

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 секции мачты буровой**  
**установки**

Исполнитель  
 студент группы ЗСМ-503

М.Г. Шмаков

Руководитель:  
 к.т.н., доцент

Н.И. Ульяшин

Нормоконтролер:  
 К.т.н., доцент

Д.Х. Билалов

					Екатеринбург, 2019 ДП 44.03.04.609 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Шмаков М.Г.			РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ СЕКЦИИ МАЧТЫ БУРОВОЙ УСТАНОВКИ	Литер	Лист	Листов
Провер.		Ульяшин Н.И.					2	
Н. Контр.		Билалов Д.Х.				ФГАОУ ВО РГПСУ ИИПО каф. ИММ, гр ЗСМ-503		
Утверд.		Гузанов Б.Н.						

## Аннотация

Выпускная квалификационная работа выполнена на 48 страницах, содержит 9 рисунков, 15 таблиц, 30 использованных источников литературы, 2 чертежа формата А1 и 3 плаката формата А1.

Ключевые слова: РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ СЕКЦИИ МАЧТЫ, РЕЖИМЫ СВАРКИ, СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СБОРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПЕРЕПОДГОТОВКА РАБОЧИХ, ПЛАН-КОНСПЕКТ, УЧЕБНЫЙ ПЛАН.

Шмаков М. «Разработка технологии сборки и сварки секции мачты буровой установки»: выпускная квалификационная работа / Шмаков М.Г.; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т. Инж.-пед. образования, Каф. инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии. – Екатеринбург, 2019. – 48 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологии сборки и сварки секции мачты буровой установки».
2. Цель работы: разработать технологию автоматической сварки секции мачты буровой установки.
3. В ходе выпускной квалификационной работы была проведена замена ручной дуговой сварки секции мачты на автоматическую. Проведены расчеты режимов автоматической сварки мачты. Выбрано технологическое оборудование.
4. Результаты данной работы могут быть использованы при разработке технологии автоматической сварки секции мачты буровой установки.

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Назначение изделия	6
1.1 Характеристика материала изделия	6
1.2 Оценка свариваемости стали	8
1.3 Выбор способа сварки и сварочных материалов	11
1.4 Используем для сборки полуавтоматическую, а для сварки автоматическую сварку	16
1.5 Описание технологического процесса изготовления заданной сварной конструкции	19
1.6 Форма разделки кромок, величина зазоров	21
1.7 Расчет режима дуговой сварки в смеси газов $Ar+CO_2$ по площади наплавленного металла	21
1.8 Оборудование для сборки-сварки секции мачты	27
2 Методический раздел	33
2.1 Анализ квалификационных характеристик	33
2.2 Разработка учебного плана переподготовки	41
2.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология	54
2.4 Разработка план - конспекта урока	60
2.5 План конспект	60
2.6 Вывод по методическому разделу	62
Заключение	64
Список использованных источников	65
ПРИЛОЖЕНИЕ А	66

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						4
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

## ВВЕДЕНИЕ

Полуавтоматическая и автоматическая сварка, позволяющая произвести процесс соединения металлов, находит в последние годы широкое и все возрастающее применение во всех промышленно развитых странах мира. Экономическое развитие нашей страны 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, в строительстве, на транспорте и в других отраслях значительная роль отводится прогрессивным технологиям сварки и родственным процессам.

Известно около 70 способов сварки, с применением которых создаются монолитные соединения металлов, неметаллов, а также разнородных материалов толщиной от нескольких микрометров до нескольких метров при производстве автомобилей, подвижного состава железных дорог, энергетической и химической аппаратуры и многих других сварных конструкций ответственного назначения. Объектом проектирования является Технологический процесс сварки.

Целью проектирования является процесс изготовления «Секции мачты».

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 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						5
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

## 1 Назначение изделия

Изделие– «Секция мачты» относится к первой группе конструкций, которые представляют собой сварные конструкции, либо их элементы, работающие в условиях изгиба изделия или подвергающиеся непосредственному воздействию динамических, вибрационных или подвижных нагрузок– регламентировано СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции: Нормы проектирования».

Изделие предназначено для подъема буровой установки

Для изготовления данной конструкции принимаем сталь – 09Г2С.

### 1.1 Характеристика материала изделия

Маркировка стали 09Г2С 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 09Г2С по ГОСТ как сплав, содержащий 0,09% углерода, 2% марганца и кремний, количество которого не превышает 1%.

Сталь 09Г2С относится к низколегированным сталям, общее количество легирующих добавок в которых не превышает 2,5% (в отличие от высоколегированных, где этот показатель - свыше 10%). Заменить сталь 09Г2С можно следующими марками: 09Г2, 09Г2ДТ, 09Г2Т, 10Г2С, а также 19Мн-б.

Основное предназначение этой стали – использование ее для сварных конструкций.

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При сварке листов 09Г2С, толщина которых не превышает 40 мм, применяют способ без разделки кромок. Прочность по всей длине сварного шва обеспечивается переходом легирующих элементов в металл шва из электрода. При многослойной сварке лучше применять каскадный метод с использованием токов 40-50 А на 1 мм электрода, для предупреждения перегрева стали. Рекомендуемая толщина электрода – 4-5 мм. При сварке более толстых листов лучше использовать многослойную сварку с небольшими временными промежутками перед наложением следующих слоев. При дуговой сварке кромок с разной толщиной большую часть дуги нужно направлять на более толстую кромку и параметры тока выбирать по ней же. Для того, чтобы устранить закалку и повысить твердость шва следует нагреть изделие до 650°С, выдержать при этой температуре (время выдержки зависит от толщины материала, в среднем дается 1 час на каждые 25 мм толщины). После этой процедуры изделие нужно охладить на воздухе или в горячей воде.

Широкое распространение и популярность стали 09Г2С объясняется тем, что ее высокие механические свойства позволяют экономить при изготовлении строительных конструкций. Более того, такие конструкции имеют меньший вес. Области применения этой марки стали весьма разнообразны. Из нее изготавливаются элементы и детали сварных металлических конструкций, которые могут работать при температурах от -70 °С до +450°С. Используется 09Г2С лист и для производства листовых конструкций в нефтяной и химической промышленности, судостроении и машиностроении. После закалки и отпуска из этого сплава можно изготавливать детали трубопроводной арматуры. Устойчивость к низким температурам позволяет применять трубу 09Г2С в условиях крайнего севера для прокладки нефте – и газопроводов. Химический и механический состав стали 09Г2С приведен в таблице 1.1 и таблице 1.2

Таблица 1.1 – Химический состав стали 09Г2С, % по ГОСТ 19281 – 89[1]

Элемент	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
Содержание, %	до 0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,15	до 0,008	до 0,3	до 0,08

					ДП 44.03.04.553 ПЗ					Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 09Г2С по ГОСТ 19281 – 89[1]

Показатель	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Макс относит удлинение, %	Свариваемость	Склонность к отпускной хрупкости
Значение	500	350	18	Без ограничений	Не склонна

По сравнению с высокоуглеродистыми низколегированные стали обладают более высоким пределом текучести, пониженной склонностью к механическому старению, повышенной холодостойкостью, лучшей коррозионной стойкостью, низкой ударной вязкостью. Так как углерода в стали мало, то сварка ее довольно проста, причем сталь не закаливается и не перегревается в процессе сварки, благодаря чему не происходит снижение пластических свойств или увеличение ее зернистости. К плюсам применения этой стали можно отнести также, что она не склонна к отпускной хрупкости и ее вязкость не снижается после отпуска. Вышеприведенными свойствами объясняется удобство использования 09Г2С от других сталей с большим содержанием углерода или присадок, которые хуже варятся и меняют свойства после термообработки.

## 1.2 Оценка свариваемости стали

Свариваемость – это способность стали данного химического состава давать при сварке тем или иным способом высококачественное сварное соединение без трещин, пор и прочих дефектов. От химического состава стали зависит ее структура и физические свойства, которые могут изменяться под влиянием нагрева и охлаждения металла при сварке. На свариваемость стали влияет содержание в ней углерода и легирующих элементов.

При оценке свариваемости роль химического состава стали является преобладающей. По этому показателю в первом приближении проводят оценку свариваемости.

При оценке влияния химического состава на *свариваемость сталей*, кроме содержания углерода, учитывается также содержание других легирующих элементов, повышающих склонность стали к закалке. Это достигается

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						8
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

путем пересчета содержания каждого легирующего элемента стали в эквиваленте по действию на ее закаливаемость с использованием переводных коэффициентов, определенных экспериментально. Суммарное содержание в стали углерода и пересчитанных эквивалентных ему количеств легирующих элементов называется углеродным эквивалентом. Для его расчета существует ряд формул, составленных по различным методикам, которые позволяют оценить влияние химического состава низколегированных сталей на их свариваемость:

$$[C]X = C + Mn/9 + Cr/9 + Ni/18 + 7Mo/90 \text{ (метод Сефериана)} \quad (1)$$

$$C_{\Sigma} = 0,09 + 1,3/9 + 0,3/9 + 0,3/18 = 0,28\%$$

Цифры указывают содержание в стали в массовых долях процента соответствующих элементов.

Каждая из этих формул приемлема лишь для определенной группы сталей, однако значение углеродного эквивалента может быть использовано при решении практических вопросов, связанных с разработкой технологии сварки. Достаточно часто расчеты химического углеродного эквивалента для углеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса выполняются по формуле Сефериана.

По свариваемости стали условно делят на четыре группы: хорошо свариваемые, удовлетворительно свариваемые, ограниченно свариваемые, плохо свариваемые (таблица 1.3).

Таблица 1.3 - Классификация сталей по свариваемости

Группа	Свариваемость	Эквивалент $C_{\Sigma}$ , %	Технологические меры			
			подогрев		термообработка	
			Перед сваркой	Во время сварки	Перед сваркой	После сварки
1	2	3	4	5	6	7
1	Хорошая	<0,2	-	-	-	Желательна





Сварка стали 09Г2С возможна как при подогреве до 100-120°С, с последующей термической обработкой, так и без подогрева и обработки. Хорошая свариваемость стали обеспечивается благодаря низкому (меньше 0,25%) содержанию углерода. Если углерода больше, то в сварном шве могут образовываться микропоры при выгорании углерода и возникать закалочные структуры, что ухудшает качество шва. Еще одно достоинство этой марки состоит в том, что сталь 09Г2С не склонна к отпускной хрупкости, то есть ее вязкость не снижается после процедуры отпуска. Она также устойчива к перегреву и образованию трещин.

### **1.3 Выбор способа сварки и сварочных материалов**

#### **1.3.1 Ручная дуговая сварка**

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

Электрод состоит из электродного стержня и электродного покрытия (рисунок 1.3.1). Электродный стержень - сварочная проволока; электродное покрытие - многокомпонентная смесь металлов и их оксидов. По функциональным признакам компоненты электродного покрытия разделяют:

- Газообразующие:
- защитный газ;
- ионизирующий газ;
- Шлакообразующие:
- для физической изоляции расплавленного металла от активных газов атмосферного воздуха;
- раскислители;

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						11
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

- рафинирующие элементы;
- легирующие элементы;
- Связующие;
- Пластификаторы.

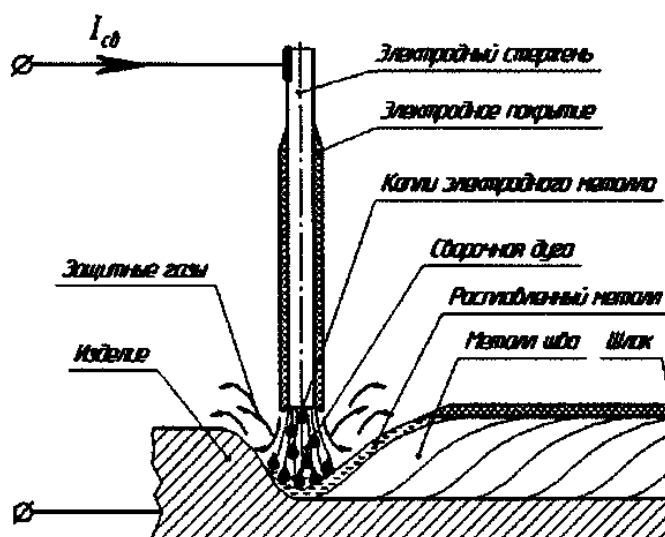


Рисунок 1.1 - Схема сварки покрытым металлическим электродом

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

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 2-5 мм. Второй способ напоминает процесс зажигания 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.

*Достоинства способа:*

- > Простота оборудования;
- > Возможность сварки во всех пространственных положениях;
- > Возможность сварки в труднодоступных местах;
- > Быстрый, по времени переход от одного вида материала к другому;

											Лис
											12
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата							

- > Большая номенклатура свариваемых металлов.

*Недостатки способа:*

- > Большие материальные и временные затраты на подготовку сварщика;
- > Качество сварного соединения и его свойства во многом определяются субъективным фактором;
- > Низкая производительность (пропорциональна сварочному току, увеличение сварочного тока приводит к разрушению электродного покрытия);
- > Вредные и тяжёлые условия труда;
- > качество соединений зависит от квалификации сварщика;
- > влияние магнитного дутья (отклонение дуги под действием возникающих магнитных полей) на сварочный процесс при постоянном токе.

### 1.3.2 Сварка в защитных газах

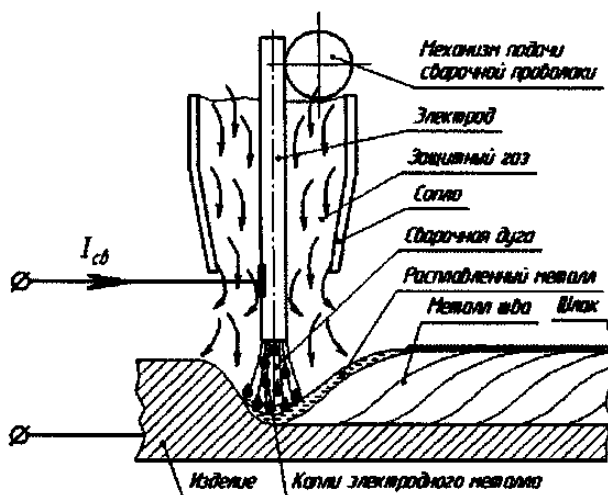


Рисунок 1.2 - Сварка плавящимся электродом в среде защитных газов

При сварке плавящимся электродом в защитном газе (рисунок 1.2) в зону дуги, горящей между плавящимся электродом (сварочной проволокой) и изделием через сопло подаётся защитный газ, защищающий металл сварочной ванны, капли электродного металла и закристаллизовавшийся металл от воз-

						ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис 13
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата			

действия активных газов атмосферы. Теплотой дуги расплавляются кромки свариваемого изделия и электродная (сварочная) проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов.

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

В некоторых случаях для сварки используют неплавящийся угольный или графитовый электрод. Этот способ применяют при сварке бортовых соединений из низкоуглеродистых сталей толщиной 0,3—2,0 мм (например, канистр, корпусов конденсаторов и т. д.). Так как сварку выполняют без присадки, содержание кремния и марганца в металле шва невелико. В результате прочность соединения составляет 50—70% прочности основного металла.

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

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

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.

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						14
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Сварка низкоуглеродистых и низколегированных сталей в аргоне применяется 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. Добавка 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. Высокие технологические свойства при сварке сталей обеспечиваются при добавке 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 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.

*Преимущества сварки в защитных газах:*

- 1) высокое качество сварных соединений на разнообразных металлах и сплавах различной толщины;
- 2) возможность сварки в различных пространственных положениях;
- 3) возможность визуального наблюдения за образованием шва, что особенно важно при полуавтоматической сварке;

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						15
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

- 4) отсутствие операций по засыпке и уборке флюса и удалению шлака;
- 5) высокая производительность и легкость механизации и автоматизации;
- 6) низкая стоимость при использовании активных защитных газов.

К недостаткам способа сварки в защитных газах по сравнению со сваркой под флюсом относится необходимость применения защитных мер против световой и тепловой радиации дуги.

Для стали 09Г2С, условий работы изделия и с учетом конструкции принимаем автоматическую сварку в среде защитных газов. Ручная дуговая сварка (РДС) не производительна, требует большой затраты времени. Применение сварки под флюсом для соединения малых толщин нецелесообразно, поскольку коэффициент наплавки и производительность сварки в защитном газе выше, чем у сварки под флюсом. Для сварки стали 09Г2С применяют сварку плавящимся электродом в смеси газов К18. Сварку ведут на постоянном токе обратной полярности, используя режимы, обеспечивающие струйный перенос электродного металла.

#### **1.4 Используем для сборки полуавтоматическую, а для сварки автоматическую сварку**

Полуавтоматическая сварка в среде защитного газа - наиболее универсальный и распространенный в промышленности метод сварки.

В моем производстве используется полуавтоматическая сварка. Я хочу в своем производстве использовать автоматическую сварку.

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						16
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

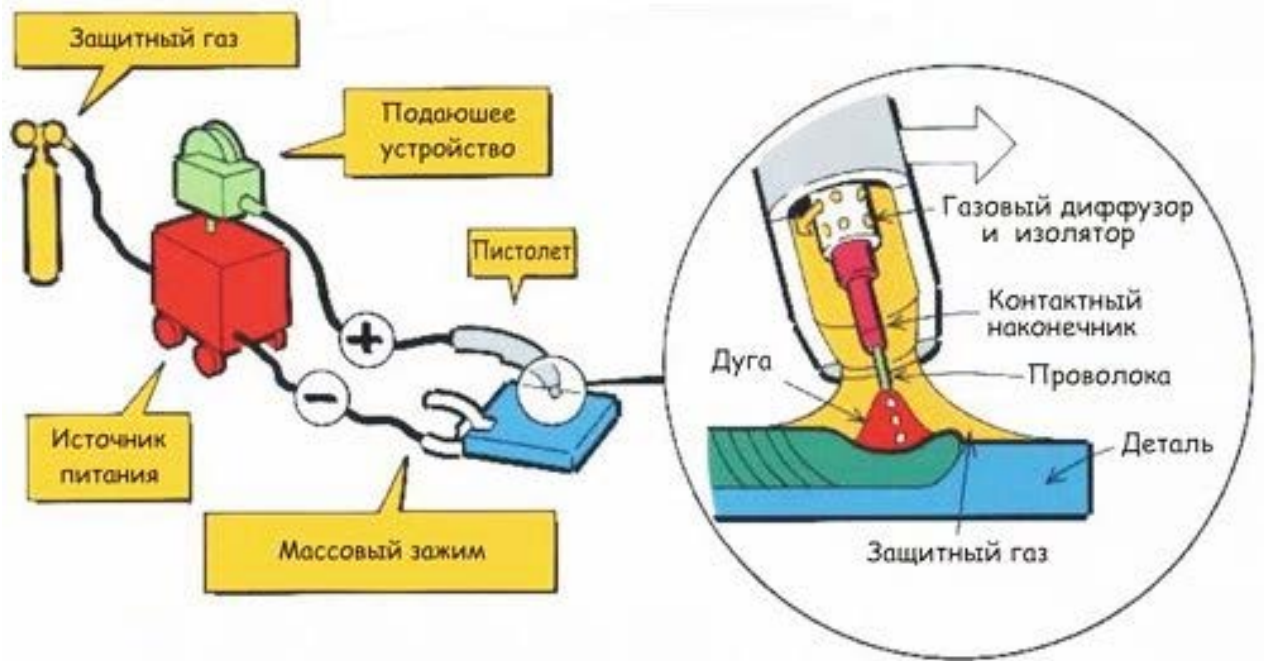


Рисунок 1.3 – Полуавтоматическая сварка

Применение термина «полуавтоматическая» не вполне корректно, поскольку речь идет об автоматизации только подачи присадочной проволоки, а сам метод MIG/MAG с успехом применяется при автоматизированной роботизированной сварке. В качестве защитного газа при этом методе все чаще используются многокомпонентные газовые смеси, в состав которых помимо углекислого газа могут входить аргон, кислород, гелий, азот и другие газы.

Основной принцип сварки MIG-MAG заключается в том, что металлическая проволока во время сварки подается автоматически в зону сварки через сварочную горелку и расплавляется теплом дуги. Проволока при этом методе играет двойную роль – она является и токопроводящим электродом, и служит присадочным материалом. Результат (качество) сварки MIG-MAG в значительной мере зависит от правильности выбора режимов работы сварочного аппарата (напряжение дуги, ток, скорость подачи проволоки, скорость сварки), а также от правильности выбора и расхода защитного газа (скорость подачи газа через сопло).

Защитный газ, который подается в зону сварки через газовое сопло, защищает дугу и сварочную ванну с расплавленным металлом. Металл в рас-

Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата



плавленном состоянии химически активен и может взаимодействовать с защитным газом. Инертный защитный газ, такой как аргон или гелий, химически не реагирует с металлом в сварочной ванне в процессе горения дуги. Примером активных защитных газов являются углекислота и смеси аргона (реже гелия) с небольшими добавками углекислоты или кислорода. До недавнего времени углекислота являлась наиболее распространенным видом защитного газа для полуавтоматической сварки.

При сварке плавящимся электродом шов образуется за счет проплавления основного металла и расплавления дополнительного металла — электродной проволоки. Поэтому форма и размеры шва помимо прочего зависят также от характера расплавления и переноса электродного металла в сварочную ванну. Характер переноса электродного металла определяется в основном материалом электрода, составом защитного газа, плотностью сварочного тока и рядом других факторов.

Для улучшения технологических свойств дуги применяют периодическое изменение ее мгновенной мощности – *импульсно-дуговая сварка*. Теплота, выделяемая основной дугой, недостаточна для плавления электродной проволоки со скоростью, равной скорости ее подачи.

Вследствие этого длина дугового промежутка уменьшается. Под действием импульса тока происходит ускоренное расплавление электрода, обеспечивающее формирование капли на его конце. Резкое увеличение электродинамических сил сужает шейку капли и сбрасывает ее в направлении сварочной ванны в любом пространственном положении.

Так же в последнее время получили широкое распространение *синергетически* полуавтоматические источники сварочного тока, отличительной особенностью которых является простота настройки и эксплуатации. При введении некоторых параметров (напр. Тип материала и толщина) остальные сварочные параметры задаются автоматически. Это позволяет экономить время и материал при настройке, а так же для эксплуатации аппаратов данного типа не требуется высокая квалификация сварщика.

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						18
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		





## 1.6 Форма разделки кромок, величина зазоров

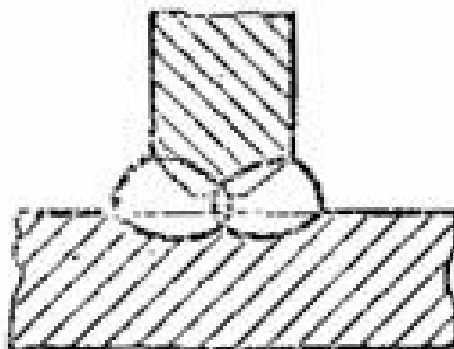


Рисунок 1.5 - Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей соединение Т8 по ГОСТ 14771-76

## 1.7 Расчет режима дуговой сварки в смеси газов $Ar+CO_2$ по площади наплавленного металла

Режимом сварки называют совокупность основных характеристик сварочного процесса, обеспечивающего получение сварных швов, заданных размеров, формы и качества.

При автоматической дуговой сварке плавящимся электродом в среде защитных газов такими характеристиками являются: сварочный ток, напряжение на дуге, диаметр электрода, скорость сварки, скорость подачи проволоки, вылет электрода, расход газа.

Первым условием при выборе режима сварки является получение швов с оптимальными размерами и формой, обеспечивающими как высокую технологическую прочность, так и хорошее формирование шва. Вторым условием выбора рационального режима сварки является обеспечение такого термического цикла, который обеспечивал бы оптимальные свойства зоны термического влияния и металла шва.

Для определения количества проходов определим площадь наплавленного металла,  $мм^2$ .

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						21
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

1) Рассчитаем площадь наплавленного металла по формуле (2)

$$F_H = F_1 + F_2, \quad (2)$$

где:  $F_H$  - площадь наплавленного металла, мм<sup>2</sup>;

$$K = 8 \text{ мм};$$

$$e = 12 \text{ мм};$$

$$q = 2 \text{ мм}.$$

$$F_1 = \frac{K^2}{2}, \quad \text{при } \alpha=45^\circ \quad (3)$$

$$F_1 = \frac{8^2}{2} = 32 \text{ мм}^2$$

$$F_2 = e \cdot q \quad (4)$$

$$F_2 = 12 \cdot 2 = 24 \text{ мм}^2$$

$$F_H = 32 + 24 = 56 \text{ мм}^2$$

Поскольку для данного сварного соединения не существенна вероятность прожога при автоматической сварке, предлагается выполнить сварку за один проход, приняв для расчёта площадь наплавленного металла равной 56 мм<sup>2</sup>.

2) Расчёт диаметра электродной проволоки

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода (корневого, заполняющего, подварочного и т.п.) мм:

$$d_{э.лн} = K_d \cdot F_H^{0.625}, \quad (7)$$

где коэффициент  $K_d$  выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации из таблицы 1.7.1

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						22
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1.5 - Значение коэффициента  $K_d$

Положение шва	Сварка	
	автоматическая	механизированная
«Лодочка», нижнее	0,149...0,409	0,149...0,409
Вертикальное, горизонтальное, потолочное	0,184...0,503	0,184...0,326

$$d_{э.п.} = 0,149 \cdot 30^{0,625} = 0,149 \cdot 8,4 = 1,2 \text{ мм}$$

$$d_{э.п.} = 0,409 \cdot 30^{0,625} = 0,409 \cdot 8,4 = 3,4 \text{ мм}$$

$$d_{э.п.} = 1,2 \div 3,4 \text{ мм}$$

Принимаем  $d_{э.п.} = 1,6 \text{ мм}$ .

*Определение исходной глубины проплавления.*

Для выполнения расчёта параметров режима сварки необходимо схему соединения с разделкой кромок привести к схеме сварки без разделки кромок с нулевым зазором. Приведения из условия, что общая высота сварного шва для соединений с разной разделкой остается одной и той же величиной при одинаковых параметрах режимов сварки.

Рассчитаем приведённое значение глубины проплавления  $h_p$  согласно схеме:

$$h_p = S - 0,5b \quad (8)$$

$$e = f', F_H = 56 \text{ мм}^2$$

$$f' = \sqrt{\frac{2 \cdot F_1}{\text{tg } \alpha}} \quad (9)$$

$$f' = \sqrt{\frac{2 \cdot 30}{\text{tg } 45}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 30}{1}} = 3,7 \text{ мм}$$

Рассчитаем величину выпуклости наплавленного валика из схемы приведения к стандартному расчёту по формуле (10).

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						23
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F_H = 0,73 \cdot e \cdot q$$

$$q = \frac{F_H}{0,73 \cdot e} \quad (10)$$

$$q = \frac{56}{0,73 \cdot 12} = 5,3 \text{ мм}$$

$$h_p = 10 - 0,5 = 9,5 \text{ мм}$$

3) Рассчитаем сварочный ток по формуле (11)  $I_{CB}$ , А:

$$I_{CB} = \frac{h_p}{K_h} \cdot 100 \quad (11)$$

$$I_{CB} = \frac{9,5}{2,1} \cdot 100 = 452 \text{ А}$$

$K_h$  – коэффициент пропорциональности

$$K_h = 2,1$$

4) Расчёт значения плотности тока по формуле (12)  $j$ , А/мм<sup>2</sup>:

$$j = \frac{4 \cdot I_{CB}}{\pi \cdot d_{эп}^2} \quad (12)$$

$$j = \frac{4 \cdot 452}{3,14 \cdot 1,6^2} = \frac{1808}{8,04} = 224 \text{ А/мм}^2$$

5) Определим вылет электродной проволоки по формуле (13), мм:

$$l_{эп} = 10 \cdot d_{эп} \pm 2 \cdot d_{эп} \quad (13)$$

$$l_{эп} = 10 \cdot 1,6 \pm 2 \cdot 1,6$$

$$l_{эп} = 16 \pm 3,2 \text{ мм}$$

6) Рассчитаем коэффициент расплавления по формуле (14)  $\alpha_p$ ,  $^\circ/(\text{А} \cdot \text{ч})$ :

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot I_{CB} \cdot d^{(-1,505)} \quad (14)$$

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						24
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		





$$q_{\text{п}} = \frac{452 \cdot 36 \cdot 0,7}{0,62} = \frac{11390,4}{0,62} = 13771 \text{ Дж/см}$$

$\eta_{\text{э}}$ —эффективный КПД нагрева изделия дугой.

$$\eta_{\text{э}}=0,70;$$

11) Найдём коэффициент формы проплавления по формуле (19)  $\varphi_{\text{пр}}$ :

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

$$\varphi_{\text{пр}} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 452) \cdot \frac{1,6 \cdot 36}{452} = 0,92 \cdot 14,48 \cdot 0,127 = 1,69$$

$K'$  - коэффициент, при плотностях тока  $j > 120 \text{ А/мм}^2$  и сварке на постоянном токе обратной полярности равный  $K' = 0,92$ .

Проверим глубину проплавления  $h$ :

$$= 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\varphi_{\text{пр}}}} \quad (20)$$

$$= 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{13771}{1,69}} = 0,61 \text{ см} = 6,1 \text{ мм}$$

12) Скорость подачи электродной проволоки  $V_{\text{эл}}^{(+)}$  марки Св-08Г2С при сварке на обратной полярности и вылете  $l_{\text{эл}} = 10 \cdot d_{\text{эл}}$ , находится по формуле (21), мм/с:

$$V_{\text{эл}}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{I_{\text{св}}}{d_{\text{эл}}^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \frac{I_{\text{св}}^2}{d_{\text{эл}}^3} \quad (21)$$

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						26
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

$$V_{\text{э.п.}}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{452}{1,6^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{452^2}{1,6^3}$$

$$= 0,53 \cdot 176,56 + 6,94 \cdot 0,0001 \cdot 49878,9 = 93,57 + 34,61$$

$$= 128,18 \text{ ММ/С} = 461,4 \text{ М/Ч}$$

13) Расход защитного газа по формуле (22)  $q_{\text{з.г.}}$ , л/мин:

$$q_{\text{з.г.}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_{\text{св}}^{0,75}, \text{ л/с}; \quad (22)$$

$$\text{или } q_{\text{з.г.}} = 0,2 \cdot I_{\text{св}}^{0,75}, \text{ л/МИН}$$

$$q_{\text{з.г.}} = 0,0033 \cdot 452^{0,75} = 0,0033 \cdot 98,02 = 0,2 \text{ л/с}$$

$$q_{\text{з.г.}} = 0,2 \cdot 60 = 12 \text{ л/МИН}$$

Полученные данные сводим в таблицу 1.7.2

Таблица 1.6 – Режимы для автоматической сварки в смеси защитных газов К-20

Кол-во проходов	$F_n$ , мм <sup>2</sup>	$d_{\text{э.п.}}$ , мм.	$V_{\text{св.}}$ , м/ч	$V_{\text{э.п.}}$ , м/ч	$I_{\text{св.}}$ , А	$U_{\text{д.}}$ В	$l_{\text{э.п.}}$ , мм	$q_{\text{з.г.}}$ , л/МИН
1 проход	56	1,6	22,3	461,4	452	36	16±3,2	12

## 1.8 Оборудование для сборки-сварки секций мачты

- **Подвесная Кран-балка до 3 тонн**

Электрический подвесной кран (кран-балка) перемещается на подвесных тележках по двутавровым балкам. Допустимый максимальный пролет такого крана по ГОСТу – 15 м, если требуется больший пролет, применяются двух пролётные подвесные краны, имеющие 3 точки подвески.

- **Углошлифовальная машинка «Энкор УШМ-1100/125Э»**

									Лис
									27
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата					

#### Основные характеристики:

- Тип - угловая;
- Питание - от сети;
- Мощность - 1100 Вт;
- Максимальная скорость работы - 11000 об/мин

(диск).

#### Дополнительно:

- Резьба шпинделя - М14;
- Максимальный диаметр диска - 125 мм;
- Дополнительная рукоятка - есть ;
- Прочее - ограничение пускового тока, фиксация шпинделя;
- Длина сетевого кабеля -5 м.

- **Выпрямитель сварочный ВДУ-506** с принудительной вентиляцией с двумя видами жестких внешних характеристик предназначены для комплектации автоматов для сварки и наплавки под слоем флюса и в среде защитного газа. Выпрямитель также может использоваться для воздушно-дуговой резки угольным электродом (в комплекте с балластными реостатами).

#### Основные преимущества ВДУ-506:

- обладает двумя видами жестких внешних вольтамперных характеристик для сварки и наплавки под слоем флюса;
- надежное зажигание и устойчивое горение дуги;
- наличие термозащиты от перегрузки;
- возможность как местного, так и дистанционного регулирования сварочных параметров;
- существенно меньшее энергопотребление и вес источника в сравнении с аналогами;
- высокая надежность обмоточных узлов;
- класс изоляции Н.

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						28
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

**Технические характеристики:**

Характеристика	Значение
Напряжение питания, В	3x380
Частота, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А	1250
Диапазон регулирования сварочного тока, А	250~1250
Номинальное рабочее напряжение, В	44
Диапазон регулирования напряжения, В	22~44
Напряжение на холостом ходу, В	55
Потребляемая мощность при номинальном токе, кВА	75
Регулирование сварочного тока	плавное
Номинальный режим работы ПВ при цикле 10 мин., %	100
КПД, %	83
Масса, кг	520
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	790x610x1410

- **Сварочная головка А-1406**

Сварочный автомат А-1406 (подвесной) присоединяется на наплавочные станки и может служить для сварки и наплавки порошковой и сплошной проволокой. Сварочный автомат используется для сварки и наплавки легированных и низкоуглеродистых сталей.

Сварка осуществляется при постоянном токе независимо от параметров дуги и скорости подачи электродной проволоки.

**Основные преимущества автомата сварочного А-1406:**

- в среде защитного газа (СО<sub>2</sub>);
- открытой дугой порошковой проволокой или порошковой лентой;
- сплошной проволокой под слоем флюса;
- расщепленным электродом открытой дугой (по спецзаказу);

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						29
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1.7-Технические характеристики сварочной головки АДГ-1406

1	2
Напряжение питающей сети трех-фазного тока, V	380
Частота питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток, при ПВ = 100%, А:	1000
Диаметр расщепленного электрода	2 – 5
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	17 – 553
Вертикальный подъем головки, мм	500
Поперечная корректировка электрода (ручная), мм	70
Регулировка наклона электрода (ручная), град.	30
Амплитуда колебания электрода, мм	0 – 70
Вместимость кассеты для проволоки, кг	30
Габаритные размеры, мм	1010x890x1725
Масса, кг	1200

- **Малогабаритный дефектоскоп ультразвуковой УИУ «Скаруч»**

– ручной прибор универсального применения для контроля металлов, поли-этилена, пластмасс, керамики. Дефектоскоп может работать с любыми пьезо-электрическими преобразователями (ПЭП) в рабочем частотном диапазоне.

**Отличительные особенности:**

- Простота и удобство эксплуатации.
- Малые габариты и вес.
- Практичная конструкция.
- Яркий люминесцентный экран.
- Возможность измерения времени и показаний координат X, Y.
- Наличие режима толщиномера.
- Встроенные часы и датчик температуры.
- Автономное питание.
- Контроль заряда аккумуляторов и сигнализация их разряда.

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						30
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

- Наличие звуковой и световой сигнализации.
- Возможность работы с любыми пьезоэлектрическими преобразователями (ПЭП) в рабочем частотном диапазоне.
- Запоминание настроек для конкретных ПЭП и изделий контроля.
- Наличие идентификатора ПЭП, считывание его параметров.
- Возможность «заморозки» изображения на экране дефектоскопа.
- Запоминание изображения импульсов и сопутствующей информации.
- Временная регулировка чувствительности (ВРЧ).
- Наличие режима «АРУ».
- Отображение использованной и оставшейся памяти прибора.
- Возможность подключения принтера и внешней ЭВМ.
- Возможность выбора русского и английского языков.
- Возможность ввода сопутствующих комментариев.
- Возможность использования в полуавтоматических и механизированных системах контроля.

Методика применения ультразвуковой измерительной установки согласована с Госгортехнадзором РФ, имеется соответствующее разрешение. Прибор полностью сертифицирован.

Таблица 1.8-Технические характеристики дефектоскоп ультразвуковой УИУ «Скаруч»

1	2
Регулировка усиления, дБ	85 с дискретностью 1
Частотный диапазон, МГц	1,0 ÷ 10,0
Диапазон прозвучивания	0 ÷ 10000 мм (продольные волны)
Перемещение строба	горизонтальное и вертикальное
Экран	электролюминесцентный с регулируемой яркостью или цветной жидкокристаллический
Количество запоминаемых настроек	256
Количество запоминаемых изображений экрана	1000

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						31
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		



## 2 Методический раздел

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки секции мачты. В процессе разработки предложено заменить механизированную сварку в среде углекислого газа на более производительный способ сварки – автоматическую сварку в среде защитных газов. В технологическом разделе рассчитаны параметры режима сварки, предложена замена оборудования на современное и более производительное. Для осуществления сварочных работ по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» уровень квалификации 3. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го уровня), в связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести подготовку или переподготовку рабочих, с участием которых возможна реализация спроектированной в дипломном проекте технологии, в условиях промышленного предприятия.

Целью методической части дипломного проекта является разработка учебно-программной документации для подготовки или переподготовки рабочих сварочного производства, с участием которых возможна реализация спроектированной в дипломном проекте технологии в условиях промышленного предприятия.

Задачи методической части дипломного проекта:

- изучить и провести сравнительный анализ функциональных характеристик рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го уровня) и «Оператор автоматической сварки плавлением» 3-го уровня;
- сформировать учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»;

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						33
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		



- выполнить разработку учебной программы и тематического плана предмета «Спецтехнология» для переподготовки рабочих сварочного производства;
- представить по одной из тем предмета «Спецтехнология» план-конспект урока, в котором максимально использовать дидактические средства для закрепления образовательного процесса.

## 2.1 Анализ профессиональных стандартов «Сварщик» по профессии «Сварщик» механизированной и автоматической сварки»

Профессиональный стандарт изначально внедрен для того, чтобы обновить методы управления работниками. В данном документе представлен уровень квалификации работников (специалистов).

**Профессиональный стандарт** – характеристика квалификации, необходимой для осуществления определенного вида профессиональной деятельности, в том числе выполнения определенной трудовой функции.

Профессиональный стандарт - многофункциональный документ, который применяется:

в сфере труда - для управления персоналом, формирования кадровой политики;

в системе профессионального образования - при разработке и актуализации федеральных государственных образовательных стандартов и программ (в части профессиональной составляющей), профессионально-общественной аккредитации образовательных программ); при независимой оценке квалификации.

Рассмотрим и проведем сравнительный анализ функциональных характеристик рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го уровня) и «Оператор автоматической сварки плавлением» на основании следующих нормативно-правовых документов:

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

В таблице 2.1 представлены характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го уровня) и «Оператор автоматической сварки плавлением», выписанные из функциональных карт профессиональных стандартов по профессиям.

Таблица 2.1 - Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» и оператора автоматической сварки плавлением»

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
<i>Трудовая функция</i>	Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением,	Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документации. Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты. Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования. Полностью механизированная и автоматическая сварка плавлением металлических материалов. Собирает конструкцию под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки.
<i>Трудовые действия</i>	Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной	Настраивать, проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования, автоматической сварки в смеси пульсирующей дугой.

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
<p><b>Необходимые умения</b></p>	<p>Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных конструкций. Проверять работоспособность, исправность и настраивать сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей).</p>	<p>Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку. Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p>
	<p>Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. Исправлять дефекты частично механизированной сваркой (наплавкой). Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением конструкций любой сложности. Участвовать (на основе знаний и практического опыта) в выполнении уникальных и в исследовательских работах по частично механизированной сварке (наплавки) плавлением</p>	<p>Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов. Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительном качестве сварного соединения. Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации. Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.</p>

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
<p><b>Необходимые знания</b></p>	<p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением. Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной</p> <p>Сваркой (наплавкой) плавлением. Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сварки (наплавки) плавлением. Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций.</p>	
	<p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва. Методы контроля и испытаний ответственных сварных конструкций. Порядок исправления дефектов сварных швов.</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах.</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования.</p> <p>Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением.</p>

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
		<p>Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением. Виды и методы контроля. Виды дефектов, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения. Правила технической эксплуатации электроустановок. Нормы и правила пожарной безопасности. Правила по охране труда, в том числе на рабочем месте</p>

**Другие  
характеристики**

Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией: сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с механизированной подачей проволоки: сварка дуговая порошковой самозащитной проволокой; сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе; сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе; сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе.

Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией: сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая под флюсом ленточным электродом; сварка дуговая под флюсом с добавлением металлического порошка; сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой; сварка дуговая под флюсом порошковым ленточным электродом; сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе (MIG-сварка); сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе (MAG-сварка); сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе с присадочной сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе без присадочного материала (TIG-сварка); сварка дуговая неплавящимся вольфрамовым электродом в активном газе (TAG-сварка), сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе (PlasmaMIG сварка)

Окончание таблицы 2.1

1	2	3
<b>Характеристики выполняемых работ</b>	прихватка элементов конструкции частично механизированной сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва; частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций	Освоение, применение одну из разновидностей сварочного автомата. инверторный источник питания

В результате сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го уровня) и «Оператор автоматической сварки плавлением» получаем следующий вывод:

Необходимые знания:

- основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах;
- устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов;
- 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, 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;
- правила по охране труда, в том числе на рабочем месте.

На основании полученного сравнения, возможно, разработать содержание краткосрочной подготовки по профессии «Оператор автоматической

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						40
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

сварки плавлением» и провести данную работу в условиях промышленного предприятия, без отрыва от производства.

Необходимые умения:

- проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования;
- определение работоспособности, исправности сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществление его подготовки.

## 2.2 Разработка учебного плана по переподготовке

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 повышении квалификации рабочих содержит экономический, общепромышленный и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при повышении квалификации 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 профессиональных стандартов и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблице 2.2 Продолжительность обучения 1 месяц.

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						41
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		



Таблица 2.2- Учебный план повышения квалификации по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1	2	3
1.	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	62
1.1	Основы экономики отрасли	3
1.2	Материаловедение	3
1.3	Основы электротехника	2
1.4	Чтение чертежей	2
1.5	Спецтехнология	52
2.	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ	122
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	36
2.2	Работа на предприятии	86
	Консультации	2
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	194

### 2.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

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

Таблица 2.3 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	2	3
1	Источники питания для автоматической сварки	3
2	Стандартное механическое оборудование	4
3	Оборудование для дуговой автоматической сварки в смеси защитных газов	6
3.1	Устройство и основные узлы сварочного автомата	4
3.3	Сварочные трактора	5
3.4	Типовые конструкции сварочной головки	5
4	Технология автоматической сварки в смеси защитных газов	9

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						42
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		





	3. Расскажите о системе обозначения аппаратов для дуговой сварки.	
Изложение нового материала 25 минут	<p>Хорошо! Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Назначение сварочного автомата;</li> <li>– Основные узлы и механизмы автомата;</li> <li>– Комплектование сварочного поста.</li> </ul> <p>По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание.</p> <p>Прошу сосредоточиться и не мешать мне и своим товарищам.</p> <p>В настоящее время широко применяется автоматическая сварка.</p> <p>Это объясняется высокой маневренностью полуавтоматов, возможностью производить сварку в труднодоступных местах. Автоматическая сварка широко применяется на конвейерных линиях в машиностроении при сварке корпусов всех видов транспортных средств и строительно-монтажных конструкций при их предварительной сборке и сварке и т. д.</p> <p><i>Сварочная головка А-1406</i> Автомат подвесной предназначен для дуговой сварки и наплавки сплошной и порошковой проволокой низкоуглеродистых и легированных сталей.</p> <p>Автомат обеспечивает следующие способы наплавки: в среде защитного газа; открытой дугой порошковой проволокой и лентой; под слоем флюса сплошной проволокой; открытой дугой расщепленным электродом (по спецзаказу).</p> <p>Сварка производится на постоянном токе с независимыми от параметров дуги скоростями сварки и подачи электродной проволоки. Автомат, установленный на наплавочные станки типа У653, У654, обеспечивает наплавку наружных и внутренних цилиндрических и конических поверхностей, а также плоских горизонтальных поверхностей.</p>	<p>Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение. По мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы автомата. Вместе разбираем устройство механизмов, схемы,</p> <p>Записываем основные моменты. Давайте разберем подробно сварочную головку.</p>

Окончание таблицы 2.4

1	2	3
---	---	---

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						45
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

	<p style="text-align: center;"><b>Сварочная головка А-1406</b></p>  <p style="text-align: center;">Плакат- Сварочная головка А-1406</p>	<p>Показываю плакат с общим видом. Обращаю внимание обучающихся на плакат с общим видом, и начинаем разбирать основные части.</p>
	<p>Давайте рассмотрим устройство сварочной головки.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1-Подающий механизм;</li> <li>2-Подвеска для крепления подающего механизма;</li> <li>3-Механизм вертикального перемещения;</li> <li>4-Самоходная тележка;</li> <li>5-Кассета;</li> <li>6-Пульт управления;</li> <li>7-Опорный монорельс;</li> <li>8-Фиксатор от опрокидывания;</li> </ol>	<p>Показываю плакат и объясняю устройство. Рассказываю о устройстве сварочной головки. Записываем основные моменты. Зарисовываем.</p>
<p>Первичное закрепление материала 5 минут</p>	<p>Теперь запишем домашнее задание, повторить §11.5. Автоматы для сварки в среде защитных газов, по учебнику В.С. Виноградов- «Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки» - 2003г.</p>	<p>Разбираем домашнее задание, что нужно повторить к следующей теме.</p>

## 2.6 Вывод по методическому разделу

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

- изучили и проанализировали профессиональный стандарт рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»;
- составили учебный план для переподготовки рабочих;
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис 46
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

– разработали план- конспект урока на тему «Устройство и принципы сварочных автоматов для сварки в среде защитных газов», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;

– разработали средства обучения для выбранного занятия.

Данную разработку, возможно, использовать для обучения рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентно способных кадров рабочих профессий.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						47
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

При работе над дипломным проектом была поставлена задача разработать технологию сборки и сварки секции мачты для нефтеперерабатывающей промышленности.

По результатам выполненной работы можно сделать следующие выводы.

В проекте разработана технология сборки-сварки секции мачты буровой установки из стали 09Г2С. Произведен выбор способа сварки и необходимых сварочных материалов, подбор оборудования для автоматической сварки в среде защитных газов. Рассчитаны параметры режимов сварки. Описан необходимый контроль.

В методической части на основе анализа квалификационных требований к профессиям разработаны план программы переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах», план и план-конспект урока по теме «Общие сведения о сварочных автоматах». В качестве средств наглядности предложен плакат «общий вид сварочного автомата А 1406 с техническими характеристиками» и разработана карточка задания для контроля пройденного материала.

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						48
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ 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. - 432 с.
- 3 Глизманенко, Д.Л. Сварка и резка металлов: учеб.пособие / Д.Л. Глизманенко. - М.: Высш.шк, 1975. - 479 с.
- 4 Гуревич, С.М. Справочник по сварке металлов / С.М. Гуревич. - Наукова думка, 1981. – 608 с.
- 5 Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. - М.: Экономика, 1989. – 32 с.
- 6 Джевага, И.И. Механизированная электродуговая сварка под флюсом / И.И. Джевага. - М.: Машиностроение, 1968. - 360с.
- 7 Ерохин, А.А. Кинетика металлургических процессов дуговой сварки/ А.А. Ерохин. - М.: Машиностроение, 1964. - 356 с.
- 8 Нормативы времени и режимы полуавтоматической сварки в защитных газах. - Екатеринбург: Уралмашзавод, 2004. - 50 с.
- 9 Патон, Б.Е. Электрооборудование для дуговой и шлаковой сварки / Б.Е. Патон, В.К. Лебедев. - М.: Машиностроение, 1966. - 396 с.
- 10 Рыжков, Н.И. Производство сварных конструкций в тяжелом машиностроении / Н.И. Рыжков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1980. – 375с.
- 11 Справочник сварщика / под ред. В.В. Степанова. - М.: Машиностроение, 1975. - 520 с.
- 12 Грачева, К.А. Экономика, организация и планирование сварочного производства - М.: Машиностроение, 1984. - 368с.

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						49
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		



13 Алексеенко, Н.А. Экономика промышленного предприятия: учеб. пособие / Н.А.Алексеенко, И.Н.Гуров. 2-е изд., доп. и перераб. - Минск: Изд-во Гревцова, 2011. - 264 с.

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

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

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

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

18 Тихомирова Т. П, Планирование на предприятии: Учебное пособие. / Т.П. Тихомирова, Г.И. Журухин. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2010. – 45 с.

19 Журухин, Г.И. Организация производства на промышленном предприятии: учеб. пособие / Г.И. Журухин, Т.К. Руткаускас. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. - 175 с.

20 Кругликов, Г.И. Методика преподавания технологии с практикумом: пособие для студентов высш. пед. учеб, заведений / Г.И. Кругликов, - М.: Издательский центр «Академия», 2002. - 80 с.

21 Жученко, А.А. Профессионально-педагогическое образование России. Организация и содержание / А.А Жученко Г.М., Романцев, Е.В. Ткаченко. -Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1999. - 234 с.

22 Практикум по методике преподавания машиностроительных дисциплин: учеб. пособие / А.М. Копейкин, В.И. Никифоров. Б А. Соколов и др.: Под ред. В.И. Никифорова. – М.: Академия, 2001. - 315 с.

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

23 Троицкий, В.А. Дефекты сварных швов и средства их обнаружения / В.П. Радько, В.Г. Демидко, В.А Троицкий. - Киев: Вища школа, 2003. - 1144 с.

24 Куркин, С.А., Сварные конструкции / Г.А. Николаев, С.А. Куркин. - М.: Высш. шк. 1991. - 397 с.

25 Карпей, Т.В. Экономика, организация и планирование промышленного производства / Т.Е. Карпей, - Мн.: Дизайн ПРО, 2004. -328 с.

26 Беляева, А. П. Профессионально - педагогическая технология в профессиональных учебных заведениях / А.Л. Беляевой. - СПб.: Высш. шк., 1995.-294 с.

27 Беспалько, В. П. Теоретические основы стандартизации образования: Педагогическое обеспечение Государственного стандарта образования: методическое пособие / В. П. Беспалько. - М.: Высш. шк. 1994. - 240 с.

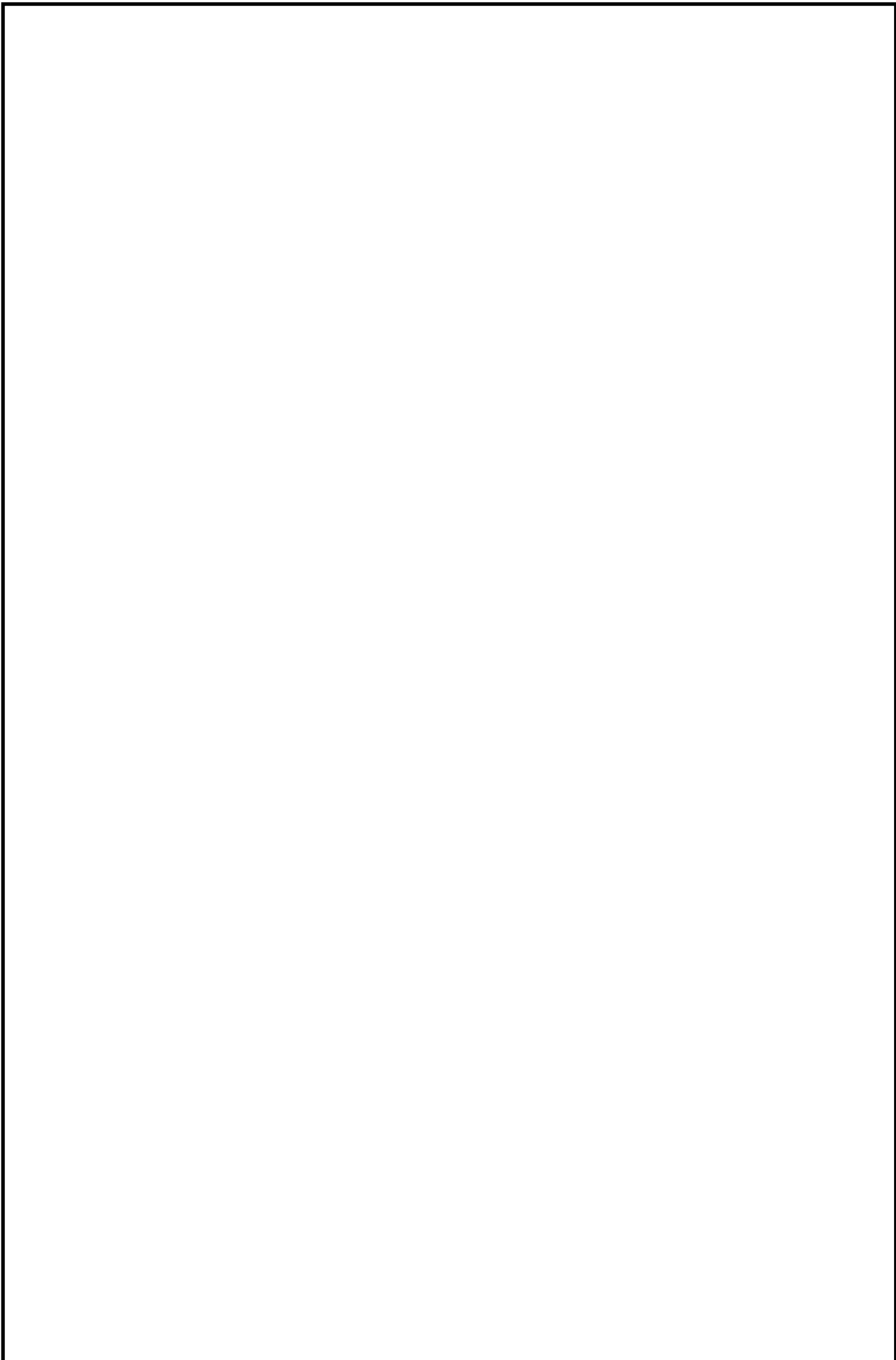
28 Сварочные материалы для дуговой сварки: справочное пособие : в 2 т. Т. 1 Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев [и др.] ; под общ.ред. Н. Н. Потапова. - М.: Машиностроение, 1989. – 544 с., ил.

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

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

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

					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						51
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		



					ДП 44.03.04.553 ПЗ	Лис
						52
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		