

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

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДВУТАВРОВОЙ БАЛКИ СЕРИИ К1**

Выпускная квалификационная работа

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль Машиностроение и материалобработка

Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном про-
изводстве

Идентификационный код ВКР: 606

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»

Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения
в машиностроении и металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____ Б.Н. Гузанов
«_____» _____ 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
Разработка технологии изготовления двутавровой балки серии К1

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-504 _____ В.А. Предеин

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

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

Екатеринбург 2019

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 62 листа машинописного текста, 21 рисунок, 14 таблиц, 30 использованных источников литературы, графическую часть на 9 листах формата А1.

Ключевые слова: ДВУТАВРОВАЯ БАЛКА К1, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА ПОД ФЛЮСОМ, ПАРАМЕТРЫ РЕЖИМОВ СВАРКИ, ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОГРАММА ПЕРЕПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ, ПРОФЕССИЯ «ОПЕРАТОР АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ».

Предеин В.А. Разработка технологии изготовления двутавровой балки серии К1 / В.А. Предеин; Рос. гос. проф.-пед ун-т, Ин-т инж.-пед. образования, Каф. инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии. – Екатеринбург, 2019.– 65 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологии изготовления двутавровой балки серии К1».

2. Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления двутавровой балки серии К1 с использованием автоматической сварки под флюсом.

3. В дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления двутавровой балки, включающий автоматическую сварку под флюсом; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства сварки балки.

4. Результаты данной работы могут быть использованы при изготовлении двутавровых балок серии К1.

					<i>ДП 44.03.04. 606 ПЗ</i>				
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Разработка технологии изготовления двутавровой балки серии К1 <i>Пояснительная записка</i>			<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Предеин В.А.</i>						2	62
<i>Руковод.</i>		<i>Плаксина Л.Т.</i>							
<i>Реценз.</i>									
<i>Н. Контр.</i>		<i>Билалов Д.Х.</i>							
<i>Утверд</i>		<i>Гузанов Б.Н.</i>							
						<i>ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО, каф. ИММ, гр. ЗСМ-504</i>			

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Технологический раздел.....	6
1.1 Характеристика сварной конструкции.....	6
1.2 Свойства основного металла.....	7
1.2.1 Химический состав и свариваемость.....	7
1.3 Выбор вида сварки и сварочных материалов.....	11
1.4 Выбор сварочных материалов.....	15
1.5 Расчет режимов сварки.....	16
1.5.1 Расчет режимов автоматической дуговой сварки под флюсом стыкового соединения С18 стенки по ГОСТ 8713-79.....	16
1.5.2 Расчет режимов автоматической дуговой сварки под флюсом стыкового соединения С18 полки по ГОСТ 8713-79.....	22
1.5.3 Расчет режимов автоматической дуговой сварки под флюсом таврового соединения Т8 по ГОСТ 8713-79.....	23
1.6 Технологические требования к установке для сборки.....	29
1.6.1 Описание конструкции установки по сборке двутавровой балке.....	29
1.7 Установка для сварки двутавровой балки.....	31
1.7.1 Технологические требования к установке для сварки.....	31
1.7.2 Описание конструкции установки для сварки.....	31
1.8 Технология сборки и сварки двутавровой балки.....	34
2 Методическая часть.....	46
2.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов.....	47
2.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».....	52
2.3 Разработка плана занятия по предмету «Специальная технология».....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	59
Приложение А Спецификация.....	62

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время сварочное производство стало одной из ведущих областей техники. Во всех отраслях машиностроения широко применяют высокопроизводительные и экономически эффективные технологические процессы сварки, наплавки, пайки, термической резки и металлизации, позволяющие успешно обрабатывать почти все конструкционные материалы толщиной от десятков микрометров до нескольких метров. Достигнутый высокий уровень развития сварочной техники служит прочной базой для значительного дальнейшего увеличения производительности труда, экономии материалов и энергии, а также повышения качества и снижения себестоимости продукции. [1].

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация производственных и технологических процессов, в частности процессов сварочного производства. [2].

Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкции.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки двутавровой балки серии К1.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления двутавровой балки серии К1 с использованием автоматической сварки под флюсом.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие *задачи*:

- проанализировать базовый вариант изготовления двутавровой балки;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки двутавровой балки;

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						4
		№ документа	Подпись	дата		

- 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 двутавровой балки серии К1, включающий автоматическую сварку под флюсом; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства сварки двутавровой балки серии К1.

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие *методы*:

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

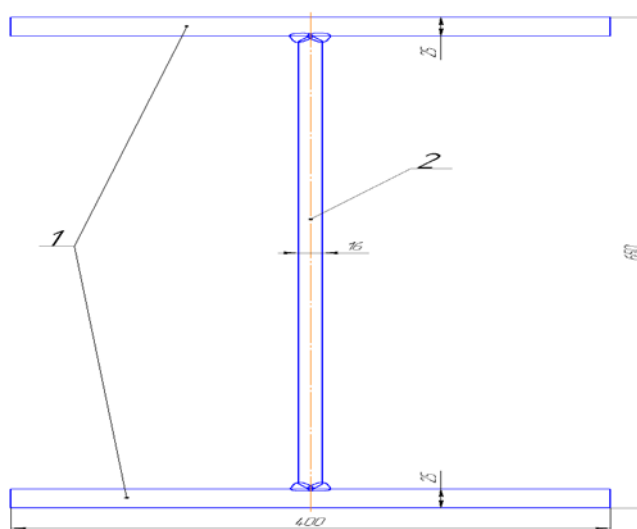
- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						5
		№ документа	Подпись	дата		

1 Технологический раздел

1.1 Характеристика сварной конструкции

Двутавровая балка серии К1 является несущим элементом колонны строительной конструкции изготавливается из стали 15ГС, предназначена для эксплуатации в мало агрессивных средах под действием статических и динамических нагрузок при температурах от $+50^{\circ}\text{C}$ до -40°C . Состоит из трех основных элементов (Рисунок 1). Изготавливается из листового проката ГОСТ 5520-79.



Поз. 1 – полка $25 \times 400 \times 13900$; Поз. 2 – стенка $16 \times 600 \times 13900$

Рисунок 1- Эскиз двутавровой балки

Исходя из сортамента выпускаемого листового проката, возникает необходимость изготовления полок и стенки двутавровой балки из составных частей (Рисунок 2).

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						6
		№ документа	Подпись	дата		

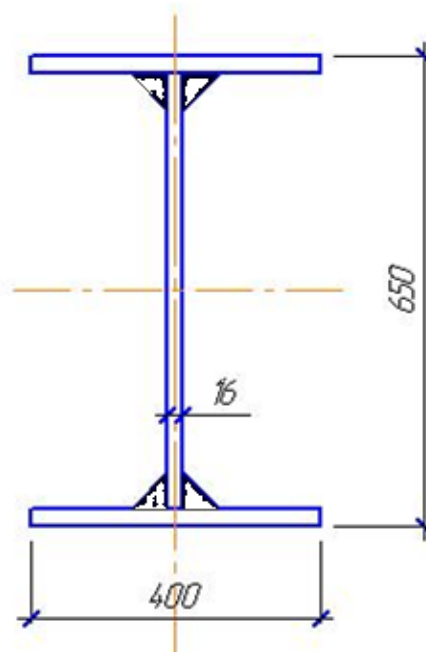


Рисунок 2 - Схема соединения деталей балки

1.2 Свойства основного металла

1.2.1 Химический состав и свариваемость

Марка: 15ГС

Классификация: Сталь кремнемарганцовистая конструкционная низколегированная для сварных конструкций

Чаще всего прокат из данной марки стали используется для разнообразных строительных конструкций благодаря высокой механической прочности, что позволяет использовать более тонкие элементы чем при использовании других сталей. Устойчивость свойств в широком температурном диапазоне позволяет применять детали из этой марки в диапазоне температур от -70 до $+450$ $^{\circ}\text{C}$. Также легкая свариваемость позволяет изготавливать из листового проката этой марки сложные конструкции для химической, нефтяной, строительной, судостроительной и других отраслей.

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						7
		№ документа	Подпись	дата		

Таблица 1- Химический состав в % стали 15ГС, [22]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.12 - 0.18	0.7 - 1	0.9 - 1.3	до 0.3	до 0.03	до 0.04	до 0.3	до 0.3

Таблица 2 - Механические свойства при T=20 °C стали 15ГС

Размер	Напр.	s_b	s_T	δ_5	γ	KCU	Термообр.
	Прод.	500		18	45		Нормализация 900 - 930 °C, воздух

s_b - Предел кратковременной прочности, [МПа]

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

δ_5 - Относительное удлинение при разрыве, [%]

γ - Относительное сужение , [%]

KCU - Ударная вязкость, [кДж / м²]

HВ - Твердость по Бринеллю , [МПа]

Таблица 3 - Технологические свойства стали 15ГС

Свариваемость:	без ограничений
Флокеночувствительность:	не чувствительна
Склонность к отпускной хрупкости:	не склонна

Свариваемостью называют свойство металла или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки соединения, отвечающие требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия. На свариваемость стали наибольшее влияние оказывает ее химический состав. [2]

При оценке свариваемости стали помимо химического состава учитываются: конструктивные формы изделий, технологические особенности сварки, физические свойства металла, склонность к закаливанию, образованию трещин при сварке и после охлаждения, коррозионная стойкость при различных температурах, прочность, пластичность, вязкость и другие характеристики.

Различают два вида трещин в шве и зоне термического влияния: горячие и холодные.

Горячие или кристаллизационные трещины образуются при высокой температуре в период кристаллизации сварного соединения. На их образование влияют высокая скорость охлаждения и, как следствие, увеличение темпов деформации в сочетании с неблагоприятным химическим составом. Увеличенное содержание углерода, серы, меди и некоторых других элементов вызывает их межкристаллитную ликвацию, в результате чего замедляется затвердевание жидкого сплава между кристаллами. Это ослабляет их связь и при термической деформации приводит к образованию макроскопических трещин. Неблагоприятная форма сварного соединения также может вызвать образование горячих трещин. Горячие трещины, несмотря на их незначительную величину, могут вызывать ослабление сварного соединения и его разрушение, особенно при переменных или динамических нагрузках.

Холодные трещины возникают в швах и в зоне термического влияния при более низких температурах в процессе структурных изменений при охлаждении сварного соединения. Наиболее часто они возникают в сварных соединениях из закаливаемых средне- и высоколегированных сталей. Они могут зарождаться и распространяться в течение нескольких часов или даже суток после сварки. Холодные трещины - наиболее опасный дефект, и для его предупреждения должны быть приняты меры по подбору более качественных материалов для сварки (основной металл, электроды), а также по применению оптимальной технологии сварки (правильная последовательность выполнения швов, проведение термической обработки и др.).

Для приближенной оценки влияния термического цикла сварки на закаляемость околошовной зоны и ориентировочного определения необходимости снижения скорости охлаждения за счет предварительного подогрева можно пользоваться так называемым эквивалентом углерода. Если при подсчете эквивалента углерода окажется, что $C_3 < 0,45\%$, то данная сталь может свариваться без предварительного подогрева; если $C_3 \geq 0,45\%$, то необходим предварительный подогрев, тем более высокий, чем выше значение C_3 .

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						9
		№ документа	Подпись	дата		

Расчет эквивалентного углерода производим по формуле:

$$C_{\text{Э}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15} \quad (1)$$
$$C_{\text{Э}} = 0,18 + \frac{1}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3+0,3}{15} = 0,43,$$

где символы элементов означают процентное содержание их в стали.

Таким образом, основной металл не склонен к образованию холодных трещин. [2]

Определим склонность к образованию горячих трещин по формуле:

$$HCS = \frac{C \left(S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100} \right) 1000}{3Mn + Cr + Mo + V}, \quad (2)$$

где HCS - параметр, оценивающий склонность сварных швов к образованию горячих трещин, %;

C, S, P и другие химические элементы, %.

$$HCS = \frac{0.15 \left(0.025 + 0.035 + \frac{0.7}{25} + \frac{0.3}{100} \right) 1000}{3 \cdot 0.9 + 0.3 + 0.15} = 3.16$$

Так как расчетное значение параметра HCS менее 4, появление горячих трещин невозможно.

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						10
		№ документа	Подпись	дата		

1.3 Выбор вида сварки и сварочных материалов

Для постановки прихваток при сборке конструкции, выбираем ручную дуговую сварку.

Сущность данного процесса заключается в том, что металл плавится за счет тепла электрической дуги, горящей между электродом и изделием. Защита расплавленного металла от окружающей среды производится за счет обмазки электрода.

Преимуществом этого способа является его простота в обращении, отличительной особенностью является универсальность и маневренность. Основной недостаток - низкая производительность.

В базовом проекте сварка двутавровой балки осуществляется полуавтоматической сваркой в среде защитных газов. Предлагается заменить на автоматическую сварку под флюсом или автоматическую сварку в среде защитных газов. Рассмотрим все три вида сварки.

Полуавтоматическая дуговая сварка в среде CO_2

Наиболее широко сварка в углекислом газе применяется полуавтоматическая, заменяя во многих случаях ручную дуговую сварку покрытыми электродами благодаря простоте, дешевизне и высокой производительности. Сварка может выполняться в любом пространственном положении.

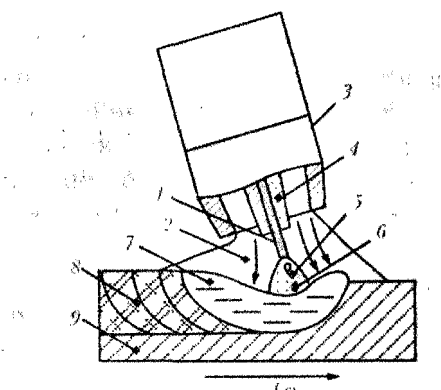
Полуавтоматической дуговой сваркой называют способ соединения деталей (листов, балок, труб и др.) посредством сварного шва, образующегося из расплавленного основного и электродного металла, при котором подача электродной проволоки осуществляется автоматически, а перемещение сварочной дуги производят вручную.

Сущность этого вида сварки заключается в том, что электродная проволока (для защиты от коррозии ее часто покрывают тонким слоем меди) подается с постоянной скоростью в зону сварки; одновременно в эту же зону поступает углекислый газ, который обеспечивает защиту расплавленного или нагретого электродного и основного металлов от вредного воздействия окружающего

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						11
		№ документа	Подпись	дата		

воздуха. Защитный газ (углекислота) при этом подается от баллона через редуктор. [1]

Поскольку защита сварочной ванны обеспечивается газовой средой (а не расплавленным веществом обмазки электрода, как при использовании штучного электрода), сварщик может наблюдать и контролировать весь процесс формирования шва. Кроме того, что полуавтоматическая сварка обеспечивает высокое качество шва, значительно облегчается поджиг дуги, резко возрастает удобство и скорость (т. е. эффективность) работы — сварщик избавлен от необходимости смены электродов и зачистки швов от шлака. К преимуществам можно также отнести значительное снижение вредных выбросов (аэрозолей и дымов) в атмосферу, что улучшает условия труда и упрощает вентиляцию рабочего места.



- 1- Плавящийся электрод 2- Область защищённая газом 3- Горелка
4- Токоподводящий наконечник 5- Дуга 6- Капли расплавленного металла
7- Сварочная ванна 8- Шов 9- Основной металл

Рисунок 3- Схема горения дуги и формирование металла шва при сварке в среде защитных газов

Недостатком сварки в среде углекислого газа является сильное разбрызгивание металла и посредственное формирование шва. При сварке в открытых помещениях, а также при наличии сквозняков или ветра углекислый газ оттесняется от свариваемых швов, что снижает его защитное действие. В результате в сварных швах могут появиться поры, которые снижают механические свойства наплавленного металла.

Необходимо особо отметить, что на качество сварного шва, кроме очевидных факторов - качества источника питания, проволоки, опыта сварщика и

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						12
		№ документа	Подпись	дата		

т. п., влияет также качество защитного газа. Например, повышенное содержание в углекислом газе азота и водорода, а также влаги приводит к порообразованию в металле шва.

В замкнутых сосудах сварку швов в среде углекислого газа применять не рекомендуется, так как в процессе сварки образуется значительная концентрация углекислого газа, при которой сварщик может угореть.

Автоматическая дуговая сварка под флюсом [1]

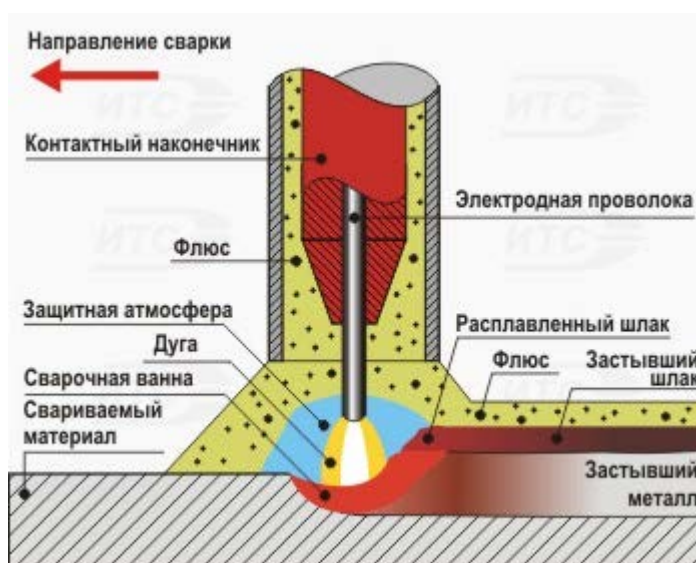


Рисунок 4- Схема автоматической дуговой сварки под флюсом

Под действием тепла дуги расплавляются электродная проволока и основной металл, а также часть флюса. В зоне сварки образуется полость, заполненная парами металла, флюса и газами. Газовая полость ограничена в верхней части оболочкой расплавленного флюса.

Расплавленный флюс, окружая газовую полость, защищает дугу и расплавленный металл в зоне сварки от вредного воздействия окружающей среды, осуществляет металлургическую обработку металла в сварочной ванне. По мере удаления сварочной дуги расплавленный флюс, прореагировавший с расплавленным металлом, затвердевает, образуя на шве шлаковую корку. После прекращения процесса сварки и охлаждения металла шлаковая корка легко отделяется от металла шва. Не израсходованная часть флюса специальным пнев-

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						13
		№ документа	Подпись	дата		

матическим устройством собирается во флюсоаппарат и используется в дальнейшем при сварке.

Автоматическая сварка под флюсом по сравнению с ручными способами дуговой сварки электродами с качественными обмазками обеспечивает следующие преимущества:

1. Высокую производительность сварки за счет применения значительно больших токов при том же или меньшем диаметре проволоки. Так, например, для проволоки диаметром 5 мм при ручной сварке ток в среднем равен 250А; при автоматической сварке под флюсом для проволоки диаметром 5 мм ток составляет 800 А и выше. Это обусловлено тем, что при сварке под флюсом ток подводят вблизи плавящегося конца электродной проволоки, а слой флюса предохраняет жидкий металл от разбрызгивания и выплескивания из ванны. Благодаря этому можно применять высокую плотность тока без опасения преждевременного расплавления электрода и выплескивания металла, что позволяет увеличивать скорость подачи проволоки в дугу, соответственно повышая производительность сварки.

При толщине листов 10 мм автоматическая сварка под флюсом снижает трудоемкость сварочных работ в два раза, а при больших толщинах - в четыре и более раза.

2. Высокие механические свойства и плотность наплавленного металла шва благодаря полной защите расплавленного металла флюсом от окисления, замедленному охлаждению, улучшению структуры наплавленного металла, удалению из него растворенных газов, обеспечению надежного провара корня и кромок шва.

3. Экономия электродной проволоки вследствие отсутствия потерь на угар, разбрызгивание и огарки.

4. Экономия электроэнергии благодаря лучшему использованию тепла сварочной дуги.

5. Менее вредно влияет на зрение сварщика, так как дуга горит под слоем флюса. При сварке не требуется применять щитки или шлемы для защиты зрения.

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						14
		№ документа	Подпись	дата		

6. Автоматизацию и механизацию процесса сварки.

7. Упрощение контроля сварочного процесса.

Проанализировав вышеперечисленные достоинства каждого вида сварки, для сборки и сварки двутавровой балки серии К1 выбираем автоматическую сварку под флюсом.

1.4 Выбор сварочных материалов

Для сварки

Для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей под флюсом выбираем сварочную проволоку Св-08ГА и флюс АН-60 [5].

Таблица 4 - Химический состав сварочной проволоки Св-08ГА, %. ГОСТ 2246-70

Химический состав металла шва, % (номинальные значения)						
C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni
<=0,1	0,80-1,10	<=0,06	0,03	0,25	0,1	0,25

Назначение сварочного флюса АН-60.

Предназначен для автоматической сварки и наплавки конструкций из низкоуглеродистых нелегированных и низколегированных сталей низколегированной проволокой марки Св-08ГА.

Флюс сварочный плавный АН - 60

Классификация: ГОСТ 9087-81

Область применения: Является кислым флюсом марганцево-силикатного типа. Легируют металл швом кремнием и марганцем, поэтому могут применяться в сочетании с бескремнистыми сварочными проволоками марок Св-08, Св-08 ГА и др. Рекомендуется для механизированной сварки и наплавки конструкций из низкоуглеродистых низколегированных и низколегированных сталей широкого назначения нелегированными и низколегированными сварочными проволоками при температурах эксплуатации конструкции до минус 40°С,

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						15
		№ документа	Подпись	дата		

при необходимости обеспечения качественного формирования поверхности швов на повышенных скоростях сварки.

Характеристика флюса:

Насыпная плотность, г/см³ 0,9 ÷ 1,2. Содержание инородных частиц (не растворившихся частиц сырьевых материалов, футеровки, угля, графита, кокса, металлических частиц и др.), % - не более 0,3. Содержание белых непрозрачных зерен, % - не более 10. Размер зерен, мм <0,35 - не более 3, >4,0 - не более 3. Влажность флюса - не более 0,05. Цвет зерен - от светло-серого до желтого и светло-коричневого цвета всех оттенков. При влажности, превышающей допустимую, флюс перед употреблением подвергают сушке при температуре 200-250°С - не менее 2 часов.

Таблица 5 – Химический состав флюса, [5]

Химический состав	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	CaF ₂	S	P
наплавленного металла, %	42-46	не <0,9	не > 6	не > 10	не > 3	36-41	5-9	не > 0,05	не > 0,05

1.5 Расчет режимов сварки

1.5.1 Расчет режимов автоматической дуговой сварки под флюсом стыкового соединения С18 стенки по ГОСТ 8713-79

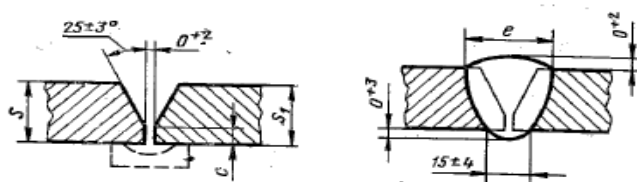


Рисунок 5 - Соединения С18 по ГОСТ 8713-79

$$S=16 \text{ мм}; e = 26 \text{ мм}; \alpha=25^{\circ}; c=5 \text{ мм}; b=1\text{мм}$$

$$F_H = sb + (s - c)^2 tg\alpha + 0.75eg$$

$$F_H = 16 \cdot 1 + (16 - 5)^2 tg25 + 0.75 \cdot 26 \cdot 2 = 112 \text{ мм}^2$$

Принимаем сварку в 2-а прохода. Выполним расчет параметров режима сварки корневого прохода сечением 40-50 мм².

Примем высоту корневого прохода $h_k = 13.5$ мм

$$F_k = h_k \cdot b + (h_k - c)^2 \operatorname{tg} \alpha$$
$$F_k = 13.5 \cdot 1 + (13.5 - 5)^2 \cdot \operatorname{tg} 25 = 13 + 34 = 47 \text{ мм}^2$$

Определение величины сварочного тока исходя из необходимой глубины проплавления:

$$I_{\text{св}} = \frac{h_p}{k_h} 100, \text{ А}, \quad (1)$$

где h_p – расчетная глубина проплавления;

k_h – коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от условий проведения сварки

$$h_p = 0,7 \cdot h_k - 0,5 \cdot b \text{ мм}. \quad (2)$$

где S – толщина металла, мм;

b – зазор, мм²;

Согласно формулам (1) и (2):

$$h_p = 0,7 \cdot 13,5 - 0,5 \cdot 1 = 8,95 \approx 9 \text{ мм}$$

$$I_{\text{св}} = \frac{9}{1,1} \cdot 100 = 818 \text{ А}$$

Расчет плотности тока

$$j = \frac{4I_{\text{св}}}{\pi d_3^2}, \text{ А/мм}^2; \quad (3)$$

$$j = \frac{4 \cdot 818}{3,14 \cdot 4^2} = 65 \text{ А/мм}^2$$

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						17
		№ документа	Подпись	дата		

Расчет напряжения на дуге

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{0,05 I_{\text{св}}}{\sqrt{d_3}}, \text{ В}; \quad (4)$$

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{0,05 \cdot 818}{\sqrt{4}} = 44 \text{ В}$$

Определение скорости сварки

$$V_{\text{св}} = \frac{A}{I_{\text{св}}}, \text{ М/ч}; \quad (5)$$

где A – коэффициент зависимости от электродной проволоки

Скорость сварки, мм/с.

$$V_{\text{с}} = \frac{\alpha_{\text{н}} \cdot I_{\text{с}}}{3600 \cdot \rho \cdot F_{\text{н}}} \quad (13)$$

Коэффициент наплавки, г/А*ч

$$\alpha_{\text{н}} = \alpha_{\text{р}} + (1 - \Psi * 0,1) \quad (14)$$

где Ψ – коэффициент потерь на угар и разбрызгивание, %

$\Psi = 0$ (при сварке под флюсом).

$\alpha_{\text{р}}$ - коэффициент расплавления, зависит от режима сварки и может быть найден по формуле для постоянного тока обратной полярности, г/А*ч

$$\alpha_{\text{н}} \sim \alpha_{\text{р}} = 6,8 + 0,0702 \cdot I_{\text{св}} \cdot d^{(-1,505)} \quad (15)$$

$$\alpha_{\text{н}} \sim \alpha_{\text{р}} = 6,8 + 0,0702 \cdot 818 \cdot 4^{(-1,505)} = 13,9 \text{ г/А*ч}$$

$$V_{\text{с}} = \frac{13,9 \cdot 818}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,47} = 0,86 \text{ см/с}$$

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						18
		№ документа	Подпись	дата		

Определение вылета электрода

При сварке под флюсом принимается:

$$l_3 = 10d_3, \text{ мм}; \quad (6)$$

$$l_3 = 10 \cdot 4 = 40 \text{ мм}$$

Расчет погонной энергии сварки, Дж/см

$$q_H = \frac{I_c \cdot U_d \cdot \eta}{V_c}, \quad (7)$$

где η - эффективный КПД дуги, во флюсе $\eta = 0,85$

V_c - скорость сварки в см/с $V_c = 0,86$ см/с

$$q_H = \frac{818 \cdot 44 \cdot 0,8}{0,86} = 33480 \text{ Дж/см}$$

Плотность тока рассчитывается по формуле:

$$j = \frac{I_{св}}{F_{эл}} = \frac{4 \cdot I_{св}}{\pi \cdot d^2}, \quad (8)$$

$$j = \frac{4 \cdot 818}{3,14 \cdot 4^2} = 65 \text{ А/м}^2,$$

Коэффициент формы провара

$$\varphi_{ПР} = K' (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \frac{d_3 \cdot U_d}{I_{св}} \quad (9)$$

где K' - коэффициент зависимости от рода тока и полярности, при постоянном токе обратной полярности

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						19
		№ документа	Подпись	дата		

$$K' = 0,367 \cdot i^{0,1925} \quad (10)$$

$$K' = 0,367 \cdot 65^{0,1925} = 0,82$$

$$\varphi_{\text{ПР}} = 0,82 \cdot (19 - 0,01 \cdot 818) \frac{4 \cdot 44}{818} \approx 1,9$$

Глубина проплавления

$$h = 0,076 \sqrt{\frac{q_n}{\varphi_{\text{ПР}}}} \quad (11)$$

$$h_1 = 0,076 \sqrt{\frac{33480}{1,91}} = 10,1 \text{ мм}$$

Принятое для расчета значение глубины проплавления для корневого прохода составляет $h_K=9$ мм. Фактическая глубина проплавления составляет $h_P=10$ мм. Показатели h_K и h_P различаются на 10%, что допустимо.

Расчет скорости подачи электродной проволоки

$$V_{\text{ПР}} = \frac{V_{\text{св}} F_H (1 + 0,01 \psi) 4}{\pi d_3^2}, \text{ м/ч}, \quad (12)$$

где F_H – площадь сечения металла, наплавленного на выбранном режиме, мм,

Ψ - коэффициент потерь металла, %,

d_3 – диаметр электродной проволоки, мм,

$$V_{\text{ПР}} = \frac{31 \cdot 47(1 + 0,01 \cdot 1) \cdot 4}{3,14 \cdot 4^2} = 117 \text{ м/ч}$$

Высота слоя флюса определяется по справочным данным, при сварочном токе до 600 ÷ 900 А рекомендуемая высота флюса 45...50 мм, грануляция частиц 0,4...2,5 мм.

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						20
		№ документа	Подпись	дата		

Рассчитаем параметры режима сварки 2-ого прохода сечением $F_3 = 65 \text{ мм}^2$ сварочная проволока $d_3 = 4 \text{ мм}$.

Значение сварочного тока принимаем из расчета max производительности по допустимой величине плотности сварочного тока для сварочной проволоки $d_3 = 4 \text{ мм}$.

$$I_{\text{св}} = \frac{j \cdot \pi \cdot d_3^2}{4}$$
$$I_{\text{св}} = \frac{65 \cdot 3,14 \cdot 4^2}{4} = 818 \text{ А}$$

Поскольку значения $I_{\text{св}}$ и d_3 приняты для первого прохода не изменяются

$$\alpha_H = 13,9 \text{ г/А} \cdot \text{г}$$
$$V_c = \frac{13,9 \cdot 818}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,65} = 0,62 \text{ см/с} = 22 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем напряжение на дуге

$$U_d = 20 + \frac{0,05 \cdot 818}{\sqrt{4}} = 44 \text{ В}$$

Расчет скорости подачи сварочной проволоки

$$V_{\text{пп}} = \frac{V_{\text{св}} F_H (1 + 0,01 \psi) 4}{\pi d_3^2}, \text{ м/ч}, \quad (13)$$

где F_H – площадь сечения металла, наплавленного на выбранном режиме, мм,

Ψ - коэффициент потерь металла, %,

d_3 – диаметр сварочной проволоки, мм,

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						21
		№ документа	Подпись	дата		

$$V_{\text{пп}} = \frac{31 \cdot 47(1 + 0,01 \cdot 1) \cdot 4}{3,14 \cdot 4^2} = 117 \text{ м/ч}$$

Вылет сварочной проволоки l_3 и высота слоя флюса принимаем как для 1-ого прохода.

1.5.2 Расчет режимов автоматической дуговой сварки под флюсом стыкового соединения С18 полки по ГОСТ 8713-79

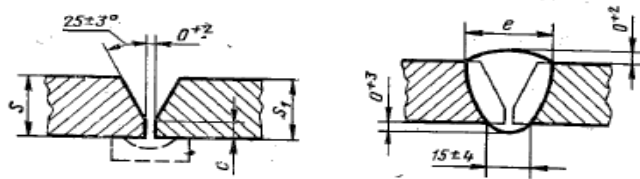


Рисунок 6 - Соединения С18 по ГОСТ 8713-79

$$S=25 \text{ мм}; e = 30 \text{ мм}; \alpha=25^0; c=5 \text{ мм}; b=1 \text{ мм}$$

$$F_H = sb + (s - c)^2 tg\alpha + 0.75eg$$

$$F_H = 25 \cdot 1 + (25 - 5)^2 tg25 + 0.75 \cdot 30 \cdot 2 = 258 \text{ мм}^2$$

$$F_K = 47 \text{ мм}^2;$$

$$F_{\text{ост}} = F_H - F_K$$

$$F_{\text{ост}} = 258 - 47 = 211 \text{ мм}^2$$

Определяем количество проходов при $n=3$, $F_3=70 \text{ мм}^2$

Параметры режима сварки 1-ого прохода принимаем из п 1.5.1

Расчёт параметров режима сварки заполняющих проходов сечением

$$F_3=70 \text{ мм}^2; I_{\text{св}}=818 \text{ А}, d_3=4 \text{ мм}, \alpha_H= 13,9 \text{ г/А} \cdot \text{г}$$

$$V_c = \frac{13,9 \cdot 818}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,7} = 0,58 \text{ см/с} \approx 21 \text{ м/ч}$$

$$U_d=44 \text{ В}$$

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						22
		№ документа	Подпись	дата		

$$V_{\text{пп}} = \frac{31 \cdot 47(1 + 0,01 \cdot 1) \cdot 4}{3,14 \cdot 4^2} = 117 \text{ м/ч}$$

Вылет сварочной проволоки l_3 и высота слоя флюса принимаем $l_3=40$ мм, $B=45 \div 50$ мм.

Таблица 6 - Режимы сварки С18

Способ сварки	Толщина металла, мм	Сила тока I_c , А	Напряжение на дуге, U_d , В	Скорость сварки, $V_{\text{СВ}}$, м/ч	Скорость подачи сварочной проволоки, $V_{\text{ПП}}$, м/ч	Вспомогательные материалы
автоматическая под флюсом	16	818	44	24	117	Проволока Св-08ГА, ГОСТ 2246-70; Флюс АН-60, ГОСТ 9087-81
	25	818	44	22	117	

1.5.3 Расчет режимов автоматической дуговой сварки под флюсом таврового соединения Т8 по ГОСТ 8713-79

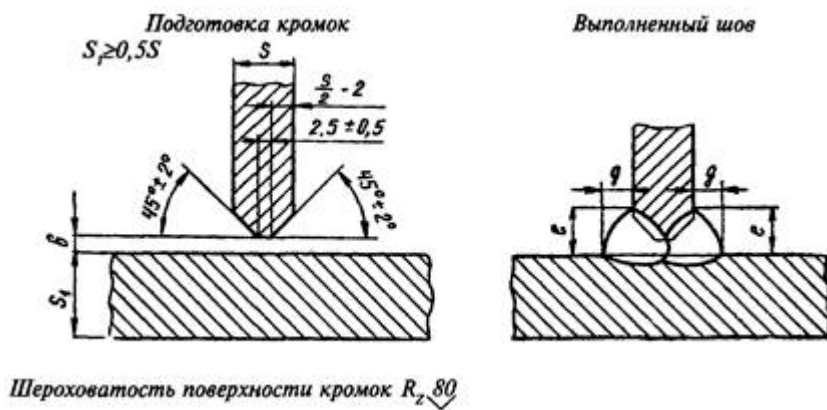


Рисунок 7 - Соединение Т8 по ГОСТ 8713-79

$S=16$ мм; $g = 4$ мм; $e=25$ мм; $\alpha=45^0$; $S_1 = 25$ мм; $c=3$ мм; $b=1$ мм; $q=4$ мм

Расчёт площади наплавляемого металла:

$$F_H = (0,5 \cdot S + 2)b + \left(\frac{(s - c)^2}{2} \operatorname{tg} \alpha \right) / 2 + 0,75 \cdot e \cdot q$$

$$F_H = (0,5 \cdot 16 + 2) \cdot 1 + \left(\frac{(16 - 3)^2}{2} \operatorname{tg} 45 \right) / 2 + 0,75 \cdot 25 \cdot 4 = 104 \text{ мм}^2$$

F_H – половина площади металла для соединения Т8 с учетом перекрытия двустороннего шва.

Так как глубина проплавления существенно зависит от формы подготовки кромок, то при расчете режимов сварки вводится расчетная глубина проплавления h_p

Глубина проплавления h_p зависит от величины зазора между кромками b , формы подготовки кромок и толщины металла (s)

Примем глубину проплавления первого прохода равным $h_k = 10$ мм

$$F_H = (0,5 \cdot S + 2)b + \frac{\left(\frac{(s-c)^2}{2} \operatorname{tg} \alpha \right)}{2} + \frac{\alpha^2}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

где $\alpha = 30^\circ$

$$F_H = 10 + 21 + \frac{6,5^2}{2} \cdot 0,58 = 52 \text{ мм}^2$$

Шов будет выполняться в 2 прохода.

Принимаем глубину проплавления корневого прохода равным $h_k = 13$ мм

$$h_p = 0,7h_k - 0,5b \quad (14)$$

$$h_p = 0,7 \cdot 13 - 0,5 \cdot 1 = 8,6 \text{ мм}$$

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						24
		№ документа	Подпись	дата		

Диаметр сварочной проволоки принимаем $d_3 = 4$ мм

Расчет сварочного тока, А

$$I_{CB} = \frac{h_p}{k_h} 100$$

$$I_{CB} = \frac{8,6}{1,1} 100 = 782 \text{ А}$$

$$j = \frac{4 \cdot 782}{3,14 \cdot 4^2} = 62 \text{ А/мм}^2$$

Плотность тока находится в допустимых пределах для $d_3 = 4$ мм

Скорость сварки, мм/с.

$$V_c = \frac{\alpha_n \cdot I_c}{3600 \cdot \rho \cdot F_H} \quad (15)$$

Коэффициент наплавки, г/А*ч

$$\alpha_n = \alpha_p + (1 - \Psi * 0,1) \quad (16)$$

где Ψ – коэффициент потерь на угар и разбрызгивание, %

$\Psi = 0$ (при сварке под флюсом).

α_p – коэффициент расплавления, зависит от режима сварки и может быть найден по формуле для постоянного тока обратной полярности, г/А*ч

$$\alpha_n \sim \alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot I_{CB} \cdot d^{(-1,505)} \quad (17)$$

$$\alpha_n \sim \alpha_p = 6,8 + 0,0702 * 782 * 4^{(-1,505)} = 13,6 \text{ г/А*ч}$$

$$V_c = \frac{13,6 \cdot 782}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,52} = 0,73 \text{ см/с} = 26 \text{ м/ч}$$

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						25
		№ документа	Подпись	дата		

Расчет значения плотности сварочного тока, А/мм²

$$J = \frac{4 \cdot I_c}{\pi \cdot d_3^2} \quad (18)$$

$$J = 4 \cdot 782 / 3.14 \cdot 16 \approx 62 \text{ А/мм}^2$$

Напряжение на сварочной дуге U_C зависит в основном от сварочного тока, а также от диаметра и вылета электродной проволоки, положения шва и других факторов:

$$U_C = 20 + 0.05 \frac{I_c}{\sqrt{d_3}} \quad (19)$$

$$U_C = 20 + 0.05 \cdot 782 / \sqrt{4} \approx 40 \text{ В}$$

Расчет вылета сварочной проволоки, мм

$$l_B = 10d_{ЭП} \pm 2d_{ЭП} \quad (20)$$

$$l_B = 10 \cdot 4 = 40 \text{ мм}$$

Принимаем вылет сварочной проволоки 40 мм.

Расчет скорости подачи сварочной проволоки, мм/с

$$V_{п.п} = \frac{4 \cdot V_C \cdot F_H}{\pi \cdot d^2}, \quad (21)$$

где F_H – сечение заполняющего шва за один проход $F_H = 52 \text{ мм}^2$

V_C - скорость сварки $V_C = 26 \text{ м/ч}$

$$V_{п.п} = 4 \cdot 0,73 \cdot 70 / 3.14 \cdot 16 = 104 \text{ м/ч}$$

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						26
		№ документа	Подпись	дата		

Расчет погонной энергии сварки, Дж/см

$$q_n = \frac{I_c \cdot U_d \cdot \eta}{V_c}, \quad (22)$$

где η - эффективный КПД дуги, во флюсе $\eta = 0,85$

V_c - скорость сварки в см/с $V_c = 26$ м/ч

$$q_n = \frac{782 \cdot 40 \cdot 0,8}{0,73} = 34279 \text{ Дж/см}$$

$$K' = 0,367 \cdot 60^{0,1925} = 0,81$$

$$\Psi_{пр} = 0,81(19 - 0,01 \cdot 782) \frac{4 \cdot 40}{782} = 1,9$$

$$h_\phi = 0,076 \sqrt{\frac{34279}{1,9}} = 10,2 \text{ мм}^2$$

Значения h_p и h_ϕ различаются более чем на 10%. Выполним обратный расчет с целью нахождения скорости сварки и площади первого прохода при глубине проплавления равной 9,4 мм

$$q'_n = \frac{h_p^2 \cdot \Psi_{пр}}{0,076^2} = \frac{9,4^2 \cdot 1,9}{0,076^2} = 29993 \frac{\text{Дж}}{\text{см}}$$

$$V'_{св} = \frac{I_{св} \cdot U_d \cdot \eta}{q'_n} = \frac{782 \cdot 40 \cdot 0,8}{29993} = 0,83 \frac{\text{см}}{\text{с}} \approx \frac{30 \text{ м}}{\text{ч}}$$

$$F'_K = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot 7,8 \cdot V'_{св}} = \frac{13,6 \cdot 782}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,83} = 0,47 \text{ см}^2 = 47 \text{ мм}^2$$

Площадь одностороннего сварного шва составляет 104 мм²

$$F_{ост} = F_n - F_K = 104 - 47 = 57 \text{ мм}^2$$

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						27
		№ документа	Подпись	дата		

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot V_{\text{св}} \cdot F_K'}{3.14 \cdot 4^2}$$

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot 30 \cdot 47}{3.14 \cdot 4^2} = 112 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$$

$$l_B = 10d_{\text{эл}} \pm 2d_{\text{эл}} \quad (23)$$

$$l_B = 10 \cdot 4 = 40 \pm 8 \text{ мм}$$

Высота слоя флюса 45÷50 мм

Выполним расчет параметры режимов сварки для заполняющего прохода $F_3 = 57 \text{ мм}^2$ при условии: $d_3 = 4 \text{ мм}$ соответственно $j = 65 \text{ г/А} \cdot \text{г}$. Рассчитаем значение $I_{\text{св}}$ исходя из тах производительности процесса

$$I_{\text{св}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} j$$

$$I_{\text{св}} = \frac{3.14 \cdot 4^2}{4} 65 = 818 \text{ А}$$

$$\alpha_{\text{н}} \sim \alpha_{\text{р}} = 6,8 + 0,0702 \cdot I_{\text{св}} \cdot d^{(-1,505)}$$

$$\alpha_{\text{н}} \sim \alpha_{\text{р}} = 6,8 + 0,0702 \cdot 818 \cdot 4^{(-1,505)} = 13,9 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

$$V_c = \frac{13,9 \cdot 818}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,52} = 0,77 \text{ см/с} = 25 \text{ м/ч}$$

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot 25 \cdot 52}{3.14 \cdot 4^2} = 104 \text{ м/ч}$$

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{0,05 \cdot 818}{\sqrt{4}} = 44 \text{ В}$$

$$l_B = 10 \cdot 4 = 40 \pm 8 \text{ мм}$$

Второй сварной шов соединения выполняем на аналогичных режимах.

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						28
		№ документа	Подпись	дата		

Таблица 7 - Режимы сварки Т8

Способ сварки	Сила тока, I _д , А	Напряжение на дуге, U _д , В	Скорость сварки, V _{св} , м/ч	Скорость подачи сварочной проволоки V _{пп} , м/ч	Гос шва, тип, вид	Вспомогательные материалы
автоматическая под флюсом	818	44	25	104	ГОСТ-8713-79, Т8	Проволока Св-08ГА, ГОСТ-2246-70; флюс АН-60 ГОСТ 9087-81

1.6 Технологические требования к установке для сборки

Установка для сборки в соответствии с разработанной технологией должна обеспечивать сборку двутавровой балки длиной 13900 мм с шириной полки 400 мм. Анализ сортамента металлоконструкций, выпускаемый предприятием, показывает на необходимость изготовления универсальной установки по сборке двутавровых балок, в следствии не устоявшегося плана выпуска. Приспособление должно обеспечивать сборку балок высотой от 240 мм до 800 мм, шириной полки от 200 мм до 700 мм и длиной от 1500 мм до 15000 мм, а также иметь возможность сборки тавровых балок и швеллеров. Основное требование установка должна обеспечивать надлежащее качество сборки, быть безопасной в ходе эксплуатации.

1.6.1 Описание конструкции установки по сборке двутавровой балке

В соответствии с требованиями, сконструирована установка, состоящая из 11 стоек поз.1 (Рисунок 8) связанных между собой в единую раму длиной 14020 мм, шириной 1320 мм, высотой 906 мм, что обеспечивает удобство сборки.

На каждой стойке установлен неподвижный упор поз.2, для фиксации полки балки строго под углом 90°. Фиксация второй полки, обеспечивается пневмоцилиндрами (поз.3), 1221-25×800-УХЛ400 ГОСТ 15608 – 81, установленными на подвижных кронштейнах, обеспечивающих вертикальную регулировку в диапазоне 160мм. За горизонтальную регулировку стенки балки отве-

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						29
		№ документа	Подпись	дата		

чают упорные винты (поз.6,7), имеющие ход 236 мм, упорные болты находятся в ползунах (поз.4,5). Ползун (поз.4) закреплен в швеллере неподвижно, ползун (поз.5) имеет ход 600 мм, дающий возможность устанавливать стенки различной высоты. Рама установки закреплена к полу фундаментными болтами. Электропитание 36 В. Рабочее давление пневмоцилиндров 0,6 МПа осуществляется от централизованной пневмосистемы предприятия.

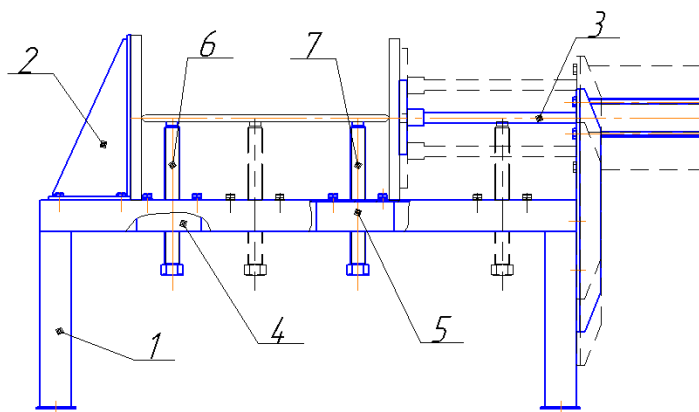


Рисунок 8 - Эскиз стойки рамы установки

1.6.3 Порядок работы на установке по сборке двутавровой балки

Перед началом работы необходимо произвести настройку оборудования:

- 1) выставить ползун (поз.5) совместно с опорным винтом (поз.7) на расстоянии 450 мм относительно винта (поз.6), повторить операцию на всех стойках;
- 2) произвести регулировку опорных винтов (поз.6,7) в размер 192 мм, повторить операцию на всех стойках;
- 3) выставить пневмоцилиндр (поз.3) с помощью кронштейна в размер 200мм относительно горизонтального швеллера повторить регулировку на всех стойках.
- 4) Установить первую полку к упору;
- 5) разместить стенку на опорные винты;
- 6) установить вторую полку;
- 7) подать давление в пневмоцилиндры, зафиксировать изделие;

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						30
		№ документа	Подпись	дата		

- 8) произвести простановку прихваток в соответствии с технологической картой;
- 9) применить контроль сборки;
- 10) освободить изделие, подав давление во вторую камеру пневмоцилиндров;
- 11) извлечь изделие.

1.7 Установка для сварки двутавровой балки

1.7.1 Технологические требования к установке для сварки

Установка для сварки в соответствии с разработанной технологией должна обеспечивать сварку под флюсом плавящимся электродом (сварочной проволокой сплошного сечения) диаметром 4 мм на токе 818 А со скоростью перемещения сварочной дуги (скоростью сварки) 23 м/ч. Протяжённость сварного шва 13,9 метров (с учётом выводных планок 14 500 м), балка двутавровая, тип сварного соединения Т8 по ГОСТ 8713-79.

В следствии, не устоявшейся номенклатуры выпускаемой металлопродукции, целесообразно спроектировать установку для сварки двутавровой балки из унифицированных элементов.

Установка должна обеспечивать необходимое качество сварных швов, быть удобной и безопасной в процессе работ.

1.7.2 Описание конструкции установки для сварки

Установка для сварки двутавровой балки.

- 1) Сварочный трактор MZK – 1000Н 2 шт;
- 2) Рама направляющих сварочного трактора 2 шт;
- 3) Источник питания Idealark DS – 1000 2 шт;
- 4) Рама с ложементами балки 2 шт.

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						31
		№ документа	Подпись	дата		

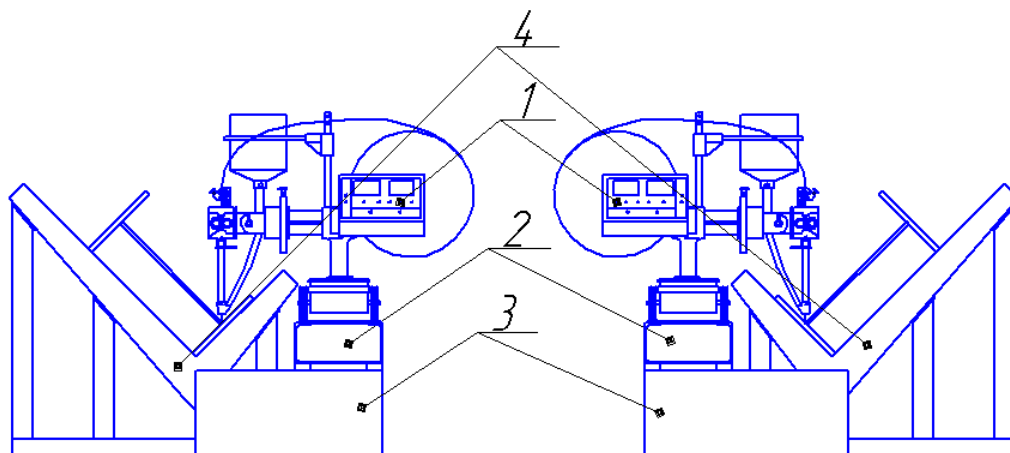


Рисунок 9 - Схема конструкции установки для сварки двутавровой балки

1.7.3 Техническая характеристика унифицированных элементов установки

Выбор оборудования производим по техническим требованиям необходимым для сварки данного изделия. Исходя из расчетов параметров сварки и экономической составляющей, выбирается следующее оборудование.

Источник питания Idealark DS – 1000 – тиристорный трехфазный выпрямитель с электронным управлением от потенциометра. Предназначен для сварки под флюсом. Так же может использоваться для воздушной резки угольным электродом до 15мм включительно.

Выбор источника питания производства Lincoln Elektrik обусловлено, техническими параметрами удовлетворяющими поставленным задачам качеством и надежностью изделий данного производителя.

Таблица 8 - Технические характеристики источника питания

Выходные характеристики			
1	2	3	
ПВ%	Сварочное напряжение, В	Ток, А	
100%	44	1000	
60%	44	1140	
55%	44	1250	
Дополнительные выходные характеристики			
Выходная характеристика	Диапазон сварочного тока	Макс. Напряжение холостого хода	Вспомогательное питание
Падающая	140А – 1250А	75В постоянного тока	115В переменного тока
Жесткая	140А – 1250А		

Окончание таблицы 8

1	2	3	4
Жесткая (с дополнительным выходом 500А)	140А – 625А		
Габаритные размеры и вес			
Высота, мм	Ширина, мм	Глубина, мм	Вес, кг
781	567	965	372

Выбор сварочного трактора производится по следующим параметрам: скорость перемещения, сварочный ток, скорость подачи проволоки в соответствии со сварочными параметрами.

Данным параметрам удовлетворяет сварочный трактор большой мощности МЗК – 1000Н. Данный трактор предназначен для сварки под флюсом. Трактор специально разработан для сварки крупногабаритных металлоконструкций. Имеет ряд конструктивных особенностей:

- функция контактного опознавания, что обеспечивает стабильность зажигания дуги;
- большая мощность электродвигателя подачи проволоки;
- привод на четыре колеса, что обеспечивает плавность хода;
- многофункциональность, сварка горизонтальных швов и угловых швов.

Таблица 9 - Технические характеристики трактора

Параметры	МЗК – 1000Н
Скорость сварки, м/ч	9 – 75
Способ зажигания дуги	Касанием
Скорость подачи проволоки, м/ч	20 – 200
Угол поворота сварочной головки в горизонтальной плоскости, град	360 ⁰
Угол наклона сварочной головки, град	45 ⁰
Объем емкости для флюса, литр	10
Масса кассеты с проволокой, кг	25
Габаритные размеры, мм	1000×600×950
Масса, кг	85

Порядок работы на установке для сварки двутавровой балки

Перед началом работы на установке производится настройка оборудования:

- 1) настраивается ток, скорость передвижения трактора, скорость подачи сварочной проволоки;
- 2) в ложементы устанавливаются балки;
- 3) запускается трактор;
- 4) сварка производится в автоматическом режиме, отключение происходит при достижении трактором конца балки;
- 5) балки кантуются, операция сварки повторяется.

1.8 Технология сборки и сварки двутавровой балки

Контроль

Лист 1500×6000 15ГС ГОСТ 19281-89

Контролировать:

- а) Сертификационное соответствие;
- б) Отклонение от плоскостности 5 мм/м;
- в) Толщину 16,0 мм;
- г) Толщину 25,0 мм;
- д) Хим. состав партии листового проката при отсутствии сертификата.

Инструмент: линейка измерительная: предел измерения 1000 мм, цена деления $c=1,0$ мм, угломер, штангенциркуль: предел измерения 1000 мм, точность измерения 0,1 мм.

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						34
		№ документа	Подпись	дата		

Резка

а) Выполнить резку заготовок балки согласно чертежам: длина 6000мм, ширина: 400 мм, толщина 25мм (4шт);

б) Выполнить резку заготовок балки согласно чертежам: длина 1900мм, ширина: 400 мм, толщина 25 мм (2 шт);

в) Выполнить резку заготовок балки согласно чертежам: длина 6000мм, ширина: 600мм, толщина 16мм (2шт);

г) Выполнить резку заготовок балки согласно чертежам: длина 1900мм, ширина: 600мм, толщина 16мм (1шт);

д) Выполнить резку выводных планок с геометрическими параметрами: 16×200×200 (14 шт), 25×200×200 (28 шт).

Режим резки:

– ток, А	200;
– напряжение, В	200;
– давление плазмообразующего газа, МПа	0,6;
– скорость резки, м/мин	0,5.

Оборудование: машина портальная плазменной резки

Контроль

а) Контролировать геометрические размеры, кривизну и качество реза заготовок:

Инструмент: линейка измерительная: предел измерения 1000 мм, цена деления 1,0 мм, угломер, штангенциркуль: предел измерения 1000 мм, точность измерения 0,1 мм.

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						35
		№ документа	Подпись	дата		

Механическая

а) Выполнить механическую обработку кромок заготовок деталей стенки и полок, согласно чертежа.

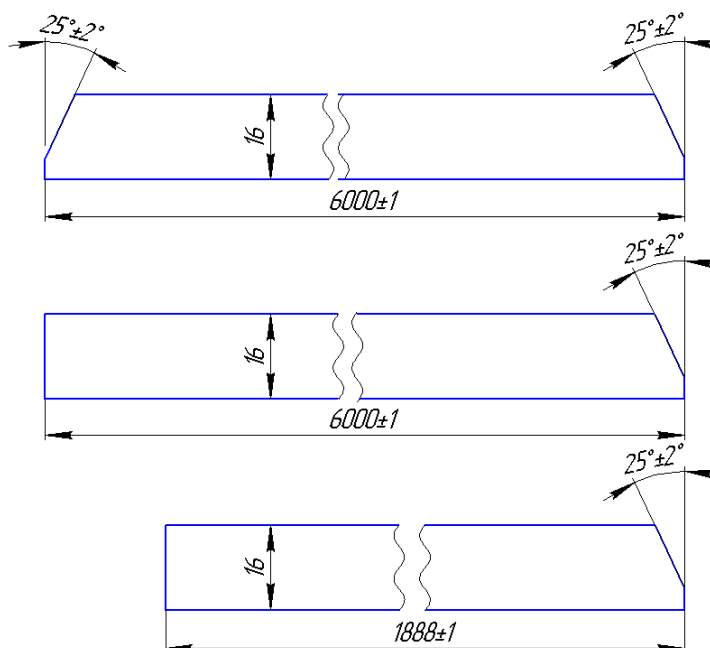


Рисунок 10 - Детали стенки

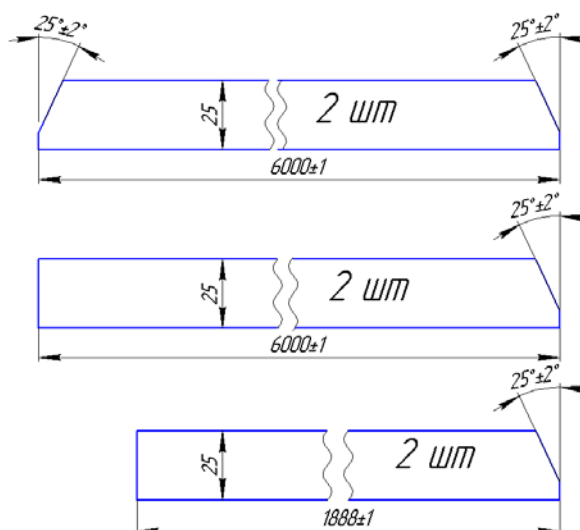


Рисунок 11 - Детали полки

б) Выполнить дробеструйную зачистку заготовок и выводных планок под сварку.

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						36
		№ документа	Подпись	дата		

в) Контролировать качество обработки свариваемых поверхностей, места под сварку должны быть обработаны до металлического блеска на расстоянии не менее 20 мм.

Оборудование: кромкострогальный станок (фрезерный станок), механизированная циркулярная щетка.

Контроль

Контролировать геометрические размеры заготовок.

Контролировать качество подготовки основного металла под сварку.

На заготовках не допускается наличие ржавчины, окалины.

Инструмент: штангенциркуль, линейка, рулетка измерительная.

Сборка

а) Собрать стенку под сварку на прихватки: длина 13900 мм, ширина 600 мм, согласно чертежа. Прихватки выполнять механизированной сваркой. Длина прихваток 30 мм шаг 250мм. Прихватить стенку по всей длине.

Режим прихваток:

- сварочная проволока СВ-08Г2С
- диаметр сварочной проволоки $d_{эл}$, мм 1,2;
- ток сварочный $I_{св}$, А 120;
- напряжение на дуге $U_{д}$, В 26;
- расход защитного газа Q л/мин 12;
- защитный газ Corgon20

Оборудование: Сварочный выпрямитель универсальный EWM Taurus 551

Протяжно подающее устройство: Taurus Basic Drive 4 WE

Сборочный стенд

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						37
		№ документа	Подпись	дата		

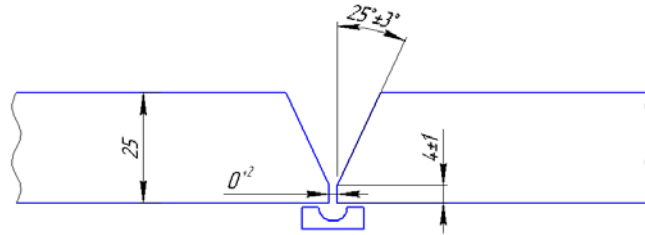


Рисунок 15 - Схема сборки стыка полок под сварку

Контроль

а) Контролировать качество сборки:

- стенки $600 \times 13900 \pm 1$;
- полки $400 \times 13900 \pm 1$;

б) Контролировать качество сборки стыков под сварку согласно чертежу.

в) Контролировать правильность простановки прихваток.

Инструмент: штангенциркуль, линейка, рулетка измерительная.

Контроль

а) Контролировать качество защитного флюса, при необходимости произвести просушку в прокалочном шкафу при температуре 300°C в течении 1 часа, флюс должен соответствовать ГОСТ 9087-81;

б) Проволоку Св-08ГА 4 мм применить в кассете; герметичность упаковки кассеты не должна быть нарушена, кассета и сварочная проволока не должна иметь механических повреждений; сертификационные документы должны свидетельствовать о марке сварочной проволоки Св-08ГА по ГОСТ 2246-70. При нарушении упаковки, отсутствии сертификата качества провести химический анализ металла сварочной на основные легирующие компоненты и вредные примеси.

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						39
		№ документа	Подпись	дата		

Сварка

а) Выполнить сварку стыковых швов стенки на режиме:

- диаметр сварочной проволоки $d_{эл}$, мм 4;
- вылет сварочной проволоки $l_{эл}$, мм 40;
- ток сварочный $I_{св}$, А 800;
- напряжение на дуге $U_{д}$, В 44;
- скорость сварки $V_{св}$, м/ч 24;
- подача сварочной проволоки $V_{пш}$, м/ч 117
- высота слоя флюса, мм 35.

Сварку выполнять сварочной проволокой Св – 08ГА диаметром 4 мм ГОСТ 2246 -70, на флюсовой подушке. Тип сварного соединения С18 ГОСТ 8713-79 (Рисунок 16). Применять флюс АН – 60 ГОСТ 9087 – 81.

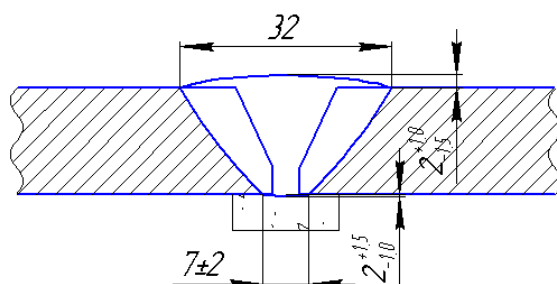


Рисунок 16 - Сварной шов С18

б) Выполнить сварку стыковых швов полок на режиме:

- диаметр сварочной проволоки $d_{эл}$, мм 4;
- вылет сварочной проволоки $l_{эл}$, мм 40;
- ток сварочный $I_{св}$, А 800;
- напряжение на дуге $U_{д}$, В 44;
- скорость сварки $V_{св}$, м/ч 22;
- подача сварочной проволоки $V_{пш}$, м/ч 117;
- высота слоя флюса, мм 35.

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						40
		№ документа	Подпись	дата		

Сварку выполнять сварочной проволокой Св – 08ГА диаметром 4 мм ГОСТ 2246 -70, на медно флюсовой подушке. Тип сварного соединения С18 ГОСТ 8713-79 (Рисунок 17). Применять флюс АН – 60 ГОСТ 9087 – 81.

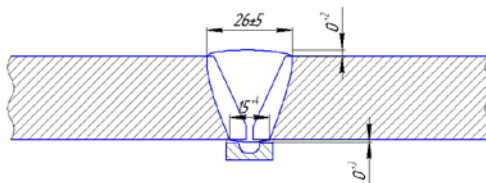


Рисунок 17 - Сварной шов С18

Слесарная

- а) Срезать выводные планки;
- б) Зачистить сварные соединения от брызг металла, сварочного аэрозоля.

Инструмент: углошлифовальная машинка, абразивный зачистной диск, металлическая щетка дисковая.

Контроль

а) Контролировать места среза выводных планок и качество зачистки сварного соединения

б) Выполнить визуальный и измерительный контроль сварного соединения. Недопустимы: скопление пор (более 3 шт. на 100мм), трещины, подрезы, наплывы.

б) Геометрические размеры сварного шва контролировать по ГОСТ 8713 - 79.

в) Контролировать геометрические размеры полок и стенки; допустимая стрела прогиба на длине 13900 мм должна быть не более 10 мм.

Инструмент: УШС-3, лупа увеличительная 5х., шаблон, линейка измерительная, набор щупов.

Контроль

При удовлетворительных результатах контроля по п.11 контролировать сварные соединения ультразвуковым методом контроля. Недопустимы: скопле-

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						41
		№ документа	Подпись	дата		

ние пор (более 3 шт. на 100мм), трещины, подрезы, наплывы. Объем контроля: 100% длины сварных соединений; контролировать одно изделие из пяти (20%).

Механическая

Выполнить механическую обработку кромок заготовки стенки согласно чертежу.

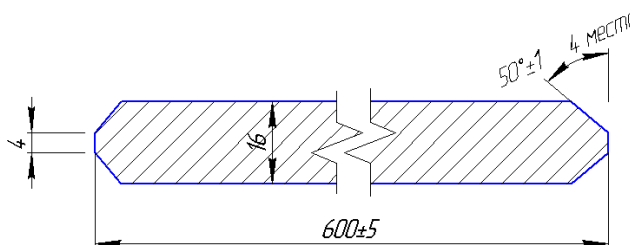


Рисунок 18 – Выводные планки

Выполнить зачистку стенки и выводных планок под сварку. Выводные планки зачищать полностью.

Оборудование: кромкострогальный станок (фрезерный станок), механизированная циркулярная щетка.

Контроль

Контролировать геометрические размеры стенки.

Контролировать качество подготовки основного металла под сварку.

На стенке не допускается наличие ржавчины, окалины.

Инструмент: штангенциркуль, линейка, рулетка измерительная.

Сборка

а) Выполнить сборку двутавровой балки в сборочной установке:

Сборку зафиксировать на прихватки, прихватки выполнять механизированной сваркой. Требования к прихваткам аналогичны для сборки стенки и полок

б) Установить выводные планки.

Контроль

Контролировать качество сборки балки

- геометрические параметры согласно чертежу;
- правильность простановки прихваток.

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						42
		№ документа	Подпись	дата		

Кантовка

Установить балку в установку автоматизированной сварки, положение балки при сварке – в лодочку (Рисунок – 19).

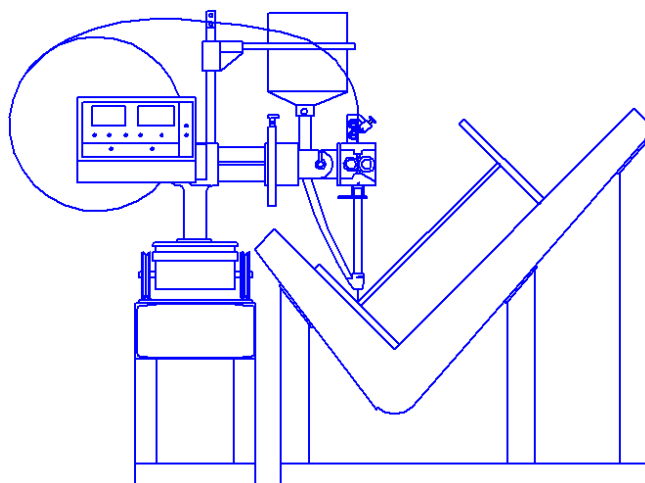


Рисунок 19 - Положение балки в сварочной установке

Контроль

а) Контролировать правильность размещения балки в ложементы установки.

б) Контролировать качество защитного флюса, при необходимости произвести просушку в прокалочном шкафу при температуре 300°C в течении 1 часа, флюс должен соответствовать ГОСТ 9087-81;

в) Проволоку Св-08ГА 4 мм применить в кассете; герметичность упаковки кассеты не должна быть нарушена, кассета и сварочная проволока не должна иметь механических повреждений; сертификационные документы должны свидетельствовать о марке сварочной проволоки Св-08ГА по ГОСТ 2246-70. При нарушении упаковки, отсутствии сертификата качества провести химический анализ металла сварочной на основные легирующие компоненты и вредные примеси.

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						43
		№ документа	Подпись	дата		

Сварка

а) Выполнить сварку таврового соединения балки в лодочку на режиме:

- диаметр сварочной проволоки $d_{эл}$, мм 4;
- вылет сварочной проволоки $l_{эл}$, мм 40;
- ток сварочный $I_{св}$, А 800;
- напряжение на дуге $U_{д}$, В 44;
- скорость сварки $V_{св}$, м/ч 25;
- подача сварочной проволоки $V_{пш}$, м/ч 104;
- высота слоя флюса, мм 35.

Сварку выполнять сварочной проволокой Св – 08ГА диаметром 4 мм ГОСТ 2246 -70. Тип сварного соединения Т8 ГОСТ 8713-79 (Рисунок 20). Применять флюс АН – 60 ГОСТ 9087 – 81.

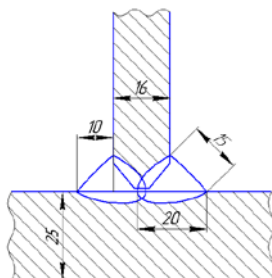


Рисунок 20 - Схема таврового соединения Т8

Кантовка

Кантовать изделие - установить в положение согласно схемы

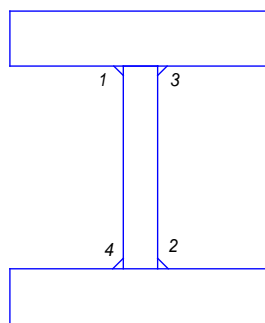


Рисунок 21 - Схема наложения швов

Контроль

Контролировать положение балки для выполнения сварки сварного соединения с обратной стороны;

Сварка

Выполнить операции 21 и 22, четыре раза.

Слесарная

- а) Срезать выводные планки;
- б) Зачистить сварные соединения от брызг металла, сварочного аэрозоля.

Инструмент: углошлифовальная машинка, абразивный зачистной диск, металлическая щетка дисковая.

Контроль

а) Контролировать места среза выводных планок и качество зачистки сварного соединения

б) Выполнить визуальный и измерительный контроль сварного соединения. Недопустимы: скопление пор (более 3 шт. на 100мм), трещины, подрезы, наплывы.

б) Геометрические размеры сварного шва контролировать по рисунку 8.

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						45
		№ документа	Подпись	дата		

в) Контролировать геометрические размеры балки по рисунку 9; допустимая стрела прогиба на длине 14000 мм должна быть не более 10 мм; угловая деформация полки - не более 3 мм на ширину полки (400мм).

Инструмент: УШС-3, лупа увеличительная 5х., шаблон, линейка измерительная, набор щупов.

Контроль

При удовлетворительных результатах контроля по пункту 24 контролировать сварные соединения ультразвуковым методом контроля. Недопустимы: скопление пор (более 3 шт. на 100 мм), трещины, подрезы, наплывы. Объем контроля: 100% длины сварных соединений; контролировать одно изделие из пяти (20%).

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						46
		№ документа	Подпись	дата		

2 Методическая часть

В технологической части разработанного дипломного проекта разработана технология сборки и сварки двутавровой балки К1. В процессе разработки предложена замена механизированной сварки двутавровой балки К1 на автоматическую сварку под слоем флюса. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное, что позволяет использовать сварочного автомата 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-й уровень), в связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести данную программу в рамках промышленного предприятия.

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

Профессиональные стандарты применяются:

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

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						46
		№ документа	Подпись	дата		

– 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 квалификационного уровня, так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением механизированной сварки.

В таблице 13 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» 4 квалификационного уровня и «Оператор автоматической сварки плавлением».

Таблица 10 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» и «Оператор автоматической сварки плавлением»

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none"> Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной 	<ul style="list-style-type: none"> Изучение производственного задания, конструкторской и производственно-технологической документации;

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						47
		№ документа	Подпись	дата		

Продолжение таблицы 10

1	2	3																
	<ul style="list-style-type: none"> • 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 и ответственных конструкций с применением специализированных функций (возможностей) сварочного оборудования; • Контроль с применением измерительного инструмента сваренных частично механизированной сваркой (наплавкой) сложных и ответственных конструкций на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке; • Исправление дефектов частично механизированной сваркой (наплавкой); • Выполнение уникальных работ • и участие в исследовательских работах; • Выполнение уникальных работ и участие в исследовательских работах; 	<ul style="list-style-type: none"> • Подготовка рабочего места и средств индивидуальной защиты; • Подготовка сварочных и свариваемых материалов к сварке; • Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования; • Сборка конструкции под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки; • Контроль с применением измерительного инструмента подготовленной под сварку конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации; • Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением; • Извлечение сварной конструкции из сборочных приспособлений и технологической оснастки; • Контроль с применением измерительного инструмента сварной конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации; • Исправление дефектов сварных соединений, обнаруженных в результате контроля; • Контроль исправления дефектов сварных соединений; 																
<p>Необходимые знания</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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; • Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сварки (наплавки) плавлением; 	<ul style="list-style-type: none"> • Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением, и обозначение их на чертежах; • Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов; • Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением; 																
																		<p>Лист</p> <p>48</p>
<p>ДП 44.03.04. 606 ПЗ</p>																		

Окончание таблицы 10

1	2	3
	<p>Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением конструкций любой сложности;</p> <p>Участвовать (на основе знаний и практического опыта) в выполнении уникальных и в исследовательских работах по частично механизированной сварке (наплавки) плавлением;</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации; • Исправлять выявленные дефекты сварных соединений;
<p>Другие характеристики</p>	<p>Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией:</p> <p>сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с механизированной подачей проволоки: сварка дуговая порошковой самозащитной проволокой; сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая под флюсом ленточным электродом; сварка дуговая под флюсом с добавлением металлического порошка; сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой; сварка дуговая под флюсом порошковым ленточным электродом; сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе; сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе; сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе.</p>	<p>Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией: сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая под флюсом с добавлением металлического порошка; сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой; сварка дуговая под флюсом ленточным электродом; сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе (MIG); сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе (MAG); сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе с присадочным сплошным материалом (проволокой или стержнем) (TIG-сварка); сварка дуговая вольфрамовым электродом инертном газе без присадочного материала (TIG-сварка); сварка дуговая неплавящимся электродом в активном газе (TAG-сварка), сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе (PlasmaMIG-сварка); сварка дуговая плазменная с присадочным порошковым материалом; сварка дуговая плазменная с присадочным порошковым материалом; сварка плазменная дугой прямого действия; сварка плазменная косвенного действия; сварка плазменная с переключаемой дугой.</p>

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

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						50
		№ документа	Подпись	дата		

Необходимые знания:

- Основные конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых механизированной и автоматической сваркой плавления, обозначение их на чертеже;
- Устройство оборудования для сварки и сборки для механизированной и автоматической сварки плавлением, условия работы контрольно-измерительных приборов и их назначение;
- Виды и назначение сборочных приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под механизированную и автоматическую сварку плавлением;
- Основные группы и марки материалов, свариваемых механизированной и автоматической сваркой плавлением;
- Сварочные материалы, а также требования к сборке и сварке конструкции под сварку, технология и контроль качества сварного соединений;
- Виды дефектов, причины их образования, методы предупреждения и устранения их;
- Правила по охране труда, а также нормы и правила пожарной эксплуатации при проведении сварочных работ;

Необходимые умения:

- Определять работоспособность и исправность сварочного оборудования
- Контролировать процесс сварки и работы сварочного оборудования;
- Уметь пользоваться измерительным инструментом для контроля собранных и сваренных конструкций;
- Исправлять при необходимости выявленные дефекты сварных соединений.

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

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						51
		№ документа	Подпись	дата		

2.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для переподготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическое обучение при переподготовке рабочих содержит экономический, общепромышленный и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 минут на одного обучаемого. Время на квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения.

Исходя из сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблице 14. Продолжительность обучения 3 месяц.

Таблица 11 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

Номер раздела	Наименование разделов тем	Кол-во часов
1	2	3
1.	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	60
1.1	Экономический курс. Основы рыночной экономики и предпринимательства	6
1.2	Материаловедение	6
1.3	Электротехника с основами промышленной электроники и электрооборудование	4
1.4.	Допуски и технические измерения	4
1.5.	Специальная технология:	40

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						52
		№ документа	Подпись	дата		

Окончание таблицы 11


1	2	3
2	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ	100
2.1	Ознакомление с устройством автоматов, флюсовой аппаратурой, режимами и приемами сварки и наплавки, инструктаж по организации рабочего места и техника безопасности.	6
2.2	Подготовка автоматов к работе, присоединение аппаратуры.	6
2.3	Упражнения в применении автоматов без включения сварочного тока и флюса. Регулирование подачи сварной проволоки.	6
2.4	Сварка прямолинейных швов автоматами, наплавка валиков	6
2.5	Многослойная наплавка	8
2.6	Сварка прямолинейных с самостоятельными подборками и установкой режима	12
2.7	Сварка пластин в стык в нижнем положениях сварного шва	8
2.8	Сварка прямолинейных угловых швов	12
2.9	Сварка прямолинейных швов с поворотом свариваемых деталей	12
2.10	Комплексные работы	12
	КОНСУЛЬТАЦИИ	4
	КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ЭКЗАМЕНЫ	8
	Итого:	160

Тематический план по предмету «Специальная технология» подготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

Таблица 12 – Тематический план по предмету «Специальная технология» подготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

Номер раздела	Наименование разделов	Кол-во часов
1	Оборудование для автоматической сварки под слоем флюса	10
2	Сварочные материалы	6
3	Сварные конструкции	2
4	Технология автоматической сварки	10
5	Механизация и автоматизация сварочного производства	10
6	Охрана труда	2
	Итого:	40

Продолжение таблицы 13

1	2	3
<p>Актуализация опорных знаний 10 минут</p>	<p>Для того, чтобы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чем отличается аппарат для механизированной сварки от аппарата для автоматической сварки? 2. Почему применяют унифицированные узлы на полуавтоматах и автоматах? 	<p>Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих опрашиваю выборочно.</p>
<p>Изложение нового материала 30 минут</p>	<p>Хорошо! Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану:</p> <p>Сварочный трактор MZK – 1000 на котором вы будете работать предназначен для сварки под флюсом продольных и кольцевых швов стыковых, угловых и нахлесточных соединений.</p> <p>Основные принципы работы сварочного автомата: Устойчивый процесс сварки и хорошее качество сварных швов обеспечиваются при оптимально выбранных параметрах режима сварки.</p> <p style="text-align: center;">ТРАКТОР СВАРОЧНЫЙ MZK – 1000</p>  <p>Технические параметры сварочного трактора MZ-1000.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Напряжение входное движущего механизма, В: DC 180 - Номинальный входной ток движущегося механизма, А: 0.4 - Скорость сварки, м/мин: 0.2- 2.2 - Скорость подачи проволоки, м/мин: 0.3- 3.0 - Диаметр сварочной проволоки, мм: 2.0/ 3.0/ 4.0/ 5.0/ 6.0 - Наклон сварочной головки, град.: 45 - Объем флюсового контейнера, л: 6 - Диаметр катушки с проволокой, мм: 300 - Вес катушки с проволокой, кг; 25 - Вес без катушки, кг; 55 - Размер источника, мм; 1080 x 480 x 740 	<p>Диктую новую тему, заранее написанную на доске.</p> <p>Рассказываю предназначение сварочного трактора MZK – 1000</p> <p>Обучаемые записывают предназначение сварочного трактора</p> <p>Диктую под запись, хожу по аудитории, контролирую учащихся по успеваемости.</p> <p>Обучаемые записывают в конспект</p> <p>Рассказываю.</p> <p>Хожу по аудитории и показываю наглядно на плакате.</p> <p>Рассматриваю технические характеристики сварочного трактора</p> <p>Обучаемые знакомятся с техническими характеристиками</p> <p>Обучаемые записывают технические характеристики сварочного трактора в тетрадь</p> <p>Объясняю, что относится к основным параметрам режимов сварки</p>

Окончание таблицы 13

1	2	3																
	<p>К основным параметрам режима относят:</p> <ul style="list-style-type: none"> • напряжение дуги; • силу сварочного тока; • скорость сварки. <p>Эти параметры необходимо не только правильно установить, но и поддерживать их неизменно постоянными в процессе сварки.</p> <p>MZ-1000 представляет собой устройство, предназначенное для автоматической сварки.</p> <p>Перемещение осуществляется по направляющим с помощью самоходной тележки.</p> <p>Трактор состоит из следующих основных частей: сварочной головки; ходового механизма; системы подачи флюса и удаления его не расплавившейся части; катушки со сварочной проволокой.</p> <p>Сварочная головка служит для подачи в зону дуги электродной проволоки, поддержания в процессе сварки неизменными силы тока и напряжения дуги или измерения их по заданной программе, она оснащена, как правило, системой коррекции положения электрода по отношению к шву.</p> <p>Ходовой механизм предназначен для перемещения автомата относительно свариваемого стыка по траектории, необходимой для получения швов заданной конфигурации, со скоростью, равной скорости сварки.</p> <p>Система подачи и удаления флюса состоит из бункера с флюсом, дозирующего устройства, вакуумного устройства, предназначенного для удаления не расплавившейся части флюса, и шлангов.</p> <p>Он оснащен автоматизированными приводами с механизмами слежения, вертикального и поперечного перемещения мундштука</p>	<p>Обучаемые записывают в тетрадь</p> <p>Объясняю, что представляет собой сварочный трактор MZK-1000</p> <p>Рассказываю, как перемещается сварочный трактор</p> <p>Объясняю устройство сварочного трактора.</p> <p>Обучающиеся записывают назначение сварочной головки и принцип работы</p> <p>Веду объяснение по ходовому механизму сварочного трактора.</p> <p>Рассказываю о системе подачи и удаления флюса</p> <p>Обучаемые записывают в конспект</p> <p>Рассказываю об устройстве слежения перемещения мундштука.</p> <p>Обучаемые записывают в конспект.</p>																
<p>Первичное закрепление материала 10 минут</p>	<p>Теперь я прошу вас ответить на мои вопросы, для того, чтобы выяснить на сколько вы усвоили новый материал.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Как устроен и работает сварочный трактор MZ-1000? 2. Для каких видов сварки предназначены трактор MZ-1000? 	<p>Провожу фронтальный опрос обучающихся. Активизирую деятельность обучающихся, задавая вопросы по новому материалу. Остальных прошу следить за ответами, дополнять и делать вывод. Выставляю отметки в журнал.</p>																
<p>Выдача домашнего задания 2 минут</p>	<p>Запишите домашнее задание: в тетради сделать таблицу «Технические характеристики сварочного трактора MZ-1000»</p>	<p>Инструктирую обучающихся по выполнению домашнего значения.</p>																
																		Лист
ДП 44.03.04. 606 ПЗ																		56
№ документа	Подпись	дата																

Подготовка, переподготовка и повышение квалификации работников в настоящее время должны носить непрерывный характер и проводиться в течение всей трудовой деятельности. Предприятия должны рассматривать затраты на подготовку персонала как инвестиции в основной капитал, которые позволяют наиболее эффективно использовать новейшие технологии.

Подготовка кадров заключается в обучении трудовым навыкам, нужным для качественного выполнения работы. Для эффективности непрерывного обучения нужно, чтобы работники были в нем заинтересованы.

В связи с этим методическая часть дипломного проекта является самостоятельной творческой деятельностью педагога профессионального образования.

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						57
		№ документа	Подпись	дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломного проекта был проанализирован базовый вариант изготовления двутавровой балки К1, выявлены его минусы. Были рассмотрены различные способы сварки и выбрана автоматическая сварка под флюсом.

Были достигнуты поставленные задачи:

- проведены необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрано и обосновано сварочное и сборочное оборудование;
- разработана технология сборки-сварки;
- разработана программа подготовки электросварщиков;

Методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию сборки и сварки двутавровой балки

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						58
		№ документа	Подпись	дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И.Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. - 432 с.
- 2 Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А.В. Коновалов, А. С.Куркин, Э.Л.Макаров [и др.]; под ред. В.М. Неровного. — 2-е изд., испр. и доп. - М.: Изд-во МГТУ, 2007. - 752 с.
- 3 Сварка в машиностроении: в 4-х т. Т.2 / под ред. А.И. Акулова. - М.: Машиностроение, 1978. - 462 с.
- 4 Сварка, наплавка, контроль: в 2-х т. / под. ред. Н.П. Алешина. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010.
Т1 – 322 с.
Т2 – 238 с.
- 5 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.
- 6 Алешин, Н.П. Сварка, наплавка, контроль: в 2-х томах / Т.1 Н.П. Алешин - М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. - 428 с.
- 7 Милютин, В. С. Источники питания для сварки. / В.С. Милютин, М.П. Шалимов, С.М. Шанчуров - М.: Айрис - пресс, 2007. - 384 с.
- 8 Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х Т.1 / Редкол. Г.А. Николаев (пред.) и др. Под ред. Н.А. Ольшанского.- М.: Машиностроение, 1978. - 504 с.
- 9 Чернышов, Г.Г. Технология электрической сварки плавлением./ Г.Г. Чернышов, - М.: Издательский центр Академия, 2006. – 448 с.
- 10 Походня, И.К. Металлургия дуговой сварки. / Походня, И.К., Явдошин И.Р., Пальцевич А.П., Котельчук А.С. Под редакцией Походни И.К. - Киев: Наукова думка 2004. - 442 с.

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						59
		№ документа	Подпись	дата		

- 11 Куркин, С.А. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций / С.А. Куркин. - М.: Машиностроение, 1989г. – 256с.
- 12 Батышев, С.Я. Профессиональная педагогика: учебник для студентов, обучающихся по педагогическим специальностям и направлениям / С.Я.Батышев [и др.]. – М.: Ассоциация «Профессиональное образование», 1997. – 512 с.
- 13 Беспалько, В. П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения / В. П. Беспалько. - М.: 1995. – 336 с.
- 14 Бордовская, Н.В. Педагогика: учеб.для вузов. / Н.В. Бордовская, А.А. Реан. – СПб.: Питер, 2003. – 304с.
- 15 Скакун, В. А. Методика производственного обучения: учебное пособие: в 2 ч. / В.А.Скакун. - М.: Профессиональное образование, 1992.
- 16 ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия / переиздание с поправками и изм. 1 от 18.05.2011 - Москва. ред. 2011. – 19с.
- 17 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.
- 18 Каталог государственных стандартов [Электронный ресурс]: база данных содержит классификатор и базу данных нормативных документов. - Электрон.дан. – М.: RusCable.Ru, 1999. – Режим досупа: <http://gost.ruscable.ru/cgi-bin/catalog>. – Загл. с экрана
- 19 Багрянский, К.В. Теория сварочных процессов / К.В Багрянский, З.А. Добротина, К.К. Хренов. - Киев.: Высшая школа, 1976. – 424 с.
- 20 Сварка в СССР / под ред. В.А. Винокурова: в 2 т. : - М.: Наука, 1981. - Т.2. – 540 с.
- 21 Справочное пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники / В.М. Рыбаков, Ю.В. Ширшов. - М.: Машиностроение, 1972. - 52 с.
- 22 Зубченко, А.С. Марочник сталей и сплавов / под ред. А.С. Зубченко. М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						60
		№ документа	Подпись	дата		

- 23 Верховенко, Л.В. Справочник сварщика / Л.В. Верховенко, А.К. Тукин.: 2-е изд.. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 480 с.
- 24 Чвертко, А.И. Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки / А.И.Чвертко, В.Е. Патон, В.А. Тимченко. – М.: Машиностроение, 1981. –264 с.
- 25 Толстов, И.А. Повышение работоспособности инструмента горячего деформирования / И.А. Толстов, А.В. Пряхин, В.А. Николаев.– М. : Металлургия, 1990. – 143 с.
- 26 Крагельский, И.В. Трение и износ в машинах / И.В. Крагельский. – М: Машгиз, 1962. – 382 с.
- 27 Потапов, Н.Н. Основы выбора флюсов при сварке сталей/ Н.Н. Потапов.– М.: Машиностроение, 1979. – 168 с.
- 28 Винокурова, В.А. Справочник сварка в машиностроении: В 4-х т. / под ред. В.А. Винокурова. - М.: Машиностроение, 1979.
Т.1. – 504с.
Т.2.- 462с.
Т.3. – 567с.
- 29 ГОСТ 2.104 – 68. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. - Введ. 1971-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1971. – 35 с
- 30 ГОСТ 8713-79. Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. - Введ. 1981-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1981. – 38 с.

Приложение А Спецификация

					ДП 44.03.04. 606 ПЗ	Лист
						62
		№ документа	Подпись	дата		