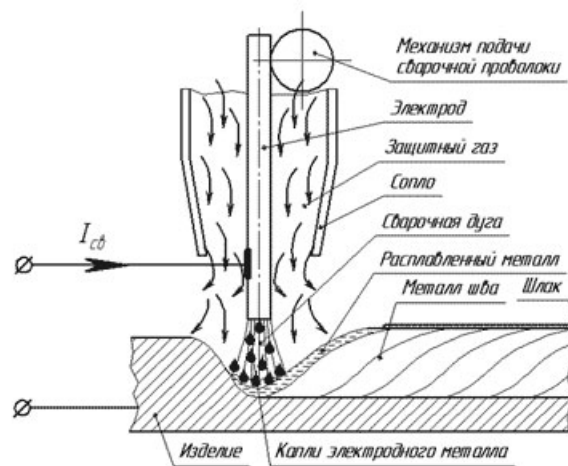


Рисунок 2 - Схема сварки в защитных газах

В качестве защитных используют: инертные газы (аргон, гелий и их смеси), не взаимодействующие с металлом при сварке, и активные газы (углекислый газ, кислород и др.), взаимодействующие с металлом, а также их смеси. Как известно, защитный газ оказывает влияние на физические и металлургические характеристики процесса сварки, предопределяя тем самым его технологические возможности, качество и механические свойства металла шва [6].

Защитный газ выбирают в зависимости от рода свариваемых материалов, технологических задач, требований, предъявляемых к сварным соединениям, а также от других условий. Технологическими преимуществами является относительная простота процесса сварки и возможность применения механизированной сварки в различных пространственных положениях. Незначительный объем шлаков позволяет получить высокое качество сварных швов.

Для получения качественных швов используют газообразный и сжиженный диоксид углерода высшего и первого сортов по ГОСТ 8050-85.

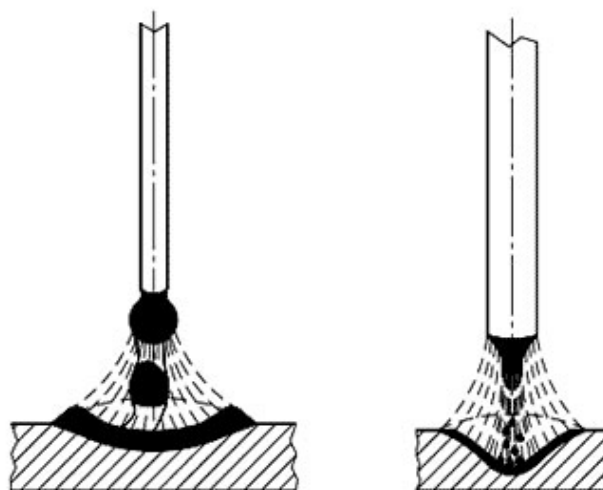
Углекислый газ не имеет цвета и запаха. При температуре 20°C и давлении 101,3 кПа (760 мм рт. ст.) его плотность составляет 1,839 кг/м³, а по отношению к воздуху — 1,524 кг/м³. Сжиженный углекислый газ — бесцветная жидкость без запаха. Сварку в защитных газах ведут на постоянном токе обратной полярности,

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата
----------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.141.ПЗ	Лист
						12

т.к. на переменном токе из-за сильного охлаждения столба дуги защитным газом, дуга может прерываться. Скорость подачи сварочной проволоки определяет силу сварочного тока.

Для сварки в защитных газах характерно высокий процент потерь электродного металла вследствие угара и разбрызгивания [6]. Разбрызгиванию способствует вид переноса электродного металла, зависящий от параметров режима сварки (Рисунок 3): крупнокапельный, смешанный, мелкокапельный.



Крупнокапельный Мелкокапельный (струйный)

Рисунок 3 - Виды переноса электродного металла

При крупнокапельном переносе электродного металла образуется малое количество брызг, вследствие нечастых, но продолжительных коротких замыканий дугового промежутка. Высокое объёмное теплосодержание крупных капель приводит к надёжному соединению с поверхностью свариваемого металла. При смешанном переносе электродного металла наблюдается максимальное образование брызг (потери на разбрызгивание могут достигать 20-30%) - такое явление также связано с короткими замыканиями дугового промежутка расплавленным электродным металлом и образованием в межэлектродном

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

промежутке капле с разной массой и различной скоростью перемещения. В диапазоне сварочных токов, при котором возникает смешанный перенос электродного металла.

Наименьшие потери на разбрызгивание наблюдаются при мелкокапельном переносе электродного металла. В определённом диапазоне сварочных токов (плотностей сварочных токов) перенос электродного металла приобретает мелкокапельный (струйный характер). Образовавшаяся на торце электрода, при таком процессе, капля не растягивается и не увеличивается до соприкосновения с основным металлом, что не приводит к коротким замыканиям, взрывам и образованиям брызг [7].

Рекомендуемые значения силы тока для процесса сварки в углекислом газе представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Допускаемые плотности тока и диапазоны сварочного тока при сварке в углекислом газе

Диаметр электрода, мм	1,2	1,6	2,0	3,0
Плотность тока, А/мм ²	88-195	90-160	60-140	45-70
	310-440	200-350	160-240	78-110
Сварочный ток, А	100-220	180-320	200-450	300-500

Углекислый газ (CO₂) получают несколькими способами, из которых наиболее распространены:

- из газов, образующихся при брожении спирта, пива, расщеплении жиров (почти чистый CO₂);
- из отходов химической промышленности при производстве аммиака и метанола (содержат до 90% CO₂);
- из дыма промышленных котельных (содержат от 12 до 20% CO₂).

Углекислый газ и смеси на его основе относятся к группе активных защитных газов, которые взаимодействуют с расплавленным металлом шва. Применение углекислого газа при сварке плавящимся электродом имеет свои преимущества, связанные, прежде всего, с происходящими химико-

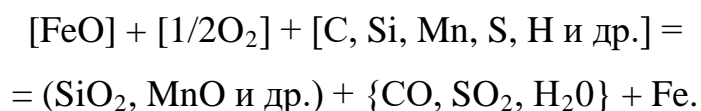
Подпись и дата
Инт. N дубл.
Взам. инт. N
Подпись и дата

металлургическими процессами. Углекислый газ имеет высокую плотность (приблизительно в 1,5 раза выше, чем у воздуха) и сам по себе способен обеспечить качественную защиту реакционного пространства; его потенциал ионизации, равный 14,3 В, дает возможность использовать при сварке эффект диссоциации молекул углекислого газа на оксид углерода СО и свободный кислород. В зоне высоких температур у дуги происходит разложение CO₂ по реакции:



Степень разложения CO₂ и соответственно состав газа зависят от температуры. Считают, что средняя температура защитного газа, контактирующего с жидким металлом, около 2600°С, а газовая фаза состоит из 53,8 об. % CO₂, 30,8 об. % СО и 15,4 об. % O₂ [8]

Растворившиеся в металле кислород и оксиды при определенной температуре и концентрации могут взаимодействовать с примесями металла, образуя шлаки и газы. В общем виде для стали эти реакции имеют вид:



Элементы и соединения в квадратных скобках растворимы в металле, в круглых — шлаки, а в фигурных — газы. При сварке сталей окисление углерода и образование оксида углерода, происходящие при затвердевании шва, могут быть одной из основных причин образования пор в шве. Введение в проволоку элементов-раскислителей (кремния, марганца, титана и алюминия) подавляет реакцию окисления углерода и обеспечивает получение плотных швов. Кислород также интенсивно окисляет водород, попадающий в зону сварки, и серу, что повышает стойкость металла шва к образованию пор и горячих трещин, а также повышает механические свойства шва. [8]

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата
----------------	--------------	--------------	----------------

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

ДП 44.03.04.141.ПЗ

При сварке в CO_2 необходимо учитывать и параметры режима полярность и сила тока, напряжение дуги; диаметр, скорость подачи, вылет и наклон электрода; скорость сварки; расход и состав защитного газа.

Сварочный ток и диаметр электродной проволоки выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла и расположения шва в пространстве. Стабильный процесс сварки с хорошими технологическими характеристиками можно получить только в определенном диапазоне силы сварочного тока, который подбирают в зависимости от диаметра электродной проволоки.

Известно, что потери $\Psi_{\text{п}} = 6 - 10 \%$ при плотности тока $j = 85 - 120 \text{ А/мм}^2$, также потери $\Psi_{\text{п}} = 6 - 10 \%$ и в области $j = 280 - 350 \text{ А/мм}^2$, но потери $\Psi_{\text{п}} > 10$ при значениях плотностей тока $j = 120 - 280 \text{ А/мм}^2$ [8].

Также величина сварочного тока определяет глубину проплавления и производительность процесса сварки.

Одним из важных параметров режима сварки в CO_2 является напряжение дуги. С повышением напряжения увеличивается ширина шва и улучшается его формирование. Однако увеличивается и угар полезных элементов кремния и марганца, повышается чувствительность дуги к "магнитному дутью", увеличивается разбрызгивание металла сварочной ванны.

При пониженном напряжении на дуге ухудшается формирование сварного шва. Оптимальные значения напряжения на дуге зависят от величины сварочного тока, диаметра и состава электродной проволоки, а также от рода защитного газа [6].

Перед началом сварки необходимо отрегулировать расход газа и выждать 20-30 секунд до полного удаления воздуха из шлангов. Перед зажиганием дуги необходимо следить, чтобы вылет электрода из мундштука не превышал 20-25 мм. Движение горелки должно осуществляться без задержки дуги на сварочной ванне, так как эта задержка вызывает усиленное разбрызгивание металла. Сварка в нижнем положении производится с наклоном горелки под углом $5 - 15^\circ$ вперед

Подпись и дата
Взам. инв. N
Инв. N дубл.
Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.141.ПЗ	Лист
						16

или назад. Предпочтительнее вести сварку углом назад, т.к. при этом обеспечивается более надежная защита сварочной ванны [8].

На практике в основном применяют сварку в углекислом газе с принудительными короткими замыканиями проволокой диаметром 0,6-1,4 мм. Данный вид сварки в настоящее время реализуется аппаратами с постоянной скоростью подачи электродной проволоки при питании от источников с жесткой, пологопадающей, пологовозрастающей и комбинированной внешней характеристикой, содержащих во вторичной цепи постоянного тока катушку индуктивности.

Весь процесс можно разделить на ряд циклов, на протяжении которых наблюдаются характерные явления. Эти явления можно представить следующим образом. Теплота, выделяемая дугой после ее зажигания, интенсивно расплавляет деталь и электродную проволоку, непрерывно подаваемую к детали. На конце электрода образуется капля расплавленного электродного металла, а на свариваемой детали — ванна жидкого металла. Капля и ванночка оттесняются дугой. Энергия, накопленная в катушке индуктивности, уменьшается.

По мере уменьшения силы тока скорость расплавления проволоки и давление дуги уменьшаются. В результате капля электродного металла и ванночка приближаются друг к другу и замыкают разрядный промежуток. Дуга гаснет, напряжение резко уменьшается, а сила тока в цепи возрастает. С увеличением силы тока усилие пинч-эффекта возрастает, что приводит к ускорению перехода капли в ванну и образованию шейки между электродом и каплей. Утоненная шейка перегревается проходящим током и перегорает со взрывом. Напряжение резко возрастает, зажигается дуга. После этого все явления повторяются [8].

Основным недостатком при сварке в CO_2 является разбрызгивание металла, которое происходит в результате выброса мелких брызг при взрыве перемычки между электродом и каплей, отделения остатка жидкого металла от электрода, расплескивания ванны, выброса крупных капель при сильном взрыве перемычки,

Подпись и дата
Инв. N дубл.
Взам. инв. N
Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

выброса мелких капель металла из ванны, взрыва крупных капель на электроде и выброса разогретой к оплавленной части электрода (при возбуждении дуги).

Во время сварки длинной дугой разбрызгиванию способствуют металлургические реакции в жидком металле, сопровождаемые выделением газов, а также реактивные силы испарения металла и диссоциации газа, выталкивающие капли за пределы сварочной ванны [6].

Но на основе анализа литературы и опыта применения сварки в CO_2 [1, 5, 6, 7, 13] можно утверждать, что при сварке проволокой диаметром 0,8-1,4 мм типа Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-10ГСМТ, Св-08ГСМТ, согласно ГОСТ 2246-70 [15], без загрязнения, на режимах с частыми короткими замыканиями, при защите дуги углекислым газом (диоксидом углерода) высшего и первого сорта, согласно ГОСТ 8050-83 [9], обеспечении качественной защиты зоны сварки, при питании от источников тока с плогопадающей внешней характеристикой, «оптимальными» динамическими свойствами сварочной цепи, без нарушения скорости подачи, в диапазоне токов до 180-280 А (в зависимости от диаметра электрода), при поддержании постоянными «оптимальных» напряжений и вылетов электрода достигается получение качественных сварных соединений без дефектов во всех пространственных положениях и минимальным разбрызгиванием 3-5%.

Как видно добиться подобного результата достаточно сложно, поэтому наблюдаемое на многих предприятиях высокое разбрызгивание при полуавтоматической сварке вызвано несоблюдением режимов и техники сварки, использованием универсального оборудования с несоответствующими скоростями нарастания тока короткого замыкания, повышенной индуктивностью сварочной цепи, длинными кабелями, свернутыми в бухту и прочим [7].

Подводя итоги настоящего раздела можно выделить достоинства и недостатки сварочного процесса в защитных газах.

Достоинства:

- повышенная производительность (по сравнению с дуговой сваркой покрытыми электродами);

Подпись и дата
Инв. N дубл.
Взам. инв. N
Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

- отсутствуют потери на огарки, устранены затраты времени на смену электродов;
- надёжная защита зоны сварки;
- минимальная чувствительность к образованию оксидов;
- отсутствие шлаковой корки;
- возможность сварки во всех пространственных положениях.

Недостатки:

- большие потери электродного металла на угар и разбрызгивание (на угар элементов 5-7%, при разбрызгивании от 10 до 30%);
- мощное излучение дуги;
- ограничение по сварочному току;
- сварка возможна только на постоянном токе.

Совершенствование сварочного процесса путём применения смеси аргона с углекислым газом в качестве защитной среды для механизированной сварки.

Проведённый анализ специализированной литературы показал, что в промышленно развитых странах электросварочные работы в среде чистых газов (особенно диоксида углерода) не производятся давно. Вместо них применяются многокомпонентные газовые смеси.

Для защиты сварочной дуги используются смеси на основе аргона, гелия и других технических газов. Прослеживая многолетний опыт развитых стран в применении газовых смесей, можно сделать вывод, что смеси по ряду параметров значительно повышают качество сварного соединения по сравнению с чистыми газами. Кроме того использование сварочных смесей позволяет снизить себестоимость сварочных работ.

Для повышения качества сварного шва с меньшим разбрызгиванием металла, а также с целью увеличения производительности труда, применительно к производству ООО «Транс-Сервис», целесообразно применять газовую смесь на основе аргона и углекислого газа. Исследовав рынок предложений в области

Подпись и дата	Интв. N дубл.	Взам. инв. N	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

защитных газов, выбран оптимальный вариант – газовая смесь corgon-18 производства ОАО «Завод» Уралтехгаз». Эта смесь является наиболее универсальной по своим свойствам. Состоит из 82 % аргона и 18 % двуокиси углерода, подходит для электродуговой сварки как углеродистых, так и легированных сталей.

Основными силами, обуславливающими крупнокапельный перенос, являются силы тяжести, поверхностного натяжения и давления дуги. При сварке в углекислом газе основное влияние на перенос оказывают силы, обусловленные действием плазменных потоков и реакции испарения. Эти силы приподнимают каплю над ванной, оттесняют ее с оси электрода и приводят в беспорядочное колебательное движение. Если капля оказывается ниже взрывающейся шейки, то она попадает в шов, если выше, то каплю выбрасывает за пределы ванны. При сварке в смеси углекислого газа с аргоном и углекислого газа с аргоном и кислородом оттеснение капли дугой намного меньше и меньше разбрызгивание [10].

В то же время необходимо отметить, что при сварке в смесях на основе аргона процесс сварки стабилен, по сравнению со сваркой в CO_2 , даже при некоторой неравномерности подачи сварочной проволоки, а также наличия на поверхности проволоки следов технологической смазки и ржавчины.[10]

Сравним некоторые физические свойства аргона и углекислого газа, представленные в таблице 5.

Для чего используем формулу К.К. Хренова, устанавливающую зависимость температуры столба от потенциала ионизации:

$$T_d = 810U_i \quad (1)$$

где U_i — потенциал ионизации газа в дуговом промежутке, видно, что температура дуги для аргона будет выше чем, для углекислого газа, так же в CO_2 часть энергии будет затрачиваться на диссоциацию и нагрев газа, что еще больше

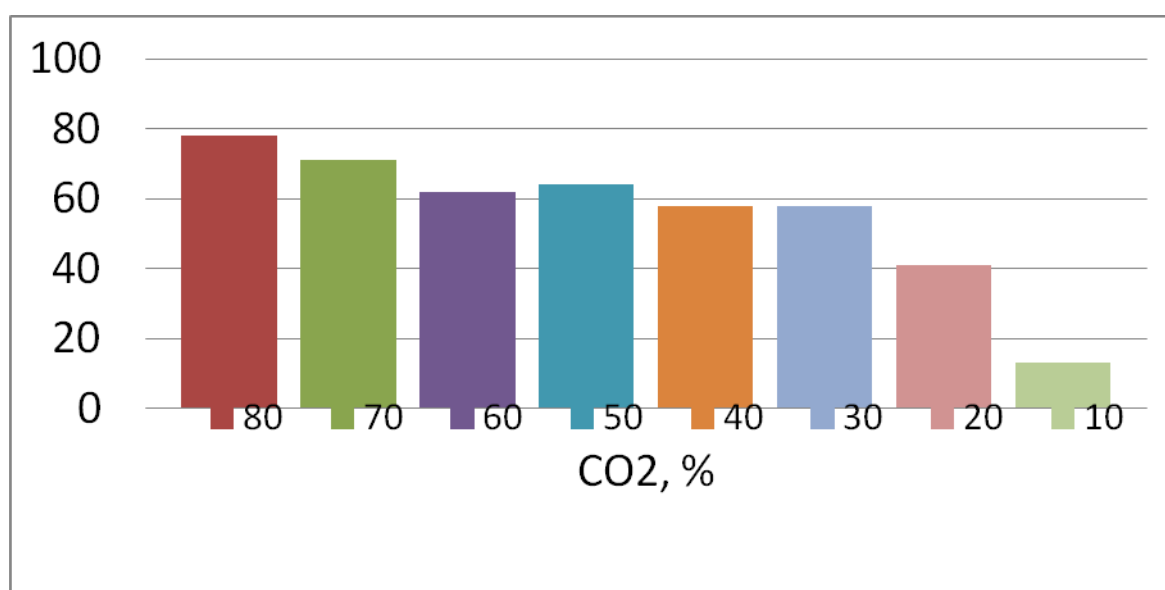
Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

понижит температуру дуги. Дуговой разряд в аргоне отличается высокой стабильностью, т. к. напряженность поля в дуге сравнительно мала.

Таблица 5 - Некоторые физические свойства защитных газов, применяемых при сварке

Наименование показателей	Показатели по элементам	
	CO ₂	Ar
Потенциал ионизации U _i , эВ	14,3	15,7
Энергия диссоциации ωд, Дж/моль	2,8*10 ⁵	-
Теплоемкость, Дж/моль *°С	60	21
Напряженность поля E, В/см	22-24	24-28

При добавлении к аргону углекислого газа происходит увеличение концентрации энергии дуги. Как следствие этого уменьшаются размеры дуги, и увеличивается давление дуги на ванну и каплю на электроде. Изменения зависят от содержания углекислого газа. При содержании его в смеси до 15% получают те же процессы, что и в чистом аргоне - струйный. Дуга со струйным переносом металла дает меньшее разбрызгивание металла и обеспечивает лучшее формирование шва. Добавление к аргону 20% CO₂ приводит к значительному увеличению размера капель (рисунок 4) [1].



Подпись и дата
 Взам. инв. N
 Инв. N дубл.
 Подпись и дата

Рисунок 4 - Диаграмма уменьшения количества крупных брызг

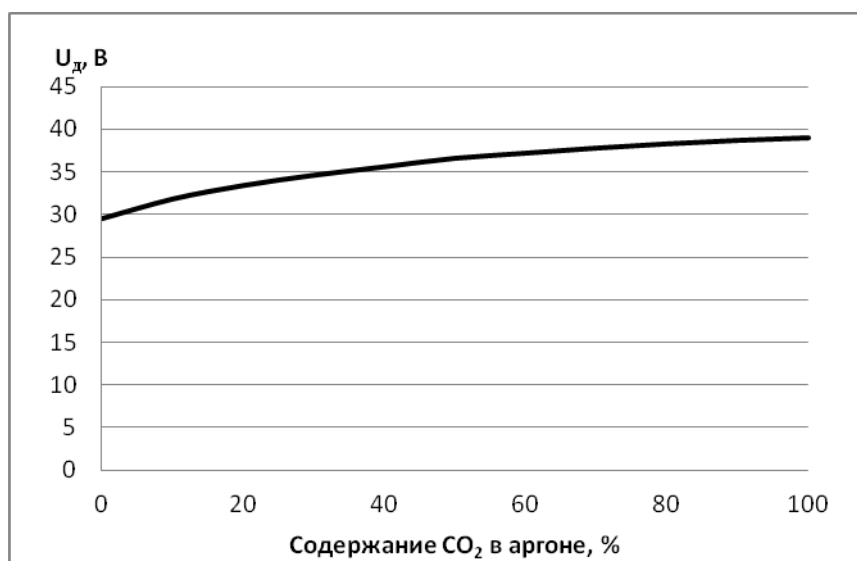
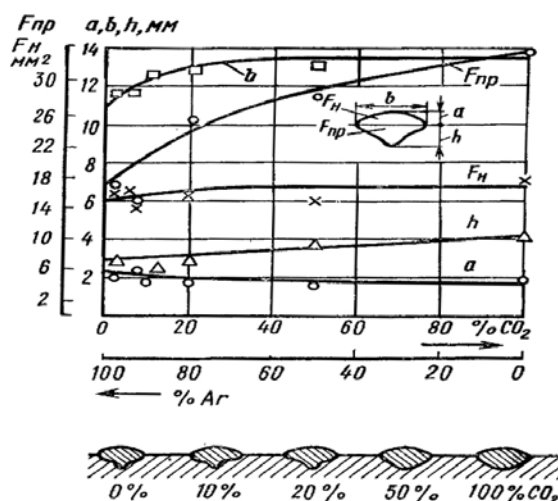


Рисунок 5 – Зависимость напряжения на дуге от состава смеси К-18 (82%Ar + 18% CO₂)

С изменением состава защитного газа изменяется перенос металла и мощность дуги. Это обуславливает форму и размеры проплавления. Например, при добавлении к аргону CO₂ повышается напряжение на дуге (рисунок 5), растёт эффективная мощность дуги, увеличивается площадь проплавления (рисунок 6).

Глубина проплавления увеличивается незначительно, так как с переходом от струйного переноса металла в аргоне к крупно-капельному в CO₂ уменьшается сосредоточенность теплового и газового потока. Форма проплавления с местным углублением в среде Ar переходит к сегментовидной в среде CO₂ [1].



Подпись и дата
Взам. инв. N
Инв. N дубл.
Подпись и дата

Рисунок 6 – Влияние состава защитной смеси К-18 (82% Ar + 18% CO₂) на форму и размеры проплавления

Также при изменении состава защитного газа изменяется коэффициент усвоения легирующих элементов плавящихся электродов при сварке в смесях Ar + CO₂, уменьшается при уменьшении содержания Ar (рисунок 7). Это связано с образующимся свободным кислородом при диссоциации CO₂. Содержание углерода наоборот начинает расти с уменьшением содержания аргона.

Помимо смесей с аргоном используются смеси углекислого газа с кислородом. Кислород, вводимый в углекислый газ в объеме 5-20% уменьшает поверхностное натяжение расплавленного металла, что позволяет получать при струйном переносе более мелкие капли. Так же это дает повышение окислительного потенциала защитной среды и более высокую температуру жидкого металла. Для сварки используют проволоку с повышенным содержанием раскислителей. Формирование шва несколько лучше, чем при сварке в чистом углекислом газе, но поверхность покрыта большим количеством шлака [6].

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

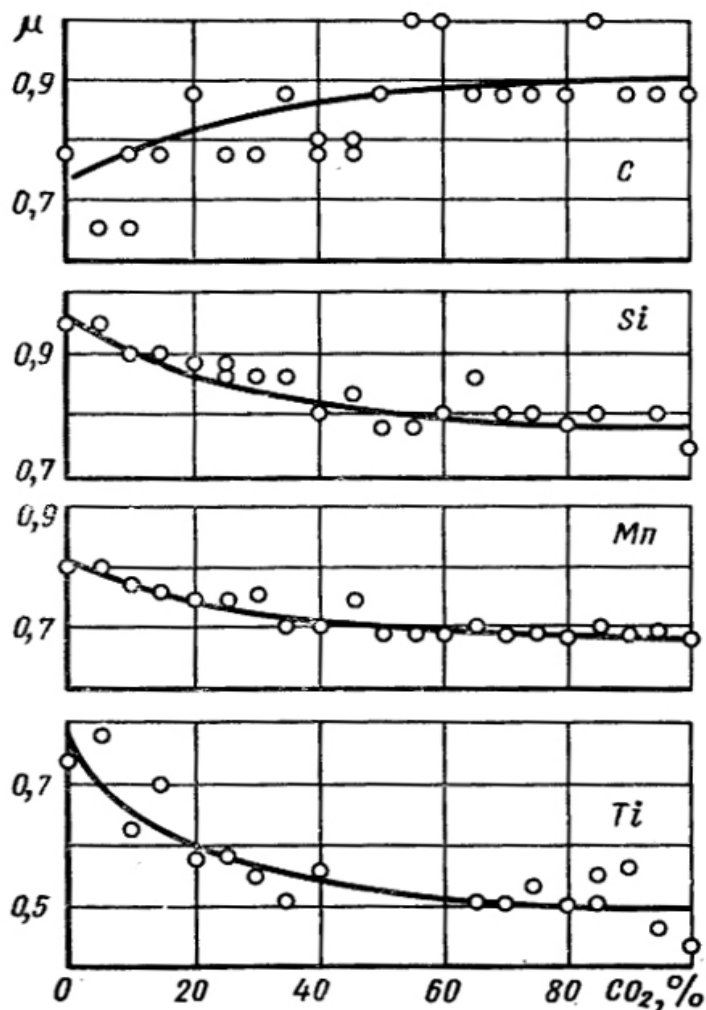


Рисунок 7 – Влияние состава защитной смеси Crgon-18 (82% Ar + 18% CO₂) на коэффициенты μ усвоения легирующих элементов

Если сравнить два способа защиты сварочной ванны (чистый защитный газ – углекислый газ или аргон – и многокомпонентные газовые смеси), то можно сделать выводы в пользу применения многокомпонентных газовых смесей. Их использование имеет следующие преимущества:

- Повышается производительность сварки не менее чем в 1,5 раза при сохранении неизменной потребляемой электрической мощности.
- В 1,5-3 раза снижается разбрызгивание электродного металла.
- Процесс сварки стабилен даже при некоторой неравномерности подачи сварочной проволоки, а также наличия на поверхности проволоки следов технологической смазки и ржавчины.

Подпись и дата
 Инв. N дубл.
 Взам. инв. N
 Подпись и дата

- Улучшение механических свойств: величина относительного удлинения увеличивается примерно на 10%, а значение ударной вязкости увеличивается от 1,5 до 2 раз, в зависимости от типа применяемой газовой смеси.

- Стабилизируется процесс сварки и улучшается качество металла шва (снижение пористости и неметаллических включений).

- Возможен струйный и управляемый процесс переноса электродного металла [10].

Учитывая вышеизложенное, применение смеси К-18 вместо традиционной кислоты позволит без изменения технологии или оборудования значительно увеличить скорость сварки и повысить надёжность и качество сварного шва. Это обеспечивается за счёт повышения стабильности дуги, повышения текучести металла и улучшения переноса металла в сварочную ванну.

Для сертифицированных сварочных смесей рабочий диапазон регулировки режимов сварки, как по напряжению, так и по току существенно расширяется. Например, скорость подачи проволоки может быть увеличена с 6-7 до 12-14 м/мин. Также обеспечивается практически идеальная форма сварного шва при минимуме брызг. При использовании смеси corgon-18 благодаря снижению давления дуги на сварочную ванну резко уменьшается риск прожога тонкостенных деталей даже при работе на больших токах и скоростях сварки.

Сравнение влияния двух видов защитной среды на параметры сварки при одинаковом сварочном токе 200 - 210 А приведено в таблице 6.

Таблица 6 - Влияние состава защитной среды на параметры сварки

Основные характеристики процесса сварки (при одинаковом сварочном токе 200 - 210 А)	Состав защитного газа	
	CO ₂	82% Ar + 18% CO ₂
1	2	3
Напряжение на дуге, В	22-23	24-25
Количество наплавленного металла за единицу времени, кг/ч	2,3	3

Подпись и дата
Интв. N дубл.
Взам. интв. N
Подпись и дата

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

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Окончание таблицы 7

1	2	3
Коэффициент потерь электродного металла на разбрызгивание, %	8,6	4,3
Коэффициент набрызгивания, определяющий трудозатраты на удаление брызг с поверхности свариваемых деталей, %	1,5	0,3

1.2.3 Расчет параметров режима сварки конуса засыпного аппарата

Конус засыпного аппарата, как сварная конструкция собрана и сварена соединениями Т5, по ГОСТ 23518-79.

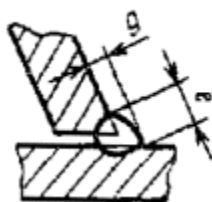
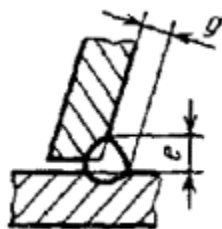


Рисунок 8 – по ГОСТ 23518-79, сварной шов №1

а) Высота сварного шва, мм:

$$H = g + \delta, \quad (1.3)$$

где: g – высота усиления;

Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Подпись и дата					
Взам. инв. N					
Инв. N дубл.					
Подпись и дата					

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

26

δ - приведённая толщина металла.

$$H=0+8=8\text{мм.}$$

б) Площадь наплавленного металла, мм²:

$$F_H = F_{H1} + F_{\Delta} = g \cdot e \cdot 0,735 + F_{\Delta}, \quad (1.4)$$

где: F_{Δ} - площадь поперечного сечения разделки, мм²;

F_{H1} - площадь разделки под высотой усиления, мм;

$$F_H = 0 \cdot 8,2 \cdot 0,735 + 39 = 39 \text{мм}^2.$$

в) Расчётная глубина проплавления, мм:

$$h_p = H - F_H / (0,735 \cdot e), \quad (1.5)$$

где: H - высота сварного шва, мм;

F_H - площадь наплавленного металла, мм²;

e - ширина шва.

$$h_p = 11 - 39 / (0,735 \cdot 8,2) = 4,3 \text{ мм.}$$

г) Сварочный ток, А:

$$I_{св} = (80 \dots 100) \cdot h_p = (80 \dots 100) \cdot 4,3 = (349 \dots 430) \text{А}; \quad (1.6)$$

Принимают $I_{св} = 340 \text{А}$.

Подпись и дата	Интв. N	дубл.	Подпись и дата
Взам. интв. N			
Подпись и дата			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

27

д) Диаметр электрода назначается в зависимости от допустимой плотности тока [4], $d_э = 1,6$ мм.

е) Напряжение дуги, В:

$$U_д = 18 + [(50 \cdot 10^{-3} \cdot I_{св}) / (d_{эл})^{0,5}] \pm 1; \quad (1.7)$$

где: $I_{св}$ – сварочный ток, А;

$d_{эл}$ – диаметр электрода, мм.

$$U_д = 18 + [(50 \cdot 10^{-3} \cdot 340) / (1,6)^{0,5}] \pm 1 = 29 \pm 1 \text{ В}$$

Принимают $U_д = 28$ В;

ж) Скорость сварки, м/ч:

$$V_{св} = A / I_{св}; \quad (1.8)$$

где: A – коэффициент зависящий от диаметра электрода;

$$V_{св} = (8 \dots 12) \cdot 10^3 / 340 = 24 \dots 35 \text{ м/ч};$$

Принимают: $V_{св} = 24$ м/ч.

з) Погонная энергия сварки, Дж/см:

$$q_n = (I_{св} \cdot U_д \cdot \eta_n) \cdot 36 / V_{св}, \quad (1.9)$$

где: $I_{св}$ – сварочный ток, А;

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

U_d – напряжение дуги, В;

η_n – эффективный тепловой КПД;

$V_{св}$ – скорость сварки, м/ч.

$$q_n = 340 \cdot 28 \cdot 0,7 \cdot 36 / 24 = 6854 \text{ Дж/см.}$$

и) Коэффициент глубины проплавления:

$$\varphi = k^1 \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot (d_{эл} \cdot U_d / I_{св}), \quad (1.10)$$

где: k^1 – коэффициент, зависящий от рода, полярности тока и его плотности в электроде;

$d_{эл}$ – диаметр электрода, мм;

U_d – напряжение дуги, В;

$I_{св}$ – сварочный ток, А.

$$\varphi = 0,9(19 - 0,01 \cdot 340) \cdot (2,0 \cdot 28 / 340) = 2,1.$$

к) Фактическая глубина проплавления, мм:

$$h_p = 0,081 \cdot (q_n / \varphi)^{0,5}, \quad (1.11)$$

где: q_n – погонная энергия сварки, Дж/см;

φ – коэффициент глубины проплавления.

$$h_p = 0,081 \cdot (6854 / 2,1)^{0,5} = 4,6 \text{ мм.}$$

При сварке в смеси с содержанием в углекислом газе около 80% аргона глубина проплавления снизится в 1,05[5]:

Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Подпись и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

29

$$h_p = 4,6/1,05 = 4,4 \text{ мм (требуемая 4,3 мм)}.$$

л) Скорость подачи электродной проволоки, м/ч

$$V_n = (I_{св}(U_a + \varphi) + I_{св}^2 \cdot \rho \cdot l_{эл} / F_{эл}) \cdot 36 / F_{эл} \cdot \gamma_{эл} \cdot \Delta h_{эл}, \quad (1.12)$$

где: $I_{св}$ – сварочный ток, А;

U_a – анодное падение напряжения, В;

φ – потенциал ионизации, эВ;

ρ – удельное электросопротивление электродного металла, мкОм·см²/мм;

$l_{эл}$ – вылет электрода, мм;

$F_{эл}$ – площадь поперечного сечения электрода, см²;

$\gamma_{эл}$ – плотность металла электрода, г/см³;

$\Delta h_{эл}$ – изменение энтальпии металла электрода при температуре $\approx 1700^\circ\text{C}$, Дж/г.

$$V_n = [(340 \cdot (5+5) + 340^2 \cdot 4,5 \cdot 10^{-6} \cdot 20 / 0,03) / 36] / (0,03 \cdot 7,85 \cdot 1700) \approx 320 \text{ м/ч}.$$

м) Фактическая площадь наплавленного металла, мм²

$$F_n = F_{эл} \cdot V_n \cdot (1 - \Delta) / V_{св}, \text{ мм}^2, \quad (1.13)$$

где: $F_{эл}$ – площадь поперечного сечения электрода, мм²;

V_n – скорость подачи электродной проволоки, м/ч;

Δ – потери электродного металла;

$V_{св}$ – скорость сварки, м/ч.

$$F_n = 3,1 \cdot 320 \cdot (1 - 0,05) / 24 = 28,6 \text{ мм}^2.$$

Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Подпись и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

30

н) Ширина сварного шва, мм:

$$e = \varphi \cdot h_p, \quad (1.14)$$

$$e_1 = 2,1 \cdot 4,4 = 9,2 \text{ мм (требуемая 8,2 мм)}.$$

о) Фактическая высота усиления, мм:

$$g = (F_n - F_\Delta) / e \cdot 0,735, \quad (1.15)$$

где: F_Δ - площадь поперечного сечения разделки, мм^2 ;

e – ширина шва, мм.

$$g = (28,6 - 39) / 8,2 \cdot 0,735 = -1,7 \text{ мм (требуемая 0 мм)}.$$

п) Коэффициент сосредоточенности дуги см^{-2} :

$$k = 4 \cdot (\ln h_p^1 + 3,5) / e^2, \quad (1.16)$$

где h_p^1 – приведённая глубина проплавления, см;

e – ширина шва, см.

$$k = 4 \cdot (\ln 1,08 + 3,5) / 0,92^2 = 11 \text{ см}^{-2};$$

р) Площадь проплавления, мм^2 :

$$F_{\text{пр}} = (h_p^1 \cdot (\pi/k)^{0,5}) \cdot 100 - F_\Delta, \quad (1.17)$$

Подпись и дата	Подпись и дата
Изм.	Лист
Лист	№ докум.
№ докум.	Подп.
Подп.	Дата

где h_p^1 - приведённая глубина проплавления, см;

k – коэффициент сосредоточенности дуги, см⁻²;

F_{Δ} - площадь разделки, мм².

$$F_{пр} = ((1,08 \cdot (\pi/11)^{-0,5}) \cdot 100 - 39) = 18,7 \text{ мм}^2.$$

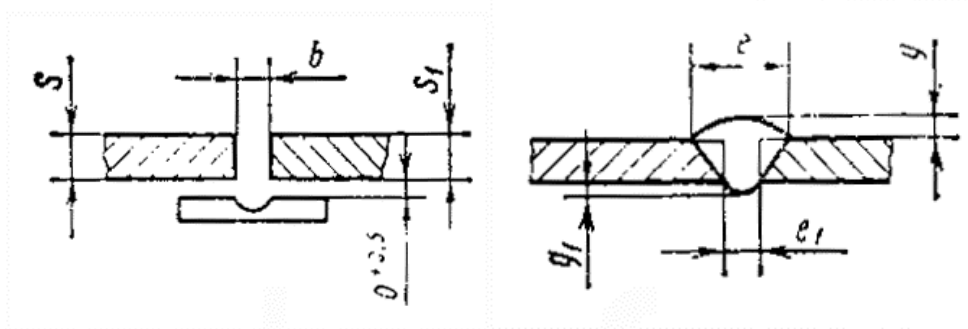


Рисунок 9 – по ГОСТ 14771-76, сварной шов №2

1.2.4 Расчёт режима сварки первого прохода

а) Высота сварного шва, мм:

$$H = 0 + 8 = 8 \text{ мм.}$$

б) Площадь наплавленного металла, мм²:

$$F_H = 0,5 \cdot 6 \cdot 0,735 + 21 = 21 \text{ мм}^2.$$

в) Расчётная глубина проплавления, мм:

$$h_p = 9 - 21 / (0,735 \cdot 5,6) = 3,9 \text{ мм.}$$

г) Сварочный ток, А:

Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Подпись и дата					
Взам. инв. N					
Инв. N дубл.					
Подпись и дата					

$$I_{св}=(80\dots100)\cdot h_p=(80\dots100)\cdot 3,9 = (311\dots390)A;$$

Принимают $I_{св}=310A$.

д) Диаметр электрода назначается в зависимости от допустимой плотности тока [4], $d_э = 1,2$ мм.

е) Напряжение дуги, В:

$$U_d=18+[(50\cdot 10^{-3}\cdot 310)/(1,2)^{0,5}]\pm 1=27\pm 1 \text{ В}$$

Принимают $U_d=26$ В;

ж) Скорость сварки, м/ч:

$$V_{св}=(4\dots 8)\cdot 10^3/310=13\dots 26 \text{ м/ч};$$

Принимают: $V_{св}=13$ м/ч.

з) Погонная энергия сварки, Дж/см:

$$q_n=310\cdot 13\cdot 0,7\cdot 36/13=4760 \text{ Дж/см.}$$

и) Коэффициент глубины проплавления:

$$\varphi = 0,9(19-0,01\cdot 240)\cdot (1,2\cdot 26/240)=1,8.$$

к) Фактическая глубина проплавления, мм:

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист
33

$$h_p = 0,081 \cdot (q_n / \varphi)^{0,5}, \quad (1.11)$$

где q_n – погонная энергия сварки, Дж/см;

φ – коэффициент глубины проплавления.

$$h_p = 0,081 \cdot (4760 / 1,8)^{0,5} = 4,1 \text{ мм.}$$

При сварке в смеси с содержанием в углекислом газе около 80% аргона глубина проплавления снизится в 1,05 [5]:

$$h_p = 4,1 / 1,05 = 3,9 \text{ мм (требуемая 3,9 мм).}$$

л) Скорость подачи электродной проволоки, м/ч

$$V_n = [(240 \cdot (5+5) + 240^2 \cdot 4,5 \cdot 10^{-6} \cdot 20 / 0,01) / 36] / (0,01 \cdot 7,85 \cdot 1700) \approx 670 \text{ м/ч.}$$

м) Фактическая площадь наплавленного металла, мм²

$$F_n = 1,1 \cdot 670 \cdot (1 - 0,05) / 33 = 21 \text{ мм}^2.$$

н) Ширина сварного шва, мм:

$$e_1 = 1,8 \cdot 3,9 = 7 \text{ мм (требуемая 5,6 мм).}$$

о) Фактическая высота усиления, мм:

$$g = (21 - 21) / 7 \cdot 0,735 = 0 \text{ мм (требуемая 0 мм).}$$

п) Коэффициент сосредоточенности дуги см⁻²:

$$k = 4 \cdot (\ln 0,9 + 3,5) / 0,7^2 = 20,6 \text{ см}^{-2};$$

Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Подпись и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

34

р) Площадь проплавления, мм²:

$$F_{\text{пр}} = ((0,9 \cdot (\pi/20,6)^{-0,5}) \cdot 100 - 21) = 14 \text{ мм}^2.$$

1.2.5 Расчёт режима сварки второго прохода

Расчёт режима сварки второго прохода выполняется по уравнениям (1.3) – (1.17).

а) Высота сварного шва, мм:

$$H = 0 + 10 = 10 \text{ мм}.$$

б) Площадь наплавленного металла, мм²:

$$F_{\text{н}} = 0 \cdot 0,735 \cdot 9,5 + 37 = 37 \text{ мм}^2.$$

в) Расчётная глубина проплавления, мм:

$$h_{\text{р}} = 10 - 37 / (0,735 \cdot 8,2) = 4,7 \text{ мм}.$$

г) Сварочный ток, А:

$$I_{\text{св}} = (80 \dots 100) \cdot 4,7 = (376 \dots 480) \text{ А};$$

Принимают $I_{\text{св}} = 380 \text{ А}$.

д) Диаметр электрода назначается в зависимости от допустимой плотности тока [4], $d_3 = 1,6 \text{ мм}$.

Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Подпись и дата					
Взам. инв. N					
Инв. N дубл.					
Подпись и дата					

е) Напряжение дуги, В:

$$U_{д}=18+[(50 \cdot 10^{-3} \cdot 380)/(3,0)^{0,5}] \pm 1 = 33 \pm 1 \text{ В}$$

Принимают $U_{д}=32 \text{ В}$;

ж) Скорость сварки, м/ч:

$$V_{св}=(8 \dots 12) \cdot 10^3/380=21 \dots 32 \text{ м/ч};$$

Принимают: $V_{св}=32 \text{ м/ч}$.

з) Погонная энергия сварки, Дж/см:

$$q_n=380 \cdot 32 \cdot 0,7 \cdot 36/32=9570 \text{ Дж/см.}$$

и) Коэффициент глубины проплавления:

$$\varphi = 0,9(19-0,01 \cdot 380) \cdot (2,0 \cdot 32/380)=2.$$

к) Фактическая глубина проплавления, мм:

$$h_p=0,081 \cdot (9570/2)^{0,5}=5,2 \text{ мм.}$$

При сварке в смеси с содержанием в углекислом газе около 80% аргона глубина проплавления снизится в 1,05 [5]:

$$h_p=5,2/1,05=4,9 \text{ мм (требуемая 4,7 мм).}$$

Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Подпись и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

ДП 44.03.04.141.ПЗ

л) Скорость подачи электродной проволоки, м/ч

$$V_n = [(380 \cdot (5+5) + 380^2 \cdot 4,5 \cdot 10^{-6} \cdot 30 / 0,03) / 36] / (0,03 \cdot 7,85 \cdot 1700) \approx 360 \text{ м/ч.}$$

м) Фактическая площадь наплавленного металла, мм²

$$F_n = 3,1 \cdot 380 \cdot (1 - 0,05) / 32 = 35 \text{ мм}^2.$$

н) Ширина сварного шва, мм:

$$e_1 = 2 \cdot 4,9 = 9,8 \text{ мм (требуемая 10 мм).}$$

о) Фактическая высота усиления, мм:

$$g = (35 - 37) / 10 \cdot 0,735 = -0,2 \text{ мм (требуемая 0 мм).}$$

п) Коэффициент сосредоточенности дуги см⁻²:

$$k = 4 \cdot (\ln 1,02 + 3,5) / 0,98^2 = 10,4 \text{ см}^{-2};$$

р) Площадь проплавления, мм²:

$$F_{пр} = ((1,02 \cdot (\pi / 10,4)^{-0,5}) \cdot 100 - 37) = 22 \text{ мм}^2.$$

Подпись и дата	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инв. N дубл.
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

1.3.1 Устройство и порядок работы на установке

Для сварки конуса засыпного аппарата спроектирована установка. В состав установки входит:

— Колонна поворотная с механизмами вертикального перемещения, продольного перемещения со скоростью сварки и ручной корректировкой поперечного перемещения механизма подачи проволоки;

— Сварочный манипулятор;

— Сварочный аппарат на базе механизма подачи проволоки аппарата А-1416-2 с применением электродвигателя постоянного тока;

— Источник питания сварочной дуги – сварочный выпрямитель ВДУ-516;

— Клавишный прижим с медной формирующей подкладкой;

— Сборочно-сварочное приспособление;

— Зажимное приспособление, установленное на планшайбе сварочного манипулятора;

— Баллоны с защитным газом с системой очистки газа.

Установка для сварки оснащена системой вытяжной вентиляции.

Порядок работы на установке для выполнения сварки продольного сварного шва конуса засыпного аппарата:

а) Свальцованную коническую обечайку устанавливают тельфером на медной формирующей подкладке, смонтированной на клавишном прижиме. Контролируя (при необходимости регулируя набором щупов или шаблоном) гарантированный зазор между свариваемыми кромками, фиксируют сборку гидравлическим клавишным прижимом.

б) Выполняют настройку скорости подачи сварочной проволоки и скорости перемещения сварочного аппарата. Настройку выполняют потенциометром; контроль выполняют по указателям ЭДС роторов электродвигателей, градуированных на скорость (м/ч). Приборы управления и контроля расположены на шкафе управления сварочной установкой.

Подпись и дата
Инв. N дубл.
Взам. инв. N
Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

38

в) Устанавливают направляющую поворотной колонны параллельно кромкам обечайки. Для быстроты проведения этой операции на колонне имеются риски с градуировкой по 90°.

г) Механизмом корректировки в поперечном направлении устанавливают положение токоподводящего наконечника посередине между свариваемыми кромками.

д) Механизмом вертикального перемещения устанавливают требуемый вылет электрода.

е) Выполняют контроль подачи защитного газа, расход газа контролируют по ротаметру.

ж) Выполняют сварку продольного шва обечайки. При необходимости допускается корректировать положение сварочного аппарата в поперечном направлении, скорость сварки и скорость подачи сварочной проволоки.

з) После завершения процесса сварки направляющую поворотной колонны отводят, расцепляют клавишный прижим и снимают сварное изделие тельфером.

Порядок работы на установке для выполнения сварки кольцевых сварных швов конуса засыпного аппарата:

а) Сварной конус и фланцы собирают в специальном приспособлении. Полученную сборку тельфером транспортируют к манипулятору и фиксируют зажимным приспособлением, установленном на планшайбе манипулятора.

б) Планшайбу сварочного манипулятора устанавливают под требуемым углом для выполнения сварки.

в) Выполняют настройку скорости подачи сварочной проволоки и скорости вращения планшайбы манипулятора. Настройку выполняют потенциометром; контроль выполняют по указателям ЭДС роторов электродвигателей, градуированных на скорость (м/ч). Приборы управления и контроля расположены на шкафе управления сварочной установкой. На панели сварочного манипулятора имеется номограмма для установления частоты вращения планшайбы в

Подпись и дата	Интв. N дубл.	Взам. интв. N	Подпись и дата
----------------	---------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.141.ПЗ	Лист
						39

зависимости от диаметра изделия и требуемой линейной скорости (скорости сварки).

г) Устанавливают направляющую поворотной колонны над свариваемыми кромками.

д) Механизмом корректировки в поперечном направлении устанавливают положение токоподводящего наконечника со смещением с зенита.

е) Поворотным механизмом механизма подачи и правки сварочной проволоки устанавливают положение мундштука под заданным углом. Механизмом вертикального перемещения устанавливают заданный вылет электрода.

ж) Выполняют контроль подачи защитного газа, расход газа контролируют по ротаметру.

з) Выполняют сварку кольцевого шва конуса засыпного аппарата. При необходимости допускается корректировать положение сварочного аппарата в поперечном направлении, скорость сварки и скорость подачи сварочной проволоки.

и) После завершения процесса сварки конической обечайки и одного фланца перемещают сварочный аппарат в положение для сварки конической обечайки и второго фланца. Повторяют операции (б) – (з).

к) После завершения процесса сварки кольцевых швов, направляющую поворотной колонны отводят, ослабляют зажимное приспособление, установленной на планшайбе манипулятора и снимают сварное изделие тельфером.

1.3.2 Техническая характеристика установки

Техническая характеристика сварочного аппарата:

— Напряжение питающей сети, В	380;
— Номинальный сварочный ток, А	500;
— Количество электродов, шт.	1;
— Диаметр электродной проволоки, мм	1,2...3,0;

Подпись и дата
Инв. N дубл.
Взам. инв. N
Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

— Способ защиты дуги	газ;
— Скорость подачи электрода, м/ч	50...500;
— Регулировка скорости подачи электрода	плавная;
— Поперечное перемещение сварочной головки:	
— ход, мм	200;
— Габаритные размеры, мм, не более:	
▪ высота	440;
▪ ширина	250;
▪ длина	330;
— Масса (без сварочной проволоки), кг	30.

Техническая характеристика выпрямителя
сварочного ВДУ-516:

— Напряжение питающей сети, В	380;
— Потребляемая мощность, кВт·А	40;
— Частота, Гц	50;
— Выпрямленный ток, А	500;
— Выпрямленное номинальное напряжение, В	50;
— КПД, %	82;
— Режим работы (ПВ), %	60.
— Габаритные размеры, мм, не более:	
▪ высота	1100;
▪ ширина	1050;
▪ длина	1000;
— Масса, кг	320.

Техническая характеристика колонны

— Напряжение питающей сети, В	380;
— Вертикальное перемещение консоли:	

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

41

▪ ход, мм	350;
▪ скорость, м/ч	40;
▪ Грузоподъёмность, т	0,1;
— Продольное перемещение каретки:	
▪ ход, мм	1080;
▪ скорость, м/ч	от 15 до 40;
— Габаритные размеры, мм, не более:	
▪ высота	2000;
▪ ширина	450;
▪ длина	1750;
— Масса, кг	600.

Техническая характеристика манипулятора:

— Напряжение питающей сети, В	380;
— Диапазон скорости вращения, об/мин	0,125...3,15;
— Регулирование скорости сварки,	плавное;
— Угол наклона планшайбы, град	90;
— Грузоподъёмность, тс	0,06
— Габаритные размеры, мм, не более:	
▪ высота	1210;
▪ ширина	1030;
▪ длина	1360;
— Масса, кг	570.

Техническая характеристика клавишного прижима:

— Напряжение питающей сети, В	380;
— Система привода клавиш	гидравлическая;
— Диапазон толщин прижимаемых листов, мм	от 4 до 20;
— Длины прижимаемых листов, мм	до 770;
— Диапазон диаметров обечаек, мм	от 350 до 740;

Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Подпись и дата					
Взам. инв. N					
Инв. N дубл.					
Подпись и дата					

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

42

— Усилие прижима, кН/м	от 5 до 15;
— Габаритные размеры, мм, не более:	
▪ высота	1050;
▪ ширина	1050;
▪ длина	1150;
— Масса, кг	1200.

3.3 Описание конструкции

Колонна поворотная предназначена для размещения и перемещения сварочного полуавтомата в трёх плоскостях (по вертикали, в продольном и поперечном направлении). Перемещение в поперечном направлении производят вручную при помощи суппорта. Перемещение по вертикали и в продольном направлении – механизировано. Механизм перемещения консоли по вертикали вместе со сварочным аппаратом расположен в стойке колонны. Механизм перемещения сварочного аппарата в продольном направлении по конструкции и геометрическим параметрам выполнен также как механизм вертикального перемещения и расчёт его не выполнялся. Поворотный механизм колонны служит для перебазировки полуавтомата с одного сварочного поста на другой.

Техническая характеристика колонны поворотной приведена в разделе 4.

Расчётные параметры колонны:

— Высота колонны, м	1,8;
— Высота вертикальной направляющей, м	0,6;
— Длина консольной балки, м	1,5;
Материал консольной балки – сталь Ст3. Прочностная характеристика стали:	
— Предел текучести, Па	$160 \cdot 10^6$;
— Допускаемое напряжение изгибу, Па	$100 \cdot 10^6$;
— Модуль упругости I рода, Па	$2 \cdot 10^{11}$;
— Модуль упругости II рода, Па	$8 \cdot 10^{10}$.
— Допускаемое напряжение срезу, Па	$60 \cdot 10^6$

Подпись и дата	Интв. N дубл.	Интв. N	Взам. интв. N	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

1.4.1 Технология изготовления корпуса.

1) Заготовительная операция:

а) Изготовить заготовку корпуса конуса засыпного аппарата в соответствии с чертежом; эскиз заготовки представлен на рисунке 10.

б) Оборудование и инструмент:

— установка для термической (плазменной, газокислородной) разделительной резки листового металлопроката;

— чертилка, мел, керно;

— комплект измерительных приборов:

▪ линейка металлическая с диапазоном измерений от нуля до 1000 мм, ценой деления 1,0 мм;

▪ штангенциркуль;

▪ угломер.

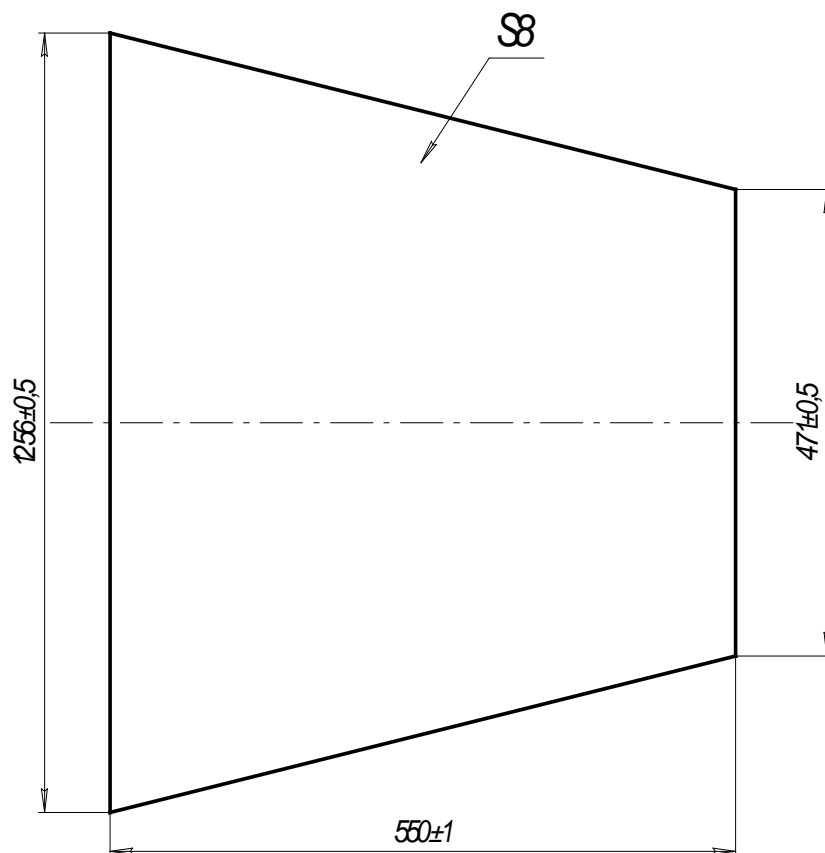


Рисунок 10 – Эскиз заготовки корпуса

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

44

2) Контроль:

а) Контролировать геометрические размеры заготовки конуса засыпного аппарата и качество обработки поверхностей;

б) Инструмент:

— комплект измерительных приборов:

▪ линейка металлическая с диапазоном измерений от нуля до 1000 мм, ценой деления 1,0 мм;

▪ штангенциркуль;

▪ угломер.

3) Вальцовка:

а) Вальцевать лист 1000×111×8мм в коническую обечайку в соответствии с эскизом (рисунок 11)

б) Оборудование и инструмент

— трёхвалковая вальцевальная машина;

— комплект измерительных приборов:

▪ линейка металлическая с диапазоном измерений от нуля до 1000 мм, ценой деления 1,0 мм;

▪ штангенциркуль.

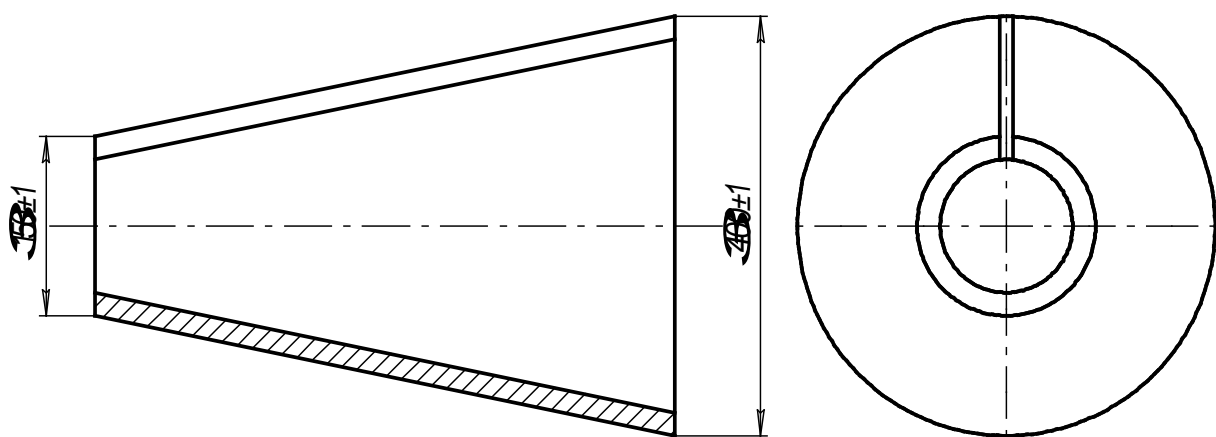


Рисунок 11 – Эскиз свальцованной обечайки

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

4) Контроль:

а) Контролировать геометрические параметры свальцованной обечайки по рисунку 11.

б) Инструмент:

— комплект измерительных приборов:

- линейка металлическая с диапазоном измерений от нуля до 1000 мм, ценой деления 1,0 мм;

- штангенциркуль.

5) Зачистка:

а) Зачистить свариваемые кромки и прилегающие поверхности на расстоянии не менее 25мм с обеих сторон от различного типа. Торцы кромок зачистить до металлического блеска;

б) Оборудование и инструмент:

— машинка углошлифовальная;

— щётка металлическая дисковая.

6) Контроль:

а) Контролировать качество подготовки кромок под сварку

7) Сборка:

а) Установить свальцованную обечайку в прижим клавишного типа на медной подкладке (рисунок 12).

б) Оборудование:

— установка для механизированной дуговой сварки плавящимся электродом в защитном газе.

- комплект измерительных приборов: линейка металлическая с диапазоном измерений от нуля до 300 мм, ценой деления 1,0 мм;

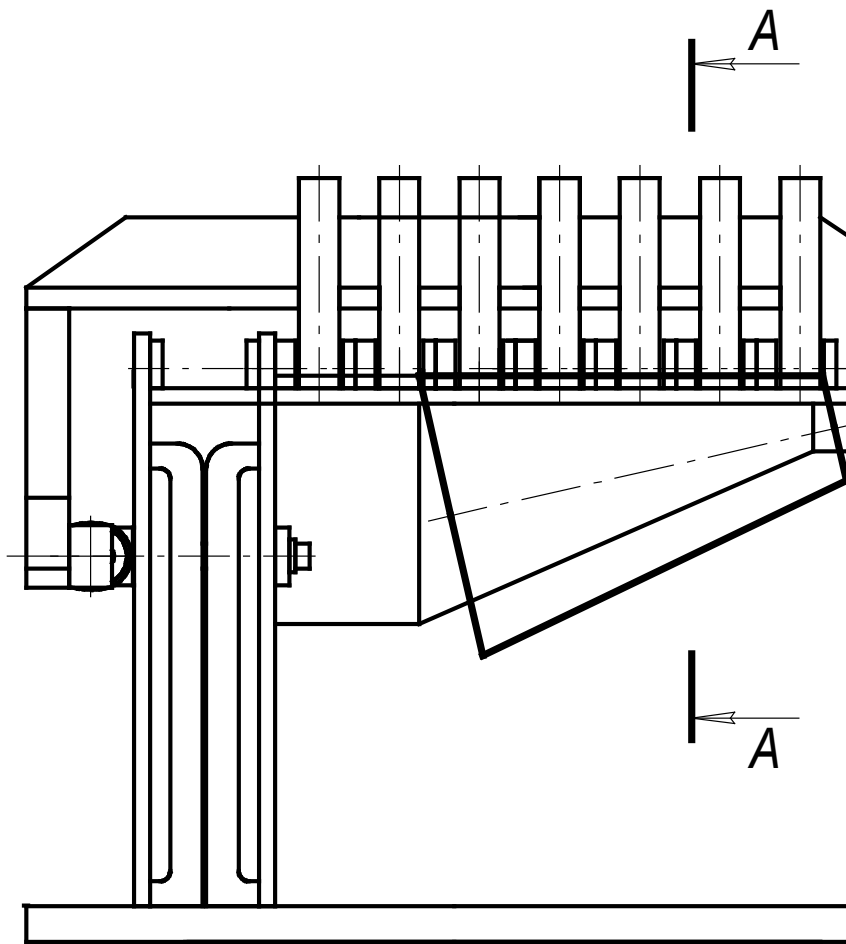
- штангенциркуль;

- набор щупов.

Подпись и дата	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инв. N дубл.

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

ДП 44.03.04.141.ПЗ



A-A (увеличено)

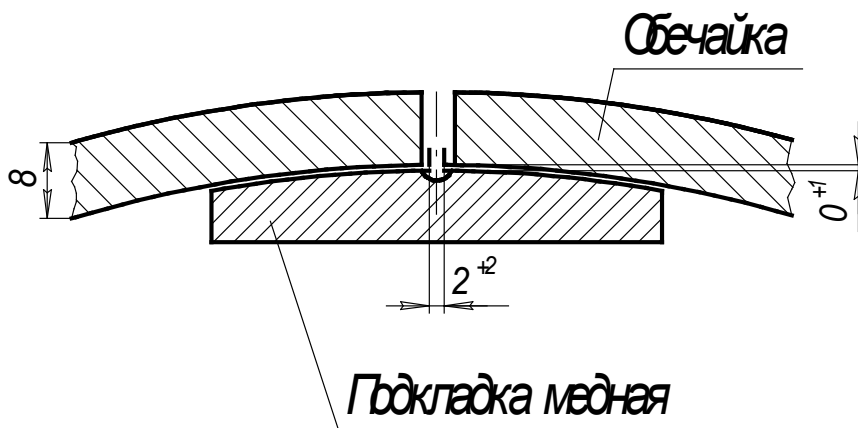


Рисунок 12 – Схема сборки обечайки

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

8) Контроль:

а) Контролировать качество сборки обечайки по рисунку 2.3.

б) Инструмент

— комплект измерительных приборов:

▪ линейка металлическая с диапазоном измерений от нуля до 300 мм, ценой деления 1,0 мм;

▪ штангенциркуль;

▪ набор щупов.

9) Сварка:

а) Выполнить сварку продольного шва корпуса;

б) Оборудование:

— установка для механизированной дуговой сварки плавящимся электродом в защитном газе.

в) Сварочные материалы:

— проволока сварочная диаметром 1,2;1,4;1,6; мм марки Св-08Г2С;

— защитный газ: двуокись углерода;

г) Тип сварного соединения С4 по ГОСТ 14771-76

д) Режим сварки:

— Сварочный ток, А 240 ± 10 ;

— Напряжение дуги, В 22 ± 1 ;

— Скорость сварки, м/ч $22 \pm 0,5$;

— Расход защитного газа, л/мин 24 ± 1 ;

— Диаметр электрода, мм 1,6;

— Вылет электрода, мм 30 ± 1 .

10) Зачистка:

а) Зачистить сварное соединение от шлака, окалины, брызг расплавленного металла, налёта сварочного аэрозоля;

б) Оборудование и инструмент:

Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

48

- молоток зубильный;
- машинка углошлифовальная с абразивным армированным зачистным кругом;
- щётка металлическая.

11) Контроль:

а) Выполнить контроль геометрических параметров сварного шва и качество его формирования по рисунку 13. Трещины, поры, несплавления и подрезы в сварном соединении недопустимы;

б) Выполнить контроль геометрических параметров корпуса конуса засыпного аппарата по рисунку 14.

в) Инструмент:

- комплект измерительных приборов:
 - линейка металлическая с диапазоном измерений от нуля до 1000 мм, ценой деления 1,0 мм;
 - универсальный шаблон сварщика.

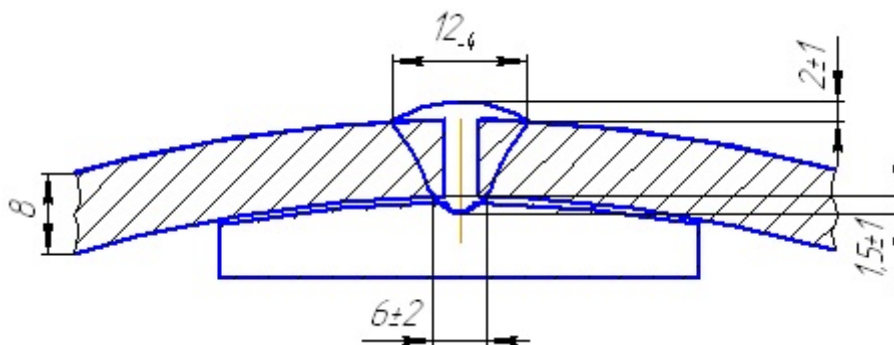


Рисунок 13 – Схема сварного шва

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

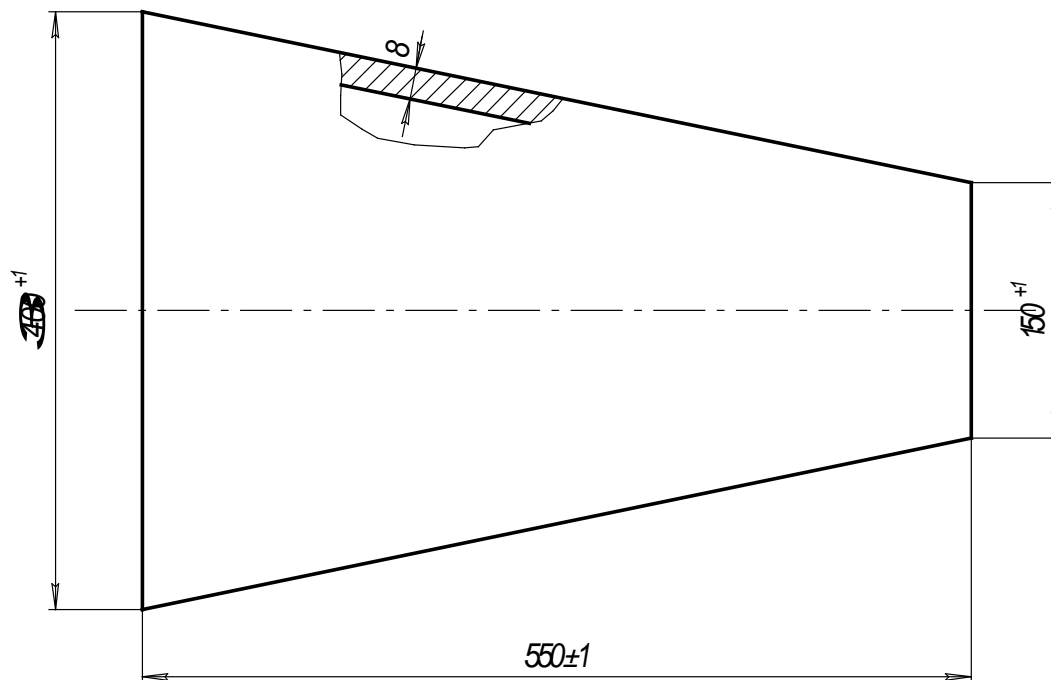


Рисунок 14 – Эскиз корпуса конуса засыпного аппарата

1.4.2 Технология изготовления конуса засыпного аппарата

1) Заготовительная операция:

а) Изготовить заготовки конуса засыпного аппарата в соответствии с чертежами; эскизы заготовок представлены на рисунке 15.

б) Оборудование и инструмент:

— установка для термической (плазменной, газокислородной) разделительной резки листового металлопроката;

— чертилка, мел, керно;

— комплект измерительных приборов:

- линейка металлическая с диапазоном измерений от нуля до 1000 мм, ценой деления 1,0 мм;

- штангенциркуль;

- угломер.

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

50

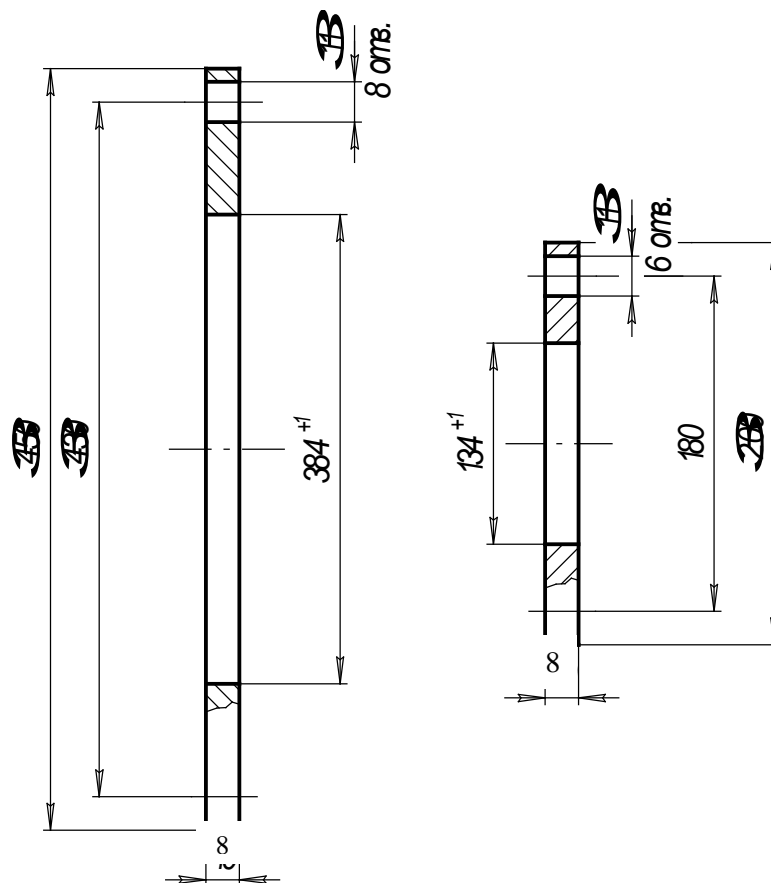


Рисунок 15 – Эскизы фланцев конуса засыпного аппарата

2) Контроль:

а) Контролировать геометрические размеры заготовки конуса засыпного аппарата и качество обработки поверхностей;

б) Инструмент:

— комплект измерительных приборов:

- линейка металлическая с диапазоном измерений от нуля до 1000 мм, ценой деления 1,0 мм;
- штангенциркуль;
- угломер.

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

3) Зачистка:

а) Зачистить свариваемые кромки и прилегающие поверхности от различного типа загрязнений в соответствии рисунку 16. Торцы кромок зачистить до металлического блеска; утолщёнными линиями указаны места зачистки.

б) Оборудование и инструмент:

- машинка углошлифовальная;
- щётка металлическая дисковая.

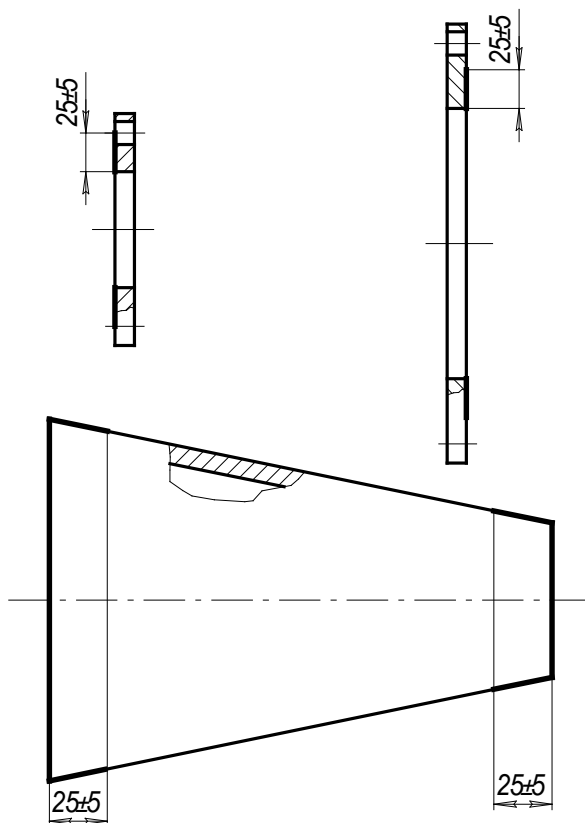


Рисунок 16 – Схема зачистки заготовок под сварку

4) Контроль:

а) Контролировать качество подготовки кромок под сварку

5) Сборка:

а) Выполнить сборку конуса засыпного аппарата из заготовок в специальном сборочном приспособлении (рисунок 17).

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата
----------------	--------------	--------------	----------------

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

ДП 44.03.04.141.ПЗ

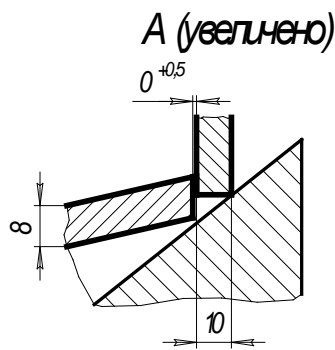
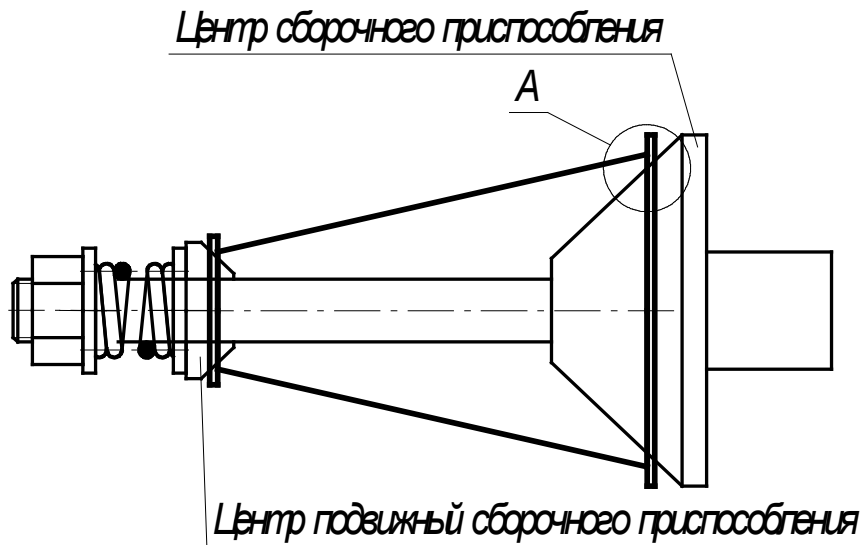


Рисунок 17 – Схема сборки корпуса и фланцев

б) Установить собранный конус засыпного аппарата в прижим, установленный на планшайбе манипулятора сварочного.

в) Настроить угол наклона планшайбы манипулятора и угол наклона мундштука в положение для сварки кольцевого шва таврового сварного соединения № 1 в соответствии с рисунком 18 (переместить сварочный аппарат в положение для сварки сварного соединения № 1).

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

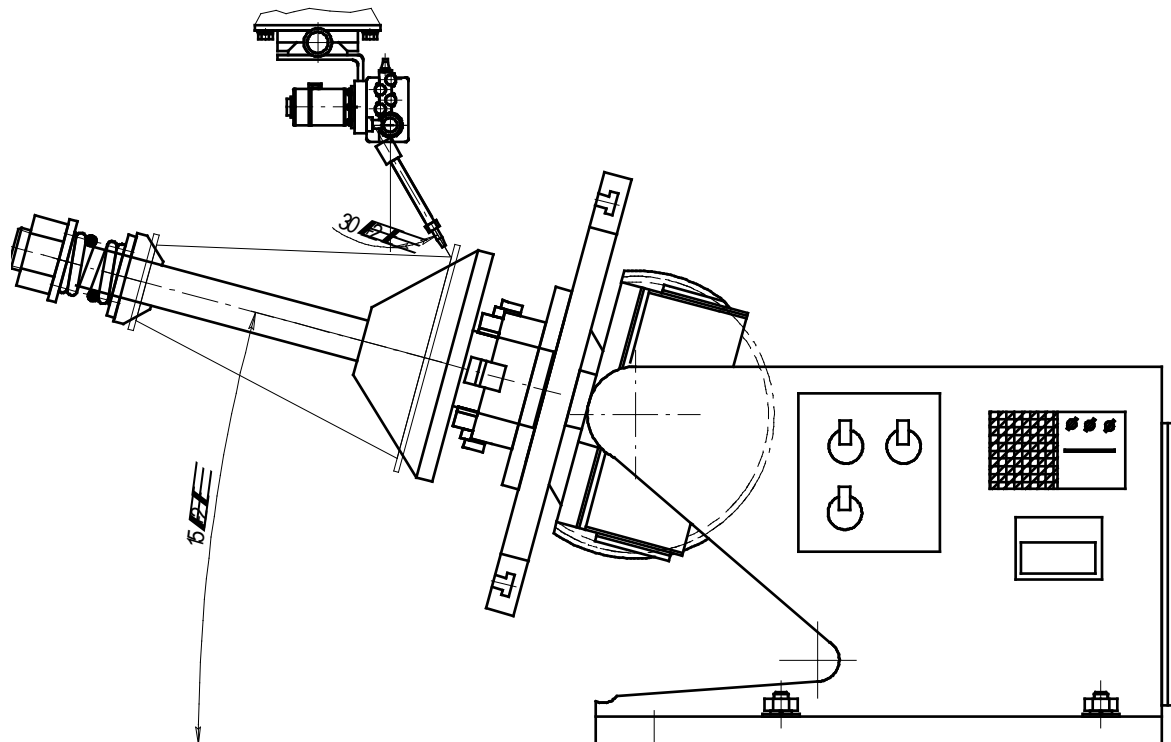


Рисунок 18 – Схема настройки оборудования для сварки

г) Оборудование и инструмент:

— установка для механизированной дуговой сварки плавящимся электродом в защитном газе;

— набор ключей гаечных;

— комплект измерительных приборов:

- линейка металлическая с диапазоном измерений от нуля до 300 мм, ценой деления 1,0 мм;

- набор щупов;

- штангенциркуль;

- угломер.

б) Контроль:

а) Контролировать качество сборки конуса засыпного аппарата в соответствие с рисунком 17.

б) Инструмент

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

— комплект измерительных приборов:

- линейка металлическая с диапазоном измерений от нуля до 300 мм, ценой деления 1,0 мм;
- штангенциркуль;
- набор щупов;
- угломер.

7) Сварка:

а) Выполнить сварку сварного соединения № 1;

б) Оборудование:

— установка для механизированной дуговой сварки плавящимся электродом в защитном газе.

в) Сварочные материалы:

— проволока сварочная диаметром 1,6 мм марки Св-08Г2С;

— защитный газ: двуокись углерода;

г) Геометрические параметры по рисунку 19;

д) Режим сварки:

— Сварочный ток, А	240±10;
— Напряжение дуги, В	22±1;
— Скорость сварки, м/ч	24±0,5;
— Расход защитного газа, л/мин	24±1;
— Диаметр электрода, мм	1,6;
— Вылет электрода, мм	30±1.

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата
----------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

55

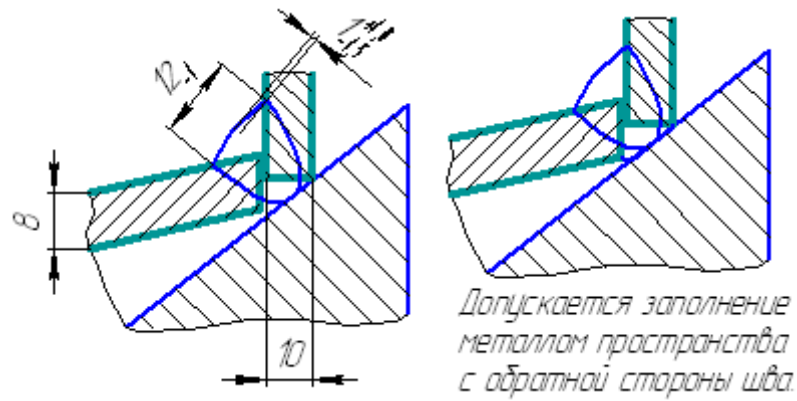


Рисунок 19 – Эскиз сварного шва. Геометрические параметры

8) Кантовка:

а) Настроить угол наклона планшайбы манипулятора и угол наклона мундштука в положение для сварки кольцевого шва таврового сварного соединения № 2 в соответствии с рисунком 20 (переместить сварочный аппарат в положение для сварки сварного соединения № 2).

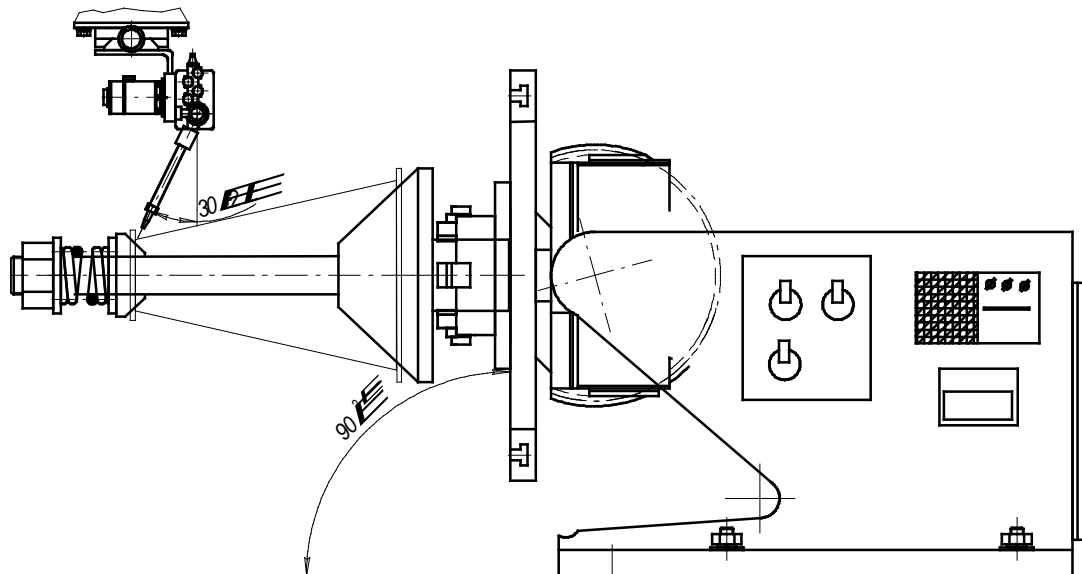


Рисунок 20 – Схема настройки оборудования для сварки

б) Оборудование и инструмент:

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

— установка для механизированной дуговой сварки плавящимся электродом в защитном газе;

— набор ключей гаечных;

— комплект измерительных приборов:

- линейка металлическая с диапазоном измерений от нуля до 300 мм, ценой деления 1,0 мм;

- угломер.

9) Контроль:

а) Контролировать положение изделия относительно наконечника сварочного аппарата по углу наклона планшайбы манипулятора.

б) Инструмент

— комплект измерительных приборов:

- линейка металлическая с диапазоном измерений от нуля до 300 мм, ценой деления 1,0 мм;

- угломер.

10) Сварка:

а) Выполнить сварку сварного соединения № 2;

б) Оборудование:

— установка для механизированной дуговой сварки плавящимся электродом в защитном газе.

в) Сварочные материалы:

— проволока сварочная диаметром 3,0 мм марки Св-08Г2С;

— защитный газ: двуокись углерода;

г) Геометрические параметры по рисунку 13)

д) Режим сварки:

— Сварочный ток, А 240±10;

— Напряжение дуги, В 22±1;

— Скорость сварки, м/ч 24±0,5;

— Расход защитного газа, л/мин 24±1;

Подпись и дата	Интв. N дубл.	Интв. N	Взам. интв. N	Подпись и дата
----------------	---------------	---------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.141.ПЗ	Лист
						57

- Диаметр электрода, мм 1,6 ;
- Вылет электрода, мм 30±1.

11) Зачистка:

а) Зачистить сварные соединения от шлака, окалины, брызг расплавленного металла, налёта сварочного аэрозоля;

б) Оборудование и инструмент:

- молоток зубильный;
- машинка углошлифовальная с абразивным армированным зачистным кругом;
- щётка металлическая.

12) Контроль:

а) Выполнить контроль геометрических параметров сварных швов и качество его формирования по рисунку 13:

— Геометрические параметры шва сварного соединения № 1:

- ширина шва, мм 11₋₁;
- высота усиления, мм 1⁺¹_{-1,5};

— Геометрические параметры шва сварного соединения №2:

- ширина шва, мм 9₋₁;
- высота усиления, мм 1⁺¹_{-1,5};

Трещины, поры, несплавления и подрезы в сварных соединениях недопустимы;

б) Выполнить контроль геометрических параметров конуса засыпного аппарата по рисунку 21.

в) Инструмент:

- комплект измерительных приборов:
 - линейка металлическая с диапазоном измерений от нуля до 1000 мм, ценой деления 1,0 мм;
 - штангенциркуль;
 - универсальный шаблон сварщика.

Подпись и дата	Инв. N дубл.	Взам. инв. N	Подпись и дата
----------------	--------------	--------------	----------------

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

ДП 44.03.04.141.ПЗ

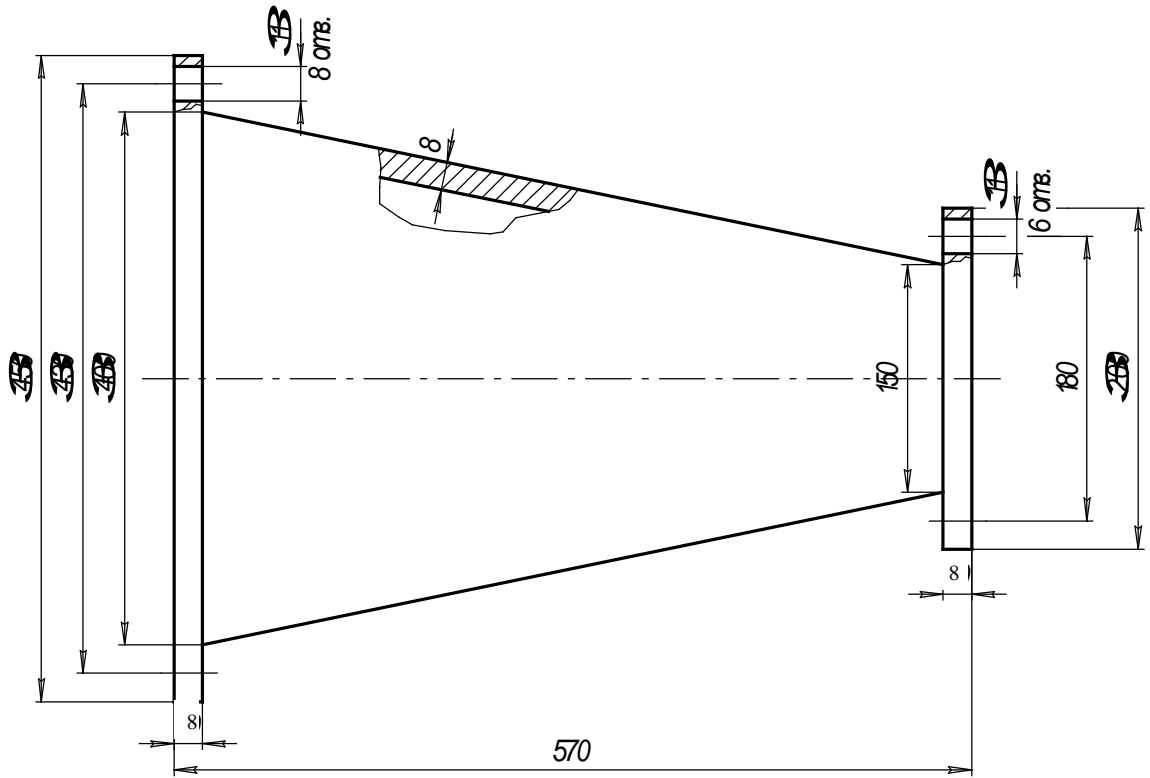


Рисунок 21 – Эскиз конуса засыпного аппарата

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

59

2 МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки конуса засыпного аппарата. В процессе данной технологии предложена замена механизированной сварки, на электродуговую сварку с использованием автоматической сварки в среде защитных газов. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное, что позволяет использовать сварочный автомат для дуговой сварки А-1416 для производства процесса сварки. Реализация разработанной технологии предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт предложенного оборудования.

К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» уровень квалификации 3. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), в связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести данную программу в рамках промышленного предприятия.

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

Профессиональные стандарты применяются:

– работодателями при формировании кадровой политики и в управлении персоналом, при организации обучения и аттестации работников, разработке должностных инструкций, тарификации работ, присвоении тарифных разрядов работникам и установлении систем оплаты труда с учетом особенностей организации производства, труда и управления;

Подпись и дата	Инв. N дубл.	Взам. инв. N	Подпись и дата
----------------	--------------	--------------	----------------

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

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

60

- образовательными организациями профессионального образования при разработке профессиональных образовательных программ;
- при разработке в установленном порядке федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования.

2.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

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

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

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

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

					ДП 44.03.04.141.ПЗ	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 2.1 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением»

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
Трудовая функция	Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций, (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками	Полностью механизированная и автоматическая сварка плавлением металлических материалов
Трудовые действия	Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей). Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных сварных соединений	Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документации. Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты. Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования для сварки в среде защитных газов.
Необходимые умения:	Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в среде защитных газов. Разбираться в технологической документации	Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку. Применять сборочные приспособления для сборки и сварки в среде защитных газов
Необходимые знания	Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением. Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением. Режимы для частично механизированной сварки (наплавки). Назначение и условия работы контрольно измерительных приборов	Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью автоматической сваркой в среде защитных газов и обозначение их на чертежах. Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью автоматической сварки в среде защитных газов, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.

Подпись и дата
Взам. инв. N
Инв. N дубл.
Подпись и дата

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

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

62

Окончание таблицы 2.1

1	2	3
Другие характеристики:	Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией: частично механизированная сварка (наплавка) в среде защитного газа; частично механизированная сварка (наплавка) порошковой проволокой.	Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией: сварка дуговая под флюсом; автоматическая сварка сплошным электродом в среде защитного газа; автоматическая сварка порошковой проволокой
Характеристики выполняемых работ:	Прихватка элементов конструкции частично механизированной сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва; частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций.	Автоматическая сварка всех видов сварных швов и сварных соединений. Автоматическая сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций.

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

Необходимые знания:

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

Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.

Сварочные автоматы для сварки в среде защитных газов

Необходимые умения:

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

– Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки в среде защитных газов, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов

Подпись и дата
Взам. инв. N
Инв. N дубл.
Подпись и дата

– Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку. Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой в среде защитных газов.

– Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки в среде защитных газов

– Требования к подготовке конструкции под сварку

– Технология полностью механизированной и автоматической сварки в среде защитных газов

– Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля. Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения

– Правила технической эксплуатации электроустановок. Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Правила эксплуатации газовых баллонов. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.

– Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки.

– Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования.

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

2.2 Разработка учебного плана переподготовки

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для переподготовки рабочих предусматривает

Подпись и дата
Интв. N дубл. N
Взам. интв. N
Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

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 «Оператор автоматической сварки плавлением» является следующее, который представлен в таблице 2.2. Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 2.2 - Учебный план переподготовки рабочих

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	66
1.1	Основы экономики отрасли	3
1.2	Материаловедение	3
1.3	Основы электротехника	2
1.4	Чтение чертежей	2
1.5	Спецтехнология	52
2	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ	122
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	36
2.2	Работа на предприятии	86
	Консультации	2
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	176

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

Подпись и дата
Инт. N дубл.
Взам. инт. N
Подпись и дата

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

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

65

2.3 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.

Таблица 2.3 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Введение	2
2	Тема курса: Оборудование для автоматической сварки в среде защитных газов	16
3	Сварочные материалы	6
4	Сварные конструкции	5
5	Технология автоматической сварки в среде газов	18
6	Механизация и автоматизация сварочного производства	5
	Итого:	52

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

2.4 Разработка плана - конспекта урока

План-конспект урока

Тема курса: «Оборудование для автоматической сварки в среде защитных газов».

Тема урока: «Типовые узлы сварочных автоматов. Сварочный автомат для дуговой сварки А-1416-2.

Цели урока:

Подпись и дата
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Взам. инв. N
Инв. N дубл.
Подпись и дата

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

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

66

Образовательная: сформировать понятия об основных узлах сварочных автоматов; назвать особенности узлов сварочных автоматов; охарактеризовать особенности типовых узлов сварочных автоматов.

Развивающая: развивать умения определять типовые узлы автомата в зависимости от конструкции; развить навыки самостоятельной работы при чтении схем, чертежей сварочных автоматов.

Воспитывающая: развивать у рабочих коммуникативные навыки необходимые для продуктивной работы в бригаде; развивать чувство ответственности за исправность используемого оборудования; воспитывать бережливое отношение к рациональному использованию энергетических ресурсов, расходных материалов.

Тип урока: урок усвоения новых знаний.

Структура урока и затраты времени на этапы:

1. Организационная часть 3-5 мин. Приветствие, проверка по списку всех присутствующих, организационные вопросы. Изложение темы и цели урока.
 2. сообщение нового материала 50-55 мин.
 3. Первичное закрепление нового материала 10-15 мин.
- Краткий опрос – беседа со слушателями в аудитории.

Плакат «Сварочный автомат для дуговой сварки А-1416-2».

Средства обучения:

Методы преподавания:

- словесные методы (рассказ);
- наглядные методы (демонстрация плакатов).

Учебная литература:

Подпись и дата	Интв. N дубл.	Взам. интв. N	Подпись и дата
----------------	---------------	---------------	----------------

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

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Лист

67

Таблица 2.4 - План-конспект урока по спецтехнологии на тему: «Типовые узлы сварочных автоматов. Сварочный автомат для дуговой сварки А-1416-2.

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 3 минут	Здравствуйте, меня Левин Михаил Павлович. Прошу вас садитесь, приготовьте тетради и авторучки. Сегодня будем много конспектировать.	Приветствую обучающихся, провожу переключку и проверяю готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 5 минут	Тема раздела «Типовые узлы сварочных автоматов. Сварочный автомат для дуговой сварки А-1416-2». Тема занятия: «Устройство и технические характеристики сварочного автомата А-1416-2 для сварки в смеси защитных газов». Цель нашего занятия: «формирование знаний об устройстве сварочного автомата А-1416-2.	Сообщаю тему занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Мотивация 5 минут	Рассказываю о механизированной и автоматической сварке (наплавке) плавлением.	Обучающиеся внимательно слушают.
Актуализация опорных знаний 10 минут	Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: 1. Основные отличия аппарата для полуавтоматической сварки от аппарата для автоматической сварки? 2. Почему применяют унифицированные узлы на полуавтоматах и автоматах? 3. Расскажите об обозначении аппаратов для дуговой сварки в смеси защитных газов.	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.
Изложение нового материала 25 минут	Хорошо! Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану: - Назначение сварочного автомата; - Основные механизмы сварочного автомата; По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать особое внимание. В настоящее время широко применяется автоматическая сварка.	Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение. Прошу обучающихся сосредоточиться и не мешать мне и своим товарищам.

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3
	<p>Это объясняется высокой маневренностью полуавтоматов, возможностью производить сварку в труднодоступных местах. Автоматическая 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.</p> <p>Сварочный автомат А-1416-2 используется для сварки в среде защитных газов. Сварка в среде защитных газов может проводиться как одной, так и двумя проволоками. Механизм подачи обеспечивает равномерную и стабильную подачу проволоки.</p> <p>Обозначение сварочного автомата А-1416-2.</p>  <ol style="list-style-type: none"> 1. Кассеты для электродной проволоки с тормозным механизмом. 2. Флюсосистема, состоящая из флюсобункера. 3. Флюсоаппарата и флюсо-приводов. 4. Механизм подъема для регулирования положения мундштука по высоте. 5. Пульт управления. 6. Прижимной механизм. 7. Механизм подачи электродной проволоки. 8. Флюсо-привод. 9. Мундштук. 10. концентрическое отверстие для ссыпки флюса 	<p>Вместе разбираем устройство механизмов, схемы сварочного автомата А-1416-2.</p> <p>Записываем основные моменты. Рассказываю какие способы сварки обеспечивает сварочный автомат А-1416-2.</p> <p>Рассказываю с каким оборудованием может устанавливаться сварочный автомат</p> <p>Вешаю плакат с общим видом. Показываю плакат и объясняю устройство сварочной автомата А-1416-2.</p> <p>Записываем основные моменты</p>

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

Окончание таблицы 2.4

1	2	3
Выдача домашнего задания 7 минут	Теперь запишем домашнее задание, повторить §24.6. Автоматы для сварки в смеси защитных газов, по учебнику - учебник: Володин В.Я., «Современные сварочные аппараты», Наука и техника, 2008г., 306 стр. Изучить сварочный автомат А-1416-2.	Разбираем домашнее задание, что нужно повторить к следующему занятию.

Методическая часть дипломного проекта раскрывает научно-обоснованную целенаправленную учебно-методическую работу преподавателя, которая обеспечивает единство планирования, организации и контроля качества усвоения нового содержания обучения. Содержание технологического раздела дипломного проекта явилось составной частью методической разработки.

Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали профессиональный стандарт профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»;
- составили учебный план для профессиональной «Оператор автоматической сварки плавлением»;
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;
- разработали план - конспект урока по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;
- разработали средства обучения для выбранного занятия.

Данную разработку, возможно, использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования - подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

Подпись и дата	Инв. N дубл.	Подпись и дата
Взам. инв. N		
Подпись и дата		

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.141.ПЗ	Лист
						70

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей дипломной работе предложено заменить механизированную сварку в CO₂ на сварку плавящимся электродом в смеси защитного газа. Проведена оценка планируемых результатов и сравнительный анализ базовой и проектной технологии.

Кроме того, предложена методическая разработка по обучению персонала для работы на установке для сварки в смеси защитных газов.

Технические оценки, полученные в результате исследования, подтверждают актуальность проектной разработки, социальную и экономическую значимость для предприятия. Внедрение сварки в смеси защитных газов является одним из перспективных направлений к повышению конкурентоспособности продукции за счёт снижения её себестоимости с одновременным повышением качества изготовления.

Таким образом, можно считать, что задачи дипломной работы выполнены и цели достигнуты.

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.141.ПЗ					Лист	
									71	
				Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Зубченко, А.С. Марочник сталей и сплавов / А.С. Зубченко - М.: Машиностроение, 2001. – 375 с.

2 Глизманенко, Д.Л. Сварка и резка металлов: учеб. пособие / Д.Л. Глизманенко. - М.: Высш.шк., 1975. – 479 с.

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

4 Гуревич, С.М.Справочник по сварке металлов/С.М. Гуревич.- Киев: Наукова думка, 1981. – 608 с.

5 Волченко, В.Н. Сварка и свариваемые материалы: справочное пособие / В.Н. Волченко. - М. : Металлургия, 1991 .- 256 с.

6 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.

7 «Сварочное оборудование» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.esab.ru> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 24.01.2019).

8 Виноградов, В.С. Электрическая дуговая сварка: учеб. пособие для нач. проф. Образования / В.С. Виноградов - М.: Издательский центр «Академия», 2007. - 320 с.

9 Виноградов, В.С. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки: Учеб. для проф. учеб. Заведений / В.С. Виноградов. - М.: Высш. шк., 1997. - 319 с.

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

11 Полных, С.А. Нормативы времени и режимы полуавтоматической сварки в защитных газах / С.А. Полных. - Екатеринбург: Уралмашзавод, 2004. - 50с.

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

Подпись и дата
 Взам. инв. N
 Инв. N дубл.
 Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.141.ПЗ

13 Рыжков, Н.И. Производство сварных конструкций в тяжелом машиностроении / Н.И. Рыжков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1980. – 375 с.

14 Шебеко, Л.П. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки / Л.П. Шебеко, - М.: Высш. шк., 1986. – 279 с.

15 Волченко, В.Н. Сварка и свариваемые материалы: справочное пособие / В.Н. Волченко. - М. : Металлургия, 1991 .- 256 с.

16 Куркин, С.А. Технология, механизация и автоматизация при производстве сварных конструкций / С.А. Куркин - М.: Машиностроение, 1986. – 327 с.

17 Волченко, В.П. Контроль качества сварных конструкций / В.П.Волченко. - М.: Машиностроение, 1986. – 155 с.

18 Севбо, П.И. Расчет и конструирование механического сварочного оборудования / П.И. Севбо. - Киев: Наукова думка, 1978. – 400 с.

19 Володин, В.Я., Современные сварочные аппараты / В.Я. Володин. – Санкт-Петербург: Наука и техника, 2008г., 306 с.

20 Каталог оборудования «Автоматическая сварка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uniprofit.ru> Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 8.02.2019)

21 «Сварочное оборудование» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.esab.ru> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 24.01.2019).

22 «Автоматическая сварка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://asvarka.ru> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: : 24.01.2019).

23 ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия. - Введ. 1973-01-01.– М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 2003. – 7 с.

24 ГОСТ 14771 – 76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – Введ. 1976-28-07. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1976. – 38 с.

Подпись и дата
Интв. N дубл.
Взам. интв. N
Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.141.ПЗ	Лист
						73

25 Салтыков, В.А. Машины и оборудование машиностроительных предприятий / В.А. Салтыков, В.П. Семенов, В.Г. Семин, В.К. Федюкин. - М.: Машиностроение, 2012. – 715 с.

26 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. – (Дата обращения: 16.01.2019).

27 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 этикетки диска. – (Дата обращения 23.12.2018).

28 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. (Дата обращения 10.01.2019).

29 Профессиональный стандарт «Сварщик» [Электронный ресурс]: (код 40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован Минюстом России 13.02.2014г., рег. № 31301). - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: PPT.Ru, 1997-2019. – Режим доступа: <http://ppt.ru/docs/profstandarts/view/660>. - Загл. с экрана (Дата обращения 19.01.2019).

30 Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» [Электронный ресурс]: (код 40.109, рег. № 664, Приказ Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег. № 40426). - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: PPT.Ru, 1997-2019. – Режим доступа: <http://ppt.ru/docs/profstandarts/details/9868> - Загл. с экрана (Дата обращения 24.01.2019).

31 Каталог государственных стандартов [Электронный ресурс]: база данных содержит классификатор и базу данных нормативных документов. - Электрон. дан. –

Подпись и дата
Интв. N дубл.
Взам. интв. N
Подпись и дата

М.: RusCable.Ru, 1999. – Режим доступа: <http://gost.ruscable.ru/cgi-bin/catalog> . – Загл. с экрана. (Дата обращения 19.01.2019).

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

Ч.1.: 165 с.

Ч.2.: 204 с.

33 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.

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

35 Федулова М.А. Методические рекомендации по выполнению и оформлению выпускной квалификационной работы / М.А. Федулова, Д.Х. Билалов. – Екатеринбург: ФГАОУ ВПО «Российский государственный профессионально – педагогический университет», 2014. - 49 с.

Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

					ДП 44.03.04.141.ПЗ	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		