

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

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

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СВАРКИ НЕСУЩИХ КОЛОНН СООРУЖЕНИЙ

Выпускная квалификационная работа

Направление подготовки: 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль: Машиностроение и материалобработка

Профилизация: Технологии и технологический менеджмент в сварочном
производстве

Идентификационный код: 521

Екатеринбург 2019

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующий кафедрой ИММ

_____ Б.Н. Гузанов

«__» _____ 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Разработка технологии и подбор оборудования для сварки несущих колонн сооружений

Исполнитель:

студент группы СМ-401п

А.Я. Темиров

Руководитель:

канд. техн. наук, доц

Д.Х. Билалов

Нормоконтролер:

доц. канд. техн. наук, доц.

Л.Т. Плаксина

Екатеринбург 2019

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 58 страниц машинописного текста, 12 рисунков, 17 таблиц, 21 использованных источника литературы, графическую часть на 5 листах А1.

Ключевые слова: РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СВАРКИ НЕСУЩИХ КОЛОНН СООРУЖЕНИЙ ИЗ СТАЛИ 10Г2С1, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА ПОД ФЛЮСОМ, РЕЖИМЫ СВАРКИ, СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, ПЛАН-КОНСПЕКТ УРОКА.

Темиров А. Я. Разработка технологии и подбор оборудования для сварки несущих колонн сооружений /Темиров А. Я.; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, ин-т инж.-пед. образования, каф. инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии. – Екатеринбург, 2019. – 58 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Целью дипломного проекта является разработка технологии и подбор оборудования для сварки несущих колонн сооружений с использованием автоматической сварки под слоем флюса.

2. В дипломном проекте в технологической части будет разработана технология и подбор оборудования для сварки несущих колонн сооружений, которая включает в себя автоматическую сварку под флюсом; в методической части будет спроектирована программа подготовки сварщиков, которые будут способны осуществлять разработанную технологию и подобрать оборудование для сварки.

3. Результаты выпускной квалификационной работы могут быть использованы при производстве несущих колонн сооружений.

					ДП 44.03.04.521 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Темиров				Разработка технологии и подбор оборудования для сварки несущих колонн сооружений Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Пров.	Билалов						3	5
Н.контр.	Плаксина				РГППУ ИИПО гр.СМ-401н			
Утв.	Гузанов							

2. Подобрать и обосновать выбор способа сварки конструкции, а также сварочных материалов.

3. Разработать технологию сборки и сварки несущих колонн сооружений.

4. Подобрать соответствующее механическое и сварочное оборудование для разработанного варианта технологии.

5. Разработать программу переподготовки электросварщиков для приведенного вида сварки.

Таким образом, в выпускной квалификационной работе на основе изучения теории и практики внедрения активных методов обучения будут разработаны методические материалы для использования активных методов обучения при преподавании предмета «Спецтехнология».

В процессе выпускной квалификационной работы будут использованы следующие методы:

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

- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

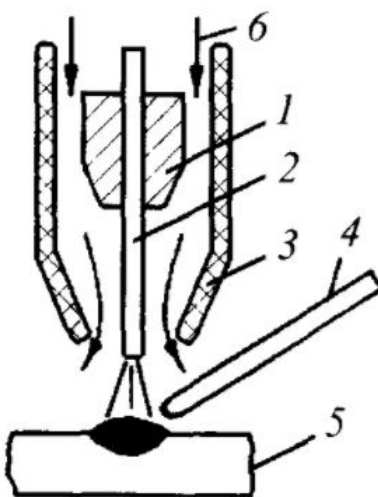
					ДП 44.03.04.521 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1.3 Выбор способа сварки

Сварка – это процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого. В настоящее время создано очень много методов сварки. Все известные виды сварки приведены и классифицированы в ГОСТ 19521-74.

1.3.1 Сварка в защитных газах

Сварка в защитных газах — способ, при котором защита зоны дуги от вредного воздействия воздуха осуществляется газом. В качестве защитных используют инертные газы (аргон и гелий), не взаимодействующие со свариваемым металлом, и активные газы (углекислый газ, азот и др.), взаимодействующие со свариваемым металлом. Сварка в защитных газах производится неплавящимся или плавящимся электродом. Схема дуговой сварки неплавящимся электродом представлена на рисунке 4.



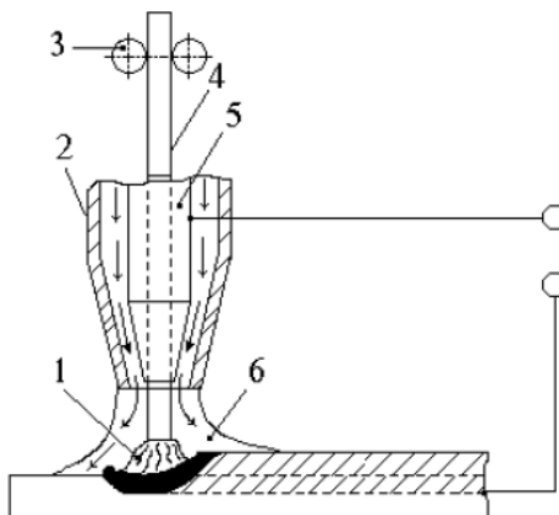
1 – мундштук; 2 – электрод; 3 – сопло; 4 – присадочный пруток; 5 – изделие; 6 – защитный газ

Рисунок 1 - Схема дуговой сварки неплавящимся электродом

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- Высокая скорость охлаждения сварного соединения

При сварке в защитных газах *плавящимся электродом* подаваемая в зону дуги электродная проволока расплавляется и участвует в образовании шва. Схема дуговой сварки в защитном газе плавящимся электродом представлена на рисунке 5.



1 – электрическая дуга; 2 – газовое сопло; 3 – подающие ролики; 4 – электродная проволока; 5 – токоподводящий мундштук; 6 – защитный газ

Рисунок 2 - Схема дуговой сварки в защитном газе плавящимся электродом

Преимущества дуговой сварки плавящимся электродом в защитном газе:

- высокая плотность мощности, обеспечивающая относительно узкую зону термического влияния;
- возможность металлургического воздействия на металл шва за счет регулирования состава проволоки и защитного газа;
- широкие возможности механизации и автоматизации процесса сварки;
- высокая производительность сварочного процесса

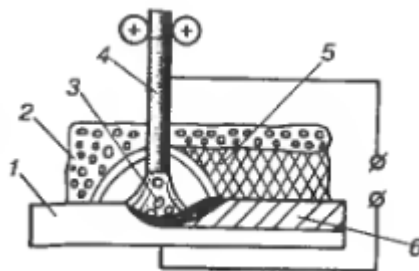
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- возможность сварки различных материалов толщиной от долей мм до десятков и сотен мм во всех пространственных положениях

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

1.3.2 Автоматическая сварка под флюсом

Особенность процесса автоматической дуговой сварки под флюсом является применение непокрытой сварочной проволоки и гранулированного (зернистого) флюса. Схема автоматической дуговой сварки под флюсом представлена на рисунке 3.



1 – основной металл; 2 – флюс; 3 – сварочная дуга; 4 – электродная проволока; 5 – закристаллизовавшийся шлак; 6 – сварной шов

Рисунок 3 - Схема автоматической сварки под флюсом

Сварку ведут закрытой дугой, горящей под слоем флюса в пространстве газового пузыря, образующегося в результате выделения паров и газов в зоне дуги. Сверху сварочная зона ограничена пленкой расплавленного шлака, снизу – сварочной ванной. Дуга горит вблизи переднего края ванны, несколько отклоняясь от вертикального положения в сторону, обратную направлению сварки. Под влиянием давления дуги жидкий металл также отесняется в сторону противоположную направлению сварки, образуя кратер сварочной ванны. Под дугой находится тонкая прослойка жидкого металла,

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

от толщины которой во многом зависит глубина проплавления. Расплавленный флюс, попадающий в ванну, вследствие значительно меньшей плотности всплывает на поверхность расплавленного металла шва и покрывает его плотным слоем защитного шлака.

Ещё одной особенностью сварки низколегированных сталей под флюсом заключаются в её проведении на постоянном токе обратной полярности. Сила тока при этом не должна превышать 800 А, напряжение дуги — не более 40 В, скорость сварки изменяют в пределах 13 - 30 м/ч. Одностороннюю одностороннюю сварку применяют для соединений толщиной до 8 мм и выполняют на остающейся стальной подкладке или флюсовой подушке. Максимальная толщина соединений без разделки кромок, свариваемых двусторонними швами, не должна превышать 20 мм. Для стыковых соединений без скоса кромок (односторонних или двусторонних) используют проволоку марки Св-08ГА, так как швы в этом случае имеют излишне высокую прочность и применение более легированной проволоки для таких соединений нецелесообразно.

Достоинства дуговой сварки под флюсом:

- получение швов с высокими механическими свойствами;
- глубокое проплавление свариваемого металла;
- высокая производительность процесса.

Недостатки дуговой сварки под флюсом:

- трудность сварки деталей небольших толщин;
- невозможность выполнения швов в положении, отличных от нижнего;
- затруднено визуальное наблюдение за процессом.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

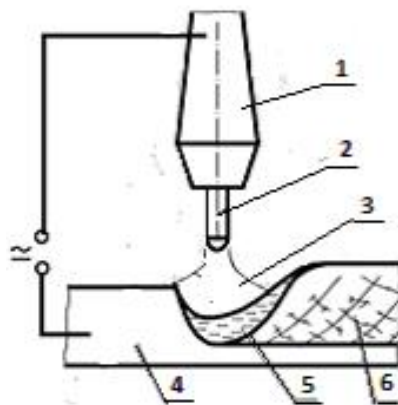
ДП 44.03.04.521 ПЗ

Лист

19

1.3.3 Ручная дуговая сварка

Ручная дуговая сварка может производиться двумя способами: неплавящимся электродом и плавящимся электродом. Схема ручной дуговой сварки неплавящимся электродом представлена на рисунке 1.



1 – держатель электродов; 2 – неплавящийся электрод; 3 – дуга; 4 – основной металл;
5 – сварочная ванна; 6 – шов

Рисунок 4 - Схема ручной дуговой сварки неплавящимся электродом

При ручной дуговой сварке *неплавящимся электродом* между неплавящимся (угольным или графитовым) электродом и изделием возбуждают дугу. Кромки изделия и вводимый в зону дуги присадочный материал нагреваются до плавления, образуется ванна расплавленного металла. После затвердевания металл в ванне образует сварной шов. При сварке угольным электродом дуга горит в парах углерода. Этот способ используется при сварке цветных металлов и их сплавов, а также при наплавке твердых сплавов.

Достоинства ручной дуговой сварки неплавящимся электродом:

- возможность сварки активных металлов (алюминий, медь, титан);
- возможность сварки деталей из металла не большой толщины;
- высокая концентрация тепловой энергии, высокая температура дуги (15000°-25000°С);

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

гом электродов, где хранятся паспортные данные множества марок электродов.

В большинстве случаев сварка низкоуглеродистых сталей производится без мер, направленных на предупреждение образования закалочных структур. Но все же при сварке толстостенных угловых швов и первого слоя многослойного шва для предотвращения образования трещин используют предварительный подогрев деталей до температуры 150-200° С.

Электроды для сварки низколегированных сталей ручной дуговой сваркой имеют низководородное фтористо-кальциевое покрытие. Широко применяют электроды типа Э70 по ГОСТ 9467-75. Сварку выполняют постоянным током при обратной полярности. Металл, наплавленный электродами, должен соответствовать следующему химическому составу, %: С до 0,10; Mn 0,8 - 1,2 ; Si 0,2 - 0,4 ; Cr 0,6 - 1,0 ; Mo 0,2 - 0,4 ; Ni 1,3 - 1,8 ; S до 0,03 ; P до 0,03. Сварочный ток выбирают в зависимости от марки и диаметра электрода, при этом учитывают положение шва в пространстве, вид соединения и толщину свариваемого металла. Сварку технологических участков нужно производить без перерывов, не допуская охлаждения сварного соединения ниже температуры предварительного подогрева и нагрева его перед выполнением следующего прохода выше 200С°.

Достоинства ручной дуговой сварки плавящимся электродом:

- наиболее мобильный вид сварки;
- возможность сварки с надежной защитой сварочной ванны на монтаже (открытый воздух);
- возможность сварки в труднодоступных местах;
- широкий выбор предлагаемых марок электродов.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Недостатки ручной дуговой сварки плавящимся электродом:

- качество шва зависит от квалификации и самочувствия сварщика;
- низкая производительность процесса;
- большой объем тепловложений.

1.4Выбор сварочных материалов

Для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей под флюсом выбираем сварочную проволоку Св-08ГА и флюсАН-348А.

Таблица 5 -Химический состав сварочной проволоки Св-08ГА, % ГОСТ 2246-70

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

1.4.1 Назначение сварочного флюса АН-348А

Предназначен, для автоматической сварки и наплавки конструкций из низкоуглеродистых нелегированных и низколегированных сталей низколегированной проволокой марки Св-08ГА. При сварке под флюсом АН-348А сварочная проволока и флюс АН-348А одновременно подаются в зону горения дуги, под воздействием теплоты которой плавятся кромки основного металла, электродная проволока и часть флюса АН348А. Вокруг дуги образуется газовый пузырь, заполненный парами металла и материалов флюса. По мере перемещения дуги расплавленный флюс всплывает на поверхность сварочной ванны, образуя шлак. Расплавленный флюс АН 348А защищает зону горения дуги от воздействия атмосферных газов и значительно улучшает качество металла шва.

Таблица 6- Химический состав флюса АН-348А,% ГОСТ 9087-81

SiO2	MnO	CaO	MgO	Al2O3	Fe2O3	S	P	CaF2
40,0- 44,0	31,0- 38,0	<12,0	<7,0	<13,0	0,5-2,2	<0,11	<0,12	3,0-6,0

1.5 Расчет режимов

Расчет начнем с того, что рассчитаем площадь наплавленного металла (площадь сечения). Имея эскиз сварного соединения (Т1) и опираясь на ГОСТ – 8713-79 мы имеем следующие данные: $S = 16$; $K = 10$; $e = 14,1$; $g = 2$.

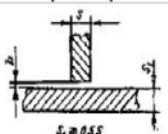
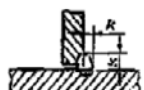
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	s	b	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номин.	През. откл.
Т1			АФ; МФ	3	0	+0,8
				Св. 3 до 5		+1,0
				Св. 5 до 40		+1,5

Рисунок 6 - Эскиз сварного соединения (Т1)

Имея все исходные данные, которые нужны для расчета наплавленного металла, можем преступить к расчетам через формулу (3):

$$F_n = K * g + \frac{K^2}{2} = 10 * 2 + 50 = 70 \text{ мм} \quad (3)$$

Теперь имея величину площади наплавленного металла, можно приступить к основным расчетам параметров сварки. Определим расчетную глубину проплавления при автоматической сварке через формулу (4).

$$h_p = 0,7 * K = 7 \text{ мм} \quad (4)$$

Дальше приступим к расчету силы сварочного тока по формуле (5).

$$I_{св} = \frac{h_p}{k_1} * 100 = \frac{7}{1,25} * 100 = 560 \text{ А} \quad (5)$$

После расчетов силы сварочного тока, рассчитаем диаметр сварочной проволоки используя данные из таблицы 7 по формуле (6).

$$d_3 = K_d \cdot F_{ni} = 0,036 \cdot 70 \text{ мм}^2 = 2,52 \text{ мм.} (6)$$

Таблица 7- Значение коэффициента K_d при дуговой сварке под флюсом

Род тока	Значение коэффициента K_d для сварки	
	автоматической	механизированной
Переменный	0,036...0,160	0,036...0,080
Переменный	0,040...0,173	0,040...0,086

Рассчитав диаметр сварочной проволоки, можно перейти к расчёту значения плотности тока J по формуле (7).

$$J = \frac{4I_{CB}}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 560}{3,14 \cdot 3^2} = \frac{2240}{28,26} = 79 \text{ А/мм}^2 \quad (13)$$

После определения плотности тока, рассчитаем скорость сварки V_{CB} по формуле (8).

$$V_{CB} = \frac{\alpha_n \cdot I_{CB}}{3600 \cdot \rho \cdot F_k} = \frac{14,3 \cdot 560}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,70} = \frac{8008}{19656} = 0,4 \text{ см/с} (8)$$

Где, α_n - коэффициент наплавки, ρ – плотность основного металла, 7,8.

Величина α_n рассчитывается по формуле (9).

$$\alpha_n \sim \alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot d (-1,505) = 6,8 + 0,0702 \cdot 560 \cdot 0,19 = 14,3 (9)$$

V_{CB} должна находится в пределах от 0,4 ÷ 1,6. Как показали расчеты, именно в этом диапазоне мы и находимся. Теперь рассчитаем U_g по формуле (10).

$$U_g = 20 + 0,05 \frac{I_{CB}}{\sqrt{d_3}} = 20 + 0,05 \cdot 329,4 = 36,47 (10)$$

Теперь рассчитаем погонную энергию сварки q_n по формуле (11)

$$q_n = \frac{I_{св} \cdot U_g \cdot \eta}{V_{св}} = \frac{560 \cdot 36.47 \cdot 0.8}{0.4} = \frac{16338.6}{0.4} = 40\,846.5 \quad (11)$$

где η – эффективный КПД дуги, $\eta = 0,8 \div 0,85$.

После расчетов погонной энергии, проведем расчет коэффициента формы провара от основных параметров режима сварки по формуле (12)

$$\Psi_{np} = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \frac{d_э \cdot U_g}{I_{св}} = 0,9 \cdot 13,4 \cdot 0,2 = 2,4 \quad (12)$$

При токе обратной полярности:

$$\text{Если } j \leq 120, \text{ то } K' = 0,367 \cdot j \cdot 0,1925 = 0,367 \cdot 2,32 = 0,9$$

Теперь имея расчет коэффициента формы провара, проверим глубину проплавления h по формуле (13).

$$h = 0.076 \cdot \sqrt{\frac{q_n}{\Psi_n}} = 0.076 \cdot 130,5 = 7,7 \text{ мм} \quad (13)$$

Если h отличается от значения h_p более чем на 10 % следует внести коррективы уменьшить или увеличить значение $I_{св}$

Рассчитаем скорость подачи сварочной проволоки по формуле (14)

$$V_{п.п} = \frac{4 V_{св} \cdot F_k}{\pi \cdot d_э^2} = \frac{4 \cdot 0,4 \cdot 70}{3,14 \cdot 9} = 4 \text{ см/с} \quad (14)$$

После расчетов скорости подачи проволоки, проведем расчеты вылета сварочной проволоки по формуле (15)

$$l_э = 10d_э \pm 2d_э = 10 \cdot 3 \pm 2 \cdot 3 = 30 \pm 6 \text{ мм} \quad (15)$$

1.6 Описание оборудования

1.6.1 Основное оборудование

1.6.1.1 Листоправильная машина серии WD UBR

Листоправильная машина тяжелого типа (листоправильные вальцы) серии WD изготовленная по технологии UBR предназначена для правки листового металла путем многократного перегиба. Эскиз листоправильной машины представлен на рисунке 7.

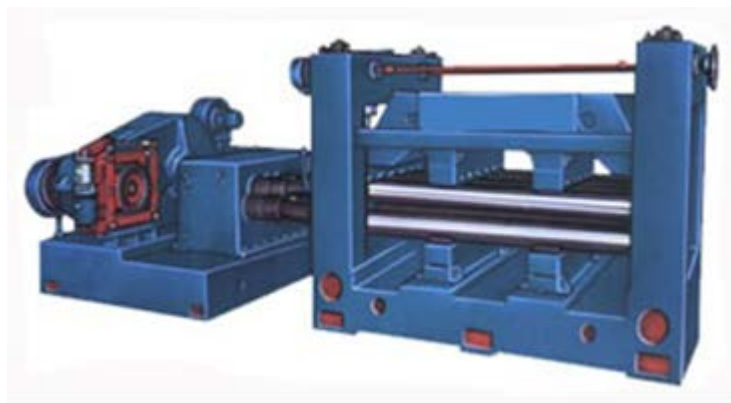


Рисунок 7 - Листоправильная машина серии WDUBR

В таблице 8 представлены технические характеристики листоправильной машины серии WD UBR.

Таблица 9- Технические характеристики листоправильной машины серии WD UBR

1	2	3
Параметр	Ед. изм.	Значение
Предел текучести стал заготовки	МПа	360
Максимальная толщина заготовки	мм	32
Минимальная толщина заготовки	мм	6

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.521 ПЗ

Лист

27

Окончание таблицы 9

1	2	3
Ширина заготовки	мм	80-1600
Количество волков	шт	9
Диаметр волков	мм	300
Ширина волков	мм	1700
Точность правки лист 6-8	мм	3
Точность правки лист 9-32	мм	2
Рабочий ход верхних роликов	мм/мин	-5÷60
Скорость правки	м/мин	9
Мощность главного двигателя	кВт	180
Габариты правильной части	мм	2680X2400X2720
Габариты приводной части	мм	2995X2450X1535
Длина входного и выходного рольганга	мм	15000
Масса	кг	62000

1.6.1.2 Установка лазерной резки Mitsubishi ML3015eX-S

Mitsubishi ML3015eX-S — 2D установка лазерной резки с летающей оптикой, с ручной загрузкой паллеты.

Внешний вид установки лазерной резки Mitsubishi ML3015eX-S представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 - 2D установка лазерной резки с летающей оптикой и ручной сменной паллеты Mitsubishi ML3015eX-S

Опционально оснащается автоматическим сменщиком паллет (2 шт.).

Номинальные (гарантированные) показатели резки:

- Углеродистая сталь: 20 мм.
- Нержавеющая сталь: 8 мм.
- Алюминий: 8 мм.

Основные технические характеристики установка лазерной резки Mitsubishi ML3015eX-S:

Максимальный размер листа, мм 10000×5000

Нагрузка рабочего и сменного стола, кг 930

Перемещение по осям X/Y/Z, мм 3100×1565×150

Длина волны, мкм 10,6

Мощность лазера, Вт 2700

Пиковая мощность, Вт 3200

Низкое потребление резонаторного газа (смеси) 1л/час

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.521 ПЗ

Лист

29

1.6.1.3 Шлифовальная машинка Bosch GWS26-230 JBVe

Шлифовальная машинка Bosch GWS26-230 JBVe применяется для шлифовки, зачистки и резки твердых материалов из камня, бетона и т.д., без использования воды. Эскиз углошлифовальной машинки Bosch GWS26-230 JBVe представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 - Шлифовальная машинка Bosch GWS26-230 JBVe

Технические характеристики углошлифовальной машинки Bosch GWS26-230 JBVe приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Технические характеристики шлифовальной машинки Bosch GWS26-230 JBVe

Параметры	Значения
Номинальная потребляемая мощность, Вт	2600
Число оборотов при холостом ходе	16500
Резьба шлифовального шпинделя	M 14
Диаметр круга, мм	230
Масса без кабеля, кг	6,4

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.521 ПЗ

Лист

30

1.6.1.4 Сварочная головка для сварки под флюсом NA-5.

Автоматические сварочные системы серии NA5 предназначены для работы с использованием как сплошной сварочной проволоки реализуемых на жестких и падающих вольтамперных характеристиках источника питания. Сварочное напряжение и скорость подачи проволоки выставляются перед сваркой и отображаются на цифровых индикаторах контрольного блока с плавной регулировкой в процессе сварки. После завершения сварки режим остается неизменным в течении любого времени, даже при повторном включении оборудования в начале следующей смены или следующего дня.

Данный комплект от компании LincolnElectric обеспечивает наилучшие характеристики сварного шва посредством применения различных режимов и методов сварки, использования одно проволочной системы с диаметром проволоки 1,6-4мм, тем самым обеспечивается стабильная бесперебойная работа в процессе эксплуатации оборудования изображена на рисунке 10.

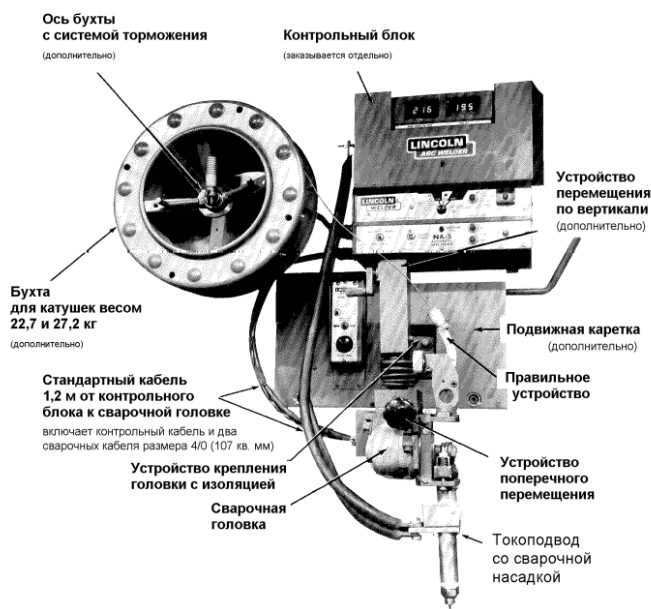


Рисунок 10 – Автоматическая сварочная головка NA-5 в сборе.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 8- Технические характеристики сварочной головки под флюсом NA-5

Технические данные	NA-5
Сварочный ток макс.	600 А
Диаметр проволоки	1,6 – 3,2 мм
Вес	50 кг
Реком. источник тока	DC-600

1.6.1.5 Источник питания IDEALARCDC-600.

Источник питания DC-600 - универсальный сварочный трансформатор-выпрямитель, обеспечивающий как жесткие, так и падающие внешние характеристики. Дополнительно DC-600 может работать в режиме ручной сварки штучным электродом, сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов, а также воздушной строжки угольными электродами диаметром до 3/8" (10 мм). Источник питания оборудован потенциометром плавной регулировки выходной мощности на всем ее диапазоне. DC-600 рекомендуется к использованию со стандартными механизмами подачи сварочной проволоки производства компании LincolnElectric LN-7, LN-7GMA, LN-8, LN-9, LN-9GMA, LN-23P, LN-25, с автоматическими сварочными головками NA-3, NA-5 и NA-5R, и со сварочными тракторами LT-56 и LT-7. Внешний вид источника питания изображен на рисунке 11.



Рисунок 11- Внешний вид источника питания DC-600.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

1.6.1.6 Автоматизированный стан для производства двутавровых балок

Стан осуществляет следующие операции: сборку, сварку, правку геометрии двутавровой балки. Сборка производится при помощи гидравлических позиционеров и упоров, сварка балки происходит под слоем флюса, правка грибовидности балки – гидравлическая. Внешний вид оборудования изображен на рисунке 12.



Рисунок 12 - Стан для производства двутавровых балок

Основные преимущества:

- Массивная стальная станина с вертикальным гидравлическим прижимом;
- Быстрое позиционирование заготовки перед сваркой на основе управления программно-логическим контроллером **MitsubishiFX-2N** (Япония);
- Поддерживающие ролики на входе и выходе из узла правки грибовидности;
- Сварочные источники **LincolnElectricIdealarcDC-1000** (США)

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- Сварочные головки **LincolnElectricNA-5 (США)** с цифровым управлением;
- Плавная регулировка скорости подачи балки с частотным преобразователем **MitsubishiFR-A 700 (Япония)**;
- Износостойкие и пылезащищенные механизмы

Таблица 11- Основные технические характеристики:

Параметр	Значение
Длина балки, мм	4000–15000
Ширина полки, мм	200–800
Толщина полки, мм	6–40
Толщина стенки, мм	6–32
Высота двутавровой балки, мм	200–1500
Сварочные источники	Idealarc DC-1000 (Lincoln Electric, США)
Сварочные головки	NA-5 (LincolnElectric, США)
Скорость сварки, мм/мин	200-1000
Диаметр сварочной проволоки, мм	1.6; 2; 3
Угол регулировки сварочной головки, град.	45±12.5°
Максимальная потребляемая мощность сварочного оборудования, кВт	2 x 50
Общая мощность, кВт	20 (без учета сварочных источников питания)
Габаритные размеры станка (Д×Ш×В), м	25×3,6×4,5
Вес, т	около 18
Программно-логический контроллер	FX-2N (Mitsubishi, Япония)
Частотный преобразователь	FR-A700 (Mitsubishi, Япония), с плавной регулировкой скорости
Производительность, пог. м.	До 80

Комплектность Оборудования:

- Основная станина;
- Пульт управления станом;
- Механизм предварительной сборки;
- Входной рольганг;
- Выходной рольганг с поддерживающими гидравлическими подъемными роликами;
- Гидравлический упор;
- Маслостанция с системой маслопровода;

- Механизм правки полок балки;
- Сварочные источники питания DC-1000 (LINCOLNELECTRIC, США) – 2 комплекта;
- Двухпроволочные сварочные головки NA-5 (Lincolnelectric, США) – 2 комплекта;

1.7 Технология сборки-сварки двутавровой балки.

Технология сборки-сварки двутавровой балки в таблице 12.

Таблица 12- Технология сборки-сварки двутавровой балки.

Номер операции	Наименование операции	Содержание операции	Используемые оборудование и режимы
1	2	3	4
1	Доставка листов со склада и контроль качества поверхности металла.	Листы стандартных размеров 9000×4000×16 мм и 9500×4000×16 мм доставляется в зону правки и очистки поверхности. Доставленный металл проверяется на наличие окалины, ржавчины и других загрязнений	Мостовой кран, грузозахватные приспособления, подкрановые тележки.
2	Правка	Произвести предварительную правку стандартного листа для удаления вмятин, волнистости, серповидности и др.	Листоправильная машина серии WD UBR
3	Резка и подготовка кромок	Резка металла выполняется в соответствии чертежу: 8500×100×16 и 9000×100×16. После резки производим подготовку кромок.	Резка и подготовка кромок производится при помощи установки лазерной резки Mitsubishi ML3015eX-Sm
4	Контроль геометрических размеров	Осуществляется контроль формы и размеров деталей в соответствии с чертежами детализовки, а также проверяется чистота реза	Линейка, угольник, угломер, УШС

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4
5	Правка (если необходимо)	Удаление вмятин, волнистости и серповидности	Листоправильная машины серии WD UBR
6	Сборка	Осуществляется на автоматизированном стане для производства двутавровой балки.	Автоматизированный комплекс для сварки двутавровой балки РН15.
7	Контроль сборки	Контролировать зазоры и взаимное расположение деталей	Линейка, мерительная рулетка, угольники, набор щупов.
8	Зачистка	Удаление брызг, окалины, шлака	Зачистка выполняется шлифовальной машинкой Bosch GWS26-230 JBVe.
9	Сварка	Производство сварной двутавровой балки состоит из следующих операций: 1. Сборка, сварка таврового профиля, правка грибовидности. 2. Тавр при помощи крана кантуется на 180 градусов и возвращается на входной рольганг стана. 3. Сборка, сварка, правка двутавровой балки.	Автоматизированный комплекс для сварки двутавровой балки РН15. Мостовой кран.
10	Зачистка сварных швов	Удаление брызг, окалины, шлака	Зачистка выполняется шлифовальной машинкой Bosch GWS26-230 JBVe.
11	Контроль качества сварных соединений	На данном этапе производится визуальный контроль формы шва, отсутствие подрезов, трещин, наличие наружных и внутренних дефектов.	Линейки, мерительная рулетка, УШС; Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70.
12	Складирование	Готовая стальная балка отправляется на склад готовой продукции.	Мостовой кран, подкрановая тележка

Итак, в технологическом разделе было представлено описание конструкции, проанализирована сталь 10Г2С1, выбран и обоснован способ свар-

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

ки, а также сварочные материалы. Определены сварные соединения по ГОСТ и посчитаны режимы сварки, было подобрано и описано основное и вспомогательное оборудование, представлена технология изготовления металлоконструкции.

					ДП 44.03.04.521 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

2Методический раздел

В технологической части разработанного дипломного проекта разработана технология сборки и процесс изготовления двутавровой балки. В процессе разработки предложена замена частично механизированной сварки на автоматическую электродуговую сварку под флюсом. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное. Реализация разработанной технологии предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт предложенного оборудования.

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

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

Профессиональные стандарты применяются:

					ДП 44.03.04.521 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

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

Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

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

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

На первом этапе рассмотрим и сравним функциональные карты видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик ручной и частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением ручной дуговой сварки, и по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», что имеет место в проектируемой технологии.

В таблице 1 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

Таблица 13 – Функциональные характеристики рабочих профессий
«Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го уровня) и
«Оператор автоматической сварки плавлением» (4-го уровня)

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
Трудовая функция	Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) любой сложности.	Выполнение полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов с настройкой и регулировкой оборудования.
Трудовые действия	Выполнение частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением (на основе знаний и практического опыта) конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) любой сложности. Выполнение уникальных работ и участие в исследовательских работах.	Выполнение настройки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением. Выбор и регулировка режимов полностью механизированной и автоматической сварки плавлением. Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением с регулировкой параметров сварочного оборудования в процессе сварки. Проведение инструктажа специалистов, работающих на налаживаемых установках.
Необходимые умения:	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.	Конструкция оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением (электрические, кинематические схемы), причины возникновения неисправностей и способы их устранения. Тепловые, механические, электромеханические, магнитные, лазерные, оптические устройства промышленной визуализации сварочных процессов и слежения за сварочными процессами. Особенности настройки и регулировки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки, в том числе в процессе выполнения сварки. Причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций

Продолжение таблицы 13

1	2	3
		<p>в свариваемых изделиях. Виды коррозии и факторы, приводящие к ее появлению. Функциональные и принципиальные электрические схемы, чертежи механизмов и узлов используемого оборудования. Основы металлографии сварных швов. Основные виды термической обработки сварных соединений.</p>
<p>Необходимые знания</p>	<p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) любой сложности. Конструкторская, производственно-технологическая и нормативная документация для выполнения данной трудовой функции.</p>	<p>Определять нарушения режимов по внешнему виду сварных швов. Выполнять настройку и регулировку оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, в том числе в процессе выполнения сварки. Настраивать устройства промышленной визуализации (тепловые, механические, электромеханические, магнитные, лазерные, оптические) и устройства слежения за процессом сварки.</p>
<p>Необходимые знания</p>		<p>Выполнять наладку оборудования и приспособлений для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, устранять неисправности в их работе. Контролировать работу оборудования для механизированной и автоматической сварки плавлением с использованием контрольно-измерительных приборов и автоматики. Рассчитывать и измерять основные параметры электрических, магнитных и электронных цепей.</p>
<p>Другие характеристики:</p>	<p>Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой</p>	

Продолжение таблицы 13

1	2	3
	<p>функцией: сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с механизированной подачей проволоки: сварка дуговая порошковой самозащитной проволокой; сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая под флюсом ленточным электродом; сварка дуговая под флюсом с добавлением металлического порошка; сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой; сварка дуговая под флюсом порошковым ленточным электродом; сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе; сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе; сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе.</p>	
<p>Другие характеристики:</p>	<p>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;</p>	

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.521 ПЗ

Лист

42

Окончание таблицы 13

1	2	3
	<p>сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая под флюсом ленточным электродом; сварка дуговая под флюсом с добавлением металлического порошка; сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой; сварка дуговая под флюсом порошковым ленточным электродом; сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе; сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе; сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе.</p>	
<p>Характеристики выполняемых работ:</p>	<p>выполнение работ частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) любой сложности; выполнение работ частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением в исследовательских и научных целях по заданным параметрам. Рекомендуемое наименование профессии: сварщик частично механизированной сварки плавлением, 4-й квалификационный уровень.</p>	

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

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

Исходя из сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблице 2. Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 14- Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 4-го квалификационного разряда

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1	2	3
1.	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	58
1.1	Основы экономики отрасли	2
1.2	Материаловедение	10
1.3	Основы электротехники	6
1.4	Чтение чертежей	10

Продолжение таблицы 14

1	2	3
1.5	Спецтехнология	30
2.	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ	116
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	16
2.2	Работа на предприятии	100
	Консультации	3
	Квалификационный экзамен	6
	ИТОГО	174

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

2.2 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

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

Таблица 15 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Источники питания для автоматической сварки плавлением	6
2	Оборудование для автоматической сварки плавлением	4
3	Технология автоматической сварки	6
3.1	Сварочные материалы, используемые при автоматической сварке	4
3.2	Особенности автоматической сварки	4
3.3	Механическое оборудование, используемое для полуавтоматической и автоматической сварки	4
4	Контроль качества сварных швов	2
	Итого:	30

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 16 – Структура урока

Этап учебного занятия	Время, отведенное на этап
1. Организационный этап	5 мин.
2. Сообщение темы и целей	5 мин.
3. Актуализация знаний	10 мин.
4. Изучение нового материала	50 мин.
5. Обобщение и систематизация изученного материала	10 мин.
6. Подведение итогов занятия (оценка деятельности группы)	5 мин.
7. Домашнее задание	5 мин.

Таблица 17 – Этапы проведения урока

Этап	Деятельность педагога	Деятельность обучающихся и деятельность преподавателя
1. Организационный этап	<p>«Здравствуйте, коллеги; все заняли свои места; попрошу всех встать, поприветствуем друг друга. Сделаем переключку, проверим присутствующих.</p> <p>Настраиваемся на активную работу.</p> <p>Любому практикующему сварщику известно, что с развитием машиностроения и усовершенствованием технологий сварочного производства все более актуальным становится необходимость механизировать и автоматизировать традиционные методы производства и изготовления металлоконструкций. Благодаря возможностям современного сварочного оборудования можно автоматизировать весь процесс сварки, задачей сварщика будет являться лишь программирование и контроль процесса сварки. Сегодня на занятии мы рассмотрим и изучим автоматический комплекс для сварки стальной балки под слоем флюса.</p>	<p>Я подготавливаюсь к занятию, к изучению нового материала.</p>
2. Сообщение темы и целей	<p>«Тема занятия: «Автоматический комплекс для сварки стальной балки под слоем флюса». Записываю тему на доске, прошу обучающихся вести запись в тетради. Слежу за тем, все ли записали.</p> <p>«Итак, один из наиболее популярных методов качественного соединения металлов — автоматическая сварка под слоем флюса. С ее помощью можно сварить такие металлы, как медь, алюминий и нержавеющей сталь.</p>	<p>Обучающиеся записывают новую тему в тетрадь.</p>

Продолжение таблицы 17

1	2	3
	<p>Автоматическая сварка ускоряет и упрощает работу, а флюс выполняет защитную функцию».</p>	
<p>3. Актуализация знаний</p>	<p>«Сталкивались ли вы с таким оборудованием? Давайте попробуем описать сущность своими словами» Провожу фронтальный опрос, задаю наводящие вопросы, помогаю в ответе.</p>	<p>Обучающиеся отвечают на вопросы, записывают информацию.</p>
<p>4. Изучение нового материала</p>	<p>Перехожу непосредственно к новому материалу. «Автоматическая дуговая сварка под слоем флюса — это технология, суть которой ничем не отличается от классической дуговой сварки. Металл плавится из-за высокой температуры, которая формируется благодаря электрической дуге» На плакате изображен автоматизированный стан для производства двутавровой балки.</p> <div data-bbox="523 943 1086 1736" data-label="Image"> </div> <p>Прошу записать, проверяю, все ли слушают и записывают. Отличие автоматической сварки от любой другой заключается лишь в том, что большинство процессов выполняется не вручную, а с помощью специальных станков.</p>	<p>Обучаемые конспектируют под диктовку учебный материал. Задают вопросы.</p> <p>Внимательно смотрят на плакат «Автоматизированный комплекс для сварки двутавровой балки под слоем флюса».</p>

Продолжение таблицы 17

1	2	3
	<p>Базовые модули контроллера Mitsubishi FX2N содержат от 16 до 128 входов/выходов. С правой стороны контроллера могут подключаться расширительные модули серий FX, увеличивая количество входов/выходов до 256. Выпускаются контроллеры в модификациях: с релейными (например, FX2N-32MR), транзисторными выходами (например, FX2N-24MT) и симисторными выходами на переменное напряжение 110в (по запросу). Они легко подключаются ко всем наиболее распространённым сетям, например, Ethernet, CC-Link, CANopen, Profibus-DP.</p> <p>Частотный преобразователь MitsubishiFR-A700: Серия FR-A700 (FR-A740) - новейшая универсальная серия частотных преобразователей, выпущенная для замены серии FR-A500 с применением новейшей элементной базы.</p> <p>Интегрированный контроллер Серия FR A700 (FR-A740) снабжена интегрированным программируемым логическим контроллером. ПЛК имеет доступ ко всем параметрам инвертера и может функционировать как автономный контроллер или устройство мониторинга, выполняя множество сопутствующих задач.</p> <p>Благодаря новым электронным компонентам и техническим решениям эти компактные инвертеры имеют значительный запас по сроку эксплуатации. В инвертере используются высококачественные конденсаторы, надежные вентиляторы, а также печатные платы с двухслойной изоляцией. Еще одним полезным дополнением к линейке является Напольный Модуль с защитой IP20, который доступен для мощностей от 45кВт и выше. Модуль представляет из себя удобную отдельностоящую сборку без необходимости использования отдельного корпуса.</p> <p>Система рециркуляции флюса LT-100D: WUXILiantongWeldingMachinery (Китай) – компания специализирующаяся на производстве различных систем рециркуляции сварочного флюса на протяжении 20 лет. Системы рециркуляции флюса Liantong устанавливаются на такое оборудование как порталнаясварочная установка,</p>	<p>Обучающиеся записывают информацию, слушают пояснения, задают вопросы.</p> <p>Я веду рассказ и объясняю данную тему на плакате «Автоматизированный сварочный комплекс для сварки двутавровой балки ».</p>

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

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

					ДП 44.03.04.521 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В начале работы над курсовым проектом была поставлена задача разработать вариант изготовления несущих колонн сооружений с использованием автоматической сварки.

В настоящем дипломе разработана технология изготовления несущих колонн сооружений из стали 10Г2С1 с использованием автоматической сварки под флюсом. Были изучены характеристики стали 10Г2С1, определены физические и механические свойства. Подобрано оборудование для сборки и сварки металлоконструкции, целесообразно выбраны сварочные материалы и посчитаны режимы сварки.

В методической части дипломного проекта изучены и проанализированы профессиональные стандарты «Сварщик» и «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки». Разработан учебный план переподготовки по профессии «Сварщик-оператор автоматической сварки плавлением» на основе анализа квалификационной характеристики, также разработан тематический план предмета «Спецтехнология» и план-конспект урока на тему «Автоматический комплекс для сварки стальной балки под слоем флюса».

Подходя к завершению дипломного проекта, можно сделать вывод, что разработанная технология производства несущих колонн сооружений позволяет повысить качество металлоконструкции, производительность труда, уменьшить трудоемкость процесса изготовления.

					ДП 44.03.04.521 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

