

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра металлургии, сварочного производства и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой МСП
_____ Б.Н. Гузанов
«_____» _____ 2016г.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ
СБОРКИ И СВАРКИ ПРОДОЛЬНОЙ БАЛКИ ГРУЗОВОГО ВАГОНА**

Пояснительная записка к дипломному проекту
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля Машиностроение и материалобработка
специализации Технологии и технологический менеджмент
в сварочном производстве

Идентификационный код ВКР: 127

Исполнитель:
студент группы СМ-402

Коротовских П.С.

Руководитель:
ст. преподаватель

Билалов Д.Х.

Екатеринбург
2016

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 79 листов печатного текста, 15 таблиц, 19 наименований использованных источников, 65 формул.

Ключевые слова: ВАГОННАЯ ХРЕБТОВАЯ БАЛКА, ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ ХРЕБТОВОЙ ВАГОННОЙ БАЛКИ, СВАРОЧНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, 15ХСНД.

В настоящем дипломном проекте разработана технология и подобрано оборудование для сборки и сварки под флюсом.

1. Замена ручной дуговой сварки на механизированную.
2. Выполнен сравнительный анализ технико-экономических показателей базовой и проектируемой технологии сварки вагонной хребтовой балки.
3. Разработана программа переподготовки «Электросварщиков ручной сварки» 3-го разряда на «Электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го разряда.
4. Разработан учебный план переподготовки, тематический план, план конспект урока по теме «Устройство и основные узлы линии для сварки продольных швов хребтовых балок».

					ДП 44.03.04.127 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Выполнил		Коротовских				Лит.	Лист	Листов
Провер.		Билалов						
								Лист
Н. Контр.		Плаксина			ДП 44.03.04.127 ПЗ			2
Исполн.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Технологический раздел.....	6
1.1 Описание конструкции.....	6
1.2 Определение свариваемости стали.....	13
1.3 Описание базовой технологии сборки и сварки.....	15
1.4 Выбор способа сварки.....	16
1.5 Описание сварочных материалов.....	20
1.6 Расчет режимов сварки.....	22
1.7 Оборудование для сборки и сварки	30
1.8 Контроль качества сварных соединений	34
1.9 Технология сборки и сварки	37
2 Экономический раздел	39
2.1 Определение капитал-образующих инвестиций	39
2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций...	47
2.3 Расчет основных показателей экономической эффективности	62
3 Методическая часть	69
3.1 Анализ квалификационных характеристик	69
3.2 Разработка учебного плана повышения квалификации	72
3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология».....	73
Заключение	79
Список использованных источников	80
Приложение А – лист задания.....	82
Приложение Б - спецификация	83

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современной техники выдвигает особые требования к конструкционным материалам, в связи с этим в настоящее время становятся востребованными материалы, обладающие высокой прочностью и пластичностью в широком диапазоне температур.

При производстве вагонной хребтовой балки сварочное производство играет важную роль, так как изготавливается конструкция с помощью сварки. В данном случае использование сварки является наиболее целесообразным, т.к. отлить данную деталь целиком не экономически выгодный вариант, да и это очень тяжелый процесс изготовления.

Производство вагонной хребтовой балки осуществляется с помощью ручной дуговой сварки, обладающей не высокой производительностью и тяжелыми условиями труда сварщиков. Актуальным становится внедрение и замена этих способов на механизированную сварку, что повлечет снижение трудоемкости процесса изготовления, повышение производительности, уменьшения расходов.

Объектом разработки ВКР является технология изготовления металло-конструкций.

Предметом разработки ВКР является процесс сборки и сварки вагонной хребтовой балки.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления вагонной хребтовой балки с использованием механизированной сварки.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления;
- подобрать проектируемый способ сварки и обосновать;
- провести расчеты режимов сварки;
- подобрать сварочное и сборочное оборудование;

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- разработать технологию сборки-сварки вагонной хребтовой балки;
- провести экономические расчеты базового и проектируемого варианта, для определения экономической эффективности;
- разработать программу переподготовки электросварщиков для данного способа сварки.

Таким образом, в технологической части будет разработан проектируемый вариант на основе анализа базового варианта технологического процесса изготовления вагонной хребтовой балки, при помощи механизированной сварки;

В экономической части - приведена экономическая целесообразность использования механизированной сварки;

В методической части – будет разработка учебно-программной документации для переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го разряда, с возможностью внедрения этой разработки на производстве.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 Технологический раздел

1.1 Описание конструкции

Вагонная хребтовая балка широко используется в строительстве как грузовых, так и пассажирских вагонов. Она состоит из 2-х Z-образных профилей и полки, к которым крепятся автосцепные устройства, которые с свою очередь принимают продольные силы сжатия и растяжения. Также балка принимает и вертикальные силы сжатия и растяжения.

Железнодорожный транспорт самый безопасный способ перевозки груза. Благодаря вагонам можно перевозить самые разные виды груза, а также железнодорожная перевозка самая недорогая.

Виды вагонов:

В крытых вагонах, обычно, перевозят бытовую технику, хозтовары, зерно, мебель, одежду и другой подобный груз. Они надежно защищают его от атмосферных и механических повреждений. Крытые вагоны оборудованы специальными закрывающимися люками или металлическими дверьми, расположенными в самом низу. Эти приспособления позволяют облегчить процесс погрузки и разгрузки. Крытые вагоны подразделяются на специальные, в которых перевозятся животные, птицы, автомобили, бумажная продукция и т.д., и универсальные, предназначенные для транспортировки зерна и штучного товара.

Изотермические вагоны также относятся к категории крытых. Они оснащены оборудованием для транспортировки грузов с ограниченным сроком хранения (рыбы, мяса, фруктов, полуфабрикатов и т.д.). Изотермические вагоны подразделяют на группы по типу и способу охлаждения. Для того, чтобы в вагоне сохранялись определенные температуры, его корпус обшивается пенополиуретановой или полистирольной теплоизоляцией. Вагоны-рефрижераторы, также входящие в

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

категорию изотермических вагонов, оборудованы холодильниками или электросиловым оборудованием, предназначенным для охлаждения или подогрева. Кроме того, они имеют специальные устройства для вентиляции воздуха. Железнодорожные перевозки грузов могут совершаться и в вагонах-ледниках, оснащенных льдосоляным охлаждением. Все виды изотермических вагонов оборудованы различными приспособлениями для удобного расположения груза.

Железнодорожные перевозки автомобилей, оборудования, сельскохозяйственной техники, сыпучих и навалочных грузов происходят с использованием **Ж/Д полувагонов**. Так как, данный груз не нуждается в защите от атмосферных воздействий, то он перевозится в открытых грузовых вагонах с бортами, но без крыши. Существуют железнодорожные полувагоны с четырьмя осями, способные перевозить до 65 тонн груза, с шестью осями, вмещающие до 95 тонн, и с восемью осями, грузоподъемностью до 125 тонн. Конструкции кузова железнодорожных полувагонов также бывают различными: вертикальные стены + плоский пол и разгрузочные люки, прямые глухие стены + пол без люков, наклонные стены + люки с обеих сторон. Вагоны без крыши значительно облегчают погрузочно-разгрузочные работы, позволяя использовать даже вагоноопрокидыватели. Для перевозки насыпных грузов используют железнодорожные полувагоны с цельным металлическим кузовом, состоящим из четырех стен. Нижняя часть кузова оборудована двумя продольными бункерами с наклонными внутренними стенами, оборудованными люками. Кроме того, для транспортировки насыпных грузов используют закрытые или открытые саморазгружающиеся грузовые вагоны (хопперы), выбор которых зависит от необходимости в защите товара от влияния атмосферы.

По железной дороге наливные грузы перевозятся в специальных **ЖД цистернах**, которые выглядят как цилиндрические емкости с отверстиями

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

для наливания жидкости. К наливным грузам относят жидкие и газообразные вещества, например, кислоты, нефтепродукты, масла и т.д. Отличительные характеристики груза влияют на оснащение цистерны приборами для верхнего или нижнего слива. Данные емкости подразделяются на специальные и общего назначения. К примеру, при транспортировке молока используются специальные нержавеющие железнодорожные цистерны с теплоизоляционным слоем, а вязкие нефтепродукты перевозятся в ЖД цистернах с обогревательными рубашками.

Перевозка негабарита, металлоконструкций, спецтехники и контейнеров происходят при помощи железнодорожных платформ, которые подразделяются на универсальные и специальные. В конструкцию **универсальной ЖД платформы** с четырьмя осями входит мощная стальная рама, деревянный пол и откидные металлические борта. Такая платформа может перевозить до 71 тонны груза. Кроме того, существуют фитинговые платформы со специальными упорами, которыми закрепляются крупнотоннажные контейнеры. Помимо всего прочего, негабаритный груз может доставляться до места в вагонах-транспортерах.

Стали из которых изготавливают вагонную хребтовую балку: 10ХСНД, 14ХГС, 15ХСНД.

Для изготовления хребтовой балки грузового вагона применяют сталь 15ХСНД.

Сталь 15ХСНД конструкционная низколегированная для сварных конструкций.

Использование в промышленности: элементы сварных металлоконструкций и различные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы и работающие при температуре от -70 до +450°С.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1 - Химический состав стали 15ХСНД [4]

Химический элемент	%
Кремний (Si)	0.4-0.7
Медь (Cu)	0.2-0.4
Мышьяк (As), не более	0.08
Марганец (Mn)	0.4-0.7
Никель (Ni)	0.3-0.6
Фосфор (P), не более	0.035
Хром (Cr)	0.6-0.9
Азот (N), не более	0.008
Сера (S), не более	0.040

Свариваемость: без ограничений.

Склонность к отпускной хрупкости: малосклонна.

Степень раскисления: СП.

Таблица 2 - Механические свойства стали 15ХСНД

Предел кратковременной прочности (МПа), σ_0	Предел текучести для остаточной деформации (МПа), σ_T	Относительное удлинение при разрыве $\delta, \%$
470-685	335-345	21

Данная сталь имеет много легирующих элементов, что хорошо сказывается на характеристиках данной стали.

Кремний в данной стали улучшает упругие свойства, но ухудшает ударную вязкость стали.

Марганец в свою очередь улучшает прочность стали, она становится более твердой, коробление становится меньше при закалке, становится лучше прокаливаемость, улучшаются режущие характеристики стали, но при нагреве идет рост зерна, что приводит к снижению такой характеристики стали как стойкость к ударным нагрузкам.

Но вот хром наоборот мешает росту зерна, когда сталь нагревается, улучшает сопротивление статическим и ударным нагрузкам, сталь становится более жаростойкая.

Особенности сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей

Стали этих групп относятся к хорошо сваривающимся практически всеми видами сварки, сталям. Основные требования при их сварке - обеспечение равнопрочности сварного соединения основному металлу, отсутствие дефектов, требуемая форма сварного шва, производительность и экономичность. При сварке плавлением эти требования обеспечиваются выбором и применением типовых сварочных материалов, режимов и технологии выполнения сварки.

Для изготовления сварных конструкций из этой группы в первую очередь применяют низкоуглеродистые стали с содержанием углерода до 0,25%. Низкоуглеродистые стали обыкновенного качества в зависимости от назначения подразделяют на три группы: А, Б, В. Для ответственных сварных конструкций в основном используют, стали группы В с гарантируемыми химическим составом и механическими свойствами. Выпускаются низкоуглеродистые качественные стали с нормальным (10,15,20 и др.) и повышенным (15Г, 20Г) содержанием марганца.

Эти стали хорошо свариваются всеми способами дуговой сварки. Однако они обладают невысокими механическими характеристиками и их применение связано с увеличением металлоемкости и массы конструкций. Уменьшить удельный расход стали можно, повышая прочностные характеристики. С этой целью в сталь вводят легирующие элементы, которые, образуя твердые растворы и химические соединения, повышают ее свойства. Это позволяет снизить массу изготавливаемых конструкций. Сейчас все шире применяют низкоуглеродистые низколегированные стали с содержанием легирующих элементов до 2,5%. Основными легирующими элементами являются марганец, кремний, хром и никель. Для повышения коррозионной стойкости стали вводят медь (0,3-0,4%). Такие стали обладают

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

хорошей свариваемостью. Предусмотрен выпуск 28 марок низколегированных сталей, применяемых для сварных конструкций.

К группе низколегированных сталей относятся теплоустойчивые стали перлитного класса, используемые в энергетическом машиностроении (12МХ, 12Х1МФ, 20ХМФЛ и др.), в которых содержание легирующих компонентов допускается до 4%. Для повышения жаропрочности при температурах 450-585°С их легируют молибденом и вольфрамом. Однако низколегированные стали более чувствительны к тепловому воздействию, чем низкоуглеродистые, особенно при сварке на форсированных режимах металла большой толщины. В зоне термического влияния более заметны явления перегрева, рост зерна и возможно образование закалочных структур, что будет служить причиной образования холодных трещин. Поэтому при сварке низколегированных сталей к параметрам режима сварки предъявляются более жесткие требования, чем при сварке нелегированных низкоуглеродистых сталей. Сварка ограничивается узкими пределами изменения параметров режима, чтобы одновременно обеспечить минимальное возникновение закалочных структур и уменьшить перегрев.

Ручную дуговую сварку покрытыми электродами низкоуглеродистых сталей выполняют электродами типа Э38, Э42, Э46 со всеми типами покрытий (кислыми, рутиловыми, целлюлозными и основными) марок МР-3, СМ-5, АНО-2, ОЗС-3, УОНИ-13/45 и др.

Низколегированные низкоуглеродистые стали сваривают электродами типов Э42, Э50 с основным покрытием марок УОНИ-13/45, СМ-11, УОНИ-13/55 и др. Для сварки под флюсом в основном применяют марганцевые высококремнистые флюсы (ОСЦ-45, АН-348) и низкоуглеродистые сварочные проволоки Св-08, Св-08А, Св-08ГА (для низкоуглеродистых) и Св-08ГА, Св-10Г2, Св-08ХН, Св-08ХМФА и др. (для низколегированных сталей). При сварке в защитных газах используют углекислый газ, а также смеси углекислого газа с аргоном и кислородом, в

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

качестве сварочных проволок в этом случае применяют проволоки марок Св-08ГС, Св-08Г2С и др., для повышения коррозионной стойкости используют проволоку марки Св-08ХГ2С. Теплоустойчивые стали чувствительны к термическому циклу при сварке, следствием которого являются появление холодных трещин, процессы старения, разупрочнения, охрупчивания и опасность трещин при эксплуатации. Основными мерами борьбы с этими процессами являются применение основного металла с минимальным содержанием примесей и пониженным содержанием углерода, сварка с предварительным подогревом для сталей 12ХМ, 15ХМ (200-250°С), для сталей 20ХМФ, 15Х1М1Ф (350-450°С), выбор оптимального режима сварки, термообработка после сварки. Сварку производят ручной дуговой покрытыми электродами с фтористокальциевым покрытием типа Э-МХ, Э-ХМФ на постоянном токе обратной полярности. Применяют также сварку в углекислом газе и под флюсом с использованием сварочных проволок, легированных элементами, входящими в состав свариваемых сталей.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.2 Определение свариваемости стали

Свариваемость стали – это способность стали определенного хим. состава, при сварке, давать высококачественное соединение, без последующих холодных или горячих трещин и других дефектов. От хим. состава зависят физические свойства стали, её структура, они могут меняться под действием нагрева или охлаждения стали. Именно благодаря количеству углерода и легирующих элементов можно определить склонность стали к холодным трещинам.

При выборе марки стали на стадии проектирования сварочной конструкции может возникнуть необходимость ориентировочной оценки необходимости подогрева перед сваркой. Для приближенной оценки влияния термического цикла сварки на закаливаемость околошовной зоны и ориентировочного определения необходимости снижения скорости охлаждения за счет предварительного подогрева можно пользоваться так называемым эквивалентом углерода. Если при подсчете эквивалента углерода окажется, что $C_{э} < 0,45\%$, то данная сталь может свариваться без предварительного подогрева; если $C_{э} \geq 0,45\%$, то необходим предварительный подогрев, тем более высокий, чем выше значение $C_{э}$.

При сварке металла относительно небольшой толщины (до 6-8 мм) и сварных узлов небольшой жесткости предельное значение $C_{э}$, при котором нет необходимости в предварительном подогреве, может быть повышено до 0,55%.

Оценка закаливаемости стали в условиях сварки по эквиваленту углерода весьма приближенна, так как не учитывается много существенных факторов (толщина свариваемой стали, тип соединения, режим сварки, исходное структурное состояние и др.).

Выполним расчет эквивалентного углерода для стали 15ХСНД по формуле[1]:

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_{\text{ЭКВ}} = C_x + C_p \quad (1)$$

$$360 * C_x = 360 * C + 40 * Mn + 40 * Cr + 20 * Ni + 28 * Mo \quad (2)$$

$$360 * C_x = 360 * 0,15 + 40 * 0,6 + 40 * 0,7 + 20 * 0,5 + 28 * 0$$

$$C_x = 116 / 360$$

$$C_x = 0,3\%$$

$$C_p = 0,005 * S * C_x \quad (3)$$

$$C_p = 0,005 * 16 * 0,3$$

$$C_p = 0,024\%$$

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,3 + 0,024$$

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,324\%$$

Получившийся $C_{\text{ЭКВ}}$ равен 0,324%, а это значит что холодные трещины образовываться не будут, и предварительный подогрев не нужен, т.к. получившиеся значение ниже 0,45%.

Данная сталь может сваривается всеми видами сварки без предварительного подогрева и специальных технологических мероприятий.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.3 Описание базовой технологии сборки и сварки

В базовом варианте сборка и сварка осуществлялась ручной дуговой сваркой плавящимися электродами. Сборка производилась на установке для сборки балок с самоходным сборочным порталом. Данный портал и сварочный инвертор Fronius Trans Pocket 1500 TIG будут использоваться и в проектируемом варианте, как приспособление для сборки.

Сборка изделия выполнялась в универсальном приспособлении с использованием скоб, клиньев, струбцин и прижимов.

Сварка изделия выполнялась на сварочной плите, для фиксации балки также использовались универсальные прижимы, струбцины и т.п.

После сварки выполняется правка балки на прессе.

К недостаткам указанного вида сборки и сварки следует отнести:

- Зависимость качества сборки и сварки от квалификации сварщика.
- Высокую нагруженность рабочих и тяжелые условия труда.
- Низкую производительность ручных видов работ.
- Дополнительное выполнение работ требующих высококвалифицированной сборки и сварки.

Выводом может служить, то что данный способ использовать в современном мире не целесообразно, есть ряд причин: малая производительность, тяжелые условия для сварки, качество сварного шва и т.д. Нужно спроектировать новый способ сварки вагонной хребтовой балки, с использованием механизированного способа сварки.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.4 Выбор способа сварки

При выборе способа сварки стоит исходить из его экономической целесообразности, сварочных характеристик, таких как скорость сварки, ток, напряжение, качество сварного соединения и т.д.

Для разрабатываемого способа сварки будут рассмотрены два вида сварки, это сварка в среде защитного газа и сварка под флюсом. Сварка газом не рассматривается, т.к. производительность данного способа слишком мала, даже со сравнением базового. Базовый вариант – ручная сварка плавящимся электродом.

Первым рассмотрим сварку в *среде защитных газов*. Сварка в защитных газах базируется на дуговом варианте, при котором электрическая дуга, вызывающая плавление свариваемых материалов, образуется от взаимодействия поверхности металла и электрода. Отличием от стандартного дугового процесса является введение в зону плавления (в сварную ванночку) защитных газов (одного или смеси), которые вытесняют из нее составляющие воздуха: кислород, азот и другие газы, отрицательно влияющие на параметры соединения и качество шва.

В защитных газах происходит максимально чистое соединение без примесей. Шов получается однородным, гладким и полностью соответствует показателям, которых требует ГОСТ. Толщина свариваемых поверхностей варьируется от десятых долей миллиметров и до десятков. Используемая в качестве главного элемента дуга дала второе название этому способу соединения металлов – дуговая сварка в защитных газах. Максимально-возможная наплавка по сечению до 65 мм².

Достоинства способа:

Процесс сварки в защитных газах предпочтительнее других способов благодаря массе положительных моментов.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Эффективная защита сварной ванны (особенно в инертных защитных газах).
- Темпы работ. Скорость выше в несколько раз относительно дугового способа соединения.
- Контроль. Можно напрямую следить за дугой и ванной.
- Универсальность. Технология сварки допускает работу в любых плоскостях.
- Чистота шва. Отсутствует необходимость зачистки при выполнении нескольких слоев. При этом полностью соблюдается ГОСТ.
- Узконаправленное термическое воздействие. Возникающие в процессе сварки деформации сведены к минимуму.
- Диапазон применения. Возможность соединения металлов различной толщины: от самых тонких металлов до нескольких сантиметров.
- Декоративность. Получаемые швы отличаются хорошим внешним видом (гладкие, ровные).

Недостатки способа:

- Дороговизна. Технология предусматривает наличие специального газового оборудования, и газов, что увеличивает себестоимость работ.
- Требовательность. Сварка с применением защитных газов сама нуждается в организации защитных приспособлений, чтобы летучие газы не выдувались атмосферным воздействием (при работе на открытой местности). В закрытых помещениях данный фактор менее важен.

Теперь рассмотрим второй способ это *сварка под флюсом*. При этом способе сварки электрическая дуга горит под сварочным флюсом. Под действием тепла дуги расплавляются электродная проволока и основной металл, а также часть флюса. В зоне сварки образуется полость, заполненная парами металла, флюса и газами. Газовая полость ограничена в верхней части оболочкой расплавленного флюса. Расплавленный флюс, окружая газовую полость, защищает дугу и расплавленный металл в зоне сварки от

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вредного воздействия окружающей среды, осуществляет металлургическую обработку металла в сварочной ванне. По мере удаления сварочной дуги расплавленный флюс, прореагировавший с расплавленным металлом, затвердевает, образуя на шве шлаковую корку. Максимально-возможная наплавка по сечению до 100 мм².

Достоинства способа:

- Повышенная производительность;
- Минимальные потери электродного металла (не более 2%);
- Отсутствие брызг;
- Максимально надёжная защита зоны сварки;
- Минимальная чувствительность к образованию оксидов;
- Мелкочешуйчатая поверхность металла шва в связи с высокой стабильностью процесса горения.

Недостатки способа:

- трудозатраты с производством, хранением и подготовкой сварочных флюсов;
- расход флюса по весу в среднем равняется весу израсходованной проволоки, и стоимость его оказывает существенное влияние на общую стоимость сварки;
- трудности корректировки положения дуги относительно кромок свариваемого изделия;
- невидимость места сварки, закрытого толстым слоем флюса. Невидимость места сварки повышает требования к точности подготовки и сборки изделия под сварку, затрудняет сварку швов сложной конфигурации;
- нет возможности выполнять сварку во всех пространственных положениях без специального оборудования;
- отсос и сбор флюса, пересыпка для повторного его использования являются дополнительными источниками пылевыведения. Установлено, что

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

при повторном использовании флюса запыленность воздушной среды выше в 2 раза, чем при сварке под свежим флюсом.

Подводя вывод о выборе способа сварки для сварки хребтовых балок с продольными швами из горячекатаной и низколегированной стали, которой и является сталь 15ХСНД, использовать автоматическую сварку под флюсом будет является технологически целесообразным и высокопроизводительным способом. Данная сварка очень хорошо подойдет для большой длины сварного шва и сокращения количества проходов.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.5 Описание сварочных материалов

Так как химический состав металла шва тесно связан с химической активностью флюса и составом сварочной проволоки, флюс для сварки различных марок углеродистой и низколегированной стали и марку проволоки выбирают одновременно, т.е. выбирают систему флюс – проволока. Для предупреждения образования в швах пор металл швов должен содержать не менее 0,2-0,4% кремния и марганца. Это и определяет систему выбора флюса и сварочной проволоки.

В настоящее время используют три основные системы.

1. Низкоуглеродистая электродная проволока (Св-08, Св-08А и т.п.) и высокомарганцовистый (35-45% MnO) флюс с высоким содержанием кремнезема (40-45% SiO_2). Легирование шва кремнием и марганцем происходит за счет кремнемарганцевосстановительных процессов, количество восстанавливаемого из флюса в шов легирующего элемента сравнительно невелико ($Si \leq 0,4\%$; $Mn \leq 0,7\%$). При использовании керамического флюса легирование металла шва марганцем и кремнием происходит путем их введения во флюс в виде ферросплавов.

2. Низкоуглеродистая проволока, легированная до 2% Mn (типа Св-10Г2), и высококремнистый (кислый) флюс, содержащий 40-42% SiO_2 и не более 15% MnO . В этом случае легирование шва марганцем происходит за счет проволоки, а кремнием – за счет восстановления его из флюса.

3. Среднемарганцовистая электродная проволока (~1% Mn) и среднемарганцовистый (~30% Mn) кислый флюс. Легирование металла шва марганцем происходит за счет проволоки и марганцевосстановительного процесса из флюса, кремнием – за счет кремневосстановительного процесса из флюса. Другие марки флюса, предназначенные для сварки различных высоко- или сложнелегированных сталей и цветных металлов, не

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

стандартизованы и поставляются по различным ведомственным технологическим условия. [1]

При сварке изделий из данной стали применяют, как правило холоднотянутую проволоку сплошного сечения, поставляемую по ГОСТ 2246 – 70. В нашем случае будем применять сварочную проволоку СВ-08 ГА, в сочетании с флюсом АН-348 А (ГОСТ 9087-81) .

Таблица 3 - Химический состав флюса АН-348 А

SiO ₂	MnO	MgO	CaF ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	S	P
41-44	34-38	5-7,5	4-5,5	<6,5	<4,5	<0,15	<0,12

Цвет зерен - коричневый с оттенками, размер зерен 0,35-0,5 мм; строение зерен - стекловидное; объемная масса 1,3-1,8 кг/дм³

Таблица 4 – Химический состав стали проволоки СВ-08 ГА

C	Si	Mn	Ni	S	Al	P	Cr
Не более 0,10	Не более 0,06	0,80 – 1,10	Не более 0,25	Не более 0,025	-	Не более 0,03	Не более 0,10

Для прихваток применяем ручную дуговую сварку, электроды типа Э50 марки УОНИ-13/55 (ГОСТ 9467-75).

Исходные размеры:

$S=16$ мм; $b=2$ мм; $g=2$ мм; $e=26$ мм.

Определим площадь наплавленного металла для сварного соединения С7 по ГОСТ 8713-79.

Первая сторона

$$F_H = F_{\text{пр.}} + F_{\text{л.в.}} \quad (4)$$

$$F_{\text{пр.}} = S/2 * b \quad (5)$$

$$F_{\text{пр1}} = (16/2 + 2) * 2 = 20 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{л.в.}} = 0,73 * g * e \quad (6)$$

$$F_{\text{л.в.}} = 0,73 * 2 * 26 = 38 \text{ мм}^2$$

$$F_{H1} = 20 + 38 = 58 \text{ мм}^2$$

Вторая сторона

$$F_{\text{пр1}} = (16/2 - 2) * 2 = 12 \text{ мм}^2$$

$$F_{H2} = 12 + 38 = 50 \text{ мм}^2$$

$$F_H = 58 + 50 = 108 \text{ мм}^2$$

Рассчитаем режимы сварки для сварного соединения С7 по ГОСТ 8713-79 .

Подберем диаметр проволоки по формуле:

$$d_s = K_d * F_H \quad (7)$$

K_d – подберем по методичке № 5420 в табл.16 и он равен 0.09

$$d_s = 0.09 * 58 = 5 \text{ мм}$$

Рассчитаем св.ток

$$I_{\text{св}} = h_p / k_h * 100 \quad (8)$$

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчетная глубина проплавления

$$h_{\pi} = S/2 + 2 = 16/2 + 2 = 10 \text{ мм}$$

Глубина проплавления с учетом зазора

$$h_p = h_{\pi} - 0,5b \quad (9)$$

$$h_p = 10 - 0,5 * 2 = 9 \text{ мм}$$

k_h – подбираем по табл. Акулова стр.193., и он равен $k_h = 1.1$

$$I_{св} = 9/1.1 * 100 = 818 \text{ А}$$

Найдем напряжение на дуге

$$U_d = 20 + 0,05 \frac{I_{св}}{\sqrt{d_{э}}} \quad (10)$$

$$U_d = 20 + 0,05 * 365,8 = 38,3 \text{ В}$$

Рассчитаем плотность тока

$$j = 4 * I_{св} / \pi * d^2 \quad (11)$$

$$j = 4 * 818 / 3,14 * 25 = 41,7 \text{ А/мм}^2$$

Рассчитаем скорость сварки

$$V_{св} = \alpha_H * I_{св} / 3600 * \rho * F_1 \quad (12)$$

$$V_{св} = 11,9 * 818 / 3600 * 7,8 * 0,58 = 0,6 \text{ см/с}$$

$$\alpha_H = 6,8 + 0,0702 * I_{св} * d_{э}^{-1,505} \quad (13)$$

$$\alpha_H = 6,8 + 0,0702 * 818 * 5^{-1,505} = 11,9 \text{ г/А*ч}$$

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рассчитаем погонную энергию сварки

$$q_{п} = I_{св} * U_{д} * \eta / V_{св} \quad (14)$$

η -Эффективность КПД дуги, для сварки под флюсом 0,8-0,85

$$q_{п} = 818 * 38,3 * 0,8 / 0,6 = 41772 \text{ Дж/см}$$

Рассчитаем коэффициент провара $\Psi_{пр}$ по Акулову стр.188

$$\Psi_{пр} = K' * (19 - 0,01 I_{св}) \frac{d_{э} * U_{д}}{I_{св}} \quad (15)$$

$$K' = 0,367 * j^{0,1925} = 0,367 * 2,05 = 0,75 \quad (16)$$

$$\Psi_{пр} = 0,75 * (19 - 0,01 * 818) * 0,23 = 1,87$$

$$h_{пр} = 0,076 \sqrt{q_{п} / \Psi_{пр}} \quad (17)$$

$h_{пр}$ – расчетная глубина проплавления

$$h_{пр} = 0,076 * 149,5 = 11,4 \text{ мм}$$

Фактическое значение глубины провара $h_{пр}$ отличается от принятого к расчету h_p более чем на 10%, поэтому требуется коррекция параметров режима сварки.

Пересчитываем погонную энергию

$$q_{п} = 0,9^2 * 1,87 / 0,0076^2 = 26224,03 \text{ Дж/см}$$

Пересчитываем скорость сварки

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$V_{св} = 818 * 38,3 * 0,8 / 26224,03 = 0,96 \text{ м/ч} \quad (34 \text{ м/ч})$$

Пересчитаем площадь наплавленного металла

$$F_k = 11,9 * 818 / 3600 * 7,8 * 0,96 = 0,36 \text{ см}^2$$

Рассчитаем скорость подачи электродной проволоки

$$V_{пп} = 4V_{св} * F / \pi * d_э^2 \quad (18)$$

где $V_{св}$ – скорость сварки в м/ч

$$V_{пп} = 4 * 34 * 36 / 3,14 * 25 = 62,4 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем вылет электродной проволоки

$$l_э = 10 * d_э \pm 2 * d_э = 10 * 5 \pm 2 * 5 = 50 \pm 10 \text{ мм} \quad (19)$$

Определим площадь наплавленного металла для соединения спроектированного на базе соединения С11 по ГОСТ 8713-79.

Расчет площади будем вести по формулам с 4 по 6 .

$$F_{пр.} = 3 * 16 = 48 \text{ мм}^2$$

$$F_{тр.} = h_{в.тр.}^2 * \text{tg} \alpha / 2$$

$$h_{в.тр.} = S - 2 = 14 \text{ мм}$$

$$F_{тр.} = 14^2 * \text{tg} 30^\circ / 2 = 58,8 \text{ мм}^2$$

$$F_{л.в.} = 0,73 * 20 * 3 = 43,8 \text{ мм}^2$$

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F_H=48+58,8+43,8=151 \text{ мм}^2$$

Расчет площади корневого шва с высотой 8мм

$$F_{пр.}=3*8=24 \text{ мм}^2$$

$$F_{тр.}=6^2*\text{tg } 30^\circ /2=10,4 \text{ мм}^2$$

$$F_K=24+10,4=34,4 \text{ мм}^2$$

Расчеты режимов сварки будем вести по формулам с 7 по 19.

Рассчитаем режимы сварки для корневого шва на базе соединения С11.

Подберем диаметр проволоки по формуле:

$$d_э=0,09*34,4=3 \text{ мм}$$

$$h_p=0,7*s-0,5*b$$

$$h_p=0,7*8-0,5*3=4,1 \text{ мм}$$

Рассчитаем св.ток

$$I_{св}=4,1/1,25*100=328 \text{ А}$$

Найдем напряжение на дуге

$$U_d=20+0,05*328=36,4 \text{ В}$$

Рассчитаем плотность тока

$$j=4*328/3,14*9=46,4 \text{ А/мм}^2$$

Рассчитаем скорость сварки

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$V_{св}=11,4*328/3600*7,8*0,344=0,39 \text{ см/с (14 м/ч)}$$

$$\alpha_n=6,8+0,0702*328*0,2=11,4 \text{ г/А*ч}$$

Рассчитаем погонную энергию сварки

$$q_{п}=328*36,4*0,8/0,39=24490,7 \text{ Дж/см}$$

Рассчитаем коэффициент провара $\Psi_{пр}$ по Акулову стр.188

$$K' = 0,367 * j^{0,1925} = 0,367 * 2,09 = 0,77$$

$$\Psi_{пр}=0,77*(19-0,01*328)*0,33=4$$

$$h_{пр}=0,076*78,25=5,95 \text{ мм}$$

Фактическое значение глубины провара $h_{пр}$ отличается от принятого к расчету h_p более чем на 10%, но так как у нас имеется подкладка, то корректировка расчетов не требуется.

Рассчитаем скорость подачи электродной проволоки

$$V_{пп}=4*14*34,4/3,14*9=68 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем вылет электродной проволоки

$$l_э=10*d_э \pm 2*d_э=10*3 \pm 2*3=30 \pm 6 \text{ мм}$$

Рассчитаем режимы сварки для заполняющих швов.

Определим количество проходов для заполняющих швов.

$$N'=(F_n-F_k)/100 \quad (20)$$

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где N' -количество проходов,

100-максимально возможное сечение для автоматической сварки под флюсом.

$$N'=(151-25)/100=1,26$$

Значит для заполнения оставшейся площади сечения потребуется 2 прохода.

Определим площадь сечения каждого из 2-х заполняющих проходов.

$$F_3=(151-25)/2=63 \text{ мм}^2$$

Для увеличения производительности процесса сварки примем для сварочной проволоки диаметром 3 мм плотность тока близкую к максимальной и равной $j=80 \text{ А/мм}^2$. [1]

$$I_{св.з}=(3,14*3^2/4)*80=565 \text{ А}$$

$$U_d=20+0,05*326=36,33 \text{ В}$$

$$V_{св}=14,73*565/3600*7,8*0,63=0,47 \text{ см/с (17 м/ч)}$$

$$\alpha_H=6,8+0,0702*565*0,2=14,73 \text{ г/А*ч}$$

$$V_{пп}=4*16,92*63/3,14*9=151 \text{ м/ч}$$

$$l_3=10*3 \pm 2*3=30 \pm 6 \text{ мм}$$

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.7 Подбор оборудования

Сварочный инвертор Fronius Trans Pocket 1500 TIG для сборки



Рисунок 3 - Fronius Trans Pocket 1500 TIG

Напряжение питающей сети – 230В;

КПД – 86,8% (80А);

Сетевой предохранитель – 16А;

Пределы регулируемого тока в режиме WIG/TIG – 10-150А;

Пределы регулируемого тока в режиме ручной сварки (ММА) – 10-140А;

Класс защиты – IP21;

Продолжительность включения (ПВ) при 10 мин/40°C (104°F) – 25% — 150А;

ПВ при 10 мин/40°C (104°F) – 100% — 80А;

Напряжение на холостом ходу – 92В;

Рабочее напряжение WIG/TIG – 10,4-16В;

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.127 ПЗ				

характерной для аппаратов на основе трансформатора переменного тока.

- 95-процентная коррекция коэффициента мощности – позволяет установить сразу несколько устройств на ограниченную инфраструктуру предприятия и, как следствие, сократить затраты.
- Высокая надежность – возможность работы и хранения под открытым небом. Соответствует стандарту IP23.
- Подключение через ArcLink®, Ethernet и DeviceNet™ для удаленного наблюдения, управления и решения возникающих проблем.



Рисунок 5 - Power Wave® AC/DC 1000® SD

Fanuc M-710iC/50

Легкие роботы этой инновационной серии имеют компактное запястье, жесткую конструкцию руки и узкую базу. Благодаря высоким угловым скоростям осей они являются чрезвычайно быстрыми. Обладая грузоподъемностью до 50 кг, версия робота для монтажа сверху является самой легкой моделью в серии. Различные варианты монтажа позволяют не только сэкономить рабочее пространство, но и обеспечить чрезвычайно хорошую повторяемость.

Таблица 5 – Характеристики робота Fanuc M-710iC/50

Осевой робот	Достигаемость	Грузоподъемность
6	1900 мм	50 кг



Рисунок 6 - Fanuc M-710iC/50

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.8 Контроль качества сварных соединений

Проверка качества сварных соединений на наличие дефектов выполняется при помощи визуально – измерительного контроля(ВИК).

Дефекты сварных швов - это, прежде всего, различные несплошности в металле шва, ухудшающие его качество. При оценке свариваемости стали исходят, главным образом, из того, что металл сварного шва должен быть сплошным. И все образования, которые делают сварной шов неоднородным, принято считать дефектами. Различают следующие *виды дефектов сварного шва*: микро- и макротрещины (горячие и холодные), непровары, поры, различные включения.

ВИК можно сделать при помощи линейки и увеличительного стекла, или можно использовать универсальный шаблон сварщика(УШС) 1 и 3.

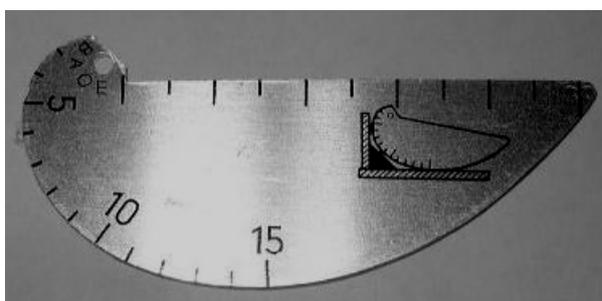


Рисунок 7 – УШС-1.

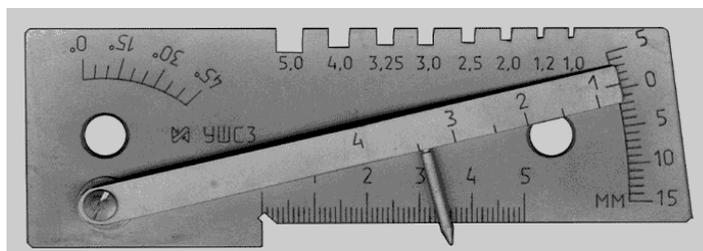


Рисунок 8 – УШС-3.

Но данными способами мы можем проверить лишь дефекты которые на поверхности. Для проверки дефектов в сварном шве применяют

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Дефектоскоп ультразвуковой УД 4-76 общего назначения предназначен для:

1. ручного неразрушающего контроля на наличие дефектов типа нарушения сплошности и однородности материалов готовых изделий, полуфабрикатов и сварных (паяных) соединений;
2. измерения глубины и координат залегания дефектов;
3. измерения толщины изделий при одностороннем доступе к ним;
4. измерения отношений амплитуд сигналов, отраженных от дефектов;
5. измерения эквивалентных размеров дефектов;

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.9 Технология изготовления вагонной хребтовой балки

Таблица 6 – Технологическая последовательность изготовления вагонной хребтовой балки

Номер операции	Наименование операции	Содержание операции	Используемое оборудование и режимы
1	2	3	4
1	Транспортировка	Доставка металла со склада на заготовительные участки цеха	Кран балка 5т Габаритные размеры 16800x900x3040
2	Скос кромок	Скос 2-х кромок у полки с одной поверхности под углом 30°	Портативной автоматической машинкой ИК-12 Beetle Габаритные размеры 480x170x215
3	Очистка и подготовка металла под сварку	Подготовка и зачистка поверхности металла для сварки при помощи УШМ	УШМ – Углошлифовальная машинка
4	Сборка	При помощи установки для сборки, собираем 2 z-образных профиля. Выполняем прихватки L=25 мм шаг 250 мм	Установка для сварки балок с самоходным сборочным порталом. Fronius Trans Pocket 1500 TIG. Электроды УОНИ-13/55 Ø 4 мм, прихватки на I=85 А.
5	Сварка	При помощи линии начинаем сварку собранных z-образных профилей с обеих сторон.	Линия для сварки швов хребтовых балок. Ток сварки I=818 А, напряжение U= 38,3 В, Скорость сварки V=34 м/ч, проволока Св-08 ГА Ø 5 мм.
6	Сборка	При помощи установки для сборки, собираем сваренные z-образные профиля с полкой. Выполняем прихватки L=25 мм шаг 250 мм	Установка для сварки балок с самоходным сборочным порталом. Fronius Trans Pocket 1500 TIG. Электроды УОНИ-13/55 Ø 4 мм, прихватки на I=85 А.
7	Сварка	При помощи линии начинаем сварку собранной хребтовой балки.	Линия для сварки швов хребтовых балок. Проволока Св-08 ГА Ø 3 мм.. Корневой шов: Ток сварки I=328 А, напряжение U= 36,4 В,

Окончание таблицы 6.

1	2	3	4
			Ск-ть сварки V=14 м/ч. Заполняющие швы: Ток сварки I=565 А, напряжение U= 36,33 В, Ск-ть сварки V=17 м/ч.
8	Очистка	Зачистка от брызг и шлака.	Металлические щетки, УШМ.
9	Контроль качества	ВИК на наличие пор, подрезов и т.д. Проверка всех геометрических размеров и допустимых отклонений. Ультразвуковой контроль качества швов.	Дефектоскоп ультразвуковой УД4-76, УШС-1, УШС-3

2 Экономический раздел

2.1 Определение капиталобразующих инвестиций

Определение технологических норм времени на сварку хребтовой вагонной балки

Общее время на выполнение сварочной операции $T_{шт-к}$, ч., состоит из нескольких компонентов и определяется по формуле:

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{пз} + t_{в} + t_{обс} + t_n, \quad (21)$$

где $T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время на выполнение сварочной операции, ч.;

$t_{осн}$ – основное время, ч.;

$t_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, ч.;

$t_{в}$ – вспомогательное время, ч.;

$t_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, ч.;

t_n – время перерывов на отдых и личные надобности, ч.

Основное время ($t_{осн}$, ч) – это время на непосредственное выполнение сварочной операции. Оно определяется по формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{шв}}{V_{св}} \quad (22)$$

где $L_{шв}$ – сумма длин всех швов, м;

$V_{св1}$ – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч;

$V_{св}$ – скорость сварки (базовый вариант), м/ч.

Базовый вариант: n -количество проходов, $n=14$ (3 из которых корневые, а 11 заполняющих).

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Скорость сварки для корневых швов равна $V_{св.к}=5,19$ м/ч, для заполняющих $V_{св}=4,5$ м/ч.

Проектируемый вариант: для шва С29 $n=2$, $V_{св}=34$ м/ч; для шва спроектированного на базе соединения С11 8713-79 $n=6$ (2 из которых корневые, а 4 заполняющих) $V_{св.к}=14$ м/ч, $V_{св}=17$ м/ч.

Определяем основное время для обоих вариантов

$$t_{осн} = \frac{13 \cdot 3}{5,19} + \frac{13 \cdot 11}{4,5} = 7,5 + 31,8 = 39,3 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{13 \cdot 2}{34} + \frac{13 \cdot 2}{14} + \frac{13 \cdot 4}{17} = 0,76 + 1,86 + 3,06 = 5,68 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Подготовительно-заключительное время ($t_{нз}$) включает в себя такие операции как получение производственного задания, инструктаж, получение и сдача инструмента, осмотр и подготовка оборудования к работе и т.д. При его определении общий норматив времени $t_{нз}$ делится на количество деталей, выпущенных в смену. Примем:

$$t_{нз} = 10\% \text{ от } t_{осн} \quad (23)$$

$$t_{нз} = \frac{39,3 \cdot 10}{100} = 3,93 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{нз} = 0,57 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Вспомогательное время (t_6) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой $t_э$, осмотр и очистку свариваемых кромок $t_{кр}$, очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$, клеймение швов $t_{кл}$, установку и поворот изделия, его закрепление $t_{уст}$:

$$t_6 = t_э + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (24)$$

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При полуавтоматической и автоматической сварке во вспомогательное время входит время на заправку кассеты с электродной проволоки. Это время можно принять равным

$$t_э = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ ч.}$$

Время зачистки кромок или шва $t_{кр}$ вычисляют по формуле:

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_C - 1)) \quad (25)$$

где n_C – количество слоев при сварке за несколько проходов;

$L_{шв}$ – длина шва, м.

Рассчитываем время зачистки кромок или шва для обоих вариантов:

$$t_{кр} = 13(0,6 + 1,2 \cdot (14 - 1)) = 210 \text{ мин.} = 3,5 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{кр} = 13(0,6 + 1,2 \cdot (8 - 1)) = 117 \text{ мин.} = 1,95 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Сварка и в базовом и проектируемом варианте производится в два прохода. Время на очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$ рассчитываем по формуле:

$$t_{бр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_C - 1)) = 3,5 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{бр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_C - 1)) = 3,5 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

В проектируемом варианте $t_{бр} = 0$, т.к. сбор оставшегося флюса и шлаковой корки происходит автоматически после сварки.

Время на установку клейма ($t_{кл}$) принимают 0,03 мин. на 1 знак,

$$t_{кл} = 0,21 \text{ мин.} = 0,0035 \text{ ч.}$$

Время на установку, поворот и снятие изделия ($t_{уст}$) зависит от его массы, данные указаны в таблице 7.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 7 – Норма времени на установку, поворот и снятие изделия в зависимости от его массы

Элементы работ	Вес изделия, кг						
	5	10	15	25	до 40	до 50	до 100
	Время, мин						
	вручную				краном		
Установить, повернуть, снять сборочную единицу и отнести на место складирования	1,30	3,00	4,30	6,00	5,20	6,30	8,40

$$t_{уст} = 0,14 \text{ ч.} \quad (26)$$

Таким образом рассчитываем значение t_e для обоих вариантов (оно одинаково)

$$t_e = 0,083 + 3,5 + 3,5 + 0,0035 + 0,14 = 7,23 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_e = 0,083 + 1,95 + 0,0035 + 0,14 = 2,18 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) включает в себя время на установку режима сварки, наладку автомата, уборку инструмента и т.д., принимаем равным:

$$t_{обс} = (0,06 \dots 0,08) \cdot t_{осн} \quad (27)$$

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) для обоих вариантов:

$$t_{обс} = 0,07 * 39,3 = 2,71 \text{ ч}$$

$$t_{обс} = 0,07 * 5,68 = 0,4 \text{ ч}$$

Время перерывов на отдых и личные надобности зависит от положения, в котором сварщик выполняет работы. При сварке в удобном положении.

$$t_n = 0,07 \cdot t_{осн} \quad (28)$$

Рассчитываем t_n для базового и проектируемого вариантов соответственно:

$$t_n = 0,07 * 39,3 = 2,71 \text{ ч}$$

$$t_n = 0,07 * 5,68 = 0,4 \text{ ч}$$

Таким образом, расчет общего времени $T_{шт-к}$ на выполнение сварочной операции по обоим вариантам:

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{нз} + t_в + t_{обс} + t_n$$

$$T_{шт-к} = 39,3 + 3,93 + 7,23 + 2,71 + 2,71 = 55,88 \text{ ч.}$$

$$T_{шт-к} = 5,68 + 0,57 + 2,18 + 0,4 + 0,4 = 9,23 \text{ ч.}$$

Определяем *общую трудоемкость годовой производственной программы* $T_{произв. пр.}$ сварных конструкций по операциям техпроцесса, где N – годовая программа, *шт.*, в нашем случае $N = 200 \text{ шт.}$

$$T_{произв. пр.} = 55,88 * 200 = 11176 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{произв. пр.} = 9,23 * 200 = 1846 \text{ ч. (проектируемый вариант).}$$

Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса C_p :

$$C_p = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_{\partial} * K_H} \cdot 100 \quad (29)$$

где Φ_{∂} – действительный фонд времени работы оборудования, *час.*

($\Phi_{\partial} = 1914 \text{ час.}$);

K_H – коэффициент выполнения норм ($K_H = 1,1 \dots 1,2$).

$$C_p = \frac{11176}{1914 * 1,2} = 4,87 ; \text{ примем } C_{II} = 5 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_p = \frac{1846}{1914 * 1,2} = 0,8 ; \text{ примем } C_{II} = 1 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

Принятое количество оборудования C_{II} определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%. Таким образом, по базовой технологии используются четыре установки для сварки. По новой измененной технологии достаточно двух установок для автоматической сварки в среде защитного газа.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования K_3 :

$$K_3 = \frac{C_p}{C_{II}}, \quad (30)$$

где C_p – количество оборудования по операциям техпроцесса, *шт.*;

C_{II} – принятое количество оборудования, *шт.*

$$K_3 = \frac{4,87}{5} = 0,97 \text{ (базовый вариант);}$$

$$K_3 = \frac{0,8}{1} = 0,8 \text{ (проектируемый вариант).}$$

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Коэффициент загрузки оборудования равен 1, так как оборудование и техоснастка не используется на других работах этого предприятия.

Необходимо стремиться к тому, чтобы средний коэффициент загрузки оборудования был, возможно, ближе к единице.

Расчет капитальных вложений

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляем исходные данные в виде таблицы 8.

Таблица 8 – Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2	3	4
Годовая производственная программа выпуска	шт.	200	200
Fronius Trans Pocket 1500 TIG	руб./шт.	96000	96000
Линия для сварки продольных швов хребтовых балок	руб./шт.	-	25000000
Приспособление для сборки балок с самоходным сборочным порталом	руб./шт.	2500000	2500000
Портативная автоматическая машинка ИК-12 Beetle	руб./шт.	135 800	135 800
Сталь 15ХСНД, $C_{к.м}$	руб./т	43900	43900
Сварочная проволока Св-08 А, Ø 3 мм, $C_{о.р.м}$	руб./кг	-	38
Сварочная проволока Св-08 А, Ø 5 мм, $C_{о.р.м}$	руб./кг	-	42
Электроды УОНИ-13/55 Ø 4 мм, $C_{з.э}$	руб./кг	129	129
Электроды УОНИ-13/55 Ø 3 мм, $C_{з.э}$	руб./кг	85	-
Флюс АН-348 А, $C_{з.э}$	руб./кг	-	88
Расход флюса	кг/мин.	-	0,3
Тариф на электроэнергию, $C_{эл}$	руб./кВт-час.	3,16	3,16
Длина сварного шва	м	13	13
Положение шва		нижнее	нижнее
Условия выполнения работы		стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	3	4
Тарифная ставка, $T_{ст}$	руб.	48	56
Масса конструкции	т	3,36	3,36

Рассчитываем балансовую стоимость оборудования при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии:

$$K_{obj} = C_{obj} * (1 + K_{mz}), \quad (31)$$

где C_{obj} – цена приобретения единицы j -ого оборудования, руб.;

K_{mz} – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, затраты устройство фундамента, монтаж, наладку ($K_{mz} = 0,12$).

Базовый вариант:

$$K_{obj} = 96000 * (1 + 0,12) = 107520 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$K_{obj} = 25096000 * (1 + 0,12) = 28107520 \text{ руб.}$$

Определяем по формуле капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ по вариантам:

$$K_{об} = \sum K_{обj} \cdot C_{пj} \cdot K_{зj} \quad (33)$$

$$K_{об} = 107520 * 5 * 1 = 537600 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{об} = 28107520 * 1 * 1 = 28107520 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 9.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 9 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Оптовая цена единицы оборудования, руб.	96000	25096000
Количество единиц оборудования, шт.	5	1
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	107520	28107520
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	537600	28107520

2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций

Расчет технологической себестоимости металлоконструкций

Технологическая себестоимость формируется из прямых затрат, связанных с расходованием ресурсов при проведении сварочных работ в цехе. Расчет технологической себестоимости проводим по формуле.

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энергоресурсы на технологические цели.

Материальные затраты (*МЗ*, руб.) рассчитываются по формуле:

$$MЗ = C_{o.m} + C_{эн} + C_{др} , \quad (34)$$

где $C_{o.m}$ - стоимость основных матерьялов в расчете на одно металлоизделие, руб.;

$C_{эн}$ - стоимость электроэнергии при выполнении технологической операции сварки металлоизделия, руб.

$C_{др}$ - стоимость прочих компонентов в расчете на одно

металлоизделие.

Стоимость основных материалов ($C_{о.м}$, руб.) с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле:

$$C_{о.м} = [C_{к.м} + C_{св.пр.} + (C_{зг} + C_{св.фл.})] \cdot K_{тр} , \quad (35)$$

где $K_{тр}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

Стоимость конструкционного материала ($C_{к.м}$)

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 15ХСНД.

$$C_{к.м} = m_k \times \Pi_{к.м} , \quad (36)$$

где m_k – масса конструкции, т;

$\Pi_{к.м}$ - цена одной тонны конструкционного материала, руб.

$$C_{к.м} = 3,36 * 43900 = 147504 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 147504 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

Расчет затрат на электродную проволоку Св-08ГА и электроды проводим по формуле:

$$C_{св.пр} = M_{нм} \cdot \psi \cdot \Pi_{с.п.} \cdot K_{тр} , \quad (37)$$

где $M_{нм}$ – масса наплавленного металла, кг;

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ψ - коэффициент разбрызгивания электродного металла (сварка в среде CO_2 характеризуется разбрызгиванием электродного металла, для данного вида сварки $\psi = 1,15-1,20$);

$C_{с.п.}$ - оптовая цена 1 кг сварочной проволоки, руб.;

$K_{тр}$ - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах $1,05 \dots 1,08$.

Масса наплавленного металла $M_{нм}$ рассчитывается по формуле:

$$M_{нм} = V_{нм} \cdot \rho_{нм}, \quad (38)$$

где $V_{нм}$ - объем наплавленного металла, см^3 ;

$\rho_{нм}$ - плотность наплавленного металла, $\text{г}/\text{см}^3$ ($\rho_{стали} = 7,8 \text{ г}/\text{см}^3$).

Объем наплавленного металла $V_{нм}$ рассчитывается по формуле:

$$V_{нм} = L_{шв} \cdot F_o, \quad (39)$$

где F_o - площадь поперечного сечения наплавленного металла, см^2 ;

$L_{шв}$ - длина сварного шва, см.

Расчет затрат электродов для базового варианта

Для корневых швов электродом диаметром 3 мм

$$L_{шв} = 13 \text{ м} = 1300 \text{ см}$$

$$F_{нм} = 60 \text{ мм}^2 = 0,6 \text{ см}^2.$$

$$V_{нм} = 1300 * 0,6 = 780 \text{ см}^3.$$

$$M_{нм} = 780 * 7,8 = 6084 \text{ г} = 6,084 \text{ кг}$$

Для заполняющих швов электродом диаметром 4 мм

$$L_{шв} = 13 \text{ м} = 1300 \text{ см}$$

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F_{HM} = 388 \text{ мм}^2 = 3,88 \text{ см}^2.$$

$$V_{HM} = 1300 * 3,88 = 5044 \text{ см}^3.$$

$$M_{HM} = 5044 * 7,8 = 39343 \text{ г} = 39,343 \text{ кг}$$

Расчет затрат проволоки для проектируемого варианта

Для первого вида шва проволокой диаметром 5 мм

$$L_{ШВ} = 13 \text{ м} = 1300 \text{ см}$$

$$F_{HM} = 108 \text{ мм}^2 = 1,08 \text{ см}^2.$$

$$V_{HM} = 1300 * 1,08 = 1404 \text{ см}^3.$$

$$M_{HM} = 1404 * 7,8 = 10951 \text{ г} = 10,951 \text{ кг}.$$

Для второго вида шва проволокой диаметром 3 мм

$$L_{ШВ} = 13 \text{ м} = 1300 \text{ см}$$

$$F_{HM} = 302 \text{ мм}^2 = 3,02 \text{ см}^2.$$

$$V_{HM} = 1300 * 3,02 = 3926 \text{ см}^3.$$

$$M_{HM} = 3926 * 7,8 = 30622 \text{ г} = 30,622 \text{ кг}$$

Производим расчеты $C_{св.пр}$ на изготовление одной металлоконструкции:

$$C_{св.пр} = M_{HM} \cdot \psi \cdot Ц_{с.п.} \cdot K_{тр},$$

$$C_{св.пр} = 6,084 * 1,15 * 84 * 1,05 = 617,1 \text{ руб. (базовый вариант – сварка электродом диаметром 3мм)}$$

$$C_{св.пр} = 39,343 * 1,15 * 129 * 1,05 = 6128,36 \text{ руб. (базовый вариант – сварка электродом диаметром 4мм)}$$

$$C_{св.пр} = 10,951 * 1,03 * 42 * 1,05 = 497,43 \text{ руб. (проектируемый вариант – сварка под флюсом сварочной проволокой диаметром 5 мм)}.$$

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$C_{св.пр} = 30,622 * 1,03 * 38 * 1,05 = 1258,47$ руб. (проектируемый вариант – сварка под флюсом сварочной проволокой диаметром 3 мм).

Расчет затрат на флюс проводим по формуле:

$$C_{др} = t_{осн} \cdot q_{зг} \cdot k_p \cdot Ц_{зг(фл)} \cdot K_m, \quad (40)$$

где $t_{осн}$ – время сварки в расчете на одно металлоизделие, мин.;

$q_{зг}$ – расход флюса, защитного газа, кг/ мин; л/мин.;

k_p – коэффициент расхода флюса, газа; $k_p = 1,1$;

$Ц_{зг(фл)}$ – цена газа за один литр, флюса за 1 кг, руб.;

$K_{тр}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

Исходные данные:

$$t_{осн} = \frac{13*2}{34} + \frac{13*2}{14} + \frac{13*4}{17} = 5,68 \text{ ч.} = 340,8 \text{ мин. (проектируемый вариант)}$$

Расход флюса $q_{зг} = 0,3$ кг/мин.

$$C_{зг} = 340,8 * 0,3 * 1,1 * 88 * 1,05 = 10391,67 \text{ руб. (Флюс АН-348 А).}$$

Статья «Топливо и энергия на технологические цели» ($C_{эн}$, руб.) включает затраты на все виды топлива и энергии, которые расходуются в процессе производства данной продукции (силовая энергия).

Расчет затрат на электроэнергию на операцию проводим по формуле:

$$З_э = \alpha_э \cdot W \cdot Ц_э, \quad (41)$$

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $\alpha_{\text{Э}}$ – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$;

W – расход электроэнергии, $\text{кВт}\cdot\text{ч}$;

$C_{\text{Э}}$ – цена за 1 $\text{кВт}\cdot\text{ч}$; $C_{\text{Э}} = 3,16 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$.

$$З_{\text{б}} = 2,5 * 45,427 * 3,16 = 358,87 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{\text{п}} = 4 * 41,573 * 3,16 = 525,48 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Материальные расходы ($MЗ$) на основные материалы на одно изделие (исключаем затраты на основной конструкционный материал) рассчитываются по формуле :

$$MЗ = C_{o.m} + C_{\text{эн}} + C_{\text{др}}, \quad (42)$$

$$MЗ = 6741,46 + 358,87 = 7104,33 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$MЗ = 1755,9 + 10391,67 + 525,48 = 12673,05 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Расчет численности производственных рабочих. Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих ЧОР определяется для каждой операции по формуле:

$$Ч_{\text{ор}} = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_{\text{др}} \cdot K_B}, \quad (43)$$

где $T_{\text{произв. пр}}$ - трудоемкость производственной программы, час. ;

$\Phi_{\text{др}}$ - действительный фонд времени производственного рабочего ($\Phi_{\text{др}} = 1870 \text{ час.}$);

K_B – коэффициент выполнения норм выработки (1,1... 1,3).

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Ч_{op} = \frac{11176}{1870 \cdot 1,1} = 5,4 \text{ примем } Ч_{op} = 6 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$Ч_{op} = \frac{1846}{1870 \cdot 1,1} = 0,9 \text{ примем } Ч_{op} = 1 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования. По базовой технологии работает 6 сварщиков, по новой измененной технологии работает 1 сварщик.

При поточной организации производства число основных рабочих определяется по числу единиц оборудования с учетом его загрузки, возможного совмещения профессий и планируемых невыходов по уважительным причинам. Исходя из этого, определяем суммарное количество основных рабочих $Ч_{op}$.

Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды

Этот раздел предусматривает расчет основной и дополнительной зарплаты производственных рабочих, отчислений на социальные нужды (социальных взносов), т.е. налоговых выплат, включаемых в себестоимость.

Расходы на оплату труда ($З_{np}$) рассчитываются по формуле:

$$З_{np} = ЗП_о + ЗП_д, \quad (44)$$

где $ЗП_о$ – основная заработная плата, руб.;

$ЗП_д$ – дополнительная заработная плата, руб.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ($З_{np}$) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле:

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Z_{np} = P_{cd} \cdot K_{np} \cdot K_{\partial} \cdot K_{cc} + D_{вр}, \quad (45)$$

где P_{cd} – суммарная сдельная расценка за единицу изделия, руб.;

K_{np} – коэффициент премирования, (данные предприятия), $K_{np} = 1,5$;

$D_{вр}$ – доплата за вредные условия труда, руб.;

K_{cc} – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды (социальный взнос), $K_{cc} = 1,3$;

K_{∂} - коэффициент, определяющий размер дополнительной заработной платы, $K_{\partial} = 1,2$.

Тарифная ставка зависит от квалификации сварщика: T_{cm} сварщика ручной дуговой сварки - 110 руб./час, T_{cm} сварщика автоматической сварки - 160 руб./час.

$$T_{шт-к} = 55,88 \text{ ч.} = 3352,8 \text{ мин. (базовый вариант);}$$

$$T_{шт-к} = 9,23 \text{ ч.} = 553,8 \text{ мин. (проектируемый вариант).}$$

Суммарная сдельная расценка на изготовление единицы изделия (P_{cd}) определяется по формуле:

$$P_{cd} = \frac{T_{cm} \cdot T_{шт-к}}{60}, \quad (46)$$

где T_{cm} - тарифная ставка, руб./час.;

$T_{шт-к}$ - штучно-калькуляционное время выполнения сварочных работ в расчете на одно металлоизделие, мин.

$$P_{cd} = \frac{110 \cdot 3352,8}{60} = 6146,8 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{cd} = \frac{160 \cdot 553,8}{60} = 1476,8 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле:

$$D_{вр} = \frac{T_{ст} \cdot T_{вр} \cdot (0,1 \dots 0,31)}{100 \cdot 60}, \quad (47)$$

где $D_{вр}$ – доплата за вредные условия труда, руб.;

$T_{ст}$ – тарифная месячная ставка, руб. $T_{ст} = 56$ руб.;

$T_{вр}$ – время работы во вредных условиях труда, мин.

$T_{вр} = T_{шт-к} (0,1 \dots 0,31)$, мин.; коэффициент в пределах (0,10...0,31).

$$D_{вр} = \frac{110 * 3352,8 * 0,2}{100 \cdot 60} = 12,30 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$D_{вр} = \frac{160 * 553,8 * 0,2}{100 \cdot 60} = 2,95 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

$$Z_{пр} = 6146,8 * 1,5 * 1,3 * 1,2 + 12,30 = 14395,8 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{пр} = 1476,8 * 1,5 * 1,3 * 1,2 + 2,95 = 3458,66 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитываем дополнительную заработную плату производственных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле:

$$ZП_{\delta} = K_{\delta} \cdot ZП_{O} \cdot K_{cc}, \quad (48)$$

где $ZП_{\delta}$ – выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное на производстве время, руб.;

$ZП_{O}$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

K_{δ} – коэффициент дополнительной заработной платы. $K_{\delta} = 1,13$;

K_{cc} – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные взносы.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$K_{cc} = 1,3.$$

$$ЗП_{\delta} = 1,13 * 14395,8 * 1,3 = 21147,43 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$ЗП_{\delta} = 1,13 * 3458,66 * 1,3 = 5080,77 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расходы на заработную плату основных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, составляют:

$$З_{np} = 14395,8 + 21147,43 = 35543,23 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{np} = 3458,66 + 5080,77 = 8539,43 \text{ руб. (проектный вариант).}$$

$$C_{o.m} = [C_{к.м} + C_{св.пр.} + (C_{зг} + C_{св.фл.})] \cdot K_{mp}$$

$$C_{o.m} = (147504 + 6741,46) \cdot 1,08 = 166585,1 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{o.m} = (147504 + 1755,9 + 10391,67) \cdot 1,08 = 172423,7 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости C_T изготовления годового объема выпуска металлоконструкций (N= 200 шт.) в таблицу 10.

Таблица 10 – Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант N=200	Базовый вариант N=1	Проектный вариант N=200	Проектный вариант N=1
Затраты на основные материалы, $C_{o.m}$, руб.	33317020	166585,1	34484740	172423,7
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{эн}$, руб.	71774	358,87	105096	525,48
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $З_{np}$, руб.	7108646	35543,23	1707886	8539,43
Технологическая себестоимость годового выпуска, C_T , руб.	40497440	202487,2	36297722	181488,61

Расчет полной себестоимости изделия

Перед расчетом полной себестоимости изготовления металлоконструкции рассчитывается технологическая, а затем производственная себестоимость изготовления одной металлоконструкции.

Производственная себестоимость ($C_{\text{пр}}$, руб.) включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{т}} + P_{\text{пр}} + P_{\text{хоз}},$$

где $C_{\text{т}}$ – технологическая себестоимость, руб.;

$P_{\text{пр}}$ – общепроизводственные (цеховые) расходы, руб.;

$P_{\text{хоз}}$ – общехозяйственные расходы, руб.

Затраты на амортизацию оборудования:

$$C_A = \frac{K_{\text{об}} * H_A * n_o * T_{\text{шт-к}} * K_o}{100 * \Phi_{\text{д}} * K_B}, \quad (49)$$

$$C_A = \frac{107520 * 14,7 * 5 * 55,88}{100 * 1914 * 1,1} * 0,9 = 1887,73 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_A = \frac{28107520 * 14,7 * 1 * 9,23}{100 * 1914 * 1,1} * 0,9 = 18113,7 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле:

$$P_{\text{пр}} = C_A + C_p + P_{\text{пр}}^*, \quad (50)$$

где C_A – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

C_p – на ремонт и техническое обслуживание оборудования, руб.;

$P_{\text{пр}}$ – расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение).

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В статью «Общепроизводственные расходы» ($P_{\text{ПР}}$, руб.) включаются расходы на:

- оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, вспомогательных рабочих;
- амортизацию оборудования;
- ремонт основных средств;
- охрану труда работников;
- содержание и эксплуатацию оборудования, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов и др.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования рассчитываем по формуле:

$C_p = \frac{107520 \cdot 5}{100} = 5376$ руб./на производственную программу или 26,88 руб. в расчете на одно металлоизделие (5376 руб./200 шт.), - базовый вариант;

$C_p = \frac{28107520 \cdot 1}{100} = 281075,20$ руб./на производственную программу или 1405,38 руб./на металлоконструкцию (281075,20 руб./200 шт.), - проектируемый вариант.

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение) определяются формуле:

$$P_{\text{ПР}}^* = \frac{\%P_{\text{ПР}} \cdot ЗП_o}{100}, \quad (51)$$

где $ЗП_o$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$\%P_{\text{ПР}}$ – процент общепроизводственных расходов на содержание производственных помещений и прочих цеховых расходов, $\%P_{\text{ПР}} = 10$.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P_{\text{ПР1}}^* = \frac{7108646 * 10}{100} = 710864,6 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ПР2}}^* = \frac{1707886 * 10}{100} = 170788,6 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле:

$$P_{\text{нр}} = C_A + C_p + P_{\text{ПР}}^* \quad (52)$$

$$P_{\text{ПР}} = 1887,73 + 5376 + 710864,6 = 718128,33 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ПР}} = 18113,7 + 281075,20 + 170788,6 = 466977,5 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

В статью «Общехозяйственные расходы» ($P_{\text{ХОЗ}}$, руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация; расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану, сигнализацию, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.

$P_{\text{ХОЗ}}$ при изготовлении одной металлоконструкции:

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{\% P_{\text{ХОЗ}} * 3П_0}{100} \quad (53)$$

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{25 * 7108646}{100} = 1777161,5 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{25 * 1707886}{100} = 431970 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Производственная себестоимость годового выпуска
металлоконструкций при базовом и проектируемом вариантах технологии

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$C_{\text{ПР}}$ рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{ПР}} = C_{\text{Т}} + P_{\text{пр}} + P_{\text{хоз}}, \quad (54)$$

$$C_{\text{ПР}} = 40497440 + 718128,33 + 1777161,5 = 42992729,83 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{ПР}} = 36297722 + 466977,5 + 431970 = 37196669,5 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» ($P_{\text{к}}$, руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле:

$$P_{\text{к}} = \frac{\% P_{\text{к}} \cdot C_{\text{ПР}}}{100}, \quad (55)$$

где $P_{\text{к}}$ – процент коммерческих расходов от производственной себестоимости, $\%P_{\text{к}} = 0,1-0,5\%$.

$$P_{\text{к}} = \frac{0,2 * 42992729,83}{100} = 85985,46 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{к}} = \frac{0,2 * 37196669,5}{100} = 74393,34 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций ($C_{\text{П}}$) включает затраты на производство ($C_{\text{ПР}}$) и коммерческие расходы ($P_{\text{к}}$) и рассчитывается по формуле :

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_{\Pi} = C_{\Pi P} + P_{к}, \quad (56)$$

где $P_{к}$ – коммерческие расходы, руб.

$$C_{\Pi} = 42992729,83 + 85985,46 = 43078715,29 \text{руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\Pi} = 37196669,5 + 74393,34 = 37271062,84 \text{руб. (проектируемый вариант).}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 11.

Таблица 11 – Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Значение, руб.		Отклонения, руб.
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	2	3	4
Объем годового выпуска продукции, N, шт.	200	200	
1. Материальные затраты, МЗ:	1420866	2534610	1113744
2. Зарботная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, $Z_{\text{пр}}$	7108646	1707886	-5400760
3. Технологическая себестоимость $C_{\text{т}}$, руб.	40497440	36297722	-4199718
4. Общепроизводственные расходы, $P_{\text{ПР}}$	718128,33	466977,5	-251150,83
5. Общехозяйственные расходы, $P_{\text{ХОЗ}}$	1777161,5	431970	-1345191,5
6. Производственная себестоимость, $C_{\text{ПР}}$	42992729,83	37196669,5	-5796060,33
7. Коммерческие расходы, $P_{к}$,	85985,46	74393,34	-11592,12
8. Полная себестоимость, C_{Π}	43078715,29	37271062,84	-5807652,45

2.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности

Расчет основных показателей сравнительной эффективности проводим по варианту Б, как случай проектирования конструкторско-технологических усовершенствований, обеспечивающих выполнение сварочных работ для металлоконструкций, используемых в качестве товарной продукции, т.е. - реализуемой на сторону.

Годовой выпуск продукции (воздухосборник) составляет 200 шт.

Годовая экономия (-) или превышение (+) по технологической себестоимости, ΔC рассчитывается по формуле:

$$\Delta C = (C_{T1} - C_{T2}) N, \quad (57)$$

где C_{T1} , C_{T2} - технологическая себестоимость годового объема выпуска детали по сравниваемым вариантам (1 - базовый вариант; 2 - проектируемый вариант), руб.;

N - годовой объем выпуска металлоизделий, шт.

В данном расчете *годовая экономия по технологической себестоимости* составит в соответствии с формулой:

$$\Delta C = 40497440 - 36297722 = 4199718 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость в проектируемом варианте не превышает технологическую себестоимость в базовом варианте.

Расчет прибыли от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, Π , руб. рассчитываем по формуле:

$$\Pi = B - C_{\Pi} \quad (58)$$

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Выручка от реализации годового объема металлоизделий (В, руб.) определяется произведением отпускной цены металлоконструкции (Ц, руб.) на годовой объем производства (реализации) продукции, N

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Ц, руб.) по формуле по базовому и проектируемому вариантам.

$$Ц = C_n * K_p , \quad (59)$$

где C_n - полная себестоимость металлоизделия, руб./шт.;

среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции, K_p , определяющий среднеотраслевую норму доходности продукции и учитывающий изменение качества металлоизделия (надежность, долговечность) в эксплуатации принимаем равным соответственно в базовом варианте - 1,3; в проектируемом - 1,5.

$$Ц_1 = 215393,58 \cdot 1,3 = 280011,65 \text{ руб.}$$

$$Ц_2 = 185355,31 \cdot 1,5 = 278032,96 \text{ руб.}$$

Рассчитываем выручку от реализации годового объема металлоизделий (В) по формуле (31) по базовому и проектируемому вариантам:

$$В = Ц * N \quad (60)$$

где Отпускная цена металлоизделия Ц, руб.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$B_1 = 280011,65 \cdot 200 = 56002330 \text{ руб.}$$

$$B_2 = 278032,96 \cdot 200 = 55606592 \text{ руб.}$$

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой (34) по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий

$$П = В - C_{\text{п}} \quad (61)$$

Выручка от реализации годового объема металлоизделий (В, руб.) определяется произведением отпускной цены металлоконструкции (Ц, руб.) на годовой объем производства (реализации) продукции, N.

$$П_1 = 56002330 - 43078715,29 = 12923614,71 \text{ руб.}$$

$$П_2 = 55606592 - 37271062,84 = 18335529,16 \text{ руб.}$$

Изменение (прирост, уменьшение) прибыли $\Delta П$ в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым рассчитывается по формуле:

$$\Delta П = 18335529,16 - 12923614,71 = 5411914,45 \text{ руб.}$$

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций, $N_{\text{кр}}$) проводим по формуле для базового и проектируемого вариантам:

$$N_{\text{кр}} = \frac{C_{\text{пост}}}{Ц - C_{\text{пер}}}, \quad (62)$$

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $N_{кр}$ - критический объем выпуска продукции, металлоизделий в расчете на год;

$C_{пост.}$ - постоянные затраты (полная себестоимость годовой производственной программы выпуска металлоизделий, $C_{п}$, за вычетом технологической себестоимости в расчете на годовую программу выпуска, $C_{т}$);

$Ц$ - отпускная цена металлоконструкции, руб./изделие;

$C_{пер.}$ - переменные затраты, включающие технологическую себестоимость единицы изделия, руб./изделие.

$$N_{кр1} = \frac{43078715,29 - 40497440}{280011,65 - 202487,2} = 34 \text{ шт.}$$

$$N_{кр2} = \frac{37271062,84 - 36297722}{278032,96 - 181488,61} = 11 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции, R , проводим по формуле:

$$R = \frac{\Pi}{C_n} * 100 \quad (63)$$

$$R_1 = \frac{12923614,71}{43078715,29} * 100 = 30 \%$$

$$R_1 = \frac{18335529,16}{37271062,84} * 100 = 50 \%$$

Расчет производительности труда (выработка в расчете на 1 производственного рабочего (в базовых ценах), тыс. руб./чел:

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P_{mp} = \frac{B}{\text{Ч}_{op}}, \quad (64)$$

где B - выручка от реализации годового объема металлоизделий, руб.;

Ч_{op} - численность производственных рабочих, чел.

$$P_{mp1} = \frac{56002330}{6} = 9333722 \text{ руб./чел.} = 9333,722 \text{ тыс. руб./чел.}$$

$$P_{mp2} = \frac{55606592}{1} = 55606592 \text{ руб./чел.} = 55606,592 \text{ тыс. руб./чел.}$$

Расчет срока окупаемости капитальных вложений:

$$T_o = \frac{\Delta K_d}{\Delta \Pi}, \quad (65)$$

где ΔK_d - дополнительные капитальные вложения, руб.;

$\Delta \Pi$ - изменение (прирост, уменьшение) прибыли в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым, руб

$$T_o = \frac{28107520}{5411914,45} = 4,9 \text{ года}$$

После проведения экономических расчетов необходимо сгруппировать результирующие показатели экономической эффективности в виде таблицы 12, которая может быть представлена в качестве иллюстративного материала при защите ВКР.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 12 – Техничко-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	Годовой выпуск продукции, N	шт.	200	200	
2	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	56 002 330	55 606 592	-395 738
3	Капитальные вложения, К	руб.	537 600	28107 520	27 569 920
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, С _т	руб.	40 497 440	36 297 722	-4 199 718
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, С _п	руб.	43 078 715	37 271 062	-5 807 653
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	12 923 614	18 335 529	5 411 915
7	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	6	1	-5
8	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), П _{тр}	тыс.руб./чел.	9333	55606	46273
9	Рентабельность продукции, R	%	30	50	20
10	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (Т _{ок})	лет	4,9		
11	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	34	11	-23

Вывод: Предложенный в проекте технологический способ сварки металлоизделия эффективен, прежде всего, целесообразное использование автоматизированной линии позволило сократить время изготовления детали, а также увеличить качество и долговечность изделия.

В сфере производства изделия экономия по себестоимости обеспечена по многим показателям за счет сокращения доли общепроизводственных и

общехозяйственных расходов, кол-ва оборудования, заработной платы.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 Методическая часть

В технологической части дипломного проекта «Разработана технология сборки и подобрано оборудование для сборки и сварки продольной балки грузового вагона». В процессе разработки предложено заменить ручную сварку на механизированную под флюсом. В технологическом разделе предложена замена оборудования на современное, т.е. предложено использование автоматов для производства сварки. Это в свою очередь предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт такого оборудования.

К сборке-сварке по проектируемой технологии допускаются рабочие по специальности «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» не ниже 4-го разряда. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по специальности «Сварщик ручной дуговой сварки» 3-го разряда. В связи с этим целесообразно разработать программу повышения квалификации рабочих сварочной специализации и провести повышение квалификации в рамках данного промышленного предприятия.

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

3.1 Анализ квалификационных характеристик

Квалификационная характеристика – это государственный документ, в котором содержатся требования к профессионально-техническим знаниям и умениям, обеспечивающим определенный уровень квалификации по профессии. Квалификационные характеристики по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» для

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

разных квалификационных разрядов содержатся в Едином тарифно-квалификационном справочнике (ЕТКС) работ и профессий.

Изучены квалификационные характеристики по профессии «Электросварщик ручной сварки» 3-го разряда.

Квалификационная характеристика рабочего по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го разряда:

Характеристика работ. Автоматическая и механизированная сварка с использованием плазмотрона сложных аппаратов, узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых и конструкционных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов. Автоматическая сварка сложных строительных и технологических конструкций, работающих в сложных условиях. Автоматическая сварка в среде защитных газов неплавящимся электродом горячекатаных полос из цветных металлов и сплавов под руководством электросварщика более высокой квалификации. Наплавление дефектов деталей машин, механизмов и конструкций. Наплавление сложных узлов, деталей и инструментов. Чтение чертежей сложных сварных металлоконструкций.

Должен знать:

- устройство различных сварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и источников питания;
- основы электротехники в пределах выполняемой работы; способы испытания сварных швов;
- марки и типы сварочных материалов;
- виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения;
- влияние режимов сварки на геометрию сварного шва;
- механические свойства свариваемых металлов.

После проведения сравнительного анализа квалификационных характеристик по профессии «Электросварщик ручной сварки» 3-го разряда и

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

«Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» для 4-го разряда установлено, что для выполнения работ по 4-му квалификационному разряду рабочий, имеющий 3-й квалификационный разряд, должен

знать:

- оборудование автоматической и механизированной дуговой сварки его типы, устройство, основные технические характеристики, правила его обслуживания и управления;
- устройство различных сварочных автоматов, полуавтоматов, плазматронов, источников питания;
- основы электротехники в пределах выполняемых работ;
- марки и типы сварочных материалов;
- способы испытания сварных швов;
- виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения;
- влияние режимов сварки на геометрию сварного шва,
- механические свойства свариваемых металлов.

уметь выполнять следующие виды работ:

- автоматическую и полуавтоматическую сварку сложных строительных конструкций;
- производить автоматическую и механизированную сварку во всех пространственных положениях сварного шва узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых и конструкционных сталей;
- автоматическую и механизированную наплавку сложных деталей, механизмов, конструкций.

На основании данного сравнения квалификационных характеристик возможна разработка программы повышения квалификации рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» не ниже 4-го разряда.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.2 Разработка учебного плана переподготовки

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 «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах», который представлен в таблице. Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 13 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го квалификационного разряда

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

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Оконание таблицы 13.

1	2	3
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

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

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

Таблица 14 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	2	3
1	Источники питания для механизированной сварки	4
2	Стандартное механическое оборудование	2
3	Оборудование для дуговой механизированной сварки под флюсом	6
3.1	Устройство и основные узлы сварочного автомата	4
3.3	Сварочные трактора	4
3.4	Типовые конструкции сварочной головки	4
4	Технология механизированной сварки под флюсом	9
4.1	Особенности сварки под флюсом	5
4.2	Режимы механизированной сварки под флюсом	4
4.3	Механическое оборудование, используемое для сварочных работ под сварочным флюсом	4

Окончание таблицы 14.

1	2	3
5	Контроль качества сварных швов	5
6	Охрана труда	1
	Итого:	52

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

Разработка плана - конспекта урока

Тема урока «Устройство и основные узлы линии для сварки продольных швов хребтовых балок»

Цели занятия:

Обучающая: Формирование знаний об устройстве и основных узлах линии, их назначении и принципе работы.

Развивающая: развивать техническое и логическое мышление, память, внимание.

Воспитательная: воспитывать сознательную дисциплину на занятии, ответственность и бережное отношение к оборудованию учебного кабинета

Тип урока: урок новых знаний.

Методы обучения: словесный, наглядный, объяснительно-иллюстративные методы.

Дидактическое обеспечение занятия:

– плакаты: «робот Fanuc M-710i/50», «Источник питания Power Wave ACDS 1000SD».

Структура урока:

1. Организационный момент;
 2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;
- Сообщение темы и цели занятия;
- Актуализация опорных знаний.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

План-конспект

Таблица 15 – План-конспект

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 3 минут	Здравствуйте, прошу вас садиться, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 2 минуты	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для дуговой механизированной и автоматической сварки под флюсом» Тема занятия: «Устройство и основные узлы линии для сварки продольных швов хребтовых балок». Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочной линии, назначение и принцип работы»	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Актуализация опорных знаний 10 минут	Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: 1. Чем отличается аппарат для механизированной сварки от аппарата для автоматической сварки? 2. Назовите основные виды сварочных автоматов? 3. Расскажите о основных характеристиках источников питания для сварки под флюсом.	Предлагаю ответить на вопросы по желанию. Если нет желающих, опрашивать начинаю по журналу.
Изложение нового материала 20 минут	Хорошо! Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану: – Основные узлы и механизмы работа; – Источники питания для производительной сварки под флюсом . - Линия для сварки продольных швов хребтовых вагонных балок. По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание. В настоящее время широко применяется автоматическая сварка. Это объясняется большой производительностью, качеством шва и экономически целесообразным решением. Автоматическая сварка широко применяется на конвейерных линиях в машиностроении при сварке корпусов всех видов транспортных средств и строительно-монтажных	Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение. По мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы автомата.

Продолжение таблицы 15.

1	2	3
	<p>конструкций при их предварительной сборке и сварке и т. д. Линия которую мы будем рассматривать, предназначена для сварки хребтовой балки грузового вагона. В данной линии используются новейшие роботы и источники питания, для того чтобы процесс сварки был стабилен и сварной шов получался идеальным. Давайте рассмотрим основные узлы робота Fanuc M-710iC/50.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Теперь давайте перейдем к источнику питания. Power Wave ACDS 1000SD производства Lincoln Electric. Записываем:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Питание от распространенных сетей 380-575 В АС, 50/60 Гц позволяет работать в любой точке мира. • Быстрое переключение полярности без необходимости в изменении конфигурации аппарата сводит к минимуму время простоя. • Простая организация параллельной работы и многодуговой сварки. • 3-фазное питание – позволяет избавиться от нестабильности, характерной для аппаратов на основе трансформатора переменного тока. • 95-процентная коррекция коэффициента мощности – позволяет установить сразу несколько устройств на ограниченную инфраструктуру предприятия и, как следствие, сократить затраты. <p>Высокая надежность – возможность работы и</p>	<p>Показать плакат с изображением основных узлов. Рассказать о возможностях данного робота.</p> <p>Попросить записать информацию о источнике питания.</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 15.

1	2	3
	<p>хранения под открытым небом. Соответствует стандарту</p>  <p>А теперь давайте рассмотрим саму линию. Данная линия производит сварку в два этапа на двух разных платформах: Первый этап – сварка ведется внутри балки на первой платформе, здесь у нас имеются пневмоприжимы и откидные ловители для позиционирования балки в неподвижном состоянии. Второй этап- сварка ведется снаружи балки на второй части линии, здесь у нас имеются также пневмоприжимы и откидные ловители, ловители тока по краям. Данная линия позволяет выполнять сварку с обеспечением контрпрогиба при сварке для предупреждения сварочных деформаций. Данная линия оборудована двумя роботами Fanuc M-710iC/50 и оборудована четырьмя источниками питания для сварки. Скорость сварки на данной линии может варьироваться от 20 до 120 м/ч. А теперь внимание на экран, рассмотрим как данная линия производит сварку вагонной хребтовой балки.</p>	<p>Показать на плакате данный источник питания.</p> <p>Попросить записать основные моменты.</p> <p>Попросить обратить внимание на видеоролик. Во время просмотра давать пояснения, для лучшего понимания процесса учащимися.</p>
<p>Первичное закрепление материала 5 минут</p>	<p>Теперь закрепим пройденный материал при помощи вопросов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Сколько источников питания имеет данная линия? Для чего нужны такие источники питания? -Почему использование робота лучше, чем использование человека? - Что имеет данная линия для предупреждения сварочных деформаций? <p>Задать вопрос для проверки ясности материала: Имеются ли у вас вопросы по пройденному материалу?</p>	<p>Опросить по данному материалу. Задать вопрос по ясности материала, если возникнут вопросы, то ответить на них. Не оставлять неразобранных вопросов.</p>

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

Окончание таблицы 15.

1	2	3
Выдача домашнего задания. 5 минут	<p>Попросить повторить материал по конспектам пройденных уроков:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Источники питания. Их виды, типы и основные характеристики. -Механизированные способы сварки. <p>Ролик о работе данной линии вы можете найти на сайте: http://www.tvagonm.com.ua</p> <p>Урок закончен, всем спасибо за внимание.</p>	<p>Попросить повторить темы по конспектам пройденных уроков. Дать ссылку на видеоролик по линии. Закончить урок и попрощаться.</p>

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

Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали квалификационные характеристики рабочих профессии «Электросварщик ручной сварки» и «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах»;

- составили учебный план для профессиональной переподготовки электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах;

- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;

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

- разработали средства обучения для выбранного занятия.

Считаем, что данную разработку, возможно, использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломной работы мной был проанализирован базовый вариант изготовления вагонной хребтовой балки, выявлены его минусы. Были рассмотрены другие способы сварки и выбран один, по которому и разрабатывался в дальнейшем дипломный проект. Сделаны расчеты режимов сварки. Подобрано новое технологическое оборудование для сборки и сварки.

Разработана технология сварки-сварки вагонной хребтовой балки по проектируемому способу.

Рассчитана экономическая эффективность проектируемого способа, которая доказала, что проектируемый способ является экономически выгодным для производства.

Разработана программа переквалификации рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го разряда, данную программу можно использовать в условиях производства.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Список использованных источников

1. Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, Г. А. Бельчук, А. П. Демянцевич. – М.: Машиностроение, 1977. – 336 с.
2. Гитлевич, А.Д. Механизация и автоматизация сварочного производства/ А.Д. Гитлевич, Л.А. Этингоф. – М.: Машиностроение, 1979. – 280 с.
3. Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин и др; Под общ. ред. В. Г. Сорокина. — М.: Машиностроение, 1989. — 640 с.
4. Марочник сталей и сплавов. 4-е изд., переработ. и доп. / Ю.Г. Драгунов, М28 А.С. Зубченко, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. Ю.Г. Драгунова и А.С. Зубченко – М.: 2014. 1216 с.: илл
5. ГОСТ 2246 – 70. Проволока стальная сварочная. Технические условия. Введен 1973-01-01 .-М.: издательство стандартов, 1970.-18с.
6. ГОСТ 9087 - 81. Флюсы сварочные плавные. Технические условия. 1982-01-01.-М.: издательство стандартов, 1981.-11с.
7. ГОСТ 9467 - 75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Введен 1977-01-01 –М.: издательство стандартов, 1975.-7с.
8. Журухин, Г.И. Методические указания для выполнения экономического раздела выпускных квалификационных работ. / Г.И. Журухин, М.А. Федулова Екатеринбург, ФГАОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2015. 38 с.
9. Куркин, С.А. - Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций. / С.А. Куркин - М.: Машиностроение, 1989. – 319 с.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

10. Геворкян, В.Г Основы сварочного дела: Учебник для стоит. спец. техникумов. – 4-е изд., перераб. и доп. / В.Г. Геворкян. - М.: Высш. шк., 1985. – 168 с., ил.

11. Севбо П.И. Конструирование и расчёт механического сварочного оборудования. / П.И. Севбо Киев: Наукова думка, 1978, 400с.

12. Г.А. Николаев и др. Сварка в машиностроении: Справочник. - М.Машиностроение, 1978 - Т1 / Под ред. О.И. Ольшанского. 1978. 504 с,ил.

13. Г.А. Николаев и др. Сварка в машиностроении: Справочник. - М.Машиностроение, 1978 - Т2 / Под ред. А.И. Акулова. 1978. 462 с.,ил.

14. Г.А. Николаев и др. Сварка в машиностроении: Справочник. - М.Машиностроение, 1979 - Т3 / Под ред. В.А. Винокурова. 1979. 567 с.,ил.

15. Г.А. Николаев и др. Сварка в машиностроении: Справочник. - М.Машиностроение, 1979 - Т4 / Под ред. Ю.Н. Зорина. 1979. 512 с.,ил.

16. Овчинников, В.В. Оборудование, механизация и автоматизация сварочных процессов: учебник для студ. учреждений сред.проф. образования – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 256 с.

17.Акулов, А.И. «Технология и оборудование сварки плавлением». Учебник для студентов вузов./ А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич - М.: /Машиностроение/, 1997. 432с. с ил.

18. Конищев, Б.П. «Сварочные материалы для дуговой сварки»: Справочное пособие: В 2-х т., Т 2: Сварочные проволоки и электроды / Н.Н. Потапов, Д.Н. Баранов – М.: /Машиностроение/, 1993.-768 с.: ил.

19. Корчагин, И.Б. Проектирование сварных конструкций. Учеб. пособие. / И.Б. Корчагин Воронеж, Воронежский гос. тех. ун-т, 2004. 140с.

					ДП 44.03.04.127 ПЗ	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		