

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 СБОРКИ И СВАРКИ СТЕЛЛАЖА
ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО СКЛАДА

Исполнитель:
студент группы СМ-401п _____ Э.Э. Гертнер

Руководитель:
к.т.н., доцент _____ Н.И. Уляшин

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

Екатеринбург 2019

РЕФЕРАТ

Дипломная работа содержит 78 листов машинописного текста, 24 таблицы, 18 рисунков, 30 использованных источников литературы, графическую часть на 6 листах А1.

Ключевые слова выпускной квалифицированной выпускной работы: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СБОРКИ И СВАРКИ СТЕЛЛАЖА, БАЛКА КОРОбЧАТОГО СЕЧЕНИЯ, СБОРОЧНОЕ И СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ВИД СВАРКИ, РЕЖИМЫ СВАРКИ, СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, АНАЛИЗ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ, ПЕРЕПОДГОТОВКА РАБОЧИХ, УЧЕБНЫЙ ПЛАН, ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН, ПЛАН-КОНСПЕКТ.

Гертнер Э.Э. Разработка технологии сборки и сварки стеллажа для промышленного склада / Э.Э. Гертнер; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т инж.-пед. образования, Каф. Инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии. – Екатеринбург, 2019 – 78 с.

1. Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологии сборки и сварки стеллажа для промышленного склада».

2. Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления стеллажа для промышленного склада из балок коробчатого сечения с использованием автоматической сварки под флюсом.

3. В дипломном проекте в технологической части на основе базового варианта разрабатывается технологический процесс изготовления стеллажа, включающий автоматическую сварку под флюсом; методическая часть – проектирование программы переподготовки сварщиков, которые в дальнейшем смогут осуществлять спроектированную технологию производства стеллажа.

4. Результаты данной работы могут быть использованы при изготовлении стеллажа для промышленного склада из балок коробчатого сечения.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Гертнер Э.Э.			РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ СТЕЛЛАЖА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО СКЛАДА	Литер	Лист	Листов
Провер.		Ульяшин Н.И.					2	
Н. Контр.		Билалов Д.Х.				ФГАОУ ВО РГПУ, ИИПО. каф. ИММ, гр. СМ-401п		
Утверд.		Гузанов Б.Н.						

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Техническая часть	7
1.1 Назначение изделия	7
1.1.1 Характеристика материала изделия	8
1.1.2 Особенности и условия эксплуатации	8
1.1.3 Выбор листового металла.....	11
1.1.4 Химический состав и механические свойства стали 16ГС.....	11
1.2 Характеристика свариваемости стали.....	12
1.2.1 Особенности сварки конструкционной низколегированной стали	14
1.3 Выбор способа сварки	15
1.3.1 Ручная дуговая сварка покрытым электродом.....	15
1.3.2 Сварка под флюсом.....	17
1.3.3 Сварка в защитных газах.....	21
1.4 Выбор способа сварки и сварочных материалов	25
1.5 Описание технологического процесса изготовления заданной сварной конструкции	27
1.6. Расчёт режимов сварки.....	29
1.6.1 Сварное соединение Т1, выполняемое сваркой под флюсом.....	30
1.6.2 Расчёт параметров режима прихваток	32
1.6.3 Расчет режимов для сварки под флюсом соединения Т1	34
1.6.4 Сварное соединение С2, выполняемое дуговой сваркой в среде защитных газов	37
1.6.5 Расчёт режимов сварки в среде защитных газов	38
1.7 Оборудование для сборки-сварки стеллажа.....	44
1.7.1 Заготовительные операции.....	44
1.7.2 Оборудование, приспособления, инструмент для выполнения заготовительных операций.....	45
1.7.3 Оборудование для сварки.....	51

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.8 Контроль качества изделия	56
1.8.1 Визуальный осмотр	57
1.8.2 Условия контроля и технические средства	57
1.8.3 Квалификация персонала	58
2 Методический раздел.....	59
2.1 Сравнительный анализ профессиональных стандартов	59
2.3 Разработка учебного плана программы переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»	66
2.4 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»	67
2.5 Разработка план-конспекта урока теоретического обучения	68
Заключение	74
Список используемых источников.....	75
Приложение	78

ВВЕДЕНИЕ

Полуавтоматическая и автоматическая сварка, позволяющая произвести процесс неразъемного соединения металлов, в современном мире находит широкое и все возрастающее применение во всех промышленно развитых странах мира. Экономическое развитие в нашей стране, как известно, основывается на научно-техническом прогрессе, приоритетными направлениями которого являются комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, широкое внедрение в производство новых конструкционных материалов и высокоэффективных технологических процессов, рациональное использование материальных и энергетических ресурсов.

В реализации этих направлений в машиностроении, строительстве, транспорте и других отраслях значительная роль отводится прогрессивным технологиям сварки и родственным процессам.

Известно около семидесяти способов сварки, с применением которых создаются монолитные соединения металлов, неметаллов, а также разнородных материалов толщиной от десятка микрон до нескольких метров при производстве автомобилей, подвижного состава железных дорог, энергетической и химической аппаратуры и многих других сварных конструкций как ответственного, так и неответственного назначения.

В представленной выпускной квалификационной работе разрабатывается технология сборки и сварки стеллажа для промышленного склада из балок коробчатого сечения.

Стеллажи - металлические конструкции неответственного назначения, являются складским оборудованием, которое предназначается для хранения объектов промышленного и бытового видов, грузов разнообразных типов с классическими и нестандартными габаритами.

Объектом проектирования является технологический процесс сборки и сварки стеллажа для промышленного склада.

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Предметом проектирования является процесс сборки и сварки стеллажа для промышленного склада.

Целью дипломного процесса является разработка технологического процесса сборки и сварки стеллажа с использованием автоматической и механизированной сварки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие *задачи*:

- разобрать из каких частей состоит стеллаж;
- выбрать и проанализировать сталь для данной конструкции;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;
- произвести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сборочное и сварочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки стеллажа;
- разработать программу обучения электросварщиков для выбранного способа сварки.

Разрабатываемый технологический процесс сварки должен не только обеспечивать получение надёжных сварных соединений и конструкций, отвечающих всем эксплуатационным требованиям, но должен также допускать максимальную степень механизации и автоматизации производственных процессов изготовления изделий.

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 Техническая часть

1.1 Назначение изделия

Изделие - «Стеллаж для промышленного склада» используют для временных складов, хранения конструкций и оборудования, перетранспортировки, изготавливают из балок коробчатого сечения.

Балка коробчатого сечения представляет собой сварную конструкцию из четырёх металлических пластин, сваренных между собой с образованием замкнутого контура. Подобные конструкции нашли широкое применение в строительной отрасли в качестве различных видов опор и несущих конструкций. Преимущество применения балок коробчатого профиля заключается в том, что металл балки более полно работает при различного рода изгибах (по сравнению с цельнометаллической балкой), имея при этом сравнительно небольшую массу.

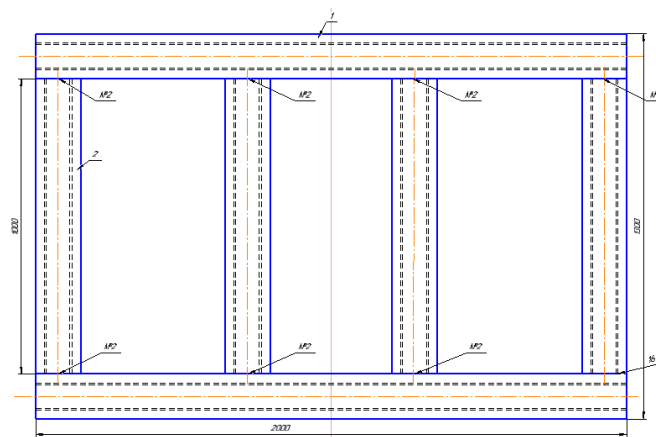


Рисунок 1 – Стеллаж из балок коробчатого сечения

Для изготовления данной конструкции принимаем сталь – 16 ГС.

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.1.1 Характеристика материала изделия

Маркировка стали 16ГС говорит о ее химических составляющих. ГОСТ 5058-65 оговаривает следующие буквенные обозначения для легирующих добавок, входящих в состав сплава:

- «Г» - марганец;
- «С» - кремний;

Первая цифра означает содержание углерода в процентах. Цифры после букв, соответствующих легирующим добавкам – их процентное количество в данной марке стали. Исходя из всего вышесказанного можно расшифровать сталь 16ГС по ГОСТ как сплав, содержащий 0,16% углерода, марганец и кремний, количество которых не превышает 1%.

1.1.2 Особенности и условия эксплуатации

Балка изготавливается из конструкционной низколегированной качественной кремнемарганцовистой стали марки 16ГС. Условия эксплуатации конструкции нормальные, интервал рабочих температур от -30 до +50 °С.

Конструкция должна выдерживать предельно допустимые нагрузки в течение расчетного срока службы, обеспечить долговечность и надежность, предусматривать возможность технического освидетельствования, ремонта и контроля металла в соединении.

Качество сварных конструкций определяется:

- рациональной конструкцией;
- качеством основного материала; качеством сварочных материалов;
- качеством сборки детали;
- качеством подготовки поверхности деталей под сварку;
- уровнем разработанного технологического процесса, степенью автоматизации сборочно-сварочных операций;
- квалификацией сварщиков, операторов и наладчиков, общей культурой производства;

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- качеством сварного шва: т.е. выполненного без дефектов, в соответствии требованию прочности, плавным переходам к основному материалу.

Входящие детали под сварку должны удовлетворять требованиям чертежа. Свариваемые кромки деталей в местах наложения швов и прилегающие к ним кромки шириной не менее 20 мм в каждую сторону должны быть очищены от окалины, ржавчины, краски, масла смазки и других загрязнений до металлического блеска. Контроль размеров зачистки осуществляется линейкой измерительной металлической или штангенциркулем.

Детали, подготовленные под сварку, не должны иметь острых кромок и после штамповки должны быть очищены от масла, жира, грязи моющими растворами.

Под технологичностью понимают конструктивные оптимальные формы, которые отвечают служебному назначению изделия, обеспечивают работу в пределах заданного ресурса, позволяют изготовить изделие с минимальными затратами материала, труда, времени [2].

Конструкцию можно считать технологичной, когда:

- материал обладает хорошей свариваемостью, не склонен к образованию холодных и горячих трещин, охрупчиванию, не чувствителен к образованию закаленных структур, малая склонность к красноломкости, хладноломкости, жаропрочен, коррозионностойкий;

- конструкция изделия позволяет применять механизацию и автоматизацию сборки, сварки и транспортных операций;

- конструкция может обеспечить свободный подход электродов к месту сварки. т.е. тип соединения - открытый.


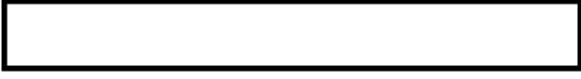
На основании вышеизложенного делаем вывод, что конструкция технологична.

Количество конструктивных элементов – 4.

Габаритные размеры всех конструктивных элементов:

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1 - Ведомость сборочных единиц балки

Название сборочной единицы	Количество деталей, шт	Эскиз сборочной единицы и габаритные размеры, мм	Масса элементов, кг
Верхняя полка	2	 6000x152x6	85,4
Боковая стенка	2	 6000x288x6	161,7

Определяем, какие швы являются основными (то есть, несут эксплуатационную нагрузку) а какие вспомогательными. Описываем технологические требования ко всем швам, их длину и конфигурацию. Заполняем таблицу 2

Таблица 2– Сварные швы

№ шва	Вид шва	Характеристики шва (длина шва), мм
1-4	Тавровое соединение	24000

Определяем количество конструктивных элементов. Указываем необходимые: габаритные размеры всех конструктивных элементов, толщину металла, массу элементов и конструкции в целом. Данные вношу в таблицу 1. Масса элементов M , кг, рассчитывается по формуле:

$$M = a \cdot b \cdot c \cdot \rho \text{ кг,} \quad (1)$$

где a - длина элемента, см;

b – ширина элемента, см;

c – высота элемента, см;

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

Рассчитать массу каждого элемента по формуле 1:

$$M_{\text{верхняя полка}} = 6 \cdot 152 \cdot 6000 \cdot 7,8 = 42,7 \text{ кг}$$

$$M_{\text{боковая стенка}} = 6 \cdot 288 \cdot 6000 \cdot 7,8 = 80,9 \text{ кг}$$

$$M_{\text{балки}} = 123,6 \text{ кг}$$

Общая масса балки 123,6 кг, а масса всего стеллажа, вместе с массой сварных соединений составил 164,8 кг.

1.1.3 Выбор листового металла

Для изготовления балок коробчатого сечения используют листы из стали 16ГС. Сталь 16ГС - конструкционная, для сварных конструкций, низколегированная качественная кремнемарганцовистая.

Сортаментом предусмотрены листы толщиной стенки от 5 до 10 мм.

Для своей конструкции выбираю лист с габаритными размерами 6x1500x6000 ГОСТ 5520, из данного листа можно вырезать 9 полос металла для верхних полок, либо 5 полос для боковых стенок.

1.1.4 Химический состав и механические свойства стали 16ГС

Таблица 3 - Химический состав Стали 16ГС по ГОСТ 19281-2014, % [1]

Химический элемент	Содержание, %
Кремний (Si)	От 0,4 до 0,7
Марганец (Mn)	От 0,9 до 1,2
Медь (Cu), не более	0,3
Никель (Ni), не более	0,3
Сера (S), не более	0,035
Углерод (C)	0,12-0,18
Фосфор (P), не более	0,03
Хром (Cr), не более	0,3
Мышьяк (As), не более	0,08
Азот (N), не более	0,008
Ванадий (V), не более	0,12

Таблица 4 – Механические свойства стали 16ГС при T=20°C

Марка стали	$\sigma_{\text{в}}$ МПа;	σ_{T} МПа;	δ %;	ψ %;	KCU кДж/м ²
Сталь 16ГС	490	325	21	-	590

где, $\sigma_{\text{в}}$ - предел кратковременной прочности;

σ_{T} - предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации);

δ - относительное удлинение при разрыве;

ψ - относительное сужение;

KCU – ударная вязкость [1].

1.2 Характеристика свариваемости стали

Расчет оценки стойкости стали к образованию горячих трещин

Вероятность появления при сварке или наплавке горячих трещин можно определить по критерию Уилкинсона (HCS), он оценивает склонность сталей с содержанием легированных элементов не более 10%. Формула расчета, которая применительна к низколегированным сварным швам, имеет данный вид:

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

где C, S, P, Mn, Si и др. – массовые проценты содержания элемента стали в %.

Условием появления горячих трещин для сталей с пределом прочности $\sigma_{\text{в}} < 700$ МПа является $HCS > 4$.

Рассчитываем HCS для стали 16ГС по формуле (2)

$$HCS = \frac{0,16 \cdot (0,035 + 0,03 + \frac{0,7}{25} + \frac{0,3}{100}) \cdot 1000}{3 \cdot 1,2 + 0,3 + 0,12} = 3,8 \%$$

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В результате расчета получено $HCS = 3,8\%$, сталь к появлению горячих трещин не склонна.

Расчет оценки стойкости стали к образованию холодных трещин:

Расчетные методы оценки склонности к холодным трещинам используют параметрические уравнения, полученные статистической обработкой экспериментальных данных. Они связывают входные параметры (химический состав, режимы сварки, тип соединения) с выходными параметрами (температура подогрева, показатель склонности). При этом часто затруднительно использовать все многообразие факторов, определяющих образование холодных трещин. Вероятность появления при сварке холодных трещин можно определить по следующей параметрической зависимости эквивалентного содержания углерода [3]:

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + \frac{Si}{24} + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{40} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}, \quad (3)$$

где C, S, P, Mn и др. – массовые проценты содержания элемента стали, в %

Условия появления холодных трещин:

Если $C_{\text{ЭКВ}} \leq 0,45$, значит сталь не склонна к образованию холодных трещин

Если $C_{\text{ЭКВ}} = 0,41 - 0,45$, значит сталь склонна к образованию холодных трещин

Если $C_{\text{ЭКВ}} > 0,45$, то сталь склонна к образованию холодных трещин и является ограниченно-свариваемой сталью.

Рассчитываем $C_{\text{ЭКВ}}$ для стали 16ГС по формуле (3)

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,16 + \frac{0,7}{24} + \frac{1,2}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3}{40} + \frac{0,12}{14} = 0,41\%$$

$C_{\text{ЭКВ}} = 0,41-0,45\%$, следовательно, данная сталь склона к образованию холодных трещин, но маловероятно.

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Меры предотвращения склонности металла шва к образованию холодных трещин:

- Зачистка кромок
- Подготовка сварочных материалов (прокалка электродов и флюсов)
- Предварительный подогрев, последующая термообработка
- Выбор оптимальной сварки и правильная последовательность наложения швов.

1.2.1 Особенности сварки конструкционной низколегированной стали

Низколегированные стали получили большое применение в связи с тем, что они, обладая повышенными механическими свойствами, позволяют изготавливать строительные конструкции более легкими и экономичными. Для изготовления различных конструкций промышленных и гражданских сооружений применяются стали марок 15ХСНД, 14Г2, 09Г2С, 10Г2С1, 16ГС и др. Эти стали относятся к категории удовлетворительно свариваемых сталей; содержание углерода не более 0,25% и легирующих примесей не более 3,0%. Следует учитывать, что при содержании в сталях углерода более 0,25% существует вероятность образования закалочных структур и даже трещин в зоне сварного шва. Кроме того, выгорание углерода вызывает образование пор в металле шва [4].

Низколегированные стали сваривать труднее, чем низкоуглеродистые конструкционные. Низколегированная сталь более чувствительна к тепловым воздействиям при сварке. В зависимости от марки низколегированной стали при сварке могут образоваться закалочные структуры или перегрев в зоне термического влияния сварного соединения.

Структура околошовного металла зависит от его химического состава, скорости охлаждения и длительности пребывания металла при соответствующей

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

щих температурах, при которых происходит изменение микроструктуры и размера зерен.

При малой скорости охлаждения получают структуру перлит (механическая смесь феррита и цементита). При большой скорости охлаждения аустенит распадается на составляющие структуры при относительно низких температурах и образуются структуры - сорбит, троостит, бейнит и при очень высокой скорости охлаждения - мартенсит. Наиболее хрупкой структурой является мартенситная, поэтому не следует при охлаждении допускать превращения аустенита в мартенсит при сварке низколегированных сталей.

Скорость охлаждения стали, особенно большой толщины, при сварке всегда значительно превышает обычную скорость охлаждения металла на воздухе, вследствие чего при сварке легированных сталей возможно образование мартенсита [3].

Режим сварки необходимо подбирать так, чтобы не было большого количества закалочных микроструктур и сильного перегрева металла. Тогда можно производить сварку стали любой толщины без ограничений при окружающей температуре не ниже -10°C . При более низкой температуре необходим предварительный подогрев до $120-150^{\circ}\text{C}$. При температуре ниже -25°C сварка изделий из закаливающихся сталей запрещается.

1.3 Выбор способа сварки

1.3.1 Ручная дуговая сварка покрытым электродом

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

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

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

Преимущества электросварки металлическим электродом благодаря высокой температуре дуги (4500-6000 °С по Цельсию) и концентрированному нагреву заключаются в том, что по сравнению с газовой и атомно-водородной сваркой, она обеспечивает большую скорость, малую зону температурного влияния, малое коробление и возможность управлять механическими свойствами наплавленного металла путем введения в покрытие различных легирующих элементов, которые содержат электроды для сварки.

Недостатки процесса ручной дуговой сварки:

- Отсутствие возможности регулирования глубины проплавления металла и скорости плавления электрода, вследствие чего при сварке тонкого материала возникают большие трудности в получении качественного шва;
- Большой срок, затрачиваемый на подготовку квалифицированных сварщиков (1-2 года);
- Зависимость качества сварки от индивидуальных особенностей сварщика;
- Наличие шлака с обратной стороны шва при односторонней сварке замыкающих швов для некоторых конструкций, в которых внутренняя поверхность покрывается защитными неорганическими покрытиями [5].

1.3.2 Сварка под флюсом

Сущность процесса сварки под флюсом определяет его особенности по сравнению с ручной дуговой сваркой.

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Автоматическую сварку под флюсом выполняют электродной проволокой диаметром 2 – 6 мм. Равнопрочность соединения достигается подбором флюсов, сварочных проволок и выбором режимов и техники сварки. При сварке низкоуглеродистых сталей и большинстве случаев применяют флюсы АН-348-А и ОСЦ-45 и низкоуглеродистые электродные проволоки Св-08 и Св-08А. При сварке ответственных конструкций, а также металла с большим количеством ржавчины рекомендуется использовать электродную проволоку Св-08ГА. Использование указанных материалов позволяет получить металл шва с механическими свойствами, равными или превышающими механические свойства основного металла. При сварке низколегированных сталей используют те же флюсы и электродные проволоки Св-08ГА, Св-10ГА, Св-10Г2 и другие. Легирование металла шва марганцем из проволоки, кремнием при проваре основного металла, при подборе соответствующего термического цикла (погонной энергии) позволяет получить металл шва с требуемыми механическими свойствами. Использование указанных материалов достигается высокая стойкость металла швов против образования пор и кристаллизационных трещин. При сварке без разделки кромок увеличение доли основного в металле шва и поэтому некоторое повышение в нем углерода может изменить прочностные свойства и понизить пластические свойства в металле шва.

При сварке низколегированных термоупрочненных сталей для предупреждения шва в зоне термического влияния следует использовать режимы с малой погонной энергией, а при сварке нетермоупрочненных, с повышенной погонной энергией. Для обеспечения пластических свойств металла шва и околошовной зоны на уровне свойств основного металла во втором случае следует выбирать режимы, обеспечивающие получение швов повышенного сечения, применять двухдуговую сварку или производить предварительный подогрев металла до 150-200 °С.

К преимуществам данного способа сварки можно отнести:

1. Высокая производительность, превышающая производительность ручной дуговой сварки в 5-10 раз. Достигается она за счёт использования сва-

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

рочного тока значительной силы, и, как следствие этого, за счёт глубокого проплавления свариваемого металла. А также за счёт того, что отсутствуют угар и разбрызгивание металла, а, следовательно, исключаются потери металла. Кроме этого, высокая производительность обеспечивается вследствие автоматизации процесса сварки металла.

2. Применение флюса повышает качество сварки, образуя защитную плёнку вокруг зоны сварки и препятствует проникновению в неё окружающего воздуха. Кроме того, флюс, на поверхности расплавленного металла обладает низкой теплопроводностью и препятствует быстрому остыванию жидкого металла. Вследствие этого газы и неметаллические включения успевают всплыть на поверхность сварочной ванны и выйти из неё до того, как металл начнет кристаллизоваться.

3. Процесс автоматической сварки под флюсом полностью механизирован, что позволяет уменьшить до минимума трудоёмкий и дорогостоящий ручной труд и снизить квалификацию сварщика. А технология ручной дуговой сварки подразумевает ручной труд и для выполнения этих работ требуется сварщик более высокой квалификации.

4. Электрическая дуга при автоматизированной сварке получается более стабильной, т.к. находится под защитным слоем сварочного флюса.

5. При автоматической сварке потери электродного металла не превышают 2-5%, так как угар металла и его разбрызгивание практически отсутствуют. Для сравнения, при ручной сварке потери металла из-за его угара и разбрызгивания достигают 20%, а в некоторых случаях 30%.

6. При автоматической сварке коэффициент использования теплоты от электрической дуги более высокий, чем при ручной сварке. Это позволяет существенно экономить электроэнергию. Экономия может достигать 40%.

7. Улучшенные условия работы сварщика. Зона сварки закрыта непроницаемыми слоями флюса и шлака, которые исключают проникновение окружающего воздуха в зону сварки. Но также эти слои препятствуют выделению вредных газов и пыли из сварочной зоны в воздух. Поэтому, для уда-

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ления газов достаточно наличия естественной вытяжной вентиляции на рабочем месте сварщика.

8. Из-за того, что дуга находится под флюсом, она не видна оператору, следовательно, исключено её воздействие на глаза, поэтому, не требуется специальной маски или очков для защиты глаз.

К недостаткам такого вида сварки можно отнести возможность сварки швов только в нижнем положении, или при небольших наклонах сварных кромок, на угол не более 15 °С. Также затруднено применение автоматической сварки в монтажных условиях. Эти недостатки обусловлены недостаточной маневренностью сварочных автоматов из-за их конструктивных особенностей. Но со временем, по мере развития сварочной техники и технологии подобный недостаток будет устранён.

1.3.3 Сварка в защитных газах

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

Сварка в защитных газах (СЗГ) - общее название разновидностей дуговой сварки, осуществляемой с вдуванием через сопло горелки в зону дуги струи защитного газа. В качестве защитных применяют: инертные (Ar, He), активные (CO₂, O₂, N₂, H₂).

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

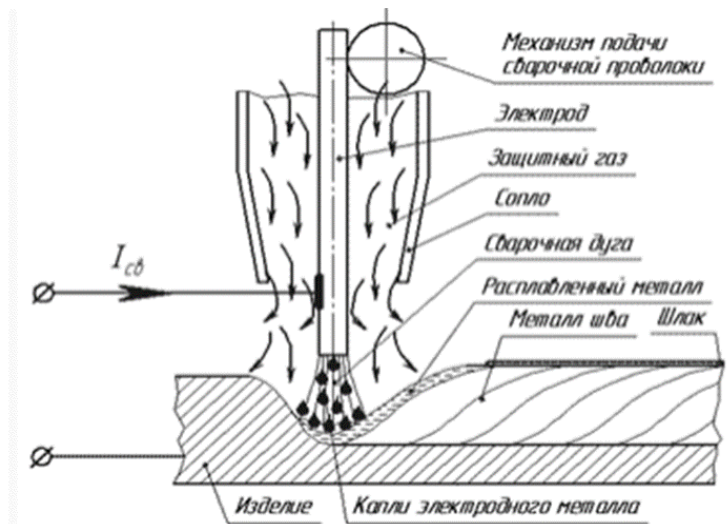


Рисунок 4 - Схема сварки в защитных газах

При сварке плавящимся электродом в защитном газе (рисунок 4) в зону дуги, горячей между плавящимся электродом (сварочной проволокой) и изделием через сопло подаётся защитный газ, защищающий металл сварочной ванны, капли электродного металла и закристаллизовавшийся металл от воздействия активных газов атмосферы. Теплотой дуги расплавляются кромки свариваемого изделия и электродная (сварочная) проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов. При сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей для защиты расплавленного электродного металла и металла сварочной ванны чаще всего применяют углекислый газ и смеси аргона с углекислым газом до 30%. Аргон и гелий в качестве защитных газов применяют только при сварке конструкций ответственного назначения. Сварку в защитных газах выполняют плавящимся и неплавящимся металлическими электродами. В некоторых случаях для сварки используют неплавящийся угольный или графитовый электрод. Этот способ применяют при сварке бортовых соединений из низкоуглеродистых сталей толщиной 0,3-2,0 мм (например, канистр, корпусов конденсаторов и т. д.). Так, как сварку выполняют без присадки, содержание кремния и марганца в металле шва невелико. В результате прочность соединения составляет 50-70% от прочности основного металла. При автоматической и полуавтоматической сварке плавящимся электродом швов, расположенных в различных простран-

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ственных положениях, используют электродную проволоку диаметром до 1,2 мм, а при сварке швов, расположенных в нижнем положении - проволоку диаметром 0,8-1,6 мм. Структура и свойства металла швов и околошовной зоны в низкоуглеродистых и низколегированных сталях зависят от использованной электродной проволоки, состава и свойств основного металла и режима сварки (термического цикла сварки, доли участия основного металла в формировании шва и формы шва). Влияние этих условий и технологические рекомендации примерно такие же, как и при ручной дуговой сварке и сварке под флюсом. На свойства металла шва влияет качество углекислого газа. При повышенном содержании азота и водорода, а также влаги в газе в швах могут образовываться поры. При сварке в углекислом газе влияние ржавчины незначительно. Увеличение напряжения дуги, повышая, угар легирующих элементов, ухудшает механические свойства шва.

Сварка низкоуглеродистых и низколегированных сталей в аргоне применяется довольно редко, так как эти стали хорошо свариваются под флюсом и в углекислом газе, и лишь в исключительных случаях, когда требуется получение швов высокого качества, используется инертный газ.

При применении чистого аргона для сварки конструкционных сталей соединения характеризуются недостаточной стабильностью и неудовлетворительным формированием шва. Добавление к аргону небольшого количества кислорода или углекислого газа существенно повышает устойчивость горения дуги и улучшает формирование шва. Растворяясь в жидком металле и скапливаясь преимущественно на поверхности, кислород значительно снижает его поверхностное натяжение. Поэтому для сварки сталей применяют не чистый аргон, а смеси с кислородом или углекислым газом [6].

Высокие технологические свойства при сварке сталей обеспечиваются при добавлении к аргону до 1-5% кислорода. При применении кислорода понижается критический ток, при котором капельный перенос переходит в струйный; дуга горит стабильно, обеспечивая сварку небольших толщин. Кислород способствует увеличению плотности металла шва, улучшению

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

сплавления, уменьшению подрезов и увеличению производительности процесса сварки. Кислород снижает содержание углерода в металле шва до более низкого уровня. Избыток кислорода в защитном газе приводит к образованию пор в металле шва.

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

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

Основными преимуществами рассматриваемого способа сварки являются следующие:

1. Высокое качество сварных соединений на разнообразных металлах и их сплавах разной толщины, особенно при сварке в инертных газах из-за малого угара легирующих элементов;
2. Возможность сварки в различных пространственных положениях;
3. Отсутствие операций по засыпке и уборке флюса и удалению шлака;
4. Возможность наблюдения за образованием шва, что особенно важно при механизированной сварке;
5. Высокая производительность и легкость механизации и автоматизации процесса;
6. Низкая стоимость при использовании активных защитных газов.

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

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.4 Выбор способа сварки и сварочных материалов

В данном проекте для сборки балки (прихватки) и стеллажа в дальнейшем используется полуавтоматическая сварка в среде защитных газов (Corgon 20), а для сварки балки задействуется автоматическая сварка под флюсом, что диктуется технологической целесообразностью и высокой производительностью.

Для автоматической сварки под флюсом выбираем флюс ОСЦ-45.

Флюс ОСЦ-45 предназначен для механизированной дуговой сварки и наплавки изделий широкой номенклатуры изделий из низкоуглеродистых сталей. Сварочный флюс ОСЦ-45 применяется для автоматической сварки, при этом отмечается устойчивость горения дуги. Разрывная длина дуги до 13 мм, формирование шва достаточно удовлетворительное, склонность к образованию трещин и пор низкая. Этот флюс можно использовать при сварке стали 16ГС, т.к. он подходит по химическому составу (таблица 5).

Таблица 5 – Химический состав флюса ОСЦ-45, %, ГОСТ 9087 – 69 [26]

SiO ₂	MnO	CaF ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	S	P
от 38,0 до 44,0	от 38,0 до 44,0	от 4,0 до 5,5	до 6,5	до 2,5	до 4,5	до 2,0	Не более	
							0,15	0,12

Также для автоматической сварки под флюсом используем проволоку Св-08А.

Это сварочная холоднотянутая проволока из низкоуглеродистой стали для сварки (наплавки) и изготовления электродов.

Таблица 6 - Химический состав в Св-08А, % ГОСТ 2246-70 [27]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Al
до 0,1	до 0,03	0,35 – 0,6	до 0,25	до 0,03	до 0,03	до 0,12	до 0,01	до 0,01

Для дуговой сварки в среде защитных газов подберём проволоку Св-08ГС и защитный газ (Corgon20).

					ДП 44.03.04.080 ПЗ				Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Проволока Св-08ГС

Высококачественная проволока, низкое содержание серы и фосфора. Содержание марганца в проволоке компенсирует углерод и придаст прочность сварному шву.

Таблица 7 - Химический состав материала Св-08ГС, % ГОСТ 2246 – 70 [27]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N
до 0,1	0,6 – 0,85	1,4 – 1,7	до 0,25	до 0,025	до 0,03	до 0,2	до 0,01

Выбор защитного газа также важен для достижения наилучшего результата, как и выбор присадочного материала, оборудования и высокая квалификация сварщика. Правильный выбор защитного газа во многом определяет, как механические свойства, так и внешний вид сварного соединения, а также наличие брызг и шлака при сварке. Для сварки балки коробчатого сечения выберу смесь газов CORGON 20. Она представляет собой смесь на основе аргона (Ar - 80%, CO₂ -20%), разработанная для получения значительно лучших результатов по сравнению со сваркой в среде чистой двуокиси углерода (CO₂).

Сварочная смесь CORGON имеет значительные преимущества в использовании:

1. Лучшее качество. Механические свойства сварного шва сильно зависят от типа защитного газа. Использование защитных газовых смесей CORGON уменьшает количество оксидных включений и измельчает зерно, тем самым улучшая микроструктуру металла. Высокая усталостная прочность, меньшее разбрызгивание и поверхностный шлак, лучший внешний вид являются весомыми аргументами в пользу газовых смесей CORGON.

2. Лучшая форма сварного шва и внешний вид деталей.

3. Выше прочность сварки. Выше ударная вязкость.

4. Меньшее тепловложение. Меньшее коробление изделий.

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		


5. Меньшее разбрызгивание металла при сварке. Меньше зачистных работ.
6. Меньше поверхностного шлака. Проще обработка поверхностей под покраску или оцинковку.
7. Отсутствие резких изломов и концентраторов напряжений.
8. Меньше риск прожога тонкостенных деталей.
9. Более высокая производительность.
10. Возможна большая скорость сварки. Меньшие сроки изготовления готовых изделий.
11. Более экономное использование дорогой сварочной проволоки.
12. Не требуется подогрев редуктора.
13. Высокая стабильность дуги. Большой допустимый диапазон регулировок.
14. Меньше брака. Даже менее квалифицированные сварщики показывают хорошую сварку.
15. Экономия денежных средств.
16. Лучшие условия труда.
17. Снижение валовых выделений сварочных аэрозолей, дыма и вредных газов.
18. Снижение уровней шума и запыленности рабочей среде [8].

1.5 Описание технологического процесса изготовления заданной сварной конструкции

Таблица 8 – Технологическая последовательность изготовления «стеллажа для промышленного склада»

№ п/п	Наименование операции	Содержание операции	Используемое оборудование и режимы
1	2	3	4
1	Транспортировка	Доставка листов металла со склада на заготовительные участки цеха	Портальный кран с электромагнитными захватами
2	Очистка	Очистку применяют для удаления с поверхности металла средств консервации, загрязнений, смазочно-	Пескоструйный аппарат Contracor DBS 25 RC,

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
		охлаждающих жидкостей, ржавчины, окалины, заусенцев, грата и шлака.	щетка металлическая
3	Правка	Листы металла для балки выправлять на листоправильных машинах в холодном состоянии	Листоправильная машина LP4
4	Разметка	Произвести разметку листов металла для резки по указанным размерам.	- Рулетка ГОСТ 443-76, - угольник поверочный, - линейка; - штангенциркуль; - маркер (мел);
5	Резка	Резку произвести при помощи плазменной установки по разметке.	Машина для плазменной резки ESAB EAGLE
6	Зачистка	Зачистить кромки металла перед сборкой и сваркой	Ручные пневматические и электрические машины
7	Сборка балки	Прихватки полок и стенок сварного изделия выполнить полуавтоматической сваркой в среде защитных газов. Длина 20 мм через 250 мм. Установить выводные планки.	Кран-балка, инверторный сварочный аппарат EWM Phoenix 355 Puls. I = 126±3 А U = 20±2 В d _{эл} = 1,2 мм
8	Сварка балки	Установить сварочный аппарат на начало стыка в положение для сварки. Настроить сварочный аппарат на необходимый режим сварки. Сварку выполнить под флюсом.	 <p>Сварочный трактор KA 4-UPDG, источник тока для сварки под флюсом GTH 802. Режимы I = 330±5 А U = 32±2В V_{св} = 21±2 м/ч d_{эл} = 2 мм.</p>
9	Зачистка	Зачистить сварные швы от брызг и шлака, срезать выводные планки.	Ручные пневматические и электрические машины
10	Правка	Произвести правку коробления сварной балки. Подать балку к месту правки, установить балку на рольганг	Кран мостовой, стропы, гидродомкраты

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.080 ПЗ

Лист

28

Окончание таблицы 8

1	2	3	4
		Станка для правки грибовидности. Править грибовидность полки балки.	
11	Контроль	Произвести визуальный контроль геометрических размеров сварных швов балки коробчатого сечения.	- линейка; - угольник. -набор ВиК
12	Резка балки под размер	Произвести резку балки, задать параметры задания ленточнопильному станку.	TDJ1250 ленточно-пильный станок с ЧПУ с разворотом пильной рамы
13	Зачистка	Произвести зачистку кромок балки перед сборкой и сваркой	Ручные пневматические и электрические машины
14	Сборка стеллажа	Собрать изделие (стеллаж) на плите, произвести прихватки при помощи полуавтомата. Длина 20 мм через 250 мм.	Рулетка, сварочный инверторный аппарат EWM Phoenix 355 Puls. Режимы сборки. $I = 126 \pm 3 \text{ A}$ $U = 20 \pm 2 \text{ B}$ $d_{эл} = 1,2 \text{ мм}$
15	Сварка стеллажа	Сварку собранного на прихватках изделия выполнить полуавтоматической сваркой в среде защитных газов (Corgon 20).	Инверторный сварочный аппарат. Режимы сварки. $I = 286 \pm 5 \text{ A}$ $U = 28 \pm 2 \text{ B}$ $V_{св} = 27 \pm 3 \text{ м/ч}$ $d_{эл} = 1,2 \text{ мм}$
16	Зачистка	Зачистить сварные швы от брызг и шлака.	Ручные пневматические и электрические машины
17	Контроль	Контролировать геометрические параметры и размеры сварных швов, качество их формирования. Трещины, поры, подрезы запрещены.	Набор ВиК (Линейка металлическая, штангенциркуль, универсальный шаблон сварщика.

1.6. Расчёт режимов сварки

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

Для расчета режимов сварки необходимо определить площадь сечения сварного шва и выбрать тип соединения по ГОСТ 8713-79 [24].

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При сварке данной конструкции используются 1 тип сварного соединения Т1. Сварка выполняется под флюсом без разделки кромок и в 1 проход.

Для сварки коробчатой балки исходя из толщины свариваемого материала и обеспечения хорошего формирования шва, а также согласно ТУ на изготовление выбираем следующее сварное соединение для сварки шва: Т1 ГОСТ 14771-76.

Рассмотрим подробно это соединение и определим площадь сечения шва.

1.6.1 Сварное соединение Т1, выполняемое сваркой под флюсом

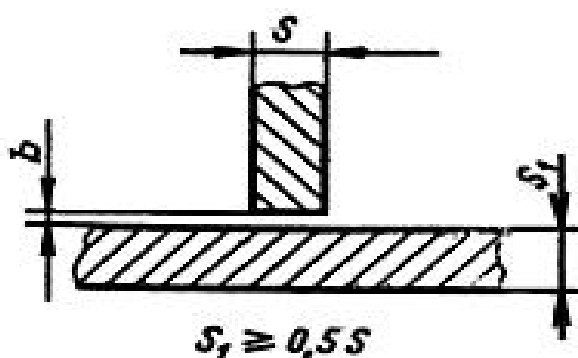


Рисунок 5 - Конструктивный элемент подготовленных кромок свариваемых изделий Т1 ГОСТ 8713-79[3]

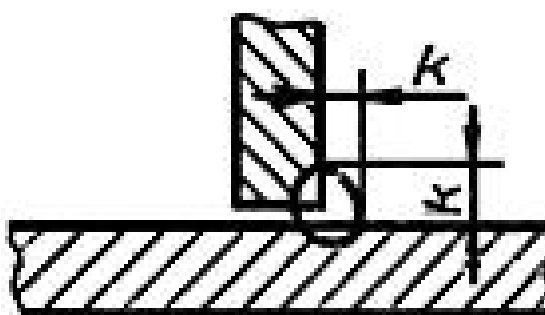


Рисунок 6 - Конструктивные элементы сварного шва Т1

Расчёт площади наплавленного металла

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F_H = (F_1 + F_2) \text{ мм}^2, \quad (4)$$

где F_1 – площадь выпуклости, мм^2 ;

F_2 – площадь треугольника, мм^2 .

Площадь выпуклости рассчитывается по формуле:

$$F_1 = 0,73 \cdot e \cdot g \text{ мм}^2, \quad (5)$$

где e – длина усиления, равная 8,46, мм;

g – ширина усиления, мм.

Рассчитываем площадь выпуклости по формуле 5:

$$F_1 = 0,73 \cdot 8,46 \cdot 1,5 = 9,3 \text{ мм}^2$$

Площадь треугольника рассчитывается по формуле 6:

$$F_2 = \frac{k^2}{2} \cdot \text{tg} \alpha \text{ мм}^2, \quad (6)$$

где $k = 6$ – значение глубины скоса кромок, мм.

$$F_2 = \frac{36}{2} = 18 \text{ мм}^2$$

Площадь наплавленного металла составила:

$$F_H = 18 + 9,3 = 27,3 \text{ мм}^2$$

Площадь наплавленного металла при сварке под флюсом небольшая, сварку выполнить в 1 проход. Площадь шва будет 28 мм^2 .

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.6.2 Расчёт параметров режима прихваток

Прихватки выполнить полуавтоматической сваркой в защитном газе Corgon 20.

Определение режима сварки начинают с выбора диаметра электродной проволоки. Принимаем диаметр проволоки 1,2 мм.

Коэффициент наплавки рассчитывается по формуле:

$$\alpha_p = 1,21 \cdot I_{\text{св}}^{(0,32)} \cdot L_{\text{э}}^{(0,38)} \cdot d^{(-0,64)}, \quad (7)$$

где вылет электродной проволоки – $L_{\text{э}} = 10 \cdot d$.

При выполнении прихваток должно соблюдаться условие: сечение прихватки не может быть меньше $1/3$ и не должно превышать $1/2$ сечения металла, наплавленного 1 проходом. Значит сечение прихватки должно находиться в диапазоне от 10 до 14 мм².

$$F_{\text{пр}} = \frac{1}{3} \div \frac{1}{2} \cdot F_{\text{к}} \text{ мм}^2 \quad (8)$$
$$F_{\text{пр}} = 10 \div 14 \text{ мм}^2$$

Принимаем 18 мм², потому что это минимальное допустимое значение [2].

Определим силу сварочного тока по формуле (9):

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

где j – плотность тока;

$$j = 90 - 130 \text{ А/мм}^2 \text{ [2].}$$

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Подставляем значения в формулу:

$$I_{CB} = \frac{3,14+1,2^2}{4} \cdot 130 = 149 \text{ А}$$

Принимаем 150 ± 5 А.

Определение напряжения дуги U_d . Напряжение дуги выбирается в зависимости от марки электродной проволоки на основании паспорта. Для основного покрытия:

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot I_{CB} \text{ В} \quad (10)$$

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot 126 = 22 \text{ В}$$

Определение скорости сварки производим по формуле:

$$v_{CB} = \frac{\alpha_H \cdot I_{CB}}{\rho \cdot F_{шв}} \text{ м/ч}, \quad (11)$$

где α_H -коэффициент наплавки, $\alpha_H = 8,5 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$

ρ -плотность металла электрода, для стали $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$

$F_{шв}$ — площадь поперечного сечения шва при однопроводной сварке (или одного валика при многослойном шве), см^3 .

Определим скорость сварки для первого прохода по формуле (11):

$$v_{CB} = \frac{8,5 \cdot 150}{18 \cdot 7,8} = 9 \text{ м/ч}$$

Таблица 9 – Параметры режимов сварки для выполнения прихваток

I_{CB} , А	U_{CB} , В	v_{CB} , м/ч	d_3 , мм	Шаг прихваток, мм
150 ± 5	22 ± 2	9 ± 1	1,2	20/250

1.6.3 Расчет режимов для сварки под флюсом соединения Т1

$$F_H = 28 \text{ мм}^2$$

Глубину проплавления h_p с учётом разделки и зазоров по таблице 9 [Акулов, с. 191] принимаем 4,8.

Рассчитаем значение сварочного тока $I_{св}$, А по формуле:

$$I_{св} = \frac{h_p}{K_h} \cdot 100 \text{ А}, \quad (12)$$

где K_h – коэффициент по таблице [Акулов, с.193];

h_p – глубина проплавления.

$$I_{св} = \frac{4,8}{1,45} \cdot 100 = 331 \text{ А}$$

Принимаем значение сварочного тока равное 330 А.

Расчёт диаметра проволоки

$$d_{пр} = (0,29 \dots 1,1) \cdot 4,8 = 1,4 \dots 5,2 \text{ мм} \quad (13)$$

Диаметр электродной проволоки принимаем 2 мм.

Расчет значения плотности тока J , А/мм² выполняем по формуле:

$$J = \frac{4 \cdot I_{св}}{\pi d^2}, \quad (14)$$

где $\pi = 3,14$

$$J = \frac{4 \cdot 330}{3,14 \cdot 4} = 105 \text{ А/мм}^2$$

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Значение J должно находиться в пределах значений приведённых в таблице [Акулов, с.193]

Расчет скорости сварки V_{CB} , см/с выполняем по формуле:

$$V_{CB} = \frac{\alpha_H \cdot I_{CB}}{3600 \cdot \rho \cdot F_K}, \quad (15)$$

где α_H – коэффициент наплавки, г/А·ч;

ρ – плотность основного металла, $\rho = 7,8$ г/см³

Расчет коэффициента наплавки выполняется по формулам:

При обратной полярности:

$$\alpha_H = 6,8 + 0,0702 \cdot I_{CB} \cdot d^{(-1,505)} \quad (16)$$

$$\alpha_H = 6,8 + 0,0702 \cdot 330 \cdot 2^{(-1,505)} = 15 \text{ г/А·ч}$$

$$V_{CB} = \frac{15 \cdot 330}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,28} = 0,6 \text{ см/с}$$

Расчет напряжения дуги U_d , В выполняем по формуле:

$$U_d = 20 + 0,05 \cdot \frac{I_{CB}}{\sqrt{d_3}} \quad (17)$$

$$U_d = 20 + 0,05 \cdot \frac{330}{\sqrt{2}} = 32 \pm 1 \text{ В}$$

Расчет погонной энергии сварки q_{II} Дж/см выполняем по формуле:

$$q_{II} = \frac{I_{CB} \cdot U_d \cdot \eta}{V_{CB}} \text{ Дж/см}, \quad (18)$$

где η – коэффициент КПД дуги, для сварки под флюсом $\eta = 0,8 \div 0,85$

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$q_{\text{п}} = \frac{330 \cdot 32 \cdot 0,8}{0,6} = 14080 \text{ Дж/см}$$

Расчет коэффициента провара $\psi_{\text{пр}}$, выполняем по формуле [Акулов, с.188]:

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

Коэффициент K' определяется в зависимости от значения плотности тока:

$$\text{Если } J \leq 120 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}, K' = 0,367 \cdot J^{0,1925}$$

$$\text{Если } J > 120 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}, K' = 0,92$$

$$\text{Так как } J = 47, \text{ то } K' = 0,367 \cdot J^{0,1925} = 0,77$$

$$\psi_{\text{пр}} = 0,77 \cdot (19 - 0,01 \cdot 330) \cdot \frac{2 \cdot 32}{330} = 2,3$$

Проверим глубину проплавления h , мм по формуле:

$$h = 0,076 \cdot \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\psi_{\text{пр}}}} \quad (20)$$

$$h = 0,076 \cdot \sqrt{\frac{14080}{2,3}} = 5,9 \text{ мм}$$

Фактическая глубина проплавления превышает заданное значение, но, т.к. соединение тавровое и прожог невозможен при данном режиме сварки примем в качестве рабочих параметров режима сварки со скоростью 21,6 м/ч и глубину проплавления 5,9 мм.

Рассчитаем скорость подачи проволоки $V_{\text{пп}}$, м/ч по формуле:

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot V_{\text{св}} \cdot F_k}{\pi d_3^2}, \quad (21)$$

где $V_{\text{св}}$ – скорость сварки в м/ч

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot 21,6 \cdot 0,28}{3,14 \cdot 4} = 190 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем вылет электродной проволоки l_3 , мм по формуле:

$$l_3 = 10d_3 \pm 2d_3 \text{ мм} \quad (22)$$

$$l_3 = 20 \pm 4 \text{ мм}$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 10.

Таблица 10 – Результаты расчетов режимов сварки под флюсом соединения Т1 для корневого шва

$I_{\text{св}}, \text{А}$	$d_3, \text{мм}$	$J, \text{А/мм}^2$	$V_{\text{св}}, \text{м/ч}$	$U_{\text{д}}, \text{В}$	$q_{\text{п}}, \text{Дж/см}$	$\psi_{\text{пр}}$	$h, \text{мм}$	$V_{\text{пп}}, \text{м/ч}$	$l_3, \text{мм}$
330 ± 5	2	105	21 ± 2	32 ± 2	14080	2,3	5,9	190	20 ± 4

1.6.4 Сварное соединение С2, выполняемое дуговой сваркой в среде защитных газов

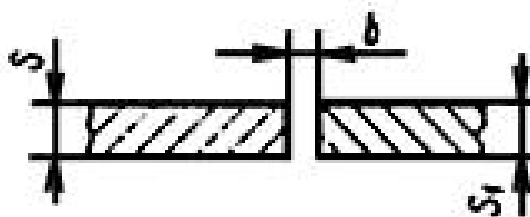


Рисунок 7 – Конструктивный элемент подготовленных кромок свариваемых изделий С2 ГОСТ 14771-76 [25]

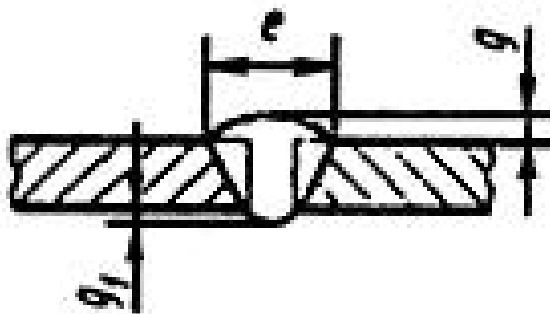


Рисунок 8 – Конструктивные элементы сварного шва С2

1.6.5 Расчёт режимов сварки в среде защитных газов

Расчет площади наплавленного металла:

$$F_H = (F_1 + F_2) \text{ мм}^2, \quad (23)$$

где F_1 – площадь выпуклости, мм²;

F_2 – площадь треугольника, мм²;

Площадь выпуклости рассчитывается по формуле:

$$F_1 = 0,73 \cdot e \cdot g \text{ мм}^2, \quad (24)$$

где e – длина усиления, равная 8,46, мм;

g – ширина усиления, мм.

Рассчитываем площадь выпуклости по формуле 24:

$$F_1 = 0,73 \cdot 8,46 \cdot 1,5 = 9,3 \text{ мм}^2$$

Площадь треугольника рассчитывается по формуле 25:

$$F_2 = \frac{k^2}{2} \cdot \text{tg } \alpha \text{ мм}^2, \quad (25)$$

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $k = 6$ – значение глубины скоса кромок, мм.

$$F_2 = \frac{36}{2} = 18 \text{ мм}^2$$

Площадь наплавленного металла составила формула (26):

$$F_H = 18 + 9,3 = 27,3 \text{ мм}^2 \quad (26)$$

Площадь наплавленного металла при сварке в среде защитных газов не-
большая, сварку будем выполнять в 1 проход. Площадь шва составит 28 мм^2 .

Рассчитаем силу сварочного тока, обеспечивающую заданную глубину
проплавления:

$$I_{\text{св}} = \frac{h_p}{k_h} \cdot 100 \text{ А}, \quad (27)$$

где h_p – необходимая глубина проплавления, мм;

k_h – коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от
условий проведения сварки. Т.к. диаметр электродной проволоки (d_3) равен
 $1,2 \text{ мм}$ и сварка производится в защитном газе, то коэффициент будет равен
 $2,1$. Глубина проплавления $h_p = 6 \text{ мм}$

Величина сварочного тока равна:

$$I_{\text{св}} = \frac{6}{3} \cdot 100 = 200 \text{ А}$$

Плотность тока:

$$j = \frac{4 \cdot I_{\text{св}}}{\pi \cdot d_3^2}, \text{ А/мм}^2 \quad (28)$$

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Находим плотность тока по формуле 28:

$$j = \frac{4 \cdot 286}{3,14 \cdot 1,2^2} = 253 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2},$$

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

π – математическая постоянная, равная 3,14;

$d_{\text{э}}$ – диаметр электродной проволоки, мм.

Коэффициент наплавки металла

Определяем коэффициент наплавки по формуле:

$$\alpha_{\text{Н}} = \alpha_{\text{р}} \cdot \frac{100 - \varphi_{\text{П}}}{100}, \text{ г/А} \cdot \text{ч}, \quad (29)$$

где $\alpha_{\text{р}}$ – коэффициент расплавления

$\varphi_{\text{П}}$ – потери эл. металла, равная 3,2 %

$$\alpha_{\text{р}} = 1,21 \cdot I_{\text{св}}^{0,32} \cdot l_{\text{э}}^{0,39} \cdot d_{\text{э}}^{(-0,64)}, \quad (30)$$

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

$$l_{\text{э}} = 10 \cdot d_{\text{э}} = 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ мм},$$

где $d_{\text{э}}$ – диаметр электродной проволоки, мм.

$$\alpha_{\text{р}} = 1,21 \cdot 286^{0,32} \cdot 12^{0,39} \cdot 1,2^{-0,64} = 17$$

Рассчитываю коэффициент наплавки по формуле 29:

$$\alpha_{\text{Н}} = 17 \cdot \frac{100 - 2}{100} = 15 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Скорость сварки

Рассчитываем скорость сварки по формуле:

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_{\text{н}} \cdot I_{\text{св}}}{\rho \cdot F_{\text{н}}} \text{ м/ч} \quad (31)$$
$$V_{\text{св}} = \frac{15 \cdot 286}{7,8 \cdot 28} = 27 \text{ м/ч}$$

где $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент расплавления, г/А·ч;
 $I_{\text{св}}$ – величина сварочного тока, А;
 ρ – плотность металла, равная 7,8 г/см³;
 $F_{\text{н}}$ – площадь наплавленного металла, см².

Напряжение на дуге

Напряжение на дуге $U_{\text{д}}$ рассчитывается по формуле:

$$U_{\text{д}} = 14 + 0,05 \cdot I_{\text{св}} \text{ В}, \quad (32)$$

где $I_{\text{св}}$ – величина сварочного тока, А.

$$U_{\text{д}} = 14 + 0,05 \cdot 286 = 28 \text{ В}$$

Погонная энергия

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

$$q_{\text{п}} = \frac{I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta}{V_{\text{св}}} \text{ Дж/м}, \quad (33)$$

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

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

U_d – величина напряжения на дуге, В;

η – эффективный тепловой КПД дуги, равный 0,7;

$V_{св}$ – скорость сварки, см/с.

$$q_{п} = \frac{286 \cdot 28 \cdot 0,75}{19,6} = 306 \text{ Дж/м}$$

Коэффициент формы провара

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

$$\psi_{пр} = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot \frac{d_{э} \cdot U_d}{I_{св}} \quad (34)$$

где K' - коэффициент

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

$d_{э}$ – диаметр электродной проволоки, мм;

U_d – напряжение на дуге, В.

Коэффициент K' рассчитывается по формуле:

$$K' = 0,367 \cdot j^{0,1925} = 0,367 \cdot 2,9 = 1, \quad (35)$$

где j – плотность тока, А/мм².

Коэффициент формы провара будет равен по формуле 34:

$$\psi_{пр} = 2$$

Фактическая глубина проплавления

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Фактическая глубина проплавления рассчитывается по формуле:

$$h = 0,081 \cdot \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\psi_{\text{пр}}}} \text{ мм}, \quad (36)$$

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

$\psi_{\text{пр}}$ – коэффициент формы провара.

$$h = 0,081 \cdot \sqrt{\frac{306}{2}} = 8,3 \text{ мм}$$

Расчет скорости подачи сварной проволоки

Расчет скорости подачи сварочной проволоки производится по формуле:

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot V_{\text{св}} \cdot F_{\text{н}} \cdot (1 + 0,01 \cdot \varphi_{\text{п}})}{\pi \cdot d_{\text{з}}^2} \text{ м/ч} \quad (37)$$

Рассчитываем скорость подачи сварочной проволоки по формуле 37:

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot 19,6 \cdot 28 \cdot (1 + 0,01 \cdot 3,2)}{3,14 \cdot 1,2^2} = 273 \text{ м/ч}$$

Все характеристики режимов сварки представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Результаты расчётов режимов сварки в среде защитных газов

Количество проходов	$F_{\text{н}}$, мм ²	$I_{\text{св}}$, А	$d_{\text{з}}$, мм	j , А/мм ²	$V_{\text{св}}$, м/ч	$U_{\text{д}}$, В	$q_{\text{п}}$, Дж/м	$\Psi_{\text{пр}}$	h , мм	$V_{\text{пп}}$, м/ч	$l_{\text{з}}$, мм
1	28	286±5	1,2	253	27±3	28±2	306	2	8,3	273	12±2

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

1.7 Оборудование для сборки-сварки стеллажа

1.7.1 Заготовительные операции

В заготовительные операции входят: правка металла, резка, очистка, разделка кромок [10].

Технологический процесс заготовки деталей изделий из проката начинается с подбора металла по размерам и маркам стали. Металл, поступающий с металлургических заводов, заготовки после резки и других заготовительных операций, требует правки. Вследствие неравномерного остывания, после прокатки металл деформируется, получает дополнительную деформацию при вырезке деталей.

Правка деформированного металла осуществляется путем создания местной пластической деформации и может производиться в холодном стоянии или при предварительном подогреве.

Разметка - это процесс нанесения на металл в натуральную величину контура детали. В процессе разметки необходимые указания по обработке наносят на металл с использованием мерительного и специального инструмента: металлических рулеток, линеек, чертилок, угольников, молотков и др. Качество разметки во многом зависит от точности мерительного инструмента.

Резка металла может быть заготовительная и как операция изготовления деталей без последующей механической обработки. Листовой металл режут на пресс-ножницах, гильотинных, дисковых и виброножницах.

Очистка листовой стали, поверхностей цветных металлов, деталей от загрязнений является трудоемкой операцией. Существуют следующие спосо-

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

бы очистки металла: ручным инструментом, механическими щетками, пескоструйный способ.

1.7.2 Оборудование, приспособления, инструмент для выполнения заготовительных операций

Балка коробчатого сечения в данной работе будет изготавливаться из листов стали 16ГС толщиной 6 мм.

Чтобы листовой прокат попал в производство, он должен пройти: правку, резку, обработку кромок, очистку и разметку.

Кран - балка подвесная грузоподъёмностью 2 т.

Кран - балка 2 т относится к мостовым кранам, отличаясь при этом от мощных моделей небольшой массой конструкции и ограниченной грузоподъёмностью. В большинстве случаев краны этого вида предназначены для проведения работ в небольших помещениях. Кран-балка 2 т является надежным оборудованием, позволяющем в значительной мере оптимизировать работы производств и складов в плане перемещения штучных грузов весом до двух тонн.

Цикл работы кран балок состоит из четырех этапов, а именно:

- Захват груза;
- Передвижение по заданному пути;
- Разгрузка;
- Возврата в начальное положение.

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 9 – Кран-балка подвесная

Таблица 12 – Технические характеристики кран – балки [12]

Грузоподъёмность, т	2
Длина, м	12
Масса конструкции, кг	1520

Листоправильная машина LP4

1. Устройство листоправильной машины:

Силовая часть состоит из базы, редуктора, электродвигателя, муфты, делителя мощности, шарнира, защиты, универсального шарнира и т.д.

Прижимающая часть состоит из базы, стальной литой рамы, корпуса нижнего подшипника, корпуса подшипника скольжения, валков (9 шт), верхней поддерживающей рамы, поперечины, верхнего/нижнего поддерживающего ролика (по две пары на каждый), устройство подъема/опускания валков включает два электродвигателя и насос для ручной смазки станка.



Рисунок 10 – Листоправильная машина LP-4

Таблица 13 – Технические характеристики LP4 [13]

Ширина листа, мм	2000
Толщина листа, мм	6-40
Материал валков	42 CrMo
Твердость валков HRC	52-56
Точность правки мм/м ²	1
Диаметр валков	355
Количество валков	9
Мощность двигателя кВт	220
Скорость правки м/мин	15

Аппарат пескоструйный с дистанционным управлением DBS-25 RC Contracor

Область применения.

Абразивоструйная очистка металлических конструкций и сооружений, бетонных поверхностей.

Степень очистки до SA-3,0.

Производительность до 15 м²/ч. Предназначен для работы с любым сухим песком фракцией до 3,5 мм.



Рисунок 11 - Аппарат пескоструйный с дистанционным управлением
DBS-25 RC Contracor

Таблица 14 – Технические характеристики аппарата [13]

Максимальное рабочее давление, бар	12
Емкость бака (резервуара), литр	25
Рабочая температура, °С	-10/50
Диаметр бака, мм	306
Высота, мм	960
Вес, кг	46

TDJ1250 ленточнопильный станок с ЧПУ с разворотом пильной рамы

Машина главным образом используется для резки двутавровых балок, швеллеров, труб и других профилей из металла.



Рисунок 12 - Ленточнопильный станок с ЧПУ с разворотом пильной ра-
мы

Таблица 15 – Технические характеристики ленточнопильного станка [15]

Модель	DJ1250
Размеры двутавровой балки при разрезе под углом 0° (высота двутавра х ширина полки, мм)	Макс. 1250 х 600
	Мин. 200 х 75
Стандартное пильное полотно, мм	T:1.6 W:67 L:9300
Скорость ленточной пилы, м/мин	20 ~ 100
Высота рабочего стола, мм	800
Скорость подачи	Программно регулируется
Угол наклона	0°~ 45°
Мощность главного двигателя, кВт	15
Мощность гидравлики, кВт	5.5
Гидромотор главного зажима, мл/об	100
Гидромотор переднего зажима, мл/об	100
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	Около 4400 х 2300 х 2800
Вес машины, кг	Около 11000

Угловая шлифмашина Metabo W 750-125 601231010

Угловая шлифмашина Metabo W 750-125 601231010 используется для шлифования, резания и зачистки изделий из металла и прочих материалов. Смена шлифовальных дисков осуществляется быстро и безопасно благодаря блокировке шпинделя. Дополнительная рукоятка может быть установлена в двух положениях для удобства работы оператора. Инструмент оснащен кожухом, защищающим пользователя от искр и пыли.



Рисунок 13 - Metabo W 750-125 601231010

Таблица 16 - Технические характеристики Metabo [14]

Мощность, Вт	750
Быстрозажимная гайка SDS	Нет
Комплектация:	Коробка
Вес:	1.8 кг
Наличие виброручки:	Нет
Длина кабеля:	2.5 м
Суперфланец:	Нет
Защита от непреднамеренного пуска:	Нет
Работа по бетону (камню)	Есть
Поддержание постоянных оборотов под нагрузкой:	Нет

Машина для плазменной резки ESAB EAGLE 2000

Преимущества:

- Полный спектр возможностей плазменной резки с исключительно благоприятным соотношением «затраты-выгоды»;
- Рациональная, компактная конструкция машины;
- Впечатляющие параметры ускорения и замедления.



Рисунок 14 - Машина для плазменной резки ESAB EAGLE 2000

Таблица 17 – Технические характеристики ESAB EAGLE 2000 [17]

EAGLE	2000
Ширина колеи в мм	2000
Рекомендуемая ширина плиты в мм	1500
Ширина машины в мм	2950
Длина резки в мм	LL*./2000
Процессы резки	Плазменная
Технология плазменной резки	
Толщина резки** в мм	До 30
Число резаков	1
Макс. Скорость позиционир., в мм/мин	35000

Окончание таблицы 17

1	2
Длина машины в мм	1600
Высота машины в мм	1700
Высота стола резки в мм	700
Напряжение питающей сети	230 В/ 50/60 Гц
Потребляемая мощность	2 кВт

1.7.3 Оборудование для сварки

Сварочный автомат для сварки под флюсом КА 4-UPDG

Сварочный автомат Kjellberg КА 4-UPDG для сварки под флюсом оснащен двухшарнирными рукавами. Этот автомат очень эффективно сваривает одновременно два угловых шва. Самодвижущаяся тележка сварочного автомата имеет привод на все колеса, регулируемый на основе тахометра. Тем самым обеспечивается высокая степень мобильности.

Модульная конструкция серии КА позволяет гибко приспособлять автомат КА 4-UPDG к различным задачам сварки. Предварительная настройка сварочного тока, напряжения дуги и скорости сварки в зависимости от применяемого источника питания и встроенная автоматика зажигания и отрыва облегчают работу с автоматом. Фазы заполнения начального и конечного кратера настраиваются отдельно.

Компактная конструкция автомата КА 4-UPDG с двойными шарнирами позволяет катить его непосредственно по свариваемой детали. В качестве направляющей можно использовать профильные рельсы.

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 15 - Сварочный трактор КА 4-UPDG

Таблица 18 – Технические характеристики сварочного трактора [18]

Наименование	Сварка под флюсом
Макс, ток при ПВ100%, А	2 x 600
Диаметр проволоки, мм	2 x 1,6 - 2,5
Скорость подачи проволоки, м/мин	0,2 - 4,0
Высота портала, мм	800
Ширина портала, мм	400
Масса, кг	60
Габаритные размеры, мм	955 x 950 x 1035

Источник тока для сварки под флюсом GTН 802

Передвижной выпрямитель GTН 802 для сварки под флюсом поставляет постоянный ток до 800 А с постоянной характеристикой напряжения. В сочетании со сварочными автоматами Kjellberg КА имеется возможность бесступенчатого регулирования и перенятия заданных значений для всего сварочного процесса. При этом компенсируются колебания напряжения величиной до 10 %.

Этот источник тока серийно оснащается встроенной системой компенсации реактивной мощности для подключения к сетевым розеткам на 63 А.

Высококачественное исполнение делает GTН 802 идеальным источником тока для механизированной, частично автоматизированной и полностью

автоматизированной сварки при изготовлении топливохранилищ и котлов, в судостроении, мостостроении и при промышленном монтаже.

ГТН 802 имеет прочное шасси. Четыре подъемные проушины облегчают мобильное применение выпрямителя. Защищенная от пыли электроника и серийно устанавливаемая розетка для дистанционного регулятора дают дополнительную свободу при сварке под флюсом.

ГТН 802 отличается надежным процессом зажигания и спокойной дугой. Процесс удобно контролируется благодаря цифровым индикаторам. Гальваническая развязка системы управления и термозащитный выключатель обеспечивают высокую эксплуатационную надежность при сварке под флюсом.

1. Интерфейс с гальванической развязкой для сигналов внешнего управления (например, при использовании на промышленных роботах или направляющих машинах)
2. Подключение к коммуникационным сетям
3. Стационарное исполнение



Рисунок 16 - ГТН 802

Таблица 19 – Технические характеристики GTH 802 [19]

Источник питания	GTH 802
Диапазон сварочного тока	80 А 18 В – 800 А 44 В
отн. длительность включения 100%	720 А 34 В
отн. длительность включения 80%	800 А 44 В
Размеры (Д x Ш x В)	980 x 720 x 1000 мм
Масса	319 кг

Сварочный инверторный аппарат EWM Phoenix 355 Puls

Сварочный аппарат для импульсной полуавтоматической сварки MiG/MAG, стандартной полуавтоматической сварки MiG/MAG, сварки покрытым электродом MMA и сварки неплавящимся электродом TIG DC.

Сварочный аппарат PHOENIX 355 PROGRESS PULS принадлежит к моделям инновационных сварочных аппаратов нового поколения, разработанного на основе надёжной и испытанной инверторной технологии EWM. Область применения аппарата охватывает весь спектр производственных задач, обеспечивая высокое качество сварки многих материалов и сплавов.

Сварочный аппарат PHOENIX 355 PROGRESS PULS имеет возможность осуществлять сварочный процесс по технологии EWM forceArc, которая качественным образом преобразует Mig/Mag сварку за счёт использования ресурса источника питания EWM и максимального использования энергии дуги. EWM forceArc позволяет увеличить производительность и сократить производственные расходы до 50%.



Рисунок 17 - Сварочный инверторный аппарат EWM Phoenix 355 Puls

Таблица 20 – Технические характеристики EWM Phoenix 355 Puls [20]

Характеристика	Значение
Сетевое напряжение, В	400 В (-25%;+20%)
Диапазон регулирования сварочного тока при, А	5-350
Сила тока при ПВ 60% (t окр. ср. 40°C), А	300
Сила тока при ПВ100% (t окр. ср. 40°C), А	250
Частота тока в сети, Гц	50/60
Сетевой предохранитель	3x16А
Максимальная потребляемая мощность, кВА	14
Рекомендуемая мощность генератора, кВА	20
COS φ	0,99
Количество роликов в подающем механизме	4 (østd. 1,0-1,2 мм)
Скорость подачи проволоки, м/мин	0,5-24
Класс защиты	IP 23
Класс изоляции	H
Подключение горелки	EURO CENTRAL
Габаритные размеры, мм	625 x 300 x 485
Вес, кг	35,5

Технологические преимущества инверторных сварочных аппаратов:

- минимальное разбрызгивание;
- сварка короткой дугой;
- сварка плохо свариваемых сталей;
- минимальный перегрев свариваемого изделия;
- высокие КПД и быстродействие;
- меньшие габариты по сравнению со сварочными трансформаторами;

ми;

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- для получения качественных швов не требуется высокой квалификации сварщика.

Инверторные сварочные аппараты также называют сварочными инверторами.

1.8 Контроль качества изделия

Контроль качества сварных швов – необходимая процедура для определения качества металлоконструкции [6].

Если шов недостаточно плотный, с нарушенной герметичностью и другими деформациями – все это неминуемо скажется на сроке эксплуатации металлоконструкции.

Пригодность изделия к эксплуатации, определение соответствия шва нормам производится по ГОСТ 30242-97.

Чтобы обнаружить дефекты сварного шва применяются следующие способы:

1. Визуальный осмотр – проводится с применением увеличительных приборов, измерительных приборов;
2. Цветная дефектоскопия – основан на изменении цвета специального материала при соприкосновении с текучим материалом, например, с керосином;
3. Магнитный метод – измерение искажения магнитных волн;
4. Ультразвуковой метод – применение ультразвуковых дефектоскопов, измеряющих отражение звуковых волн;
5. Радиационный метод – просвечивание сварных швов рентгеном и получение снимка со всеми деталями дефекта.

В данном проекте для контроля качества сварных швов применяется визуальный осмотр, такое решение диктуется областью применения стеллажа для промышленного склада, конструкция носит неотвественный характер.

1.8.1 Визуальный осмотр

При визуальном и измерительном контроле должно быть установлено отсутствие в сварных швах наружных дефектов: трещин в шве и околошовной зоне, непроваров, прожогов, свищей, незаваренных кратеров, наплывов, протекнов металла, несоответствие формы и размеров сварного шва, местных скоплений пор и включений.

1.8.2 Условия контроля и технические средства

Освещенность поверхности должна составлять не менее 350 люкс, рекомендуется 500 люкс.

При контроле следует обеспечить расстояние от глаз до поверхности примерно 600 мм и угол зрения не менее 30° (рисунок 18).

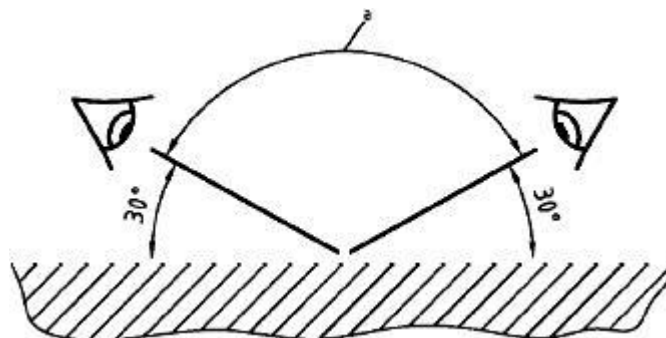


Рисунок 18 - Доступ для контроля

ГОСТ Р ИСО 17637-2014 Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением.

Следует учитывать возможность дистанционного контроля с использованием зеркал, перископов, волоконных оптических кабелей или камер, если доступ для контроля в соответствии с рисунком 18 невозможен или дистанционный контроль предписан в применяемом стандарте.

Для выявления дефектов может использоваться дополнительный источник света, чтобы увеличить контрастность и четкость.

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Если результат визуального контроля подвергается сомнению, его следует дополнить другими методами неразрушающего контроля.

Примеры технических средств для проведения визуального контроля приведены в приложении А.

1.8.3 Квалификация персонала

Визуальный контроль сварных соединений и оценка его результатов для окончательной приемки должны проводиться квалифицированным персоналом. Рекомендуется, чтобы персонал был аттестован в соответствии с ИСО 9712 или аналогичным ему стандартом, действующим в конкретной отрасли промышленности [28].

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 Методический раздел

Целью методической части выпускной квалификационной работы является разработка возможности использования результатов проектирования для повышения рабочими квалификации. В разрабатываемом проекте производится преобразование рабочих по профессии «Сварщик ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом (РД) простых деталей неотчетственных конструкций» в «Сварщика-оператора полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки». Изучение профессиональных стандартов, подводит к выводу, о необходимости разработки программы переподготовки рабочих, в связи с тем, что сварщику ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом не хватит знаний и умений для работы на автоматическом оборудовании для автоматической сварки под флюсом, также для этого нужна квалификация третьего, а не второго уровня.

Для такого вида профессиональной подготовки необходимо разработать учебно-программную документацию, включающую в себя учебный план, тематический план, план-конспекты уроков теоретического и производственного обучения.

Для разработки программы переподготовки необходимо изучить и проанализировать такие нормативные документы как «Профессиональные стандарты».

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) [29].
2. Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109, рег. №

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Продолжение таблицы 21

1	2	3
		<p>6. Выполняет полностью механизированной или автоматической сварки плавлением.</p> <p>Извлечение сварной конструкции из сборочных приспособлений и технологической оснастки;</p> <p>7. Контроль с применением измерительного инструмента сварной конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации;</p> <p>8. Исправление дефектов сварных соединений, обнаруженных в результате контроля</p> <p>Контроль исправления дефектов сварных соединений.</p>
<p>Необходимые умения:</p>	<p>Владеть необходимыми умениями, предусмотренными трудовой функцией по коду А/01.2 настоящего профессионального стандарта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проверять работоспособность и исправность оборудования для РД; 2. Настраивать сварочное оборудование для РД; 3. Выбирать пространственное положение сварного шва для РД; 4. Владеть техникой предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева металла в соответствии с требованиями производственно-технологической документации по сварке; 5. Владеть техникой РД простых деталей неотчетливых конструкций в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва; 6. Контролировать с применением измерительного инструмента сваренные РД детали на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку; 2. Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку; 3. Пользоваться техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов; 4. Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования

Продолжение таблицы 21

1	2	3
	<p>сварке;</p> <p>7. Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.</p>	<p>или при неудовлетворительном качестве сварного соединения;</p> <p>5. Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации;</p> <p>6. Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.</p>
<p>Необходимые знания</p>	<p>Необходимые знания, предусмотренные трудовой функцией по коду А/01.2 настоящего профессионального стандарта:</p> <p>1. Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых РД, и обозначение их на чертежах;</p> <p>2. Основные группы и марки материалов, свариваемых РД;</p> <p>3. Сварочные (наплавочные) материалы для РД;</p> <p>4. Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для РД, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их и область применения;</p> <p>5. Техника и технология РД для сварки простых деталей неотчетливых конструкций в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва. Дуговая резка простых деталей;</p> <p>6. Выбор режима подогрева и порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла;</p> <p>7. Причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых (наплавляемых) изделиях;</p> <p>8. Причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления.</p>	<p>1. Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах;</p> <p>2. Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов;</p> <p>3. Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением;</p> <p>4. Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением;</p> <p>5. Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением;</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 21

1	2	3
		<p>6. Требования к сборке конструкции под сварку;</p> <p>7. Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением;</p> <p>8. Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля;</p> <p>9. Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения;</p> <p>10. Правила технической эксплуатации электроустановок;</p> <p>11. Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ;</p> <p>12. Правила эксплуатации газовых баллонов;</p> <p>13. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.</p>
<p>Другие характеристики</p>	<p>Область распространения РД в соответствии с данной трудовой функцией:</p> <p>1. Сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную: сварка ручная дуговая плавящимся электродом; резка воздушно-дуговая; резка кислородно-дуговая;</p> <p>Сварочный процесс: сварка ручная дуговая ванная покрытым электродом.</p> <p>2. Характеристики выполняемых работ:</p> <p>прихватка элементов конструкции РД во всех пространственных положениях сварного шва, кроме потолочного;</p> <p>РД в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва простых деталей из углеродистых и конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов, предназначенных для работы под статическими нагрузками;</p> <p>наплавка простых деталей,</p>	<p>Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией:</p> <p>1. Сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой;</p> <p>2. Сварка дуговая под флюсом ленточным электродом;</p>

Окончание таблицы 21

1	2	3
	<p>изношенных простых инструментов из углеродистых и конструкционных сталей;</p> <p>устранение наружных дефектов зачисткой и сваркой (пор, шлаковых включений, подрезов, наплывов и т.д., кроме трещин);</p> <p>Дуговая резка простых деталей.</p> <p>3. Рекомендуемое наименование профессии: сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом.</p> <p>4. Наименование квалификационного сертификата, выдаваемого по данной трудовой функции: сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом, 2-й квалификационный уровень.</p>	

Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом» и «Оператор автоматической сварки плавлением» является следующее:

Необходимые знания: технологии, техники и оборудования автоматической сварки плавлением.

Необходимые умения:

- Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования;
- Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку;
- Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки;
- Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования;
- Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций;
- Исправлять выявленные дефекты сварных соединений;

- Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах;
- Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов;
- Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением;
- Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением;
- Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением;
- Требования к сборке конструкции под сварку;
- Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением;
- Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля;
- Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения;
- Правила технической эксплуатации электроустановок;
- Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ;
- Правила эксплуатации газовых баллонов;
- Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.

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.

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.3 Разработка учебного плана программы 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 22.

Таблица 22 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ		
1.1	Основы экономики отрасли	6
1.2	Материаловедение	6
1.3	Основы электротехника	6
1.4	Чтение чертежей	8
1.5	Спецтехнология	32
2. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ		

Окончание таблицы 22

2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	10
2.2	Работа на предприятии	92
	Консультации	8
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	176

Длительность обучения – 1 месяц

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

2.4 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 представленного в таблице 23.

Таблица 23 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Источники питания для автоматической сварки плавлением	2
2	Стандартное механическое оборудование	2
3	Оборудование для автоматической сварки плавлением	6
3.1	Устройство и основные узлы сварочного автомата	9
3.2	Типовые конструкции сварочной головки	3
4	Технология автоматической сварки	18
4.1	Сварочные материалы, используемые при автоматической сварке	4
4.2	Особенности автоматической сварки	4
4.3	Режимы автоматической сварки	4
5	Контроль качества сварных швов	2
6	Техника безопасности при работе на автоматических сварочных установках	2
	Итого:	32

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

2.5 Разработка план-конспекта урока теоретического обучения

Тема урока: «Устройство сварочного трактора КА 4-UPDG».

Цели урока:

Обучающая: рассмотрение и изучение устройства и основных узлов сварочного трактора КА 4-UPDG, его назначение. Проверить уровень усвоения нового материала и первично закрепить.

Развивающая: развитие технического и логического мышления, памяти, внимания.

Воспитательная: воспитание аккуратности, интереса к предмету и профессии, ответственности и бережного отношения к оборудованию.

Тип урока: урок новых знаний.

Методы обучения: словесный (дискуссия, лекция), наглядный, объяснительно-иллюстративный.

Средства обучения: парты, плакат сварочного трактора КА4-UPDG, тетради, ручки, меловая доска.

Структура урока:

1. Организационная часть;
2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала:
Сообщение темы и целей занятия;
Актуализация опорных знаний;
3. Изложение нового материала;
4. Первичное закрепление изученного материала;
5. Заключительный этап.

Таблица 24 – План-конспект урока

Этапы урока	Содержание урока	Методическая деятельность преподавателя и обучающихся
1. Организационная часть: (5 минут)	Здравствуйтесь. Меня зовут Гертнер Элеонора Эдуардовна. Займите свои места, пожалуйста, и освободите стол от лишних предметов, в том числе и телефонов, нам они не понадобятся в ходе занятия. Давайте проверим присутствующих.	Взаимное приветствие обучающихся и преподавателя, проверка посещаемости группы, подготовка рабочего места к началу занятия.
2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала: (5 минут)	<p>Автоматизация и механизация процесса дуговой сварки может быть признан одной из важнейших задач современной сварочной техники. Ручная дуговая сварка слишком трудоемка, требует большого количества квалифицированных кадров, сравнительно дорога, и, естественно, не может обеспечить однородность продукции, а так как последующий контроль качества сварки затруднителен, недостаточно надежен и не всегда выполним, то доверие к качеству сварки снижается и заведомо уменьшаются допускаемые напряжения для сварных швов.</p> <p>В механизации дуговой электросварки за последние годы достигнуты такие успехи, что уже сейчас этот процесс по степени механизации основных операций может считаться одним из наиболее передовых и прогрессивных технологических процессов металлообработки. Поэтому изучение темы занятия очень важно. Посмотрите на доску и перепишите тему: «Устройство и принцип работы сварочного трактора КА 4-UPDG» в тетрадь, также ознакомьтесь с планом урока.</p>	<p>Методы формирования познавательного интереса. Пробуждение у обучающихся интереса к занятию и профессии.</p> <p>Переписывание темы урока и плана с доски в тетради.</p>
3. Изложение нового материала: (25 минут)	<p>Автоматы для дуговой сварки плавящимся электродом осуществляют зажигание дуги, подачу электродной проволоки, флюса или защитного газа в зону дуги, управление процессом сварки в рабочем режиме, перемещение сварочного аппарата и окончание процесса сварки. Автоматы конструктивно выполнены с учетом быстрого реагирования на колебания напряжений питающей сети, изменение скорости подачи электродной проволоки и т.п.</p> <p>Запишите в тетради классификацию автоматов для дуговой сварки плавлением.</p> <p>Автоматы для дуговой сварки плавящимся электродом классифицируют по следующим признакам:</p>	<p>Излагаю новый материал словесным методом.</p> <p>Диктую классификацию автоматов для дуговой сварки под запись. Слежу за написанием конспектов</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 24

1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> • Способу защиты зоны дуги (автоматы для сварки: Ф – под флюсом, Г – в защитных газах, ФГ – в защитных газах и под флюсом); • Роду применяемого сварочного тока (для сварки постоянным, переменным, переменным и постоянным током); • Способу охлаждения (с естественным охлаждением токопроводящей части сварочной головки и сопла, с принудительным охлаждением – водяным или газовым); • Способу регулирования скорости подачи электродной проволоки (с плавным регулированием, с плавно-ступенчатым, со ступенчатым); • Способу регулирования скорости сварки (с плавным, плавно-ступенчатым и ступенчатым регулированием); • Способу подачи электродной проволоки (с независимой и с зависимой от напряжения на дуге подачей); • Конструктивному выполнению (сварочные тракторы, самоходные и подвесные сварочные головки, установки для механизированной сварки). <p>Обратите внимание на плакат и по ходу занятия заполните подробную характеристику данного автомата на отдельном листке.</p> <p>Сварочный автомат KjellbergKA 4-UPDG для сварки под флюсом оснащён двухшарнирными рукавами. Этот автомат очень эффективно сваривает одновременно два угловых шва. Самодвижущая тележка сварочного автомата имеет привод на все колёса, регулируемый на основе тахометра. <i>Тахометр</i> - измерительный прибор, предназначенный для измерения частоты вращения различных вращающихся деталей, таких как роторы, валы, диски и др., в различных агрегатах, машинах и механизмах. Тем самым обеспечивается высокая степень мобильности.</p> <p>Модульная конструкция серии КА позволяет гибко приспособлять автомат КА 4-UPDG к различным задачам сварки. Предварительная настройка сварочного тока,</p>	<p>Рассказ нового пункта. Хожу по аудитории, диктую задание урока под запись. Подхожу к плакату, обращаю внимание на изображение сварочного трактора.</p> <p>Диктую определение «Тахометр».</p> <p>Рассказываю о конструкции сварочного автомата КА 4-UPDG.</p>

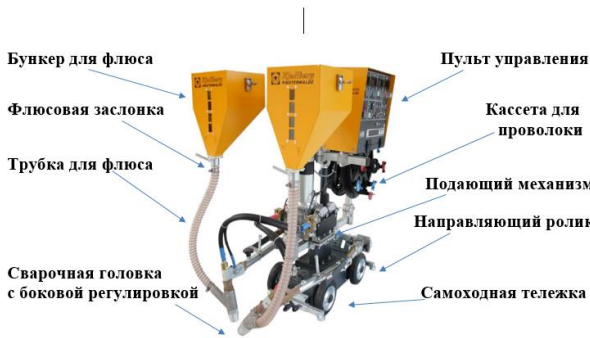
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 24

1	2	3
	<p>напряжения дуги и скорости сварки в зависимости от применяемого источника питания и встроенная автоматика зажигания и отрыва облегчает работу с автоматом. Фазы заполнения начального и конечного кратера настраиваются отдельно.</p> <p>Компактная конструкция автомата КА 4-UPDG с двойными шарнирами позволяет катить его непосредственно по свариваемой детали. В качестве направляющей можно использовать профильные рельсы.</p> <p>Сварочный автомат данной модели повышает производительность сварки благодаря одновременному использованию двух сварочных головок.</p> <p>Аппарат может легко перемещаться как по поверхности детали, так и по направляющим рельсам. Сварочный автомат нашёл широкое применение в массовом производстве сварных изделий, где оборудование перестраивают редко. При параллельной сварке в разные стороны устройство смещения двухдугового автомата обеспечивает возможность перемещения сварочных головок в противоположные стороны. Обратите внимание на плакат сварочный трактор Kjellberg КА 4-UPDG изготовлен из унифицированных узлов: Сварочные полуавтоматы и автоматы разрабатывают с использованием унифицированных(взаимозаменяемых) узлов. Это позволяет с наименьшими затратами быстро настроить аппарат при изменении технологического процесса сварки, улучшить ремонтоспособность кассеты и крестовины для электродной проволоки, самоходной тележки, подающего механизма, флюсовой аппаратуры, сварочной головки, пульта управления и др.</p> <p>Система управления автомата обеспечивает управление электроприводами соответствующих механизмов перемещения сварочных головок по принятой циклограмме и возможность ее изменения. Конструкция сварочного трактора Kjellberg КА 4-UPDG позволяет корректировать положение сварочных головок в поперечном направлении относительно сварного шва, а также ее поворот относительно продольной оси в ту или другую сторону. При сварке</p>	<p>Обращаю внимание на слово «унифицированные» и объясняю значение. Продолжаю изложение материала о сварочном тракторе.</p> <p>Хожу по аудитории во время диктовки и жестикюляции, слежу за записью информации.</p> <p>Подхожу к плакату и наглядно показываю и рассказываю об основных частях сварочного трактора КА 4 – UPDG.</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Окончание таблицы 24

1	2	3
	<p>угловых соединений сварочные головки могут изменять положения наклона в ту или другую сторону относительно оси электродвигателя подающего механизма. Все элементы управления сварочным процессом и перемещением трактора расположены на пульте. Автомат обеспечивает плавное регулирование скорости подачи электродной проволоки и скорости сварки, а также стабилизацию этих скоростей.</p> <p>Давайте рассмотрим на плакате из каких составляющих состоит сварочный трактор данной модели и его характеристики:</p> <p style="text-align: center;">СВАРОЧНЫЙ ТРАКТОР ESAB KA 4-UPDG</p>  <p style="text-align: center;">Плакат – сварочный трактор Kjellberg KA 4-UPDG</p>	
<p>4. Первичное закрепление материала: (5 минут)</p>	<p>Задаю устные вопросы группе:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. По каким признакам автоматы для дуговой сварки плавящимся электродом классифицируют? 2. Из каких основных частей состоит сварочный трактор KA 4-UPDG? 3. Тахометр – это...? 4. Что значит «унифицированные узлы» в полуавтоматах и автоматах? 	<p>Провожу фронтальный опрос. Предлагаю ответить на вопросы по желанию, в случае отказа, спрашиваю по списку, остальные внимательно слушают, анализируют, дополняют.</p>
<p>5. Заключение. (5 минут)</p>	<p>Домашним заданием будет повторение лекций, прочитать главу о сварочных автоматах в учебнике В.С. Виноградова «Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки» для общего ознакомления, также повторить конспект и посмотреть на сайтах информацию о сварочном тракторе KjellbergKA 4-UPDG для закрепления.</p> <p>Хорошего Вам дня, до свидания.</p>	<p>Записываю отвечающих студентов для общего рейтинга. Выдаю домашнее задание и проверяю его запись в тетради. Прощаюсь.</p>

Постоянно меняющиеся условия российского рынка труда, технические усовершенствования, растущая конкуренция заставляет каждого рабочего доказывать свою профессиональную пригодность. Это является основной причиной возрастающей популяризации дополнительного профессионального образования, позволяющего повысить квалификацию или пройти профессиональную подготовку и получить квалификацию, дающую право работать в новой сфере деятельности.

Методическая часть выпускной квалификационной работы является самостоятельной творческой деятельностью педагога профессионального образования. Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали профессиональные стандарты рабочих по профессии «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом» и «Оператор автоматической сварки плавлением»;
- составили учебный план для профессиональной переподготовки сварщиков ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом на операторов 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», её содержание способствует решению основной задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем дипломном проекте разработана технология сборки-сварки стеллажа для промышленного склада из балок коробчатого сечения. Подобрана сталь, проектируемый способ сварки, произведены необходимые расчёты для режимов сварки, выбрано сборочное и сварочное оборудование, разработана технология сборки и сварки металлоконструкции, выбран контроль для готового сварного изделия.

В методической части представлена программа переподготовки квалифицированных кадров. Разработаны учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» на основании анализа профессиональных стандартов, тематический план и план-конспект урока.

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зубченко А.С. Марочник сталей и сплавов / А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2001. – 375 с.
2. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. – М.: Машиностроение, 1977.
3. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений: учебник для студ. Учреждений сред. проф. образования / В.В. Овчинников. – 2-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 208 с.
4. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления / А.Г. Крампит, Н.Ю. Крампит. – ЮТИ ТПУ. 2008 – 95 с.
5. Маслов Б.Г. Производство сварных конструкций: учебник для студ. Учреждений сред. проф. образования / Б.Г. Маслов, А.П. Выборнов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 256 с.
6. Справочник электрогазосварщика и газорезчика: Учеб. пособие для нач. проф. образования / Г.Г. Чернышов, Г.В. Полевой, А.П. Выборнов и др.; Под ред. Г.Г. Чернышова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 400 с.
7. Бельфор М.Г. Оборудование для дуговой и шлаковой сварки и наплавки: учебное пособие / М.Г. Бельфор, В.Е. Патон. – М.: «Высшая школа», 1974. – 256 с.
8. Милютин В.С. Источники питания для сварки / В.С. Милютин, М.П. Шалимов, С.М. Шанчуров. – М.: Айрис-пресс, 2007. – 384 с.
9. Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А.В. Коновалов, А.С. Куркин, Э.Л. Макаров [и др.]; под ред. В.М. Неровного. – М.: Издательство МГТУ, 2007. – 313 с.
10. Чернилевский, Д.В. Технология обучения: учебное пособие / Д.В. Чернилевский, О.К. Филатов; под ред. В.Д. Чернилевского. – М.: Эксперт, 2006. – 218 с.

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

11. Эрганова Н.Е. Методика профессионального обучения: учебное пособие. / М.П. Горчакова-Сибирская. – М.: Академия, 2007. – 98 с.
12. РемОснастка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://remosnastka.ru/oborudovanie/kranu-mostovye/kran-balki-podvesnye/kran-mostovoyu-podvesnoy-2-tn.html> (Дата обращения 29.05.2019).
13. СтанкоСнаб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.stanki-snab.ru/catalog/kuznechno-pressovoe-oborudovanie/listopravilnaya-mashina/> (Дата обращения 29.05.2019).
14. Анкор. Оборудование для защиты от коррозии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ankoromsk.ru/dbs-25rc> (Дата обращения 29.05.2019).
15. Цзинань Тяньсюй оборудование с ЧПУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sunriseenc.ru/ProductInfo_105.aspx (Дата обращения 29.05.2019).
16. Все инструменты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ekb.vseinstrumenti.ru/instrument/shlifmashiny/bolgarka_ushm/metabo/uglovaya_shlifmashina_metabo_w_750-125_601231010/ (Дата обращения 29.05.2019).
17. Газстройсервис [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gazss.ru/catalog/214/1248/> (Дата обращения 29.05.2019).
18. ДельтаСвар [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.deltasvar.ru/katalog/kjellberg/> (Дата обращения 29.05.2019).
19. СварШов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://svarshov.ru/index.php/kjellberg/item/1623-istochnik-toka-dlya-svarki-podflyusom-gth-802> (Дата обращения 29.05.2019).
20. Тиберис [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tiberis.ru/katalog/svarochnyj-poluavtomat/ewm/ewm-phoenix-355-puls> (Дата обращения 29.05.2019).
21. Сварочные автоматы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://svarochnyeavtomaty.ru/production/avtomaticheskaya-svarka/> (Дата обращения 29.05.2019).

22. Большая энциклопедия нефти и газа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ngpedia.ru/id211059p1.html> (Дата обращения 29.05.2019).

23. ГОСТ 23479-79. Контроль неразрушающий. Методы оптического вида. Общие требования. – Введ. 1980-01-01 – М.: Изд-во стандартов, 2005 – 22 с.

24. ГОСТ 8713-79. Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – Введ. 1981-01-01 – М.: Изд-во стандартов, 1981 – 21 с.

25. ГОСТ 14771-76. Дуговая сварка в защитных газах. Сварочные соединения. – Введ. 1977-02-04 – М.: Изд-во стандартов, 1977 -21 с.

26. ГОСТ 9087-69. Флюсы сварочные плавленые. Технические условия. – Введ. 1982-01.01. – М.: Изд-во стандартов, 1982 – 23 с.

27. ГОСТ 2246 -70. Проволока стальная сварочная. Технические условия. – Введ. 1973-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2008 – 19 с.

28. ГОСТ Р ИСО 17637-2014. Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением. Введ. – 2016-01-01 – М.: Стандартиформ, 2015 – 18 с.

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

30. 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).

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ

					ДП 44.03.04.080 ПЗ	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		