

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____ Б.Н. Гузанов
« ___ » _____ 2018г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ

Исполнитель:

студент группы ЗСМ-404С

Л.Б. Бакалдина

Руководитель:

доц., канд. пед. наук

М.А.Федулова

Нормоконтролер:

доц., канд. техн. наук

Д.Х. Билалов

Екатеринбург 2018

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

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ**

Выпускная квалификационная работа

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль Машиностроение и материалобработка

Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном
производстве

Идентификационный код ВКР: 724

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Практическое задание содержит 100 листов машинописного текста, 19 таблиц, 49 формул, 9 рисунков, 30 использованных источников литературы.

Ключевые слова: ПРОЛЕТНОЕ СТРОЕНИЕ КОЗЛОВОГО КРАНА, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА В СРЕДЕ ЗАЩИТНОГО ГАЗА, СТАЛЬ 09Г2С, ПРОФЕССИЯ «ОПЕРАТОР АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ», ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА.

В дипломном проекте проведена разработка технологии механизированной сварки основных продольных швов пролетного строения.

В экономической части дипломного проекта представлено технико-экономическое обоснование спроектированной технологии автоматической сварки в среде смеси газов corgon K-18 основных продольных швов пролетного строения.

В методической части разработана программа переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 5-го разряда.

АННОТАЦИЯ

Практическое задание содержит 100 листов машинописного текста, 19 таблиц, 49 формул, 9 рисунков, 30 использованных источников литературы.

Ключевые слова: ПРОЛЕТНОЕ СТРОЕНИЕ КОЗЛОВОГО КРАНА, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА В СРЕДЕ ЗАЩИТНОГО ГАЗА, СТАЛЬ 09Г2С, ПРОФЕССИЯ «ОПЕРАТОР АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ», ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА.

В дипломном проекте проведена разработка технологии механизированной сварки основных продольных швов пролетного строения.

В экономической части дипломного проекта представлено технико-экономическое обоснование спроектированной технологии автоматической сварки в среде смеси газов Corgon K-18 основных продольных швов пролетного строения.

В методической части разработана программа переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 5-го разряда.

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Сваркой называется технологический процесс получения неразъёмных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, либо пластическом деформировании или совместным действием того и другого.

Применение сварки способствует совершенствованию машиностроения и развитию новых отраслей техники - ракетостроению, атомной энергетике, радиоэлектронике. Сварка позволяет уменьшить затраты на единицу продукции, сократить длительность производственного цикла, улучшить качество изделий.

Технологические и экономические преимущества сварки превратили ее в высоко производительный процесс, позволяющий при относительно небольших материальных и трудовых затратах достигать высоких технико-экономических показателей. Применение сварки весьма эффективно при создании металлоконструкций с использованием различного вида проката и различных профилей

Для изготовления пролетного строения используется механизированная сварка в среде защитного газа по ГОСТ 14771-76 сварочной проволокой Св-08Г2С по ГОСТ 2246-80. Для оптимизации производственного процесса необходимо использовать более современные методы сварочного производства, что приведет к улучшению качества и увеличению экономических показателей.

Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкций.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки пролетного строения мостового крана.

Целью дипломной работы является разработка технологического процесса изготовления пролетного строения

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления пролетного строения козлового крана;

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

-подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;

- провести необходимые расчеты режимов сварки;

- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;

- разработать технологию сборки – сварки пролетного строения козлового крана;

- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта;

- разработать программу подготовки электросварщиков для автоматической сварки в среде защитного газа.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления пролетного строения, включающий автоматическую сварку в среде смеси газа corgon K-18; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства пролетного строения.

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

1 Технологический раздел

1.1 Анализ сварной конструкции

Проектируемое изделие «Пролетное строение для козлового крана».

Изделие весом 4,130 тонн.

Назначение крана – для выполнения погрузочно-разгрузочных работ в производственных и складских площадках.

Условия эксплуатации:

- Температура окружающей среды от -40 до +40°C;
- Влажность воздуха при 15°C – 80% ГОСТ 15150
- Сейсмичность не больше 6 баллов;
- Допустимая скорость ветра на высоте 10м при рабочем состоянии крана 14м/с;
- Грузоподъемность 20 т.

Козловые краны представляют собой сооружения, у которых горизонтальное пролетное строение (мост) опирается на две опоры (ноги), перемещающиеся по наземным рельсовым путям. Обе опоры имеют жесткие сочленения с мостом или одна из опор скрепляется с мостом при помощи шарниров. Опора состоит из 4-х стоек, которые удерживают несущие элементы по крановому пути.

Конструктивные особенности козловых кранов в значительной мере определяются их назначением. Больше всего изготавливается кранов общего назначения (грузоподъемностью 3—50 тс), которые иначе называются также перегрузочными козловыми кранами. Эти краны применяются для обслуживания складов штучных и насыпных грузов, железнодорожных контейнерных площадок, нижних складов леспромхозов и т. п., а также для выполнения различных технологических операций, например, на заводах по производству железобетонных изделий и конструкций.

Пролетное строение состоит из: кронштейна, который опирается

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

(закрепляется) на две опоры (ноги), трубы Ø530x9мм ГОСТ 10704-91, швеллера 16П ГОСТ 8240, двутавровой балки 36М ГОСТ 19425, накладок на двутавровую балку и на трубу Ø530 для усиления сварных швов.

1.2 Обоснование выбора конструкционного материала

Для изготовления пролетного строения и обоснования выбора конструкционного материала будем использовать сталь 09Г2С потому что, устойчивость свойств в широком температурном диапазоне позволяет применять данную сталь в диапазоне температур от -70 до +450°С, так же из этой марки стали можно изготавливать сложные конструкции для химической, нефтяной, строительной и других отраслей. Сварка может производиться как без подогрева, так и с предварительным подогревом до 100-120°С. Так как углерода в стали мало, то сварка ее довольно проста, причем сталь не закаливается и не перегревается в процессе сварки, благодаря чему не происходит снижение пластических свойств или увеличение ее зернистости. К плюсам применения этой стали можно отнести также, что она не склонна к отпускной хрупкости и ее вязкость не снижается после отпуска. Вышеприведенными свойствами объясняется удобство использования 09Г2С от других сталей с большим содержанием углерода или присадок, которые хуже варятся и меняют свойства после термообработки.

1.2.1 Химический состав стали 09Г2С и механические свойства

Чаще всего прокат из данной марки стали используется для разнообразных строительных конструкций благодаря высокой механической прочности, что позволяет использовать более тонкие элементы чем при использовании других сталей. Применяя закалку и отпуск изготавливают качественную трубопроводную арматуру. Высокая механическая устойчивость к низким

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

температурам также позволяет с успехом применять трубы из 09Г2С на севере страны. Также марка широко используется для сварных конструкций.

В таблице 1 представлен химический состав марки стали 09Г2С по ГОСТ 19281-89 [1].

Таблица 1 - Химический состав стали 09Г2С по ГОСТ 19281-89, в %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
До 0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	До 0,3	До 0,04	До 0,035	До 0,3	До 0,008	До 0,3	До 0,08

В таблице 2 представлены механические свойства стали 09Г2С по ГОСТ 19281-89 [2]

Таблица 2 - Механические свойства сортового и фасонного проката

Класс прочности	Толщина проката, поставляемая по данному классу прочности, мм, не более	σ_t ,	σ_b ,	σ_s ,	Изгиб до параллельности сторон (а - толщина образца, d - диаметр оправки)
		Н/мм ² (кгс/мм ²)	Н/мм ² (кгс/мм ²)	%	
205	100	265(27)	430(44)	21	d = 2a
295	100	295(30)	430(44)		
325	60	325(33)	450(46)		
345	20	345(35)	480(49)		
375	10	375(38)	510(52)		
390	20	390(40)	530(54)	18	

1.2.2 Характеристика свариваемости стали

Свариваемость — это свойство металлов или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки неразъемное соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия.

На свариваемость сталей влияют следующие факторы:

- содержание углерода;
- наличие вредных примесей;
- степень легирования;

легко ориентироваться в технологических особенностях сварки конкретных марок железоуглеродистых сплавов

Для расчета $C_{\text{экв}}$ подставляем данные таблицы 1 в формулу (1).

$$C_{\text{экв.}} = 0.12 + \frac{1.7}{6} + \frac{0.8}{24} + \frac{0.3}{5} + \frac{0.3}{40} + \frac{0.3}{13} + \frac{0.035}{2} = 0,541 \%$$

Стали с $C_{\text{экв}} \geq 0,45 \%$ считаются склонными к образованию холодных трещин при сварке. Данная сталь 09Г2С подвержена холодным трещинам после сварки. Для предотвращения образования холодных трещин необходим подогрев. Температура подогрева рассчитывается по формуле:

$$T_n = 350 \sqrt{C_{\text{экв.общ}} - 0,25} \quad (2)$$

Подставим данные в формулу (2)

$$T_n = 350 \sqrt{0.608 - 0.25} = 209,3^\circ\text{C}$$

Рекомендуем температуру подогрева установить в интервале 175-225°C.

Расчет склонности стали к горячим трещинам.

Расчет горячих трещин (HCS) позволяет качественно оценивать влияние легирующих элементов и примесей на сопротивляемость металла шва к образованию горячих трещин.

Склонность к образованию Горячих трещин рассчитывается по уравнению Уилкинсона через параметр HCS

$$HCS = \frac{\left(C \left(S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100} \right) \cdot 10^3 \right)}{(3 \cdot Mn + Cr + Mo + V)}, \quad (3)$$

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

где HCS - параметр, оценивающий склонность сварных швов к кристаллизационным горячим трещинам, %

C, S и др. - химические элементы, %

Подставим данные в формулу 3:

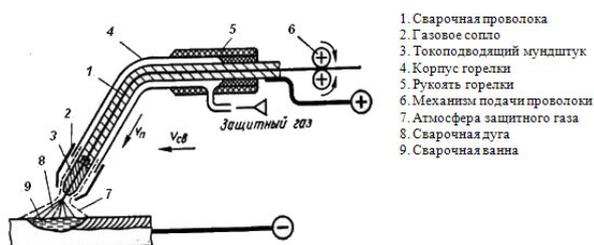
$$HCS = \frac{(0.12 (0.04 + 0.0035 + \frac{0.8}{25} + \frac{0.3}{100})) \cdot 10^3}{(3 \cdot 1.7 + 0.3)} = \frac{13.2}{5.4} = 2.44 \%$$

Если предел прочности стали не превышает 700 МПа, а значение HCS < 4, то сварные швы потенциально не склонны к образованию горячих трещин, т.к. при расчете HCS = 2,44, то сталь 09Г2С не склонна к образованию горячих трещин.

1.3 Выбор способа сварки

В связи с тем, что конструкция «пролетное строение» имеет протяженные швы более 1 м, нами будут использоваться более производительные способы сварки, такие, как автоматическая сварка.

Сварка в защитных газах нашла широкое применение в промышленности. Этим способом можно соединять вручную, полуавтоматически или автоматически в различных пространственных положениях разнообразные металлы и сплавы толщиной от десятых долей до десятков миллиметров.



1 – Сварочная проволока; 2- газовое сопло; 3- токопроводящий мундштук; 4-корпус горелки; 5 – рукоять горелки; 6 – механизм подачи проволоки; 7 – Атмосфера защитного газа; 8 – сварочная дуга; 9 - сварочная ванна

Рисунок 1 – Сварка в среде защитного газа

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

При сварке в зону горения дуги через сопло непрерывно подается защитный газ. Теплотой дуги расплавляется основной металл и, если сварку выполняют плавящимся электродом, расплавляется и электродная проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует шов. При сварке неплавящимся электродом электрод не расплавляется, а его расход вызван испарением металла или частичным оплавлением при повышенном допустимом сварочном токе.

Образование шва происходит за счет расплавления кромок основного металла или дополнительно вводимого присадочного металла. В качестве защитных газов применяют инертные (аргон и гелий) и активные (углекислый газ, водород, кислород и азот) газы, а также их смеси ($Ar + He$, $Ar + CO_2$, $Ar + O_2$, $CO_2 + O_2$ и др.). По отношению к электроду защитный газ можно подавать центрально или сбоку. Сбоку газ подают при больших скоростях сварки плавящимся электродом, когда при центральной защите надежность защиты нарушается из-за обдувания газа неподвижным воздухом. Сквозняки или ветер при сварке, сдувая струю защитного газа, могут резко ухудшить качество сварного шва или соединения. В некоторых случаях, особенно при сварке вольфрамовым электродом, для получения необходимых технологических свойств дуги, а также с целью экономии дефицитных и дорогих инертных газов используют защиту двумя концентрическими потоками газа.

Сущность способа сварки в защитных газах заключается в том, что дуга горит в струе защитного газа, оттесняющего воздух из зоны сварки и защищающего расплавленный металл от вредного воздействия газов, содержащихся в атмосфере.

Основными преимуществами сварки в среде защитного газа перед другими способами являются:

- надежная защита расплавленного металла от окисления кислородом окружающего воздуха;
- отсутствие обмазок и флюсов при сварке, усложняющих и удорожающих этот процесс;

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- высокая производительность;
- простота процесса и возможность его механизации при сварке в различных пространственных положениях с помощью простых приспособлений;
- возможность сварки цветных металлов, сплавов и разнородных металлов;
- хороший внешний вид сварного шва и высокие механические свойства соединения;
- возможность качественной сварки труб без внутренних подкладных колец или ручной подварки.

К недостаткам сварки в защитных газах следует отнести осложнения при проведении сварки на открытом воздухе, особенно в ветреную погоду из-за возможности отдува защитного газа струей воздуха, а также большие выделения вредного газа на рабочем месте сварщика (4) .

Сварка под флюсом. При этом способе сварки электрическая дуга горит под зернистым сыпучим материалом, называемым сварочным флюсом в соответствии с рисунком 2.

Под действием тепла дуги расплавляются электродная проволока и основной металл, а также часть флюса. В зоне сварки образуется полость, заполненная парами металла, флюса и газами. Газовая полость ограничена в верхней части оболочкой расплавленного флюса. Расплавленный флюс, окружая газовую полость, защищает дугу и расплавленный металл в зоне сварки от вредного воздействия окружающей среды, осуществляет металлургическую обработку металла в сварочной ванне. По мере удаления сварочной дуги расплавленный флюс, прореагировавший с расплавленным металлом, затвердевает, образуя на шве шлаковую корку. После прекращения процесса сварки и охлаждения металла шлаковая корка легко отделяется от металла шва. Не израсходованная часть флюса специальным пневматическим устройством собирается во флюсоаппарат и используется в дальнейшем при сварке.

·низкая скорость охлаждения металла обеспечивает высокие показатели механических свойств металла шва.

Для базового варианта сварки пролетного строения используется полуавтоматическая сварка в среде защитных газов CO₂.

На сборочном чертеже данной конструкции указаны основные сварные соединения по ГОСТ 14771-76 и ГОСТ 11533-75. Для данной конструкции выберем автоматическую сварку в среде защитного газа потому, что у нее высокая производительность, возможно сваривать как цветные металлы, так и сплавы, и разнородные металлы, может выполняться несколькими способами, в зависимости от конструкции, экономичность способа.

1.4 Выбор сварочных материалов

Физико-металлургические процессы, протекающие при сварке, должны обеспечить металл шва такого химического состава, при котором были бы получены необходимые свойства: отсутствие дефектов (трещин, пор и т.д), равнопрочность с основным (свариваемым) металлом и другие свойства, определяемые условиями его работы. Этого можно достичь легированием металла шва химическими элементами из присадочного металла, покрытия, флюса либо применением особых методов защиты зоны сварки (защитных газов, вакуума) при сварке без присадочных материалов.

Присадочный металл и другие вещества, используемые при сварке плавлением с целью получения непрерывного неразъемного соединения, удовлетворяющего определенным требованиям, принято называть сварочными материалами.

К сварочным материалам относят:

- сварочная проволока
- присадочные прутки
- порошковую проволоку
- электроды (плавящиеся, неплавящиеся, и др)
- различные флюсы

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- защитные (активные и инертные) газы.

Указанные материалы должны обеспечить требуемые геометрические размеры и свойства сварного шва; хорошие технологические условия ведения процесса сварки; высокую производительность и экономичность процесса; необходимые санитарно-гигиенические условия труда при их производстве и сварке [5].

Это достигается тем, что сварочные материалы участвуют:

- в защите расплавленного металла в зоне протекания металлургических процессов, а в некоторых случаях и нагретого твердого металла от вредного действия атмосферного воздуха (насыщение его газами атмосферы) в течение всего процесса сварки – в процессе расплавления, переноса в дуге, пребывания в сварочной ванне, кристаллизации;

- в регулировании химического состава металла шва путем его легирования и раскисления;

- в очистке (рафинировании) металла шва – удалении серы, фосфора, включений окислов и шлаков;

- в очистке металла шва от водорода и азота;

- в ряде случаев в модифицировании, измельчении первичной структуры шва.

Присадочный металл (в виде сварочной, электродной или присадочной проволоки, стрежня электрода) имеющий определенный химический состав, и дополнительные средства (в виде толстого покрытия на электроде, флюса или защитного газа либо порошка в порошковой проволоке) в комплексе обеспечивают газовую, шлаковую или комбинированную газо-шлаковую защиту зоны сварки от воздуха, стабилизацию горения дуги, раскисление и легирование металла шва, очистку его от вредных примесей и газов и предотвращают образование в нем трещин и т.п.

Следовательно, при сварке осуществляется сложная физико-химическая обработка электродного и основного металла, происходящая в газовой и шлаковой фазах и завершающаяся в сварочной ванне, что приводит к

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

образованию шва нужного состава с требуемыми свойствами; эту обработку обычно называют металлургическими или физико-металлургическими процессами сварки [5 стр. 84].

Защитные газы

Защитные Газы делятся на две группы: химически инертные и активные. Газы первой группы с металлом, нагретым и расплавленным, не взаимодействуют и практически не растворяются в них.

К химически инертным газам, используемым при сварке, относятся аргон и гелий. Из химически активных газов основное значение имеет углекислый газ.

Аргон – газообразный чистый поставляется по ГОСТ 10157-73 трех сортов: высший, первый и второй. Содержание аргона соответственно равно: 99,99%, 99,98%, 99,95%. Примесями служат кислород, азот и влага.

Гелий – газообразный чистый поставляют по техническим условиям. Содержание примесей в гелии высокой частоты не более 0,02%, в техническом до 0,2%. Примеси: азот, водород, влага. В связи с тем, что гелий в 10 раз легче аргона, расход гелия при сварке увеличивается в 1,5-3 раза.

Углекислый газ – поставляется по ГОСТ 8050-76. Для сварки используют сварочную углекислоту сортов I и II, которые отличаются лишь содержанием паров воды (соответственно 0,178 0,515 H₂O в 1м³ CO₂).

При применении углекислого газа вследствие большого количества свободного кислорода в газовой фазе сварочная проволока должна содержать дополнительное количество легирующих элементов с большим сродством к кислороду, чаще всего Si и Mn (сверх того количества, которое требуется для легирования металла шва). Наиболее широко применяется проволока Св-08Г2С.

При применении защитных газов следует учитывать технологические свойства газов (например, значительно больший расход гелия, чем аргона), влияние на форму проплавления и форму шва, и стоимость газов.

Стремление уменьшить повышенное разбрызгивание металла и улучшить формирование шва при сварке в углекислом газе дало толчок к применению

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

смесей углекислого газа с кислородом (2-5%). В этом случае изменяется характер переноса металла; он переходит в мелкокапельный; потери металла на разбрызгивание уменьшаются на 30-40%.

Газовые защитные смеси имеют весьма значительные перспективы, но широкое применение требует организации централизованного снабжения сварочного производства смесями нужного состава. Только в том случае применение смесей может дать значительный экономический эффект. [5 стр. 120-122].

В данной конструкции при сварке в защитных газах будет использоваться газовая смесь «К-18» — это смесь 82 % аргона и 18 % диоксида углерода. Газовая смесь, К-18 (18% CO₂+Ar), ТУ 2114-004-00204760-99. Наиболее универсальные двухкомпонентные смеси для сварки углеродистых конструкционных и некоторых легированных сталей.

Смесь газовая К18 — наиболее универсальная газовая смесь для полуавтоматической и автоматической сварки углеродисто-конструкционных сталей, подходит практически для всех типов материалов и видов швов.

Наиболее универсальные двухкомпонентные смеси для сварки углеродистых конструкционных и некоторых легированных сталей. Сварка с использованием защитной сварочной смеси в баллонах применяют как для мелких бытовых изделий, так и для крупнейших металлоконструкций. В целом, использование сварочной смеси в баллонах в работе улучшает текучесть, увеличивает стабильность дуги и нагнетание металла в сварочную ванну, что существенно ускоряет процедуру сварки металлов. Кроме того, качество и надёжность сварочного шва повышается.

Преимущества газовой смеси: увеличение глубины проплавления шва, повышение качества и надежности сварных соединений, улучшение количественного объема сварки без перемены оборудования, уменьшение степени сбрызгивания металла в районе сварочного шва, упрощение вспомогательных операций.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

пределом текучести свыше 400 МПа в углекислом газе и газовой смеси. Технология производства проволоки позволяет обеспечить стабильную подачу и минимальное разбрызгивание при сварке. Жесткие ограничения по содержанию примесей в химическом составе проволоки обеспечивают высокие механические и ударные свойства наплавленного металла (КСУ при -60°C). Наплавленный металл отличается высокой стойкостью к образованию дефектов даже в условиях несоблюдения межпроходной температуры при сварке многопроходных швов. Она применяется при работах с автоматическими и полуавтоматическими аппаратами, как правило, в судо-, самолето-, машиностроении и строительстве. Применяется также при дуговой сварке в защитных газах.

1.5 Расчет параметров режима сварки основных швов

В процессе изготовления пролетного строения будет использована автоматическая и полуавтоматическая сварка в среде защитных газов. Прихватки и непротяженные швы будем сваривать полуавтоматической сваркой в среде защитных газов, режимы которой подберем, опираясь на справочную литературу [8].

Более протяженные швы будем сваривать с использованием автоматической сварки в среде защитных газов. Для выбора сварочного оборудования проведем расчеты режимов автоматической сварки таврового соединения в соответствии с ГОСТ 11533-75 и нахлесточного соединения в соответствии с ГОСТ 14771-76. Схема таврового сварного соединения Т1 по ГОСТ 11533-75 приведена в таблице 6, схема нахлесточного сварного соединения Н1 по ГОСТ 14771-76 приведена в таблице 10.

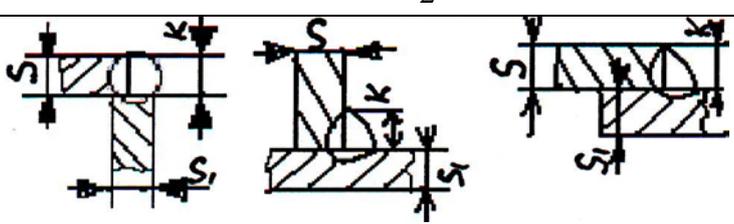
Для базового варианта режимы сварки подбираем, опираясь на справочную литературу [8].

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Определение диаметра электродной проволоки

Диаметр электродной проволоки d_e зависит от толщины металла S и глубины проплавления h . Однако глубина проплавления зависит от величины зазора между кромками, формами подготовки кромок. Чтобы учесть эти факторы, вводим расчетную глубину проплавления h которую можно определить по таблице 8.

Таблица 7 – Определение расчетной глубины проплавления при механизированной сварке

Вариант	Эскиз шва и формы подготовки кромок	Формула для определения расчетной глубины проплавления
1	2	3
6		$h_p = (0,7 \dots 1,1)K,$ $K \leq 1,2S$

Для однопроходного таврового шва глубина провара h , мм выбирается из условия

$$h = (0,7 \div 1,1) \cdot K, \quad (5)$$

где h – глубина провара, мм;

K – катет шва, мм; $K = 8$ мм

$S = 8,4$ мм.

В угловых и тавровых соединениях, где размеры шва могут быть произвольными, но в данной конструкции катет шва нам известен $K = 8$ мм.

Подставив значение K в формулу 5, получим:

$$h = (0,7 \div 1,1) \cdot 8 = 0,7 \cdot 8 = 5,6 \text{ мм}$$

Диаметр электродной проволоки рассчитываем в зависимости от расчетной глубины проплавления, мм :

$$d_3 = \sqrt[4]{h \pm 0.05 * h} \quad (6)$$

$$d_{3..} = \sqrt[4]{5,6 \pm 0,05 * 5,6} = \sqrt[4]{5,88} = 1,55 \text{ мм.}$$

Предельные отклонения d_3 ограничиваются способом сварки по уровню автоматизации и положением шва, согласно таблице 8. Полученный расчетным путем d_3 округляем до ближайшего стандартного $d_3 = 1,6$ мм.

Таблица 8 – Ограничения диаметра электродной проволоки при сварке в среде защитных газов [8]

Положение шва	Диаметр электродной проволоки (мм) при сварке	
	механизированной	автоматической
«Лодочка» , нижнее	0,8 2	0,8...2,0
Вертикальное	≤1,2...1,4	-
Горизонтальное	≤1,2	-
Потолочное		

Расчет сварочного тока, А, при сварке проволокой сплошного сечения производится по формуле:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot j \quad (7)$$

где j - плотность тока в электродной проволоке, А/мм². При сварке в смеси газов Cargon-18 рекомендуется $j = 90 - 160$ А/мм²;

d_3 - диаметр электродной проволоки, мм; $d_3 = 1,6$ мм.

Подставим данные в формулу 7 и определим $I_{св}$:

$$I_{св} = 3,14 * 1,6^2/4 * 130 = 261А$$

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Принимаем $I_{св} = 260 \pm 5A$

Определим напряжение на сварочной дуге U_d по формуле:

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot I_{св} \quad (8)$$

Подставим данные в формулу 8.

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot 260 = 27B$$

Принимаем напряжение на дуге $U_d = 27 \pm 10B$

Скорость сварки $V_{св}$ рассчитываем по формуле, м/ч

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{100 \cdot \gamma \cdot F_n} \quad (10)$$

Скорость подачи проволоки $V_{пш}$ рассчитываем по формуле, м/ч

$$V_{пш} = \frac{4 V_{св} \cdot F_n}{\pi d_w^2} \quad (11)$$

где $I_{св}$ – сила сварочного тока, А; $I_{св} = 260A$;

γ – плотность металла, г/см³, $\gamma = 7,8$ г/см³;

F_n – площадь наплавленного металла, мм²; $F_n = 40,4$ мм²

α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч.

$$\alpha_n = \alpha_p (1 - \varphi) \quad (12)$$

где φ – коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание. Известно, что при сварке в среде газовой смеси К-18 $\varphi = 3,18$ %

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

α_p - коэффициент расплавления проволоки, г/ А * ч, рассчитывается по формуле:

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{I_{св}}{d_p} \quad (13)$$

Определим α_p по формуле 13

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{261}{1,6} = 16,05 \text{ г/А}\cdot\text{ч};$$

Подставим полученные данные в формулу 12

$$\alpha_H = 16,05 (1 - 0,038) = 15,44 \text{ г/А}\cdot\text{ч}$$

Подставим данные в формулу 10 для получения $V_{св}$.

$$V_{св} = \frac{15,44 \cdot 260}{100 \cdot 7,8 \cdot 0,404} = 13 \text{ м/ч}$$

Принимаем скорость сварки $V_{св} = 13 \pm 5$ м/ч.

Подставим данные в формулу 11 для получения $V_{пш}$ в тавровых сварных соединениях:

$$V_{пш} = \frac{4 \cdot 13 \cdot 40}{3,14 \cdot 1,6^2} = 259 \text{ м/ч}$$

Принимаем скорость подачи проволоки $V_{пш} = 259 \pm 5$ м/ч

Рассчитаем расход защитного газа по формуле:

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Расход защитного газа , л/с:

$$Q_{зг} = 0,0033 \cdot I_{св}^{0,75} , \quad (14)$$

Подставив в формулу 14 значения, получим:

$$Q_{згi} = 0,0033 \cdot 260^{0,75} = 0,21 \text{ л/с}$$

$$Q_{зг} = 13 \text{ л/мин}$$

Вылет электрода $L_э$ рассчитывается по формуле:

$$L_э = 10 d_э$$

(15)

$$L_э = 10 \cdot 1,6 = 16 \text{ мм}$$

Проверяем оптимальность расчетов режимов сварки

Найдем глубину провара h при сварке в смеси газа Каргон (К-18)

$$h = \frac{0,0165}{2,18} \sqrt{\frac{q_n}{\psi_n}} \quad (16)$$

Таким образом, для глубины провара необходимо определить погонную энергию q_n :

$$q_n = \frac{I_{св} \cdot U_d \cdot \eta_{ш}}{V_{св}} \quad (17)$$

где $\eta_{ш} = 0,7 \div 0,75$ для сварки в среде защитных газов.

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Также для глубины провара нужно определить коэффициент формы провара $\psi_{пр}$, который зависит от величины сварочного тока, диаметра электрода и напряжения дуги.

$$\psi_{пр} = k \cdot \left(19 - 0,01 \cdot I_{св}\right) \frac{d_э U_d}{I_{св}} \quad (18)$$

где k' - коэффициент, величина которого зависит от рода тока и полярности.

Величина коэффициента k' при плотности тока $j < 140 \text{ А/мм}^2$ при сварке постоянным током обратной полярности равен:

$$k' = 0,367 j^{0,1925} \quad (19)$$

Подставим полученные данные в формулу 19 и найдем коэффициент k' :

$$k' = 0,367 * 130^{0,1925} = 0,93$$

Подставим данные в формулу 18 и найдем коэффициент формы провара:

$$\psi_{пр} = 0,93 (19 - 0,01 * 260) \frac{1,6 * 27}{260} = 2,51$$

Подставим полученные данные в формулу 17 и найдем погонную энергию Q_n :

$$Q_n = \frac{260 \cdot 27 \cdot 0,75}{13} = 14681,25 \text{ Дж/см}$$

По формуле 16 получим глубину провара h :

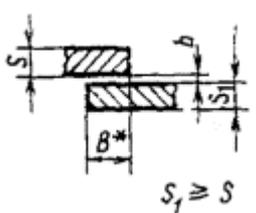
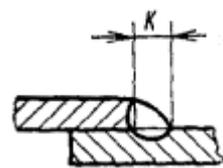
					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$h = \frac{0,0165}{2,18} \sqrt{\frac{14681,25}{2,51}} = 0,57 \text{ см} = 5,7 \text{ мм}$$

В связи с тем, что глубина провара $h = 5,7$ мм, для данной конструкции толщины металла достаточно.

1.5.2 Расчет режимов автоматической сварки таврового сварного соединения ГОСТ 14771-76-Н1Δ6

Таблица 9 – Исходные данные для нахлесточного сварного соединения Н1Δ6 по ГОСТ 14771-76 [4]

Форма кромок	Сварное соединение
	
S , мм	16
S_1 , мм	5
b , мм	1,5
Минимальное значение катета, мм	6

Для нахлесточного соединения площадь поперечного сечения шва F_n , мм² определяется по формуле (4):

$$F_n = 0,5 * 6^2 + 1,05 * 6 = 24,3 \text{ мм}^2$$

Определение диаметра электродной проволоки

Диаметр электродной проволоки d_e зависит от толщины металла S и глубины проплавления h . Однако глубина проплавления зависит от величины зазора между кромками, формами подготовки кромок. Чтобы учесть эти факторы, вводим расчетную глубину проплавления h которую можно определить по таблице 8.

Для однопроводного нахлесточного шва глубина провара h , мм выбирается по формуле (5).

Подставив данные в формулу (5), получим:

$$h = 0,7 * 6 = 4,2 \text{ мм}$$

Диаметр электродной проволоки рассчитываем в зависимости от расчетной глубины проплавления, мм по формуле (6):

$$d_{э..} = 0,29 * 4,2 = 1,2 \text{ мм.}$$

Так как сварочная проволока $\varnothing 1,2$ мм часто встречается при сварке конструкций, то полученный расчетным путем $d_{э}$ оставляем равным 1,2 мм.

Расчет сварочного тока, А, при сварке проволокой сплошного сечения производится по формуле (7):

Подставим данные в формулу (7) и определим $I_{св}$:

$$I_{св} = 3,14 * 1,2^2 / 4 * 195 = 220,4 \text{ А}$$

Принимаем $I_{св} = 220 \pm 5 \text{ А}$

Определим напряжение на сварочной дуге $U_{д}$ по формуле 8:

$$U_{д} = 14 + 0,05 * 220 = 25 \text{ В}$$

Принимаем напряжение на дуге $U_{д} = 25 \pm 10 \text{ В}$

Для того что бы рассчитать скорость сварки и скорость подачи электродной проволоки, сначала рассчитаем коэффициент потери металла на угар и разбрызгивание по формуле (13), затем рассчитаем коэффициент наплавки по формуле (12).

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Определим коэффициент потери металла на угар и разбрызгивание по формуле (13)

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{220}{1,2} = 18 \text{ г/А} \cdot \text{ч};$$

Подставим полученные данные в формулу (12)

$$\alpha_n = 18 (1 - 0,038) = 17,3 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

Подставим полученные данные в формулу 10 для получения скорости сварки $V_{св}$.

$$V_{св} = \frac{17,3 \cdot 220}{100 \cdot 7,8 \cdot 0,243} = 20 \text{ м/ч}$$

Подставим данные в формулу (11) для получения скорости подачи электродной проволоки $V_{пш}$ в сварных соединениях:

$$V_{пш} = \frac{4 \cdot 20 \cdot 24}{3,14 \cdot 1,2^2} = 424,77 \text{ м/ч}$$

Принимаем скорость подачи проволоки $V_{пш} = 428 \pm 5 \text{ м/ч}$

Рассчитаем расход защитного газа по формуле (14):

Расход защитного газа Ar+CO₂, л/с:

$$Q_{зг1} = 0,0033 \cdot 220^{0,75} = 0,188 \text{ л/с}$$

$$Q_{зг} = 11 \text{ л/мин}$$

Вылет электрода L_e рассчитывается по формуле (15):

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$L_3 = 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ мм}$$

Проверяем оптимальность расчетов режимов сварки

Найдем глубину провара h при сварке в смеси газа corgon (К-18)

$$h = \frac{0,0165}{2,18} \sqrt{\frac{q_n}{\psi_n}} \quad (16)$$

Таким образом, для глубины провара необходимо определить погонную энергию q_n по формуле (17):

где $\eta_{\text{газ}} = 0,7 \div 0,75$ для сварки в среде защитных газов.

Также для глубины провара нужно определить коэффициент формы провара $\psi_{\text{пр}}$, который зависит от величины сварочного тока, диаметра электрода и напряжения дуги по формуле (18). Для того что бы рассчитать глубину провара сначала нужно определить величину коэффициента k' плотности тока $j < 140 \text{ А/мм}^2$ при сварке постоянным током обратной полярности рассчитывается по формуле (19).

Подставим данные в формулу 19 и найдем коэффициент k' :

$$k' = 0,367 * 195^{0,1925} = 1$$

Подставим данные в формулу 18 и найдем коэффициент формы провара:

$$\psi_{\text{пр}} = 1 (19 - 0,01 * 220) \frac{1,2 * 25}{220} = 2,28$$

Подставим полученные данные в формулу 17 и найдем погонную энергию q_n :

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

автономным для данной конструкции используем сварочную колонну ППБ-07, которая установлена на тракторную тележку и передвигается по рельсовым путям.

Сварка основных продольных тавровых и нахлесточных швов производится в смеси газов corgon K-18. Вспомогательные швы свариваются полуавтоматической сваркой в среде защитных газов CO₂. По полученным расчётным данным режимов сварки, указанных в таблице 10, подбираем сварочное оборудование, которое будет установлено на сварочную колонну.

Для выполнения сварочных работ выбираем сварочный аппарат А-1406, который представлен на рисунке 3, потому что этот сварочный автомат используется для сварки в среде защитного газа, а также используется для сварки и наплавки легированных и низкоуглеродистых сталей. Сварка на этом сварочном автомате осуществляется при постоянном токе независимо от параметров дуги и скорости подачи электродной проволоки.

В данной конструкции используется конструкционная низколегированная сталь 09Г2С. Сварка основных продольных швов производится на постоянном токе обратной полярности.

Сварочный автомат А-1406 комплектуется со сварочным выпрямителем ВДГ-506 указанным на рисунке 4. В таблице 11 указаны технические характеристики при работе сварочного автомата со сварочным выпрямителем.

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

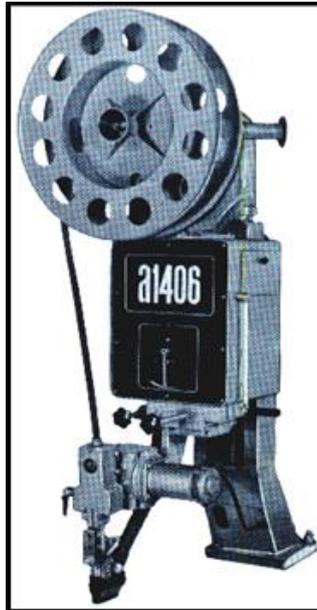


Рисунок 3 – сварочная головка типа А-1406



Рисунок 4 – сварочный источник питания типа ВДУ-506

Таблица 11 – Технические характеристики работы сварочного автомата А-1406 с выпрямителем ВДУ-506 [9]

Технические характеристики	с ВДУ 506
Номинальное напряжение сети, В	380
Частота тока питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А	при ПВ=60% 500
Диапазон регулирования сварочного тока, А	60 ÷ 500
Количество электродов, шт	1
Диаметр электродной проволоки, мм: - сплошной - порошковой	1,2 ÷ 2,0; 2,0 ÷ 5,0 2,0 ÷ 3,0
Пределы плавного регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	17 ÷ 553
Вертикальное перемещение сварочной головки: -ход,мм - скорость, м/ч	500 29,4
Поперечное перемещение сварочной головки: -ход,мм - скорость, м/ч	±70 от руки

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.724 ПЗ

Лист

Технические характеристики	с ВДУ 506
Регулировка угла наклона электрода (мундштука), град	±30 ручное
Амплитуда колебания электрода при наплавке порошковой проволокой диаметром до 3 мм., мм	10 ÷ 70
Масса, кг: -сварочной головки - источника питания	185 275
Габаритные размеры, мм: - сварочной головки - источника питания	1010×890×1725 805×600×1030

1.7 Выбор вспомогательного сварочного оборудования

Для вспомогательного сварочного оборудования для сборки пролетного строения будем использовать роликовый стенд и сварочную колонну.

Для выполнения основных и вспомогательных операций процесса сварки необходимы кроме сварочного аппарата, источников питания дуги и аппаратуры управления, дополнительные приспособления и механизмы, образующие вместе с указанным выше оборудованием пост или установку для ручной, автоматической или полуавтоматической сварки.

Использование приспособлений для сборки является обязательным, так как ими обеспечивается правильное расположение собираемых частей. Применение приспособлений создает тщательность пригонки свариваемых деталей, а также равномерность накладываемых швов.

Сварка продольного и радиального швов без приспособлений практически невозможна. Например, наложение радиального шва связано с поворачиванием свариваемых деталей, осуществляемым с помощью поворотных роликов. Приспособления необходимы для создания жесткого закрепления, что предупреждает коробление при сварке.

Применение сборочно-сварочных приспособлений снижает трудоемкость сборочных операций, уменьшает остаточные деформации, повышает качество

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

конструкции и упрощает контроль и приемку собранного изделия. Правильно скорректированное и изготовленное приспособление должно отвечать следующим требованиям: быть удобным в эксплуатации, обеспечивать проектные размеры изделия, быструю установку элементов и съем собранного или сваренного изделия, иметь невысокую стоимость и удовлетворять требованиям техники безопасности при выполнении сборочных и сварочных работ. Тип приспособления определяется серийностью производства и степенью сложности конструкции. В единичном производстве обычно применяют универсальные приспособления. В серийном производстве в зависимости от количества изготавливаемых однотипных изделий, используют как универсальные, так и специализированные приспособления. В массовом производстве распространены приспособления различных типов, от простых до сложных, быстродействующих, с элементами автоматики.

Роликовые стелды или иначе, роликовые вращатели или роликовые постели предназначены для поворота и установки изделия в удобное для сварки положение и для вращения изделия с рабочей скоростью. Вращение изделия производится приводными, обычно обрeзиненными роликами, сцепленными с изделием. Существенное преимущество роликовых стелдов в том, что скорость вращения изделия независимо от его диаметра равна окружной скорости вращения роликов. Обычный роликовый стелд состоит из системы холостых и приводных роликoопор, смонтированных на общей фундаментной плите. Роликовые стелды применяются не только для сварки, но и для сборки.

Сварка автоматами и полуавтоматами может выполняться как без так и с применением специальных вспомогательных устройств, например для подвески аппарата над подвижным свариваемым изделием или для перемещения аппаратов вдоль шва ил от шва к шву (колонны, порталы, тележки, площадки). Вспомогательное оборудование такого типа применяется часто и для сварки тракторами или полуавтоматами.

Колонна может устанавливаться стационарно или на рельсовые направляющие. Сварочная колонна применяется при сварке продольного,

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

кольцевого швов, как внутри, так и снаружи изделия.

Колонна должна обеспечивать движение и удержание всей сварочной оснастки, сварочной проволоки, а иногда и сварщика с необходимой точностью в направлении рабочих сварочных движений и достаточным для выполнения работы ходом. Классически сварочная колонна дает только одно точное движение – сварка при выкате консоли колонны. Остальные движения обеспечиваются за счет вращения детали или являются вспомогательными.

1.8 Контроль качества сварных соединений

Контроль качества основных продольных швов будем проводить визуально-измерительным контролем и магнитопорошковым методом для выявления внутренних дефектов.

1.8.1 Визуально-измерительный контроль (ВИК)

ВИК — это единственный вид НК, который может выполняться без какого-либо дорогостоящего и сложного оборудования и проводится с использованием простейших измерительных средств.

С помощью визуального контроля можно обнаруживать отклонения формы деталей и изделий, изъяны материала и обработки поверхности, а также другие дефекты: остаточную деформацию, поверхностную пористость, крупные трещины, подрезы, риски, задиры, эрозионные и коррозионные поражения, следы наклепа и др. Визуально определяют состояние защитных покрытий, контролируют качество изделий по их цвету и осуществляют другие контрольные функции.

Оптические приборы позволяют намного расширить пределы

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

естественных возможностей глаза. Вследствие преломления лучей в оптической системе приборов увеличивается угловой размер рассматриваемого объекта. Острота зрения и разрешающая способность глаза увеличиваются примерно во столько раз, во сколько увеличивает оптический прибор. Это позволяет видеть мелкие объекты, размеры которых находятся за пределами границы видимости невооруженного глаза, а также мелкие детали видимых невооруженным глазом объектов. При этом облегчается анализ их природы и вида.

Оптические приборы-эндоскопы позволяют осматривать детали и поверхности элементов конструкций, скрытые близлежащими деталями и не доступные прямому наблюдению, контролировать состояние внутренней поверхности различных закрытых конструкций.

1.8.2 Инструмент для проведения ВИК



Рисунок 5 – Стандартный набор для ВИК

Стандартный набор ВИК включает в себя:

- Нормативный документ РД 03-606-03;
- Фонарик карманный;
- Маркер по металлу;
- Лупа с подсветкой;
- Рулетка измерительная 200 см;
- Линейка измерительная 30 см;
- Штангенциркуль;
- Универсальный шаблон сварщика УШС-2;
- Универсальный шаблон сварщика УШС-3;
- Угольник поверочный;

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.724 ПЗ

Лист

- Набор щупов № 4 Кл. (0,1 - 1,0 мм);
- Набор радиусов №1(1-6 мм);
- Набор радиусов № 3 (7 - 25 мм);
- Сумка упаковочная.

Лупы и микроскопы. Для контроля близко расположенных деталей (находящихся на расстоянии не более 250 мм от глаз контролера) используют лупы и микроскопы различного типа.

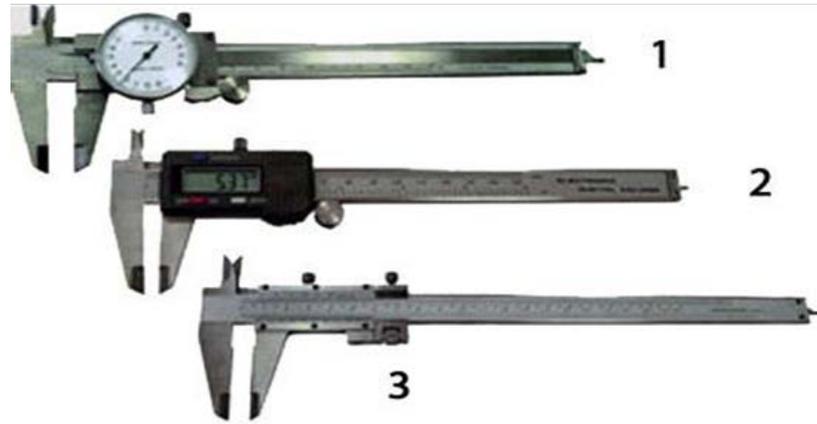
Лупы и микроскопы позволяют обнаруживать трещины различного происхождения, поверхностные коррозионные и эрозионные повреждения, забоины, открытые раковины, язвы, поры, выкрашивание материала деталей, риски, надиры трущихся поверхностей и другие поверхностные дефекты деталей, а также различные дефекты лакокрасочных и гальванических покрытий. При анализе характера дефектов эти приборы позволяют отличать усталостные трещины от хрупких, трещины - от рисок, примятых заусенцев, сколов окисной пленки, нитевидных загрязнений (волокон ветоши, щетины от кистей) и т.д.

Универсальные шаблоны сварщика. Простейшие устройства, предназначенные для контроля внешних характеристик сварного соединения. УШС-2 предназначен для контроля катетов угловых швов в диапазоне 4- 14мм и представлен на рисунке 6. Контроль проводится ступенчатым методом определения до минимального зазора.

Рисунок 6 – универсальный шаблон сварщика 2 (УШС-2)

УШС-2 состоит из 3-х лепестков и 1 соединительного кольца. Каждый из

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



1- с круговым индикатором, 2 – электронный штангенциркуль, 3 – механический штангенциркуль

Рисунок 8 – Виды штангенциркулей

К этому же виду инструментов можно отнести и шаблон Ушера-Маршака представленный на рисунке 9, предназначенный для измерения скоса кромок при подготовке свариваемых соединений деталей, измерения высоты катета углового шва, измерения высоты валика усиления, измерения выпуклости корня шва стыкового сварного соединения, измерения зазора в соединении при подготовке деталей к сварке.

Рисунок 9 - Разные виды шаблона Ушера-Маршака

Магнитопорошковая дефектоскопия

Магнитопорошковая дефектоскопия широко применяется для обнаружения поверхностных и подповерхностных дефектов изделий из ферромагнитных материалов. Метод основан на притяжении магнитных частиц в

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

неоднородности магнитного поля, которые возникают над дефектами. Наиболее распространенные дефекты, которые выявляются магнитопорошковой дефектоскопией - это волосовины, трещины, непровары сварных швов. На получение достоверных результатов влияет множество факторов: материал изделия, его форма, габариты, состояние поверхности.

Для проведения магнитопорошкового контроля используются различные намагничивающие устройства. Выбор устройства напрямую зависит от задачи контроля. В целом оборудование для проведения МПК можно подразделить на следующие категории:

- **Магниты.** Благодаря малым габаритам применимы для контроля в "полевых" условиях и труднодоступных местах. Контролируемая поверхность ограничивается максимальным расстоянием между полюсами магнитов. Магнитное поле при использовании магнитов является постоянным.

Магниты подходят для решения практически всех задач контроля, но это не всегда является удобным. Наиболее широкое применение магниты нашли при контроле сварных швов трубопроводов и резервуаров.

Среди магнитов производства ITW Magnaflux самыми востребованными являются марки Y6 (AC/DC с возможностью работы от аккумулятора), Y7 (AC/DC) и Y8 (DC - работа от аккумулятора).

- **Намагничивающие блоки (дефектоскопы).** Данный вид оборудования обладает рядом преимуществ - возможность плавной регулировки выходного тока, использование различных способов намагничивания (магнитными электродами, катушками, полюсными наконечниками), встроенная функция размагничивания после проведения контроля, использование современных электрических схем с тепловой защитой, а также применение цифровых индикаторных приборов для определения текущей силы тока, которые не подлежат периодической проверке. Блоки дают возможность намагничивания переменным, выпрямленным и импульсным токами.

Также с помощью блоков можно использовать для контроля практически любых изделий различной формы. Широко применяются для проведения

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

контроля крупногабаритных стационарных деталей. Поскольку маломощные блоки имеют относительно небольшой вес, а более мощные блоки оснащены колесами, их можно легко перемещать в пределах помещения.

На предприятиях России широко используются дефектоскопы ITW Magnaflux серий Ferrotest и Ferrotest GWN.

- Стационарные системы. Данные системы используются для контроля большого количества деталей. Благодаря высокому уровню автоматизации данный вид оборудования позволяет снизить влияние человеческого фактора на проведение контроля до минимума. В стационарных системах происходит определение дефектов во всех направлениях за один цикл контроля, а также размагничивание после проведения контроля.

Наиболее распространенные стационарные системы ITW Magnaflux - серия Universal (600WE и 900WE), а также системы Ferroflux с возможностью выбора необходимого блока намагничивания.

- Расходные материалы. Для определения дефекта на контролируемой поверхности при МПК используют магнитные порошки различной дисперсности. При мокром методе порошок может быть разведен в воде или масле, а при сухом методе он просто наносится на поверхность детали.

Самый распространенный расходный материал - черный магнитный порошок. Чаще всего используется на светлых поверхностях. В случае, если поверхность контроля темная дополнительно может использоваться белый контрастный фон.

Для повышения уровня чувствительности и более точного определения дефектов могут использоваться люминесцентные магнитные порошки, которые дают четкий контрастный рисунок в УФ свете.

1.9 Технологический процесс изготовления

Технологический процесс изготовления пролетного строения представлен в таблице 12

Таблица 12 – технологический процесс изготовления пролетного строения

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

<u>Наименование операции</u>	<u>Содержание операции</u>	<u>Используемое оборудование и режимы</u>
1	2	3
Входной контроль	Детали Труба Ø530 х 9 мм и Двутавровая балка поступают на сборку в собранном виде.	
Транспортировка	Транспортировка трубы, швеллера и двутавровой балки краном на роликовый стенд	Кран грузоподъемностью 10т. Роликовый стенд с пневматическим прижимом
Сборка	Установка по разметке. Прихватка (30-35/150-200 мм): - трубы к швеллеру; - швеллера к двутавровой балке; - полосы усиления к двутавровой балке	Механизированная сварка в среде Corgon 18; Св-08Г2С Ø1,6 мм режимы $I_{св} = 140А$, $U_{д}=20 В$; $V_{св} = 14 м/ч$; $Q_{зг} = 14 л/мин$. Полуавтомат ПДГО-510 с ВДУ-506
1	2	3
Слесарная	1. Зачистить швы прихваток от шлака,	Шлифмашинка; Молоток; Зубило
Сварка	Сварка швеллера с трубой	Установка для сварки оснащена сварочными головками А-1406 -2 шт.; ВДУ-506-2 шт. Сварочная проволока Св-08Г2С Ø1,6 мм, защитная смесь Corgon 18. Режимы: $I_{св} = 260А$; $U_{д} = 27В$; $V_{св} = 13 м/ч$; $Q_{зг} = 13 л/мин$
Сварка	Сварка швеллера с двутавровой балкой	Установка для сварки оснащена сварочными головками А-1406 -2 шт. ; ВДУ-506-2 шт. Сварочная проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, защитная смесь Corgon 18. Режимы: $I_{св} = 220А$; $U_{д} = 25 В$; $V_{св} = 20 м/ч$; $Q_{зг} = 13 л/мин$
Сварка	Сварка полосы усиления с двутавровой балкой прерывистым швом, длиной 100-250 мм	Механизированная сварка в смеси Corgon 18 Сварочной проволокой Св-08Г2С Ø1,6 мм. Режимы: $I_{св} = 140А$, $U_{д}=20 В$; $V_{св} = 12 м/ч$; $Q_{зг} = 13 л/мин$.
Слесарная	Поверхность основного металла, прилегающую к сварным швам, зачистить от брызг, натеков металла.	Молоток; Зубило; Шлифмашинка metabo WE 14-125 Plus
Контрольная	Контроль сварных швов	ВИК и МПД. Дефектоскоп novotest МПД-17П
Транспортировка	Доставка к месту сварки кронштейна с несущим корпусом пролетного строения	Приспособление для сборки и сварки с V-образными фиксаторами
Сборка	Прихватка кронштейна к трубе	Механизированная сварка в среде Corgon 18; Св-08Г2С Ø1,6 мм режимы:

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.724 ПЗ

Лист

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

$$t_{осн} = \frac{L_{шв}}{V_{св}} \quad (2.2)$$

где $L_{шв}$ – сумма длин всех швов, $L_{шв} = 95$ м (базовый вариант),

$L_{шв} = 47,5 + 47,5 = 95$ м (проектируемый вариант),

$V_{св}$ – скорость сварки (базовый вариант), м/ч, $V_{св} = 6$ м/ч

$V_{св}$ – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч, $V_{св} = 20$ м/ч (для св. проволоки $\varnothing 1,2$ мм)

$V_{св}$ – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч, $V_{св} = 13$ м/ч (для св. проволоки $\varnothing 1,6$ мм)

Определяем основное время по формуле (43) для обоих вариантов

$$t_{осн} = \frac{95}{6} = 15,83 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{осн1} = \frac{47,5}{20} = 2,375 \text{ ч. (проект. вар-т для св. проволоки } \varnothing 1,2 \text{мм)}$$

$$t_{осн2} = \frac{47,5}{13} = 3,65 \text{ ч (проект. вар-т для св. проволоки } \varnothing 1,6 \text{мм)}$$

$$\sum t_{осн} = t_{осн1} + t_{осн2} = 2,375 + 3,65 = 6,025 \text{ ч (проектный вариант)}$$

Подготовительно-заключительное время ($t_{пз}$) 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 $t_{пз}$ делится на количество деталей, выпущенных в смену.

Примем:

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$t_{пз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{пз} = \frac{15,83 \cdot 10}{100} = 1,583 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{пз1} = \frac{3,65 \cdot 10}{100} = 0,365 \text{ ч. (проектируемый вариант для } \varnothing 1,6 \text{ мм)}$$

$$t_{пз2} = \frac{2,375 \cdot 10}{100} = 0,2375 \text{ ч. (проектируемый вариант для } \varnothing 1,2 \text{ мм)}$$

$$\sum t_{пз} = t_{пз1} + t_{пз2} = 0,365 + 0,2375 = 0,60 \text{ ч} = 1 \text{ ч (проект. вар-т)}$$

Вспомогательное время ($t_{в}$) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой $t_{з}$, 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 $t_{уст}$:

$$t_{в} = t_{з} + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (2.3)$$

При полуавтоматической и автоматической сварке в вспомогательное время входит время на заправку кассеты с электродной проволоки. Это время можно принять равным $t_{з} = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ ч}$.

Время зачистки кромок или шва $t_{кр}$ (мин.) вычисляют по формуле:

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_{с} - 1)) \quad (2.4)$$

где $n_{с}$ – количество слоев при сварке за несколько проходов, $n_{с}=1$;

$L_{шв}$ – длина шва; $L_{шв} = 95\text{м}$,

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле (45) для обоих вариантов

$$t_{кр} = 95 \cdot (0,6 + 1,2) = 171 \text{ мин.} = 2,85 \text{ ч. (баз.вар)}$$

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$t_{кр} = 47,5 \cdot (0,6 + 1,2) = 85,5 \text{ мин} = 1,42 \text{ ч (проект. вар)}$$

Сварка в базовом варианте выполняется в два прохода, в проектируемом варианте производится в один проход. Время на очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$ (мин.) рассчитываем по формуле

$$t_{бр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_c - 1)) \quad (2.5)$$

$$t_{бр} = 95 \cdot (0,6 + 1,2) = 171 \text{ мин.} = 2,85 \text{ ч. (баз.вар)}$$

$$t_{бр} = 47,5 \cdot (0,6 + 1,2) = 85,5 \text{ мин.} = 1,42 \text{ ч (проект. вар)}$$

Время на установку клейма ($t_{кл}$) принимают 0,03 мин. на 1 знак, $t_{кл} = 0,06$ мин. = 0,001 ч.

Масса изделия 4130 килограмм. По базовой технологии изделие кантуется краном 7 раз, в проектируемой технологии – вращателем 3 раза.

$$t_{уст} = 7 \cdot 8,4 = 59 \text{ мин} = 1 \text{ ч. (баз. вар.)}$$

$$t_{уст} = 4 \cdot 3 = 12 \text{ мин.} = 0,2 \text{ ч. (проект. вар.)}$$

Таким образом рассчитываем значение t_b для обоих вариантов

$$t_b = 0,083 + 2,85 + 2,85 + 1 + 0,06 = 6,843 \text{ ч. (баз.вар.)}$$

$$t_b = 0,083 + 1,42 + 1,42 + 0,2 + 0,06 = 3,183 \text{ ч. (проект.вар)}$$

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

$$t_{обс} = (0,06 \dots 0,08) \cdot t_{очн} \quad (2.6)$$

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) по формуле (46) для обоих вариантов

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 15,83 = 1,10 \text{ ч. (баз.вар.)}$$

$$t_{обс1} = 0,07 \cdot 4,75 = 0,34 \text{ ч. (для } \varnothing 1,2\text{мм)}$$

$$t_{обс2} = 0,07 \cdot 7,31 = 0,52 \text{ ч. (для } \varnothing 1,6\text{мм)}$$

$$\sum t_{обс} = t_{обс1} + t_{обс2} = 0,34 + 0,52 = 0,86 \text{ ч. (проект.вар)}$$

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

$$t_{п} = 0,07 \cdot t_{осн} \quad (2.7)$$

Рассчитываем $t_{п}$ по формуле (47) для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_{п} = 0,07 \cdot 15,83 = 1,11 \text{ ч. (баз.вар.)}$$

$$t_{п1} = 0,07 \cdot 2,375 = 0,166 \text{ ч.}$$

$$t_{п2} = 0,07 \cdot 3,65 = 0,25 \text{ ч.}$$

$$\sum t_{п} = t_{п1} + t_{п2} = 0,166 + 0,25 = 0,416 \text{ ч. (проект.вар)}$$

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

$$T_{шт-к} = 15,83 + 1,583 + 6,843 + 1,10 + 1,11 \approx 26,46 \text{ ч. (баз.вар.)}$$

$$T_{шт-к1} = 2,375 + 0,2375 + 3,183 + 0,34 + 0,166 \approx 6,3 \text{ ч. (для } \varnothing 1,2\text{мм)}$$

$$T_{шт-к2} = 3,65 + 0,365 + 3,183 + 0,52 + 0,25 \approx 7,96 \text{ ч. (для } \varnothing 1,6\text{мм)}$$

$$\sum T_{шт-к} = T_{шт-к1} + T_{шт-к2} = 6,3 + 7,96 = 14,26 \text{ ч. (проект.вар)}$$

2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

1) Время сварки на одно изделие, час:

$$t_{\text{осн}} = 15,83 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{\text{осн}} = 6,025 \text{ ч. (проектируемый вариант).}$$

2.2) Определим общую трудоемкость годовой производственной программы $T_{\text{произв. пр.}}$ сварных конструкций по операциям техпроцесса по формуле (1), где N – годовая программа, шт., в нашем случае $N = 1000$ шт.

$$T_{\text{произв. пр.}} = T_{\text{шт-к}} \cdot N \quad (2.8)$$

где $T_{\text{шт-к}}$ - штучно-калькуляционное время технологической операции - сварки, ч. на одну металлоконструкцию;

N – годовая программа, шт.

$$T_{\text{произв. пр.}} = 26,46 \cdot 1000 = 26460 \text{ ч. (баз.вар.)}$$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 14,26 \cdot 1000 = 14260 \text{ ч. (проект.вар.)}$$

Определим трудоемкость процесса сварки при выполнении годовой производственной программы

$$T_{\text{год}} = t_{\text{осн}} \cdot N \quad (2.9)$$

$$T_{\text{год}} = 15,83 \cdot 1000 = 15830 \text{ ч. (баз.вар.)}$$

$$T_{\text{год}} = 6,025 \cdot 1000 = 6025 \text{ ч. (проект.вар.)}$$

2.3) Рассчитаем количество комплектов сварочного оборудования:

$$C_p = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_{\delta} \cdot K_n} \quad (2.10)$$

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

где Φ_d – действительный фонд времени работы оборудования, час.

($\Phi_d = 1914$ час.);

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

$K_{см}$ – количество смен, ($K_{см} = 3$)

$$C_p = \frac{26460}{5742 \cdot 1,1} = 4,18 \quad (\text{баз.вар.})$$

$$C_p = \frac{14260}{5742 \cdot 1,1} = 2,25 \quad (\text{проект.вар})$$

Принятое количество оборудования C_p 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 три рабочих места для сварки годового объема продукции. По новой измененной технологии достаточно одного комплекта для сборки и автоматической сварки в среде защитного газа. Примем для базового варианта $C_{пр} = 4$ шт. , а для проектируемого варианта - $C_{пр} = 2$ шт.

2.4) Расчёт коэффициента загрузки оборудования K_3 производим по формуле

$$K_3 = C_p / C_{пр} \quad (2.11)$$

где K_3 – коэффициент загрузки оборудования;

C_p – количество оборудования по операциям техпроцесса, шт.;

$C_{пр}$ – принятое количество оборудования, шт.

$$K_3 = 4,18 / 4 = 1,045 \quad (\text{базовый вариант})$$

$$K_3 = 2,25 / 2 = 1,125 \quad (\text{проектный вариант})$$

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

2.1.3 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.

Таблица 2.1 – Состав и стоимость технологического оборудования

Наименование оборудования	Стоимость комплекта оборудования, руб.			
	Базовый		Проектный	
	Единицы измерения	стоимость	Единицы измерения	стоимость
1	2	3	4	5
Сварочный полуавтомат ПДГО-510 с источником питания ВДУ-506	Руб/шт	445 444	-	-
1	2	3	4	5
Сварочный автомат А-1406			Руб/шт	90000
источником питания ВДУ-506	-	-	Руб/шт	204 000
сварочная колонна	-	-	1	1 200 000
Стенд роликовый	Руб/шт	300 000	1	300 000
стенд для сборки	Руб/шт	340 000	1	1 280 000
Сталь 09Г2С	Руб/т	56 000	Руб/т	56 000
Защитный газ СО ₂	Руб/л	0,08	-	-
Расход газа СО ₂	л/мин	10	-	-
Защитный газ К-18	-	-	Руб/л	0,11
Сварочная проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм	Руб/кг	46	Руб/кг	46
Сварочная проволока Св-08Г2С Ø1,6 мм	Руб/кг	86	Руб/кг	86
Расход газа К-18 для св. проволоки Ø1,2 мм	-	-	л/мин	11
Расход газа К-18 для св. проволоки Ø1,6 мм	-	-	л/мин	13
Тариф на электроэнергию, Ц _{э.л.}	Руб/кВт·ч	3,16	Руб/кВт·ч	3,16
Длина сварного шва	м	95	м	47,5

					ДП 44.03.04.724 ПЗ		Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата			

				+ 47,5
Положение шва	нижнее		нижнее	
Условия выполнения работы	Стационарное		Стационарное	
Квалификационный разряд электросварщика	Разряд	4	Разряд д	5
Тарифная ставка, Т _{ст}	руб	114	руб	157
Масса конструкции	т	4,13	т	4,13

Рассчитываем балансовую стоимость оборудования ($K_{обj}$) при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии:

$$K_{обj} = Ц_{обj} \cdot (1 + K_{ТЗ}), \quad (2.12)$$

где $Ц_{обj}$ – цена приобретения одного комплекта оборудования, руб.;

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

$$K_{обj} = Ц_{обj} \cdot (1 + K_{ТЗ}) \quad (2.13)$$

$$K_{обj} = 1\,085\,444 \cdot (1 + 0,12) = 1\,215\,697,28 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{обj} = 3\,884\,000 \cdot (1 + 0,12) = 4\,350\,080 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объёма работ ($K_{об}$, руб.) определяется по формуле:

$$K_{об} = \sum K_{обj} \cdot C_{пр} \cdot K_{зj}, \quad (2.14)$$

$$K_{об} = 1\,215\,697,28 \cdot 4 \cdot 1 = 4\,862\,789,12 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{об} = 4\,350\,080 \cdot 2 \cdot 1 = 8\,700\,160 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

где $K_{обj}$ – балансовая стоимость оборудования, руб.;

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$C_{пр}$ – принятое количество комплектов оборудования, шт;

$K_{зj}$ – коэффициент загрузки j-ого оборудования, $K_{зj}= 1$, т.к. загрузка участка другой продукцией не предполагается.

Рассчитанные данные заносим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	1 215 697	4 350 080
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	4 862 789	8 700 160

2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций

2.2.1 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:

$$C_T = MЗ + Z_э + Z_{пр} , \quad (2.15)$$

где $MЗ$ - затраты на все виды материалов, основных, комплектующих и полуфабрикатов;

$Z_э$ - затраты на технологическую электроэнергию (топливо);

$Z_{пр}$ - затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос - 30% от фонда оплаты труда).

Расчет материальных затрат

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

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

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

$$МЗ = C_{o.m} + C_{эH} + C_{др}, \quad (2.16)$$

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

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

К основным - относятся материалы, из которых изготавливаются конструкции, а при процессах сварки также учитываются и сварочные материалы: электроды, сварочная проволока, присадочный материал (защитный газ, сварочный флюс).

Стоимость основных материалов ($C_{o.m}$, руб.) в расчете на одно металлоизделие с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле (2.14).:

$$C_{o.m} = [C_{к.м} + C_{св.пр.} + (C_{зг} + C_{св.фл.})] \cdot K_{тр}, \quad (2.17)$$

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 09Г2С.

$$C_{к.м} = m_k \times Ц_{к.м}, \quad (2.18)$$

где m_k – масса конструкции, $m_k = 4,13$ т;

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$C_{к.м}$ - цена одной тонны конструкционного материала, $C_{к.м}=56000$ руб.

$$C_{к.м} = 4,13 \cdot 56000 = 231\,280 \text{ руб.}$$

Затраты на конструкционный материал составляют 56000 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

Расчет затрат на электродную проволоку выполним по формуле:

$$C_{св.пр} = M_{нм} \cdot \psi \cdot C_{с.п.} \cdot K_{тр}, \quad (2.19)$$

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

ψ - коэффициент разбрызгивания электродного металла сварка в смеси К18
 $\psi = 1,02-1,04$;

$C_{с.п.}$ - оптовая цена 1 кг сварочной проволоки, $C_{с.п.} = 80$ руб.;

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

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

$$M_{нм} = V_{нм} \cdot \rho_{нм}, \quad (2.20)$$

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

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

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

$$V_{нм} = L_{шв} \cdot F_0, \quad (2.21)$$

где F_0 – площадь поперечного сечения наплавленного металла, $см^2$;

$L_{шв}$ - длина сварного шва, см.

Исходные данные для расчетов:

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$L_{\text{шв}} = 95 \text{ м} = 9500 \text{ см (базовый вариант)}$$

$$F_{o1} = 24,3 \text{ мм}^2 = 0,243 \text{ см}^2 \text{ (для } \varnothing 1,2 \text{ мм)}$$

$$F_{o2} = 40,4 \text{ мм}^2 = 0,404 \text{ см}^2 \text{ (для } \varnothing 1,6 \text{ мм)}$$

$$V_{\text{нм1}} = 9500 \cdot 0,243 = 2308,5 \text{ см}^3 \text{ (для } \varnothing 1,2 \text{ мм)}$$

$$V_{\text{нм2}} = 9500 \cdot 0,404 = 3838 \text{ см}^3 \text{ (для } \varnothing 1,6 \text{ мм)}$$

$$\sum V_{\text{нм}} = V_{\text{нм1}} + V_{\text{нм2}} = 2308,5 + 3838 = 6146,5 \text{ см}^3$$

Подставляем данные в формулу (2.20)

$$M_{\text{нм}} = 6146,5 \cdot 7,8 = 47942,7 \text{ г} \approx 48 \text{ кг}$$

Производим расчеты $C_{\text{св.пр}}$ на изготовление одной металлоконструкции по формуле (2.16):

$$C_{\text{св.пр}} = 48 \cdot 1,2 \cdot 46 \cdot 1,08 = 2861,56 \text{ руб. (баз. Вар-т – сварка в } \text{CO}_2\text{)}$$

$$C_{\text{св.пр}} = 48 \cdot 1,15 \cdot 86 \cdot 1,08 = 5127 \text{ руб. (проект. вар-т – в смеси К-18)}$$

Расчет затрат на защитный газ проводим по формуле

$$C_{\text{зг}} = t_{\text{осн}} \cdot q_{\text{зг}} \cdot k_{\text{р}} \cdot \text{Ц}_{\text{зг}} \cdot K_{\text{т}}, \quad (2.22)$$

где $t_{\text{осн}}$ – время сварки в расчете на одно металлоизделие, базовый вариант $t_{\text{осн}} = 950$ мин., проектируемый вариант $t_{\text{осн}} = 362$ мин.;

$q_{\text{зг}}$ – защитного газа CO_2 – 10 л/мин

$q_{\text{зг1}}$ – защитного газа, К18 – 11 л/мин. Для св.проволоки $\varnothing 1,2$ мм;

$q_{\text{зг2}}$ – защитного газа, К18 – 13 л/мин. Для св.проволоки $\varnothing 1,6$ мм;

$k_{\text{р}}$ – коэффициент расхода газа, $k_{\text{р}} = 1,1$;

$\text{Ц}_{\text{зг}}$ – цена газа за один дм^3 газа в свободном состоянии, CO_2 – 0,08 руб./ дм^3 , смесь К18 – 0,13 руб./ дм^3 ;

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

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

$$C_{\text{зг}} = 950 \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 0,08 \cdot 1,08 = 902,88 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{\text{зг1}} = 143 \cdot 11 \cdot 1,1 \cdot 0,11 \cdot 1,08 = 205,6 \text{ руб (проект.вар. Для св.проволоки } \varnothing 1,2\text{мм)}$$

$$C_{\text{зг2}} = 219 \cdot 13 \cdot 1,1 \cdot 0,11 \cdot 1,08 = 372,04 \text{ руб (проект.вар. Для св.проволоки } \varnothing 1,6\text{мм)}$$

$$\sum C_{\text{зг}} = C_{\text{зг1}} + C_{\text{зг2}} = 205,6 + 372,04 = 577,64 \text{ руб. (проект.вар)}$$

Стоимость основных материалов ($C_{\text{о.м}}$, руб.) в расчете на одно металлоизделие с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле (8):

Затраты на электроэнергию, $Z_э$, расходуемую на выполнение технологической операции сварки металлоизделия, рассчитываются по следующей формуле:

$$Z_э = aЭ \cdot M_{\text{нм}} \cdot ЦЭ \cdot, \quad (2.24)$$

где $aЭ$ – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт·ч/кг;

$M_{\text{нм}}$ – масса наплавленного металла в кг на изделие;

$ЦЭ$ – цена за 1кВт/ч; $ЦЭ = 3,16\text{кВт/ч}$.

Для укрупнённых расчётов:

- при полуавтоматической сварке на постоянном токе $aЭ$ можно принимать равной - 4...6 кВт·ч/кг

- при автоматической сварке на постоянном токе величину $aЭ$ можно принимать равной - 5...8 кВт·ч/кг

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$Z_3 = 8 \cdot 48 \cdot 3,16 = 1213,44 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_3 = 5 \cdot 48 \cdot 3,16 = 243,16 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Стоимость основных материалов ($C_{o.m}$, руб.) в расчете на одно металлоизделие с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле (8):

$$C_{o.m} = (231\,280 + 2861,56 + 902,88) \cdot 1,08 = 235\,044,44 \text{ руб. (баз.вар.)}$$

$$C_{o.m} = (231\,280 + 5127 + 577,64) \cdot 1,08 = 255\,943,411 \text{ руб. (проект.вар)}$$

Материальные расходы (МЗ) на основные материалы на одно изделие (исключаем затраты на основной конструкционный материал) рассчитываются по формуле (7):

$$MЗ = C_{o.m} + C_{эп}$$

По базовому варианту:

$$MЗ = 235\,044,44 + 1213,44 = 236\,257,88 \text{ руб.}$$

По проектируемому варианту:

$$MЗ = 255\,943,411 + 243,16 = 256\,186,57 \text{ руб.}$$

Расчет численности производственных рабочих

Определяем численность производственных рабочих (основных рабочих - сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих $Ч_{op}$, а также сварщиков в их числе $Ч_{св}$ определяется по формуле:

$$Ч_{св} = \frac{T_{сод}}{\Phi_{op} \cdot K_6} \quad (2.25)$$

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$Ч_{ор} = \frac{T_{произв.пр.}}{\Phi_{др} \cdot K_в} \quad (2.26)$$

где $T_{год}$ – трудоемкость сварки годовой производственной программы, час.;

$T_{произв. пр}$ - общая трудоемкость производственной программы, час.;

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

$K_в$ – коэффициент выполнения норм выработки (1,1... 1,3).

По базовому варианту

$$Ч_{ор} = \frac{26460}{1870 \cdot 1,3} = 10,88 \text{ чел.}$$

По проектированному варианту

$$Ч_{св} = \frac{15830}{1870 \cdot 1,3} = 6,51 \text{ чел.}$$

Примем $Ч_{ор} = 11$ человек, $Ч_{св} = 7$ человек.

По проектируемому варианту

$$Ч_{ор} = \frac{14260}{1870 \cdot 1,3} = 5,86 \text{ чел.}$$

Из них сварщиков

$$Ч_{св} = \frac{6025}{1870 \cdot 1,3} = 2,47 \text{ чел.}$$

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Принимаем $Ч_{ор} = 6$ человек, $Ч_{св} = 2$ человека.

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.

Тарифная ставка, зависящая от квалификации сварщика: $T_{ст}$ сварщика по базовому варианту – 114 руб/час, $T_{ст}$ сварщика по проектируемому варианту – 157 руб/час.

Расходы на оплату труда $Z_{пр}$ определяются по формуле:

$$Z_{пр} = Z_{П_о} + Z_{П} \quad (2.27)$$

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ($Z_{пр}$) с отчислениями на социальное страхование рассчитывается по формуле (при применении повременной формы оплаты труда сварщиков и вспомогательных рабочих):

$$Z_{пр} = P_{сд} \cdot K_{пр} \cdot K_{д} \cdot K_{сс} \cdot D_{вр} \quad (2.28)$$

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

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

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

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

$K_{д}$ - коэффициент, определяющий размер дополнительной заработной платы, $K_{д} = 1,2$;

Суммарная сдельная расценка на изготовление единицы изделия $P_{сд}$ определяется по формуле

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$P_{\text{сд}} = \frac{T_{\text{ст}} \cdot T_{\text{шт-к}}}{60}, \quad (2.29)$$

где $T_{\text{ст}}$ - тарифная ставка, руб/час.;

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

Рассчитанное $T_{\text{шт-к}} = 26,46 \text{ ч} = 1587,6 \text{ мин}$ (базовый вариант)

$T_{\text{шт-к}} = 14,26 \text{ ч} = 855,6 \text{ мин}$ (проектируемый вариант)

Определим $P_{\text{сд}}$ по формуле 2.29

$P_{\text{сд}} = 114 \cdot 1587,6/60 = 3016,44 \text{ руб.}$ (базовый вариант)

$P_{\text{сд}} = 157 \cdot 855,6/60 = 2238,82 \text{ руб.}$ (проектируемый вариант)

Доплата за вредные условия труда определяются по формуле:

$$D_{\text{вр}} = \frac{T_{\text{ст}} \cdot T_{\text{вр}} \cdot (0,1 \dots 0,31)}{100 \cdot 60}, \quad (2.30)$$

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

$T_{\text{ст}}$ - тарифная ставка, руб./час.; $T_{\text{ст}} = 56 \text{ руб.}$ – базовый вариант; $T_{\text{ст}} = 73 \text{ руб.}$ – проектируемый вариант.

$T_{\text{вр}}$ - время работы во вредных условиях труда, мин. $T_{\text{вр}} = T_{\text{шт-к}} (0,1 \dots 0,31)$, мин.;

Коэффициент в пределах (0,10...0,31).

Подставим данные в расчетную формулу (2.30) и рассчитаем доплату вредных условий труда для базового и проектируемого варианта:

$$D_{\text{вр}} = \frac{114 \cdot 1587,6 \cdot 0,31}{100 \cdot 60} = 9,35 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$D_{\text{вр}} = \frac{157 \cdot 855,6 \cdot 0,31}{100 \cdot 60} = 6,9 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Подставим полученные данные в формулу (2.28) и определим заработную плату при применении сдельной оплаты труда для базового и проектируемого варианта:

$$З_{\text{пр}} = 3016,44 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 + 9,35 = 7067,81 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$З_{\text{пр}} = 2238,82 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 + 6,9 = 5245,73 \text{ руб. (проект.вариант)}$$

Дополнительно рассчитываем заработную плату производственных рабочих при технологии изготовления металлоконструкций в базовом и проектируемом варианте по формуле (2.31):

$$ЗП_{\text{д}} = K_{\text{д}} \cdot ЗП_{\text{о}} \cdot K_{\text{сс}},$$

где $ЗП_{\text{д}}$ – выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное на производстве время, руб.;

$ЗП_{\text{о}}$ - основная заработная плата производственных рабочих, руб.

$K_{\text{д}}$ - коэффициент дополнительной заработной платы, $K_{\text{д}} = 1,13$;

$K_{\text{сс}}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные взносы, $K_{\text{сс}} = 1,3$.

$$ЗП_{\text{д}} = 1,13 \cdot 7067,81 \cdot 1,3 = 10382,61 \text{ руб. (баз.вар.)}$$

$$ЗП_{\text{д}} = 1,13 \cdot 5245,73 \cdot 1,3 = 7706 \text{ руб. (проект.вар.)}$$

Определим расходы заработной платы основных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкций и проектируемом варианте технологии, рассчитанные по формуле (2.27):

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$З_{пр} = 7067,81 + 10382,61 = 17450,42 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$З_{пр} = 5245,73 + 7706 = 12951,73 \text{ руб. (проект.вариант)}$$

Определим технологическую себестоимость, которая формируется из прямых затрат, связанных с расходом ресурсов при проведении сварочных работ в цехе. Подставим полученные расчетным путем данные в формулу (2.15):

$$C_T = MЗ + З_э + З_{пр}$$

$$C_T = 255\,964,32 + 1213,44 + 17450,42 = 274\,628,18 \text{ руб. (баз.вар.)}$$

$$C_T = 256\,764,211 + 243,16 + 12951,73 = 269\,959,1 \text{ руб. (проект.вар.)}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости C_T изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ($N=1000$ шт.) в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – Результаты расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Затраты на основные материалы, $С_{о.м}$, руб.	255 964 320	256 764 211
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $С_{э.н}$, руб.	1 213 440	243 160
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $З_{пр}$, руб.	7 067 810	5 245 730
Технологическая себестоимость, C_T , руб./металлоизделие	274 628 180	269 959 100

Расчет производственной себестоимости изготовления металлоизделия

Производственная себестоимость ($C_{ПР}$, руб.) включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством, расчет $C_{ПР}$ проводят по формуле:

$$C_{ПР} = C_T + P_{пр} + P_{хоз}$$

(2.31)

где C_T – технологическая себестоимость, руб.;

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

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

В статью «Общепроизводственные расходы» ($P_{пр}$, руб.) включаются:

- амортизационные отчисления технологического оборудования, установленного в цехе;
- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования;
- расходы на оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов;
- расходы на охрану труда работников и др.

$$P_{пр} = C_A + C_p + C_{пр} \quad (2.32)$$

где C_A – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

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

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

Затраты на амортизацию оборудования, приходящиеся на одно изделие (C_A), при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии рассчитаем по формуле:

$$C_A = \frac{K_{об} \cdot N_A \cdot n_0 \cdot T_{шт-к}}{100 \cdot \Phi_d \cdot K_e} \cdot K_o \quad (2.33)$$

где $K_{об}$ – балансовая стоимость одного комплекта оборудования, руб.;

N_A – норма годовых амортизационных отчислений, %; для

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

механизированной сварки $N_A = 14,7 \%$;

K_0 – коэффициент загрузки оборудования, $K_0 = 0,9$;

n_0 – количество оборудования, шт.

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

Φ_d – действительный эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час. $\Phi_d = 1914$ час;

K_v – коэффициент, учитывающий выполнение норм времени $K_v = 1,1$.

Базовый вариант:

$$C_A = \frac{1215697,28 \cdot 14,7 \cdot 4 \cdot 26,46}{100 \cdot 5742 \cdot 1,1} \cdot 0,9 = 2695,122 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$C_A = \frac{4350080 \cdot 14,7 \cdot 2 \cdot 14,26}{100 \cdot 5742 \cdot 1,1} \cdot 0,9 = 2598,66 \text{ руб.}$$

Другие затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования, C_p , руб. рассчитываются по формуле:

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot D}{100} \quad (2.34)$$

где $K_{об}$ – капитальные вложения в оборудование и техоснастку, руб.;

Значение D принимается равным 3 %.

$$C_p = \frac{4\,862\,789,12 \cdot 3}{100} = 145\,883,67 \text{ руб.}$$

на производственную программу по базовому варианту или 1458,83

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

руб./шт.

$$C_P = \frac{8\,700\,160 \cdot 3}{100} = 261\,004,8 \text{ руб.}$$

на производственную программу по базовому варианту или 2610,048 руб./шт.

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение), прочие цеховые расходы принимаются в процентах от заработной платы производственных рабочих

$$C_{\text{ПП}} = \frac{\%P_{\text{ПП}} \cdot ЗП_{\text{пр}}}{100}, \quad (2.35)$$

$$C_{\text{ПП}} = \frac{7\,067\,810 \cdot 10}{100} = 706\,781 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{ПП}} = \frac{5\,245\,730 \cdot 10}{100} = 524\,573 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

где $ЗП_{\text{пр}}$ – заработная плата производственных рабочих, руб.;

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

Выполним расчет общепроизводственных расходов по формуле (2.32):
по базовому варианту:

$$R_{\text{пр}} = 2695,122 + 145883,67 + 706\,781 = 855\,359,792 \text{ руб.}$$

по проектируемому варианту:

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$P_{\text{пр}} = 2598,66 + 261004,8 + 524573 = 788\,176,46 \text{ руб.}$$

Расчет общехозяйственных расходов

В статью «Общехозяйственные расходы» (РХОЗ, руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация зданий и сооружений общезаводского назначения; расходы на содержание зданий и сооружений общезаводского назначения (ремонт и расходы по эксплуатации, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, прочие расходы по содержанию и охране, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний и т.д.). Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле:

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{\% P_{\text{ХОЗ}} \cdot ЗП_{\text{пр}}}{100}, \quad (2.36)$$

где $ЗП_{\text{пр}}$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$\% P_{\text{ХОЗ}}$ – процент общехозяйственных расходов, $\% P_{\text{ХОЗ}} = 2,5\%$.

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{2,5 \cdot 7\,067\,810}{100} = 176\,695,25 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{2,5 \cdot 5\,245\,730}{100} = 131\,143,25 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Выполним расчет производственной себестоимости по формуле (2.31)

По базовому варианту:

$$C_{\text{пр}} = 274628,18 + 855\,359,792 + 176\,695,25 = 1\,306\,683,222 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

По проектируемому варианту

$$C_{\text{ПР}} = 269\,959,1 + 788\,176,46 + 131\,143,25 = 1\,189\,278,81 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости изготовления металлоконструкций, $C_{\text{П}}$ производим по формуле:

$$C_{\text{П}} = C_{\text{ПР}} + P_{\text{к}}, \quad (2.37)$$

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

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:

$$P_{\text{к}} = \frac{\%P_{\text{к}} \cdot C_{\text{ПР}}}{100} \quad (2.38)$$

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

$$P_{\text{к}} = \frac{0,1 \cdot 1\,306\,683,22}{100} = 1306,68 \text{ руб. (базовый вар.)}$$

$$P_{\text{к}} = \frac{0,1 \cdot 1\,189\,278,81}{100} = 1189,27 \text{ руб. (проект.вар.)}$$

Определим полный расчет себестоимости изготовления металлоконструкций по формуле (2.37):

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$C_{\Pi} = 1\,306\,683,222 + 1306,68 \approx 1\,307\,989,902 \text{ руб. (баз.вар.)}$$

$$C_{\Pi} = 1\,189\,278,81 + 1189,27 \approx 1\,190\,468,08 \text{ руб. (проект.вар)}$$

Результаты расчетов себестоимости изготовления металлоизделий сводятся в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Калькуляция себестоимости по сравниваемым вариантам, руб.

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектируемый вариант	Отклонения (+,-) проектируемый вариант в сравнении с базовым
1	2	3	4
Объем годового выпуска продукции, N, шт.	1000	1000	
1. Материальные затраты:	255 061 440	256 186 570	1 125 131
2. Затраты на технологическую электроэнергию	1 213 440	243 160	- 970 280
3. Заработная плата производственных рабочих	7 067 810	5 430 517	1 637 293
Итого технологическая себестоимость, Ст	274 628 000	269 959	4 669 080
4. Общепроизводственные расходы, Р _{ПР}	855 359 800	788 176 460	67 183 332
1	2	3	4
5. Общехозяйственные расходы, Р _{хоз.}	176 695,25	131 143,25	45552
Итого производственная себестоимость, С _{пр}	1 306 683 222	1 189 278 810	117 404 412
6. Коммерческие расходы, Р _к	1 306 680	1 189 270	117 410
Итого полная себестоимость, С _п	1 307 989,902	1 190 468,08	117 521,822

2.3 Расчет показателей экономической 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. –

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

реализуемой на сторону.

Годовой выпуск пролетных строений составляет 1000 шт.

Расчет годовой экономии по полной себестоимости, $\Delta C_{\text{п}}$, руб., производим по формуле:

$$\Delta C_{\text{п}} = (C_{\text{п}1} - C_{\text{п}2}) \cdot N \quad (2.40)$$

где $C_{\text{п}1}$, $C_{\text{п}2}$ - полная себестоимость годового выпуска продукции по базовому и проектируемому вариантам соответственно.

N – Годовой объем выпуска металлоизделий, шт.

$$\Delta C_{\text{п}} = (1\,307\,989,902 - 1\,190\,468,08) \cdot 1000 = 117\,521\,822 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость в проектируемом варианте меньше технологической себестоимости, чем в базовом варианте за счет снижения расходов на заработную плату и общехозяйственные нужды, а также за счет снижения коммерческих расходов.

Расчет прибыли от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, Π , руб. рассчитываем по формуле (2.41).

$$\Pi = V - C_{\text{п}} \quad (2.41)$$

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Ц , руб.) по формуле (2.42) для базового (существующего) варианта: это цена по которой реализуется изделие в настоящий момент.

$$\text{Ц} = C_{\text{п}} \cdot K_{\text{р}} \quad (2.42)$$

где $C_{\text{п}}$ – полная себестоимость металлоизделия, руб./шт.;

$K_{\text{р}}$ – среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции.

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции, K_p , определяющий среднеотраслевую норму доходности продукции принимаем равным для базового варианта – 1.1, а проектируемого

$$Ц = (C_n * K_p) / N, \quad (2.43)$$

где N – годовой объем выпуска изделий, шт., $N = 1000$

$$Ц_1 = (1\,307\,989\,902 \cdot 1,3) / 1000 = 1700380 \text{ руб.}$$

$$Ц_2 = (1\,190\,468,08 \cdot 1,5) / 1000 = 1785700 \text{ руб.}$$

Рассчитываем выручку от реализации годового объема металлоизделий (В):

$$В = Ц * N \quad (2.42)$$

$$В_1 = 1700,38 \cdot 1000 = 1\,700\,380\,000 \text{ руб.}$$

$$В_2 = 1785,70 \cdot 1000 = 1\,785\,700\,000 \text{ руб.}$$

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой (2.35) по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий.

$$П = В - C_n, \quad (2.43)$$

$$П_1 = 1\,700\,380\,000 - 1\,307\,989\,902 = 392\,390\,098 \text{ руб.}$$

$$П_2 = 1\,785\,700\,000 - 1\,190\,468\,080 = 595\,231\,920 \text{ руб.}$$

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

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$\Delta\Pi = \Pi_2 - \Pi_1, \quad (2.44)$$

$$\Delta\Pi = 595\,231,92 - 392\,390,098 = 202\,841\,822 \text{ руб.}$$

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций, $N_{кр}$) проводим по формуле (2.45) по базовому и проектируемому вариантам:

$$N_{кр} = \frac{C_{пост}}{Ц - C_{пер.}}, \quad (2.45)$$

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 тех-кой 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.

$$N_{кр} = \frac{1307989,902 - 274628,18}{1438,78 - 274,62} = 887 \text{ шт.}$$

$$N_{кр} = \frac{1\,190\,468,08 - 269\,959,1}{1369,03 - 269,98} = 846 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции, R , выполняем по формуле :

$$R = \frac{\Pi}{C_n} * 100 \quad (2.47)$$

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

3 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В технологической части разработанного дипломного проекта разработана технология сборки и сварки пролетного строения козлового крана. В процессе разработки предложена замена полуавтоматической электродуговой сварки пролетного строения на автоматическую электродуговую сварку в среде смеси газа argon К-18 с использованием сварочной колонны. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное, что позволяет повысить производительность процесса сварки. Реализация разработанной технологии предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт предложенного оборудования.

К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» уровень квалификации 5. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), в связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести данную программу в рамках промышленного предприятия.

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

Профессиональные стандарты применяются:

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

3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

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

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

<p><i>Трудовые действия</i></p>	<p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей) сварочного оборудования.</p> <p>Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций с применением специализированных функций (возможностей) сварочного оборудования. Контроль с применением измерительного инструмента сваренных частично механизированной сваркой (наплавкой) сложных и ответственных конструкций на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.</p> <p>Исправление дефектов частично механизированной сваркой (наплавкой)</p>	<p>Изучение производственного задания, конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Подготовка рабочего места и средств индивидуальной защиты</p> <p>Подготовка сварочных и свариваемых материалов к сварке.</p> <p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования.</p> <p>Сборка конструкции под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки.</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента подготовленной под сварку конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением.</p>
---------------------------------	--	---

Продолжение таблицы

1	2	3
		<p>Извлечение сварной конструкции из сборочных приспособлений и технологической оснастки.</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента сварной конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Исправление дефектов</p>

<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>

ДП 44.03.04.724 ПЗ

Лист

		<p>сварных соединений, обнаруженных в результате контроля.</p> <p>Контроль исправления дефектов сварных соединений.</p>
<p>Необходимые умения:</p>	<p>Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей)</p> <p>Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением во всех пространственных положениях сварного шва сложных и ответственных конструкций.</p> <p>Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.</p> <p>Исправлять дефекты частично механизированной сваркой (наплавкой).</p>	<p>Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку.</p> <p>Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p> <p>Пользоваться техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов.</p> <p>Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при</p>

Продолжение таблицы

1	2	3
		<p>неудовлетворительном качестве сварного соединения.</p> <p>Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p>

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.724 ПЗ

Лист

		Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.
<i>Необходимые знания</i>	<p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций.</p> <p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах.</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.</p> <p>Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением.</p>

Продолжение таблицы

1	2	3
	<p>Методы контроля и испытаний ответственных сварных конструкций.</p> <p>Порядок исправления дефектов сварных швов.</p>	<p>Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Требования к сборке конструкции под сварку.</p> <p>Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p>

		<p>Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля.</p> <p>Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения.</p> <p>Правила технической эксплуатации электроустановок.</p> <p>Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ.</p> <p>Правила эксплуатации газовых баллонов.</p> <p>Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.</p>
<i>Другие характеристики</i>	<p>Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с механизированной подачей проволоки; - сварка дуговая порошковой самозащитной проволокой; - сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; 	

Окончание таблицы

1	2	3
:	<ul style="list-style-type: none"> - сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой; - сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе; - сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе; - сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе; - сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе; - сварка дуговая порошковой 	

	<p>проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе;</p> <p>- сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнением в активном газе;</p> <p>- сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе.</p>	
<p><i>Характеристики выполняемых работ:</i></p>	<p>прихватка элементов конструкции частично механизированной сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва;</p> <p>частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов) предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками;</p> <p>наплавка простых и сложных инструментов, баллонов и труб, дефектов деталей машин и механизмов;</p> <p>исправление дефектов сваркой.</p>	

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

Необходимые знания:

- Особенности автоматической сварки и оборудования
- Владение техникой полностью механизированной и автоматической сварки.

Необходимые умения:

- Применение измерительного инструмента для контроля при сборке и сварке конструкций на соответствие КД и технологического процесса.

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки.
- Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования.
- Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.

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

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

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

Исходя из сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

сварки плавлением», который представлен в таблице.... Продолжительность обучения один месяц.

Таблица 18 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 4-го квалификационного разряда

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ		
1.1	Основы экономики отрасли	6
1.2	Материаловедение	12
1.3	Основы электротехника	8
1.4	Чтение чертежей	6
1.5	Спецтехнология	20
2. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ		
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	40
2.2	Работа на предприятии	70
	Консультации	2
	Квалификационный экзамен	6
	ИТОГО	170

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

3.1 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 19 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	К ол-во часов
1	Источники питания для автоматической сварки плавлением	1,5
2	Сварочные материалы для автоматической сварки	1
3	Оборудование для автоматической сварки плавлением	1,5
3.1	Устройство и основные узлы роботизированного сварочного автомата	2,5
3.2	Типовые конструкции сварочной головки	1,5
4	Технология автоматической сварки	1,5
4.1	Сварочные материалы для автоматической сварки	1
4.2	Достоинства и недостатки автоматической сварки	2
4.3	Параметры режимов сварки	2,5
5	Контроль качества сварных швов	1
5.1	Применение измерительного инструмента при сборке и сварки	3
6	Техника безопасности при работе на автоматических сварочных установках	1
	Итого:	20

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

Разработка плана - конспекта урока

Тема урока «измерительный контроль качества сварных соединений»

Цели занятия:

Обучающая: обучить измерениям сварных швов

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: наглядный, словесный, упражнение

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Дидактическое обеспечение занятия:

– плакат «Измерительный инструмент для контроля качества сварных соединений»

План-конспект

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 5 минут	Здравствуйте, прошу вас садиться, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 5 минут	Тема раздела сегодняшнего занятия «контроль качества сварных швов» Тема занятия: «Измерительный инструмент для контроля геометрических параметров сварных соединений». Цель нашего занятия: «Формирование знаний основного измерительного оборудования используемого для контроля геометрических параметров сварных швов».	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Актуализация опорных знаний 10 минут	1. Каким измерительным прибором можно проверить высоту сварного шва? 2. Как расшифровывается аббревиатура «УШС» 3. Какие вы знаете приборы для измерения геометрических параметров сварных швов?	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.
Изложение нового материала 30 минут	Измерение и осмотр сварного соединения (шва) является важным этапом контроля качества и надежности сварных конструкций. Внешний осмотр позволяет обнаружить такие наружные дефекты, как подрезы, незаверенные кратеры, выходящие на поверхность трещины, непровары, наплывы и т.д. Измерители сварных соединений и сварочные шаблоны (шаблоны сварщика) позволяют определить размеры швов, ширину шва, выпуклость, плавность перехода шва к основному металлу, катет шва и т.д. Рассмотрим основные измерительные приборы для проверки геометрических размеров. Основными измерительными приборами являются: - штангенциркуль – для измерения ширины сварного шва;	Прошу учащихся записать основные моменты темы. Рассказываю подробнее Записываем основные моменты. Обращаю внимание обучаемых на плакат. Обучаемые внимательно

И/вм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.724 ПЗ

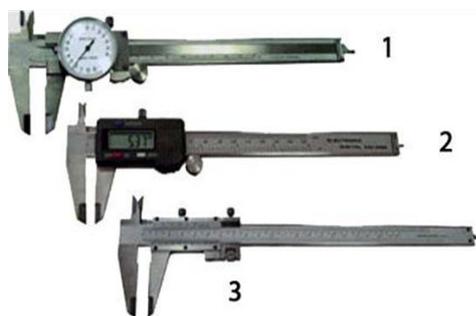
Лист

- Универсальный шаблон сварщика 3 (УШС-3)- предназначен для контроля элементов разделки под сварной шов, электродов и элементов сварного шва. Конструкция шаблона соответствует исполнению «У» категории 1 по ГОСТ 15150-69.;

- Универсальный шаблон сварщика 2 (УШС-2) - предназначен для контроля катетов угловых швов в диапазоне 4-14мм.

Рассмотрим каждый инструмент более подробно.

Устройство штангенциркуля должно быть известно каждому производственному рабочему. Механический штангенинструмент представляет собой две измерительные поверхности, между которыми устанавливается размер, одна из которых составляет единое целое с линейкой (штангой), а другая соединена с двигающейся по линейке рамкой. На линейке находится через 1 мм деления, на рамке устанавливается или гравировается нониус. Наиболее распространенный штангенинструмент - штангенциркуль. Внешний вид различных штангенциркулей представлен на рисунке 5.



Штангенциркуль представляет измерительный прибор, который создан для выяснения размеров изделий с высокой точностью. При помощи него можно выполнять измерения размеров деталей снаружи и внутри, в том числе глубины отверстий если присутствует выдвижная штанга. Такие инструменты востребованы не только в производстве, лабораториях, но и в быту. Они обеспечивают легкое и быстрое измерение с высокой точностью.

Все виды этих измерительных приборов в зависимости от типа шкалы можно поделить на изделия электронного и механического действия:

- Нониусные – отсчет показаний осуществляется по нониусу.
- Циферблатный – показания снимаются со шкалы циферблата.
- Цифровой – инструмент с дисплеем на жидких кристаллах, который

рассматриваю инструмент на плакате. Рассказываю и показываю устройство штангенциркуля, при этом использую плакат.

По ходу объяснения прошу записать составляющие инструмента. Диктую объяснение составных частей. Обращаю внимание на скорость конспектирования. Прерываю свою речь, потом повторяю.

Обучаемые внимательно рассматривают плакат с изображением измерительного инструмента

Обучающие слушают, конспектируют в тетради.

позволяет увидеть наиболее точные показания замеров.

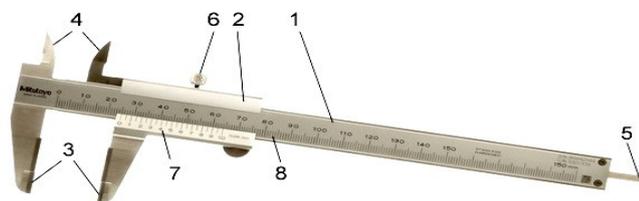
В соответствии с ГОСТ основными видами этих приборов являются:

ШЦК — устройство, оснащенное круговой шкалой для получения точного размера. Является более простым в использовании, чем инструмент с отсчетом по нониусу.

ШЦТ-I — устройство, имеющее губки с одной стороны для проведения измерений наружных линейных размеров. Выделяется высокой стойкостью к износу.

ШЦЦ — электронный инструмент с цифровой индикацией.

Штангенциркуль — это простое устройство. Основным его элементом выступает штанга с губками и шкалой для определения замеров внутри изделия и снаружи, к ней монтируются остальные элементы.



1. Штанга.
2. Рамка.
3. Губки для наружных измерений.
4. Губки для внутренних измерений.
5. Линейка глубиномера.
6. Стопорный винт для фиксации рамки.
7. Шкала нониуса. Служит для отсчета долей миллиметров.
8. Шкала штанги.

Некоторые модели имеют подвижную шкалу с дюймовой мерительной системой.

На штанге размечена главная мерная шкала. Рамку со шкалой можно перемещать по штанге. Шкала на штанге, которая называется нониусом, выделяется более точной разметкой. При помощи нее обеспечивается более высокая точность измерений.

Губки могут быть двух видов:

1. Для измерений снаружи;
2. Для измерений изнутри.

Глубиномер позволяет производить измерения глубины в отверстиях, в том числе иных размеров. Цифровые инструменты устроены аналогичным образом. Однако здесь применяется цифровое устройство, оно позволяет увеличить точность измерений, в том числе удобно в эксплуатации.

Цифровое устройство имеет некоторые дополнения:

- Аккумулятор.
- Винт для зажима.
- Кнопка для включения и

Обучающие слушают, конспектируют в тетради.

Обучаемые внимательно рассматривают плакат с изображением измерительного инструмента

Обучающие слушают, конспектируют в тетради

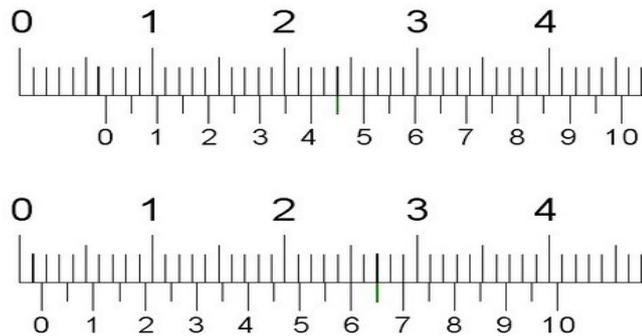
выключения.

- Механизм для передвижения.
- Смена уровня на мм и дюймы.

Принцип действия

Наиболее распространенный инструмент ШЦ-1. Для определения параметров параллельности и оценки размеров снаружи используют мерительные губки. Для проведения разметки и проведения замеров изнутри — заостренные губки вспомогательного характера. С помощью глубиномера находят размер глубины выступающих элементов и отверстий.

Основа прибора стоит из линейки с делениями, а также шкала-нониус вспомогательного действия, она двигается по главной штанге. При помощи нее отсчитываются доли деления основной шкалы. Действие нониуса базируется на разности делений нониусной шкалы и главной шкалы. Разница соответствует делению нониуса, при этом число делений определяется ценой деления. При интервале деления шкалы в 1 мм и интервале делений нониуса в 0,9 мм, то деление нониуса составляет 0,1 мм.



В результате если совместить нулевое деление нониуса с делением основной шкалы, то первое деление нониуса будет отставать от первого деления на величину разности интервалов шкал, то есть на 0,1 мм — первое деление и на 0,2 мм — второе деление и так далее. К примеру, если нулевой штрих нониуса имеет совпадение с штрихом на линейке, то данное деление показывает на размер в целых миллиметрах. При несовпадении нулевого штриха нониуса со штрихом основной шкалы, то на линейке ближайшее слева деление демонстрирует целое число миллиметров, при этом по нониусу отсчитывают десятые доли. Величина отсчета по нониусу у разных моделей может отличаться. У ШЦ-1 — это 0,1 мм, у ШЦ-П — это составляет 0,1 или 0,05 мм.

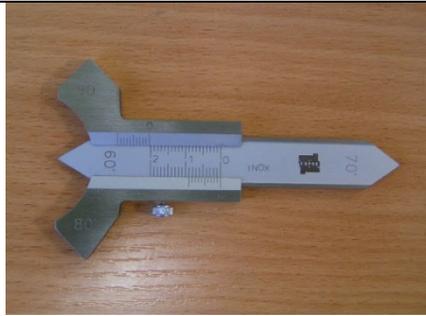
Особенности выполнения измерений

Штангенциркуль перед применением проверяют на соответствие рабочим параметрам и

Обучающие слушают, конспектируют в тетради.

Обучаемые внимательно рассматривают плакат с изображением измерительного инструмента

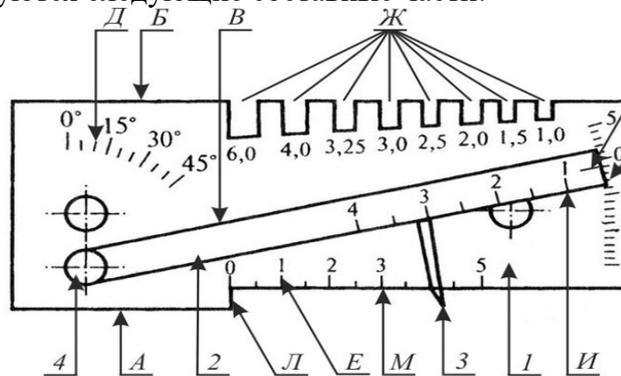
Обучающие слушают, конспектируют в тетради.



УШС-3

Рассматриваемый измеритель выпускается согласно технических требований ГОСТ 15150. Для его изготовления применяется качественная инструментальная сталь, а все детали имеют износостойкое антикоррозионное покрытие. В результате инструменту гарантируется работоспособность и точность даже после 10000 измерительных циклов.

В УШС-3 универсальном шаблоне сварщика используются следующие составные части:



Общий вид измерительного шаблона

1. Основная измерительная панель.
2. Бегунок с изменяющейся по длине толщиной.
3. Стрелочный указатель.
4. Ось, предназначенная для поворота бегунка.

На основной измерительной панели универсального шаблона сварщика типоразмера УШС-3 выделяются следующие измерительные зоны и плоскости:

- А – установочная плоскость, которой инструмент накладывается на одну из линейных поверхностей сваренной детали с целью определения высоты и ширины шва;
- Б – установочная плоскость для измерения угла скоса кромки под сварку;
- В – подвижный указатель;
- Г – шкала для отсчёта высотных размеров шва;
- Д – шкала для определения угла скоса кромки;

Обучаемые внимательно рассматривают плакат с изображением измерительного инструмента

Обучающие слушают, конспектируют в тетради.

По ходу объяснения прошу записать составляющие инструмента. Диктую объяснение составных частей. Обращаю внимание на скорость конспектирования. Прерываю свою речь, потом повторяю.

- Е – шкала для отсчёта притупления и общей ширины сварного шва;
- И – шкала для определения зазора между свариваемыми элементами;
- Ж – пазы для измерения толщины металла в зоне сварки.
- К – риска-индекс на бегунке, которая предназначается для отсчёта результата по шкале Г.

На измерительной панели не допускаются вмятины и погнутости. Поворотная ось должна позволять плавное перемещение бегунка без заеданий.

Использовать шаблон следует только предварительно очищенным от жировых и масляных загрязнений, окалины и пр. Для определения высотных и глубинных параметров сварного шва g инструмент прикладывают к измеряемому участку установочной плоскостью А, после чего поворачивают бегунок до контакта его указателя с измеряемой поверхностью. Отсчёт производится по совмещению риски К с определённым показателем шкалы Г. Аналогичным образом определяют глубину подреза шва h_0 и расстояние Δ_2 между высотами валиков смежных швов. Для измерения высоты сварного шва e используют шкалу Е.

Угол наклона измерительной плоскости к поверхности детали значения не имеет, однако для коротких швов шаблон желательно устанавливать перпендикулярно этой поверхности.

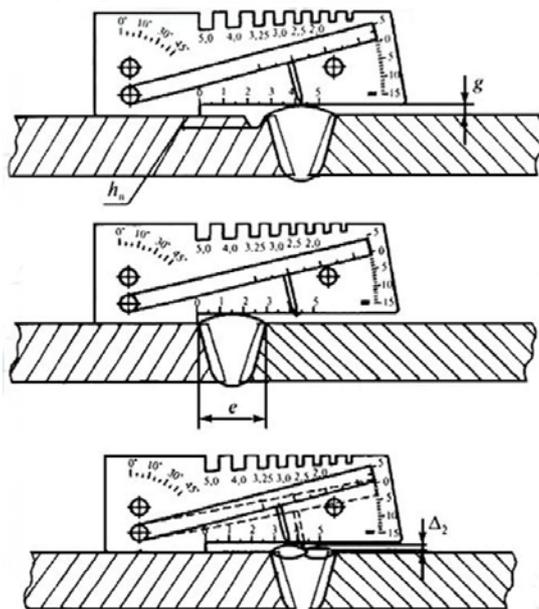


Рисунок 2 – Измерения с применением установочной плоскости А инструмента

Определение абсолютного смещения скосов и/или установочных кромок на свариваемых элементах выполняют так, как показано на рис. 3.

Обучающие слушают, конспектируют в тетради.

Обращают внимание на плакат.

Обучающие слушают, конспектируют в тетради.

Отсчёт производят по показаниям указателя, используя шкалу Г.

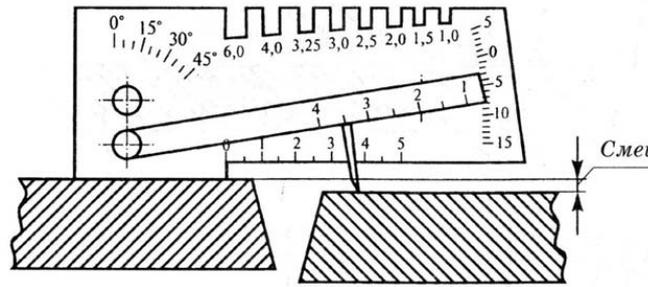


Рисунок 3 – Измерение смещений свариваемых деталей

Для определения фактических значений зазоров инструмент поворачивают строго перпендикулярно линии предполагаемого шва (см. рис. 4), после чего вводят бегунок в зазор до полного контакта с металлом деталей.

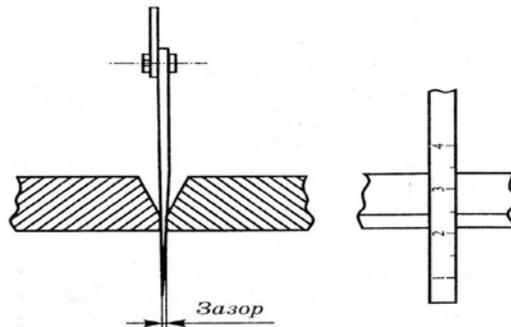


Рисунок 4 – Измерение величины зазора между соединяемыми изделиями

Для контроля значений углов разделки сварного шва инструмент переворачивают так, чтобы размерная плоскость Б оказалась внизу (см. рис. 5). Верхнюю плоскость бегунка прикладывают к измеряемой поверхности, и отсчитывают результат по шкале Д.

Используя технологические пазы Ж, можно выполнять замеры толщины сварочной проволоки и электродов, а также толщины металла в зоне сварки.

Обучающие слушают, конспектируют в тетради. Рассказываю про зазор между соединяемыми изделиями.

Выполнение упражнения 10 минут

А, теперь каждый из вас попробует провести замеры геометрических параметров швов, т.е. ширину и высоту шва.

Берут в руки измерительный инструмент и приступают к замерам сварного шва.

Выдача домашнего задания 10 минут

Подготовить реферат на тему «История возникновения измерительного инструмента для замеров сварных швов».

Разбираем домашнее задание, что нужно подготовить к следующему уроку.

Методическая часть дипломного проекта является самостоятельной

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.724 ПЗ

Лист

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

- изучили и проанализировали квалификационную характеристику рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»;
- 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 «Оператор автоматической сварки плавлением», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью дипломного проекта являлась разработка технологического процесса изготовления пролетного строения для козлового крана. Для достижения поставленной цели решили следующие задачи:

- проанализировали базовый вариант изготовления пролетного строения;
- подобрали и обосновали проектируемый вариант изготовления пролетного строения;
- провели необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрали и обосновали сварочное и сборочное оборудование;
- разработали технологию сборки – сварки пролетного строения;
- провели расчет технико-экономических показателей и обоснование внедрения проекта;

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- разработали программу переподготовки электросварщиков для автоматической сварки в смеси corgon K-18.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта был разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления пролетного строения, включающий автоматическую сварку в среде смеси газа corgon K-18; в экономической части - привели технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть – посвятили проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства пролетного строения.

Список литературы

1 ГОСТ 19281- 89

2 ГОСТ 2246 -70

3 ГОСТ 11533 -75

4 ГОСТ 14771-76

5 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением: учебник для студентов вузов / А. И. Акулов, Г. А. Бельчук, В. П. Демянцевич В.П. – М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.: ил.

6 Алешин, Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.П. Алешин. – М.: Машиностроение, 2006. – 368с.: ил. Режим доступа <http://e.lanbook.com/books/>

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Федосов, И. Э. Оськин: СПб.:Лань, 2011. - 125 с. Режим доступа <http://e.lanbook.com/books/> Дата обращения 20.03.2012) (Дата обращения 22.05.2012)

17 Чернилевский, Д.В. Технология обучения: учебное пособие / Д. В. Чернилевский, О. К. Филатов; под ред. В. Д. Чернилевского. – М.: Эксперт, 2006. – 342 с.

18 Эрганова Н.Е. Методика профессионального обучения: учебное пособие. /Н.Е.Эрганова. – Екатеринбург: Изд-во РГППУ, 2004. – 150 с.

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		