

Аннотация

Стержневые мельницы типа МСЦ-3200 х 4500 в настоящее время пользуются большим спросом, поэтому заказы на выпуск их возрастают.

Известно, что на заводах Самарской области «Волгоцемаш» и АО «Тяжмаш» применяется технологии ручной дуговой сварки, поэтому проведен анализ более производительных способов сварки. В работе предлагается механизированная сварка плавящимся электродом в смеси газов. Для этого спроектирован новый технологический процесс сборки и сварки обечайки барабана стержневой мельницы МСЦ-3200х4500 с Х-образной разделкой кромок из ст. 09Г2С толщиной 30мм. Произведен расчет оптимальных параметров режима механизированной сварки плавящимся электродом.

Проведен анализ опасных и вредных факторов, возникающих при сварке плавящимся электродом в смеси газов.

В экономическом разделе проекта проведен расчет затрат при сварке плавящимся электродом диаметром 1,6 мм в смеси газов.

Выпускная квалификационная работа содержит графическую часть, которая состоит из 6 листов формата А1, пояснительной записке на 70 страницах, 19 рисунков, 34 таблиц.

Содержание

Введение.....	4
1. Анализ конструкции стержневой мельницы МСЦ-3200х4500.....	7
1.1 Описание конструкции и условий ее эксплуатации.....	7
1.2 Конструкция обечайки барабана мельницы.....	10
1.3 Свойства материала обечайки барабана.....	13
1.4 Анализ базовой технологии сборки и сварки обечайки барабана	15
1.5 Обоснование замены ручной дуговой сварки.....	20
2. Разработка технологии сборки и механизированной сварки обечайки барабана	22
2.1 Расчет параметров режима сварки плавящимся электродом.....	22
2.2 Обоснование замены вальцев.....	25
3. Разработка технологии сборки и механизированной сварки обечайки	29
3.1 Проектный вариант.....	29
3.2 Изменяющиеся показатели.....	32
3.3 Контроль качества сварных соединений.....	34
4. Безопасность и экологичность технологического объекта.....	41
5. Экономическое обоснование работы.....	45
Заключение.....	67
Список используемых источников.....	68
Приложение	

Введение

Машиностроение – это одна из важнейших отраслей промышленности. Его развитие пребывает в тесной взаимосвязи с научно – техническим прогрессом. Машиностроительная сфера обеспечивает другие отрасли оборудованием, техникой, вспомогательным инструментом. Потребность увеличивать производительность трудовой деятельности приводит к возрастанию уровня механизации и автоматизации в сварочном производстве. Производство оснащается более сложным оборудованием, без которого просто исключается серийное производство многих видов продукции.

Перспективы развития и размещения машиностроения в отечественном производственном комплексе, определяются решением следующих задач:

- снижение энергозатрат на производство;
- повышение срока службы значительных узлов и деталей;
- повышение производительности труда;

Производительность труда на предприятии и снижение затрат обеспечивают такие факторы:

- уменьшение трудоемкости выполняемой трудовой операции для каждого рабочего;
- сокращение числа использующихся работников на конкретном участке, при неизменном объеме работ;
- сокращение потерь рабочего времени за счет механизации того или иного участка;
- увеличения объема производства при меньшей численности рабочих, за счет автоматизации производства.

Уменьшение временных рамок при изготовлении изделия, со снижением затрат на изготовление, с удержанием всех конструктивных особенностей сборочно-сварочной единицы, является основной задачей предприятия.

В данном дипломном проекте рассмотрены возможности изготовления детали в двух вариантах:

- основная работа выполняется вручную;
- основная работа механизирована.

Для того, что бы понять, какая технология изготовления экономически выгоднее, рассмотрим подробно оба варианта.

В базовой технологии, сварка обечайки барабана МСЦ 3200×4500 производится РДС, электродом Э-42А УОНИ 13/45 ГОСТ 9467-75.

Ручная дуговая сварка незаменима на монтаже и при сварке в труднодоступных местах. В настоящее время существует более современные и оптимальные способы для габаритных, тяжелых изделий.

Приведем несколько основных недостатков электродуговой сварки:

- невысокая производительность, особенно при сварке толстомеров;
- низкая скорость сварки и отсутствие механизации, что ограничивает продуктивность сварки электродами;
- требуется высококвалифицированные рабочие, что требует время и средства на обучение персонала.

Так же в базовом варианте используются трёх валковые вальцы, что существенно отражается на трудоемкости и соответственно времени изготовления.

Следует подумать, как мы сможем увеличить показатель производительности, не снижая скорости изготовления.

Это могут быть:

- увеличение скорости сварки за счет механизации;
- отсутствие или сокращение дополнительных операций по подготовке заготовок под сварку;
- автоматизация технологического процесса;
- использование современного оснащения при изготовлении.

Из вышесказанного следует, что мы должны попытаться улучшить качество выпускаемой продукции при снижении энерго и трудо затрат на производство.

В данной работе будет рассмотрена возможность сокращения времени и затрат на изготовление обечайки барабана.

Целью проекта является «Повышение технико-экономической эффективности сварки обечайки барабана МСЦ 3200×4500».

1 Анализ исходных данных

1.1 Описание изделия и условий его эксплуатации

Мельницы стержневые с центральной разгрузкой предназначены для размола до пылевидного состояния антрацита и некоторых сортов каменных и бурых углей.

Барабан является главной и наиболее тяжёлой частью мельницы. Характеристика представлена в таблице №1. Высокие технико-экономические показатели в работе при максимальной автоматизации, простоте и надежности конструкции мельницы обеспечивают длительную ее эксплуатацию, высококачественный размол сырья.

Мельница представляет собой барабан в форме цилиндра, он закрыт с торцов стенками, которые имеют полные цапфы. [1]

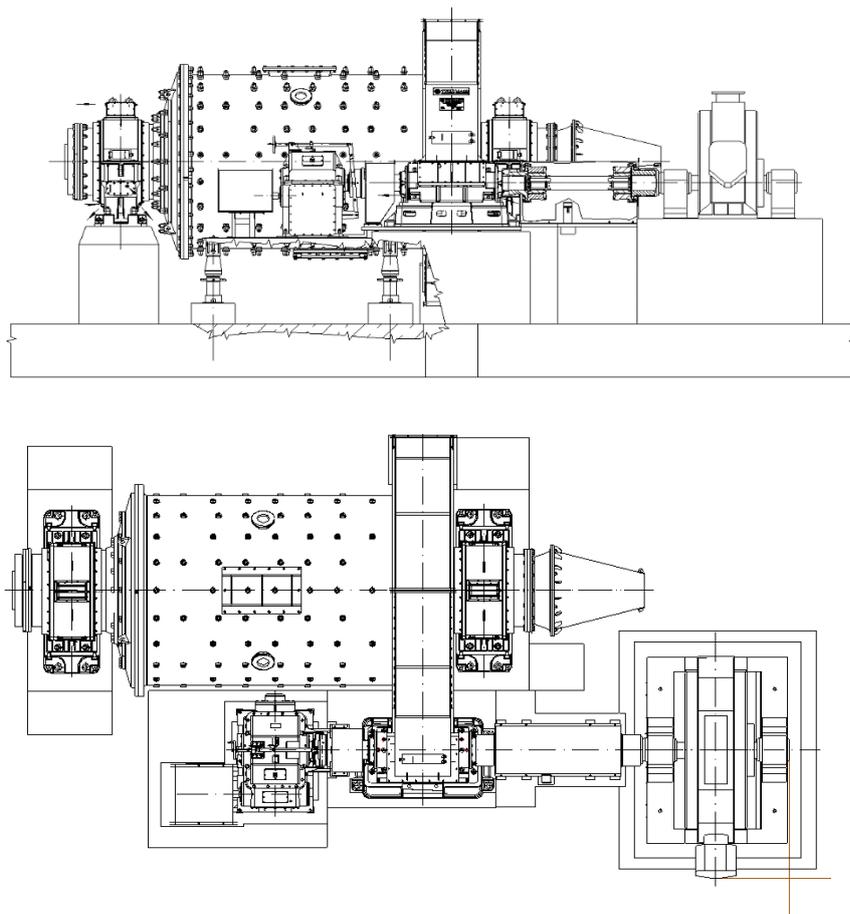


Рис.1-Общий вид мельницы МСЦ3200x4500

Полные цапфы, которыми барабан опирается на коренные подшипники. Цилиндрическая часть барабана и торцевые стенки изнутри футерованы броневыми плитами.

Для обеспечения звуковой и тепловой изоляций под бронёй барабана прокладывается листовая асбест, а наружная поверхность барабана покрывается металлическими листами.

В комплект стержневой мельницы входят: барабан с бронёй, втулками полых цапф, зубчатым венцом, теплошумоизолирующей обшивкой; комплект стержней; подшипники мельницы с фундаментными рамами; патрубки с уплотнениями; установка приводной шестерни; муфты привода; редуктор; электрическое оборудование и контрольно-измерительные приборы для маслостанции и к подшипникам; фундаментные болты подшипников мельницы и установки приводной шестерни; ограждение открытой пары и муфт; смазочные системы для смазки подшипников.

Мельницы изготавливаются с правым и левым расположением привода, если смотреть на мельницу со стороны зубчатого венца.

Условия эксплуатации.

Подшипники и уплотнения горловин мельниц обеспечивают возможность применения сушильного агента с температурой до 450 гр.

Топливо не должно содержать посторонних примесей и предметов:

- древесины-размером более 40 x 40 x 300мм;
- металла-массой более 500г.(по условиям работы питателя).

Присос наружного воздуха в течении 4000часов допускается не более 10% от подаваемого в барабан мельницы сушильного агрегата.

Цилиндрическая часть барабана имеет тепловую изоляцию, как мы говорили выше, по этой причине температура наружной поверхности изоляции не должна превышать температуры помещения больше, чем на 25%.

Ударами стержней (мельющие тела) производится перемалывание материала, произведенные удары раздавливают и истирают измельченные части при помощи футеровки и вращения барабана.

Размол угля производится ударным и растирающим действием стержней, загружаемых в горизонтально расположенный и опирающийся на подшипники барабан. Для поддержания необходимой производительности мельницы на постоянном уровне периодически добавляются новые стержни в замен старых, изношенных. Для нашего барабана диаметр стержня 80мм, длина 4390мм.

Пульпа (перемолотое и смешанное в воде сырье) свободно выливается через горловину разгрузочной воронки и бутару, тем самым происходит удаление ее из мельничного барабана. Удаление производится из-за различия уровней в шнеках и в разгрузочной воронке, и ещё из-за давления вновь поступающего вещества.

Бутара позволяет отделять попадающие случайным образом в мельницу посторонние предметы, устанавливается она на фланцах цапфы торцевой разгрузочной торцевой стенки.

Загружаемые и измельчаемые тела различаются по диаметру и массе, физическим и механическим параметрам. Поэтому эти свойства, а также степень требуемой тонкости измельчения и ряд иных параметров подбираются при эксплуатировании мельниц[1].

Мельница стержневая, диаметром барабана 3200мм, длиной 4500мм обозначается следующим образом: мельница МСЦ 3200×4500.

Таблица 1- Техническая характеристика мельницы МСЦ3200х4500

1	Диаметр барабана внутренний (без футеровки), мм	3200
2	Длина измельчительной камеры (без футеровки), мм	4520
4	Степень заполнения барабана мельющими телами, % не более	35

Продолжение таблицы 1		
5	Расчетная потребляемая мощность, кВт, не более	590
6	Удельный расход мелющих элементов на тонну пыли, г/т	400
7	Номинальная частота вращения барабана, об/мин	17,6
10	Электродвигатель главного привода Удельный расход электроэнергии на размол Частота вращения, об/мин Напряжение, В	ДСП 260/39-36 УХЛ 22,5 18,8 5000
	Габаритные размеры, мм:	14200x7300x5300

1.2 Обоснование вида производства

Широта перечня номенклатурного списка, стабильность, регулярность, объем выпуска производства продукции разграничивают производства на единичные, серийные, массовые.

Малый объем выпускаемых схожих изделий характерен для единичного производства, который не предусматривает (чаще всего) повторное производство. На одном и том же рабочем месте такого производства

выполняются без периодических повторений различные технологические операции с помощью универсального оборудования, унифицированного и стандартного оснащения (таких как сверла, резцы, фрезы, различные прихваты, тиски, и т.д.). Использование специальной технологической оснастки бывает в исключительной ситуации, если не представляется возможным изготовить детали без неё. Подобное универсальное выполнение разнообразных операций предъявляет требования к высокой квалификации работников.

Периодическая повторяемость в ремонтных работах или при выпуске изделий партиями характерно для серийного производства. Количество изделий в партии, серии, а так же значение степени закрепленных операций на оборудовании позволяют разграничить производство на мелкосерийное, среднесерийное, крупносерийное производство.

В машиностроительной отрасли преобладает серийное производство. Практически 80% выпускаемой в машиностроении продукции выпускается предприятиями, относящимися к серийному производству. На них производят станки, прессы, текстильные машины, вентиляторы, двигатели, насосы, и пр. Серийное производство машин производит выпуск продукции сериями, а обработку заготовок партией.

Серийное производство использует принцип дифференциации операций для процесса производства продукции. Конкретные операции закрепляются за конкретными рабочими местами. Такой подход в производстве требует проводить технологическому оборудованию периодические переналадки, когда переходят на выпуск изделий иной партии. Универсальность станков, использование в оснащении универсальных и специальных приспособлений, рациональное использование специальных режущих инструментов, спецсредств измерения и контроля – все это применяют при выполнении технологических операций. Рабочие серийного производства могут обладать меньшей квалификацией, чем рабочие единичного производства.

Характерными чертами массового производства является большой объем выпускаемой продукции, которая постоянно изготавливается или ремонтируется на протяжении длительного периода, и на большей части

рабочих мест исполняются единственная технологическая операция.

Массовое производство использует оборудование с высокой производительностью, такое как автоматические и полуавтоматические станки, станки с узкой специализацией, станки с числовым программным управлением, автоматизированные и роботизированные линии, АСУ технологическим процессом. Широкое использование получили специальные режущие инструменты, инструменты многолезвийные, спецсредства измерения. Технологические процессы в массовом производстве имеют преобладание автоматизированных средств производства. Одним из ярких примеров такого типа производства можно назвать корпорации по выпуску автомобилей, тракторов, мотоциклов, велосипедов и другой техники массового потребления[2].

Использование разных видов технологии в производстве конкретного изделия отражается в программе по его выпуску.

Проведение анализа по некоторым параметрам (количество выпущенных за год изделий – 10 штук, вес изделия, его габаритные размеры) позволило причислить данное производство к единичному производству, табл. 2. , что позволяет применять универсальное сварочное оборудование.

Таблица 2 - Определение типа производства

Масса сварного изделия, кг	Годовой выпуск по типам производства							
	Единичное и мелкосерийное		Серийное, среднесерийное		Крупносерийное		Массовое	
	Тыс. тонн	Тыс. штук	Тыс. тонн	Тыс. штук	Тыс. тонн	Тыс. штук	Тыс. тонн	Тыс. штук
До 25	До 0,125	До 5	0,125- 5	5-200	5-10	200-800	Св. 10	Св.80 0
25-100	0,2	2-8	0,2-10	8-100	10-20	100-400	Св. 20	Св.40 0

Продолжение таблицы 2								
100-500	0,25	0,5-25	0,25-15	25-150	15-35	150-350	Св.35	Св.350
500-1000	0,3	0,3-2,6	0,3-5	2,6-10	5,0-50	10-100	Св.50	Св.100
1000-5000	1,0	0,2-1,0	1,0-10	1,0-17	10-70	17-70	Св.70	Св.70
5000-25000	2,5	0,1-0,5	2,5-15	0,5-10	15-100	10-25	Св.100	Св.25
25000-100000	5,0	0,05-0,2	5,0-100	0,2-4	100-250	4,0-10	Св.250	Св.10
50000-100000	1,0	До 0,01	1,0	Св.0,01	-	-	-	-

1.3 Анализ свойств материала изделия

Обечайка барабана выполнена из стали 09Г2С. Сталь 09Г2С конструкционная низколегированная.

В маркировке стали первой цифрой показано процентное содержание углерода. Цифрами после буквенного обозначения показано процентное содержание легирующих добавок. Расшифровка марки стали 09Г2С соответствует 0,09% содержания углерода, 2% содержания марганца и кремния, что меньше 1% от количества.

Технологические свойства стали:

Температураковки, °С – начала 1250, конца 850;

Сваривается без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭШС. Сталь не склонна к хрупкости.

Сталь 09Г2С относится к группе хорошо свариваемых сталей, сварка которых производится в обычных производственных условиях, без ограничения по тепловому режиму сварки и без термообработки до и после сварки.

Благодаря тому, что сталь 09Г2С не требует подогрева и последующей термообработки, значительно снижается цена монтажных работ .[3]

Свойства стали

Плотность стали 09Г2С = 7850 кг/м³

Таблица 3 - Химический состав стали 09Г2С

Si	Cu	As	M	Ni	P	Cr	N	S
Кремний	Медь	Мышьяк	Марганец	Никель	Фосфор	Хром	Азот	Сера
0,18-0,4%	До 0,3	До 0,08	1,3-1,7%	0,29%	0,03%	0,2%	0,007%	0,03%

Таблица 4 - Механические свойства в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	Q ₅	φ %
200	779	929	11	62
300	689	879	13	49
400	619	749	18	59
500	589	689	20	64
600	569	669	21	64
700	379	639	-	-

Таблица 5 - Температура точек критических

Критическая точка	°С
Ac1	720
Ac3(Ar _m)	830
Ar3(Ars _m)	710
Ar1	620
Mn	320

Таблица 6 - Предел выносливости

σ_1 , МПа	σ_B , МПа
235	137

Таблица 7- Механические свойства в сечении 100 мм, сталь 09Г2С

Температура испытания, °С	50-100	50-250	50-350	50-450	50-550
Коэффициент линейного расширения (α , 10 ⁻⁶ 1/°С)	10,3	11,9	12,7	13,9	14,5

1.4 Анализ базовой технологии

Заготовка.

Заготовительный тех. процесс включает в себя раскрой части детали на листе, разметку, резку фасок, согласно конструкторской документации (рис. 2), дальнейшую зачистку от шлака после резки и правку части детали, приёмочный контроль ОТК.

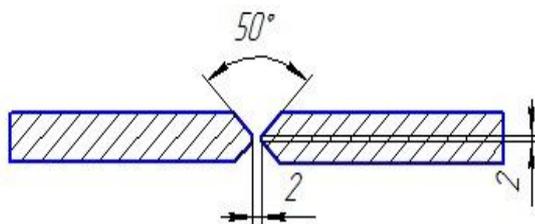


Рис.2 - Разделка кромок под электродуговую сварку

Сборочно-сварочная

Очистить части детали от грязи, масла, ржавчины.

Очистить массив плит от грязи и мусора. Вычертить плаз развертки обечайки, согласно чертежу.

Выложить части обечайки, согласно чертежу, плаза. Свести стыки частей с применением скоб, клиньев, технологических деталей (планок). Между стыками обязательно выдержать зазоры 3,0 мм (рис.3).

Определить неровности по торцам, с проверкой струной. По результатам проверки переустановить детали, устранив перепады по плоскости с помощью скоб, клиньев, технологических планок.

По ходу сборки прихватить части детали.

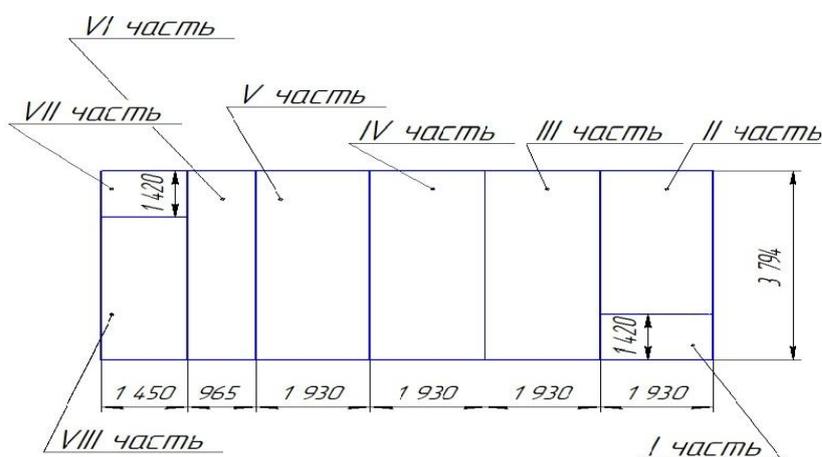


Рис.3 – Развёртка обечайки барабана.

Прихватка.

Зачистить места прихватки.

Прихватить собранное, согласно чертежа, ручной дуговой сваркой, электрод УОНИ 13/45 Ø4, I = 120-160А; Lприхватки = 40мм, на 2/3 сечения шва, всего 130шт. По краям прихватки обязательны. Качество прихваток должно соответствовать качеству основного шва.

Контрольная разметка.

Нанести осевые, согласно чертежа. Проверить правильность сборки, соответствие развёртки чертёжным размерам, отсутствие перепадов стыков по плоскости. Определить немерности. По результатам контрольной разметки переустановить части детали.

Сварка.

Зачистить прихватки.

Заварить собранное, ручной дуговой сваркой. Электрод УОНИ 13/45 Ø5.
I = 150-200А;

Варить от середины к краям, обратно ступенчатым способом, участками по 300-400мм. Корень шва проварить на глубину 10-12мм.

Вырезать корень шва угольным электродом ВДК8

Таблица 8 - Режимы сварки

Номер слоя шва	Способ сварки	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А	Напряжение, В
Первый	Электродуговая сварка	4-5	160-180	20-25
последующие			180-250	25-30
облицовочный			180-250	25-30

Слесарная.

Зачистить части детали от шлака после вырезки корня шва. Зачищать каждый проход перед наложением последующего. Зачистить развёртку заподлицо с основным металлом.

Правка.

Править развёртку на прессе, с передвижкой, поддержкой краном.
Править места поволок с нагревом отдельных мест пламенем горелки.

Ультразвуковой контроль.

Зачистить усиление сварного шва. Зачистить поверхность на 300мм в обе стороны, перпендикулярно самому шву. Контроль выполняется специалистами отдела неразрушающих методов контроля.

Вальцовка.

Вальцевать развёртку обечайки в вальцах, с предварительно подведёнными кромками с обеих сторон, с проверкой шаблоном, с подгонкой стыка. Стык прихватить.

Кромки подводятся под заданный диаметр, во избежание эллипсности обечайки. Данная операция является обязательной.

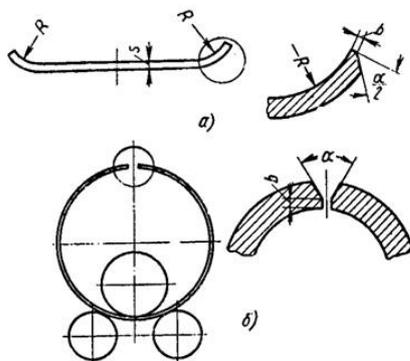


Рис.4- а) подводка кромок, б) вальцовка

В противном случае готовая обечайка не будет иметь цилиндрической формы. (Рис.5)

При вальцовке в трёх валковых вальцах невозможно получить правильную цилиндрическую форму без доработки – концы развёртки останутся прямыми (Рис.4а).

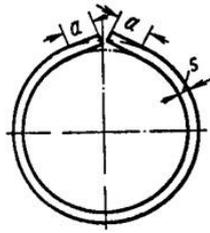


Рис.5- не свальцованные стыки

При вальцовке без подводки кромок ширина прямого участка составляет 300-600 мм.

Прихватка

Зачистить места прихватки.

Прихватить собранное, согласно чертежа, ручной дуговой сваркой, электрод УОНИ 13/45 Ø4, $I = 120-160A$; L прихватки = 40мм, на $2/3$ сечения шва, всего 130шт. По краям прихватки обязательны. Качество прихваток должно соответствовать качеству основного шва.

Сварка

Зачистить прихватки.

Заварить замыкающий стык обечайки, согласно чертежа, ручной дуговой сваркой. Электрод УОНИ 13/45 Ø5. $I = 150-200A$;

Варить от середины к краям, обратным ступенчатым способом, участками по 300-400мм. Корень шва проварить на глубину 10-12мм.

Вырезать корень шва угольным электродом ВДК8

Слесарная

Изготовить распорки из уголка 50 х 50 х 5, в кол-ве шести штук и установить их внутри обечайки, по ходу калибровки торцов, на расстоянии 400 мм от края. Прихватить.

Слесарная

Зачистить части детали от шлака после вырезки корня шва. Зачищать каждый проход перед наложением последующего. Зачистить развёртку заподлицо с основным металлом.

Калибровка

Калибровать обечайку под шаблон, с применением клиньев, стяжных домкратов, с нагревом отдельных мест пламенем горелки.

Ультразвуковой контроль

Зачистить усиление сварного шва. Зачистить поверхность на 300мм в обе стороны, перпендикулярно самому шву. Контроль выполняется специалистами отдела неразрушающих методов контроля.

Маркировка

Маркировать обозначение детали в соответствии с СТП и согласно чертежа.

1.5 Выявление существенных недостатков базовой технологии

Первый недостаток.

В базовом проекте варим ручной дуговой сваркой, которая очень удобна, например, при монтажных работах.

При изготовлении сборочных единиц габаритных размеров сыграют значительную роль следующие недостатки:

- низкая производительность при сварке толстомеров;
- обмазка сварочных электродов может быть отсыревшей;
- качество сварки напрямую зависит от квалификации сварщика.

Все это напрямую влияет на время изготовления. Электроды необходимо прокалить перед использованием, во избежании дефектов в сварном шве.

Скорость сварки низкая, так как ограничивается максимально допустимой величиной сварочного тока и при электродах большого диаметра просто перегревается, что недопустимо в нашем случае.

Так же, после ручной дуговой сварки будет очень трудоемкий процесс зачистки, так как увеличивается разбрызгивание.

Второй недостаток.

Вальцовка развёртки обечайки в трех валковых вальцах добавляет ряд дополнительных, необходимых операций, где используется дорогостоящее оборудование и задействовано много рабочих.

- резке частей на дополнительные части,
- зачистке,
- подводки кромок на прессе.

Все это сказывается на времени производства обечайки, затратах электроэнергии, материалов, массе наплавленного металла.

Таблица 9 - Разработка проекта технологических решений, улучшающих базовый технологический процесс сборки сварки изделия

Недостатки технологического процесса	Предложения по улучшению технологического процесса
Обечайка варится электродуговой сваркой, что увеличивает время сварки	Замена способа сварки на более удобный и оптимальный
Появляются дополнительные операции при вальцовке на трех валковых вальцах	Преимущества гибки развёртки на четырёх валковых вальцах

1.6 Задачи проекта

Произведя анализ базового проекта, можно сделать следующие выводы:

Данный вид сварки не является оптимальным в случае изготовления обечайки больших размеров из толщины листа S30.

Уходит много времени на зачистку каждого слоя в процессе многопроходной сварки. Много времени затрачивается на очистку детали от шлака и брызг после сварки. Высока вероятность дефектов в сварном шве.

Требуется дополнительное время на прокалывание электродов и их смену в процессе сварки.

Вальцовка в трёх валковых вальцах тоже не является оптимальным выбором, так как требует дополнительных операций с большим кол-вом персонала.

В данном проекте рассмотрим более оптимизированный способ гибки и сварки обечайки. Подберем оптимальный способ сварки, учитывая вес особенности детали и используемых материалов. Рассмотрим гибку развёртки на более современном оборудовании. Попробуем исключить дополнительные операции при обработке давлением.

2 Технологический раздел

2.1 Выбор способа сварки

Существует огромный выбор способов сварки. Рассмотрим некоторые из них, и подберём оптимальный вариант для нашего изделия.

Рассматриваемая сталь (09Г2С) имеет хорошую свариваемость.

Технологический процесс сваривания должен обеспечить конкретные требования, в числе которых основными считают равенство напряжений во всех участках соединения, выполненного сваркой, а так же отсутствие дефектов в сварном шве. Чтобы достигнуть такого результата, требуется наличие механических свойств металла шва и зоны около шва не менее нижнего

значения механических свойств основного металла. Большая часть свариваемых соединений особенно в сложных конструкциях, швы не могут содержать трещины, не проваренные участки, подрезы, поры. Жесткие требования предъявляются к размерам и к геометрической форме шва. Соединения, выполненные сваркой, должны обладать устойчивостью относительно перехода к хрупкому состоянию. Технологический процесс сварки в любой ситуации должен предоставить наивысшую производительность и экономичность[4].

Толщина металла обечайки барабана составляет 30мм. Поэтому, рационально использовать такие способы сварки: плавящимися электродами в инертном газе; плавящимися электродами в активном газе; плавящимися электродами в смеси активного и инертного газов; неплавящимися электродами в инертном газе; неплавящимися электродами в активном газе; неплавящимися электродами; автоматическая под флюсом;; электронно-лучевая; сварка давлением. При толщине металла от 30 мм не может быть выполнена контактная сварка и лазерная сварка.[5]

Протяженность сварных швов изделия составляет 53м. Поскольку шов сварки у изделия прямолинейный, то целесообразно применять такие виды сварок: сварка под флюсом; сварка в инертном газе; сварка плавящимися электродами в активном газе; сварка плавящимися электродами в смеси активного и инертного газов; электрошлаковая сварка. Габаритные размеры изделия достигают 15м. в длину и 3,2м. в диаметре, производить сварку давлением технологически трудно из-за большого габаритного размера изделия и малой толщины стенок по отношению к габаритам (используя сварку давлением, имеется вероятность коробления изделия)[6].

Такой вид продукции изготавливается в производственных условиях. Проводим выбор способов сварки: автоматическая сварка под флюсом, полуавтоматическая сварка плавящимися электродами в смеси активного и инертного газов, электрошлаковая сварка.

Таблица 10- Анализ преимуществ и недостатков способов сварки

Критерии выбора	Автоматическая сварка под флюсом	Электрошлаковая сварка	Полуавтоматическая сварка в среде защитных газов
1.1 Трудоемкость процесса сборки под сварку	Высокая	высокая	низкая
1.2 Положение шва в пространстве	нижнее	вертикальное	Во всех пространственных положениях
1.3 Механизирован подача проволоки	Да	Да	Да
1.4 Сварка минимальной толщины металла, мм	2-3	От 25	От 0,5-0,8
1.5 Автомат. поддержка постоянного вылета электрода	Да	Нет	Да
1.6 Эффективность сварки коротких участков шва	Не эффективна	Не эффективна	Эффективна
1.7 Возможность остановки процесса сварки	Не допустимо	Не допустимо	Допустимо

Имеется основательный недостаток у способа сварки под флюсом – большая жидкотекучесть, в связи с чем, возникает необходимость использования в проекте дополнительных приспособлений, обеспечивающих сварку горизонтального, вертикального, потолочного швов.

Электрошлаковая сварка имеет свои недостатки, основным можно назвать вертикальную направленность процесса сваривания или положение близкое к вертикали. Пределы минимальной толщины деталей, которые сваривают встык таким видом сварки, составляют 25 – 30 миллиметров. Экономическая целесообразность применения электрошлаковой сварки в получении соединения толстостенных конструкций. [5]

Изучив преимущества и недостатки, выбранных способов сварки, эффективнее будет использование полуавтоматической сварки в среде защитного газа, поскольку такой способ сварки технологически наиболее гибок, дешев и прост, не возникает трудозатрат с производством, хранением и подготовкой сварочных флюсов.

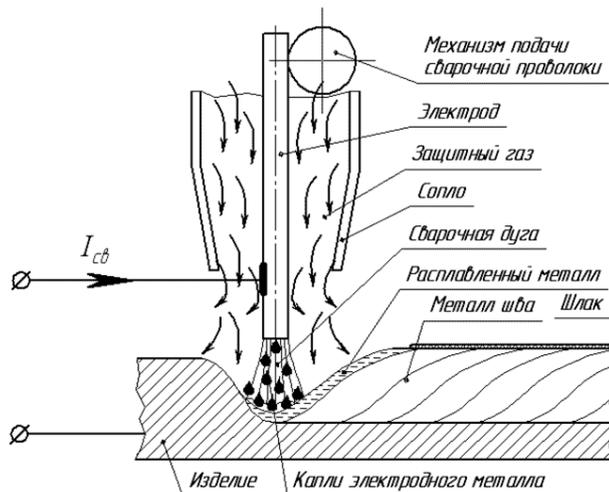


Рис.6- Сварка плавящимся электродом в среде защитного газа

2.2 Обоснование замены вальцев

Вальцы для оснащения производства выбираются исходя из технических характеристик. В частности, особое внимание уделяется мощности, необходимой для выполнения гибки металла, а также толщине и длине

изгибаемого листового металла. Процесс вальцовки, который избегает предварительной подгибки кромок с обеих сторон, позволяет снизить трудоёмкость операции до 30%, что оправдывает применение четырехвалковых станков [17].

Размеры карты обечайки барабана - 10 147×3 794 х 30 мм при внутреннем диаметре - 3 200мм.

Современные четырехвалковые вальцы имеют ряд преимуществ перед ранее разработанными трехвалковыми вальцами. Четырехвалковые гидравлические машины - это принципиально новое слово в области листогибочного оборудования. Гарантированный безукоризненный ход металлического листа обеспечивается как системой регулировки давления прижима, так и двумя валками с гидравлическим приводом и прижима. Производительность четырехвалковых машин превышает производительность трехвалковых машин на 50-80%.

Преимущества, характеризующие четырехвалковые вальцы, выделяются следующие.

1. Совершенная функция проведение гибок и подгибок обеспечивает более укороченный плоский край.
2. Вальцовка осуществляется за один проход, включая подгибка с 2 краев листового металла.
3. Отпадает необходимость в предварительной операции по подгибке металла с двух краев, если сравнивать с применением трехвалковых машин.
4. Автоматическая подгибка обеспечивает одноразовую подачу листа. Четырехвалковая машина заправляет лист металла горизонтально, тогда как в трехвалковой машине необходима наклонная подача.

Четырехвалковые вальцы типа 4R HSS 25-550 представлены на рисунке 13, технические характеристики которых приведены в табл.17.



Рис.13 - Вальцы четырехвалковые 4R HSS 25-550

Таблица 11 - Технические характеристики вальц 4R HSS 25-550 [18]

Мах листа	длина	Мах/min толщина обработ. материала	Диаметр валка, центр./ боковые	Размеры, ДхШхВ	Вес, кг
3800 мм		55/45 мм	550/530мм	6000x3000x2900	40000

Четырехвалковые вальцы типа Омега 460-40 показаны на рисунке 14.



Рис.14 - Вальцы четырехвалковые Омега 460-40

Таблица 12 - Технические характеристики вальцев Омега 460-40 [18]

Максимальная ширина листа	Max/min толщина листа	Диаметр валка	Минимальный диаметр гибки мм	Макс. толщина листа (мин. диаметр гибки, с подгибом) мм
3500 мм	35мм	460	460	25

Четырехвалковые вальцы типа Faccin Synchro 4090 приведены на рисунке 15, а технические характеристики в таблице 21.



Рис.15 - Вальцы четырехвалковые Faccin Synchro 4090

Таблица 13-Технические характеристики Faccin Synchro 4090 [18]

Максимальная ширина листа	Max/min толщина листа	Диаметр валка	Минимальный диаметр гибки мм	Макс. толщина листа (мин. диаметр гибки, с подгибом) мм
4000 мм	40мм	410	470	30

Таблица 14-Стоимость четырехвалковых вальцев

Источник сварочного тока	Стоимость, руб
Faccin Synchro 4090	1 100 000
4R HSS 25-550	1 300 000

По своим техническим характеристикам для вальцовки обечайки барабана подходят вальцы Faccin Synchro 4090 и 4R HSS25-550. Выбираем вальцы с наименьшей стоимостью - Faccin Synchro 4090 (табл.22).

Таким образом, для проектной технологии выбираем оборудование, которое приведено в таблице 21.

Таблица 15 - Оборудование для проектной технологии

Наименование	Количество	Цена, руб.
Источник питания Kemppi FastMig KMS 500	1	90 000
Вальцы четырехвалковые Faccin Synchro 4090	1	1 100 000
Итого		1 190 000

3 Разработка технологического процесса изготовления изделий по проектной технологии

3.1 Проектный вариант

На заготовительном участке детали режутся по размерам чертежа, на листах производится двухсторонний скос кромок под сварку по всему контуру листов (рис. 15).

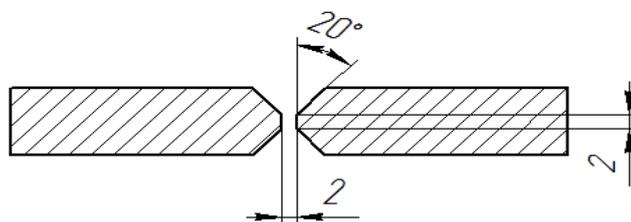


Рис.15 - Разделка кромок для электродуговой сварки

Затем листы зачищаются и правятся на прессе частях

Слесарная операция.

Зачистить свариваемые кромки и околошовную зону на 20мм в обе стороны от шва.

Перед сваркой зачистить прихватки.

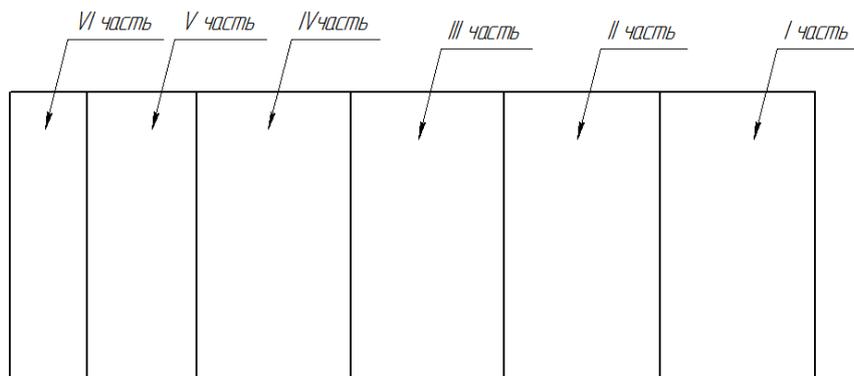


Рис.16-развернутая карта обечайки барабана

Сборочная.

Собрать развертку детали из частей, согласно чертежа, с применением скоб, клиньев, домкратов. Прихватить.

Прихватка.

Прихватить собранное, согласно чертежа, руно дуговой сваркой. Электрод УОНИ 13/45 Ø4 ГОСТ 9466-75; I = 120-160А; По краям прихватки обязательны.

Контрольная разметка

Нанести осевые, согласно чертежа, проверить правильность сборки, соответствие детали чертежных размеров. Определить немерности.

Сварка

Заварить собранное, согласно чертежа, полуавтоматической сваркой, в среде защитных газов, омеднённой проволокой 1,2Св08Г2С ГОСТ 2246-70,

Лшва= 38,0м. При многопроходной сварке, зачищать предыдущий слой перед наложением последующего. Кантовать в процессе сварки один раз.

Вырезать корень сварного шва угольным электродом ВДК 8

Таблица 16-Режимы сварки

Номер слоя шва	Способ сварки	Диаметр, проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжения, В
Первый	Полуавтомат. сварка среде	1,2	250-370	18-20
Последующие		1,2	270-350	24-27
Облицовочный	Ar+CO ₂	1,2	390-420	28-32

Слесарная

Зачистить шов и околошовную зону от брызг сварки.

Правка.

Править развертку на плоскость с применением клиньев, домкратов, с нагревом отдельных мест пламенем горелки.

Слесарная

Зачищаются площадки вдоль швов с 2-х сторон, на ширину 150-200мм для контроля УЗК до знака Ra=2.5 зачистка ведется перпендикулярно оси швов.

Контроль УЗК

Наносится контактная смазка на поверхность контроля. Производится УЗК сварных швов.

Вальцовка.

Вальцевать обечайку под шаблон $R_{вн}=1600$. Совместить края, свести стык. Прихватить по ходу совмещения кромок.

Прихватка

Прихватить стык обечайки. Длина прихватки 40мм на 2/3 толщины через 300-400мм. По краям прихватки обязательны. Качество прихватки должно соответствовать качеству основного шва. $\varnothing 1,2$ Св-08Г2С-О. $I_{св}=120-150A$

Сварка

Заварить стык обечайки, согласно чертежа, полуавтоматической сваркой, в среде защитных газов. Сварка ведется обратно-ступенчатым способом, от середины к краям, короткими участками. $L_{шва}=8,0m$. В процессе сварки выбрать корень шва угловым электродом ВДК 8, зачистить места выборки.

Подварочный шов после выборки корня шва варить в 3 прохода полуавтоматической сваркой в среде Ar+CO₂. При многопроходной сварке, зачищать предыдущий слой перед наложением последующего.

Слесарная

Зачистить шов и околошовную зону от брызг сварки. Снять усиление сварного шва шлиф. машинкой.

Калибровка

Калибровать обечайку под шаблон R_{вн}=1600 с нагревом отдельных мест пламенем горелки, технологических распорных и стяжных домкратов.

Слесарная

Изготовить 12 распорок по внутреннему диаметру, длиной по месту из уголка 50 x 50 x 5 и установить внутрь обечайки по ходу калибровки торцев на расстоянии 300мм от торцев, равномерно по диаметру (по 6 штук на каждый торец). Прихватить распорки усиленными прихватками.

Слесарная

Зачищаются площадки вдоль швов с 2-х сторон, на ширину 150-200мм для контроля УЗК до знака Ra=2.5 зачистка ведется перпендикулярно оси швов. Наносится контактная смазка на поверхность контроля. Производится УЗК сварных швов.

Контроль УЗК

Наносится контактная смазка на поверхность контроля. Производится УЗК сварных швов.

Маркировка

Обечайка маркируется в соответствии с чертежом. [3]

3.2 Изменяющие показатели

В базовом технологическом процессе карта собирается из 8 ми частей, в проектном технологическом процессе карта будет собираться из бти частей. Длина швов сокращается на 7 метров.

При использовании четырехвалковых вальцев отсутствуют такие операции как:

- разметка и резка крайних листов на дополнительные части;
- разметка и срезка фасок;
- слесарные операции;
- подводка кромок;

Проектный технологический процесс обеспечивает уменьшение времени выполняемых работ, из-за отсутствия трудоемких операций по очистке изделия от шлака и брызг электродного металла.

Увеличивается количество наплавленного металла в единицу времени и уменьшаются потери металла электрода при разбрызгивании.

Социальный эффект разработанного варианта заключается в том, что предложенная технология повлияет и на условия труда рабочих.

Гигиенические условия труда на рабочем месте сварщика улучшают за счет сокращения большого объема аэрозолей и дымов, выделенных при сварке. Меньшее количество дыма, сварочных аэрозолей и вредных газов способствуют сохранению здоровья сварщиков и способствуют длительно работать с повышенным вниманием. Происходит уменьшение риска приобрести профессиональное заболевание сварщика - силикоз легких.

Со стороны ТБ и охраны труда сварка в среде защитном газе превосходит дуговую сварку покрытыми электродами. При автоматической сварке количество вредных выделений значительно меньше, меньше разбрызгивания, меньшая вероятность обжечься.

Технический эффект разработанного варианта заключается в том, что с применением полуавтоматической сварки в защитном газе обеспечивает уменьшение времени выполняемых работ, из-за отсутствия трудоемких операций по очистке изделий от шлака и брызг электродного металла. Увеличивается количество наплавленного металла в единицу времени и

уменьшаются потери металла электрода при разбрызгивании. Стабильность процесса сварки не нарушается даже с некоторой неравномерностью у сварочной проволоки, не влияет на стабильность и наличие на проволоке смазочных веществ или ржавчины.

Выбранная технология сварки повышает качественные характеристики изделий, так как при сварке в среде защитного газа ($Ar+CO_2$) имеется смесь, защищающая швы сварки от вредных примесей в кислороде. Так же при сварке уменьшается зона теплового влияния, что способствует уменьшению деформаций, появляющихся в процессе сварки. При сварке в защитном газе, шов получается аккуратнее и красивей. Уменьшение количества оксидных включений измельчает зерно, улучшается микроструктура металла. Увеличивается глубина провара шва, повышается его плотность, что в конечном итоге увеличивает прочность свариваемой конструкции.

3.3 Контроль качества сварных соединений

Организацией-производителем работ в обязательном порядке проводится пооперационный контроль за всеми технологическими процессами, осуществляющими подготовку, сборку деталей для сварки, саму сварку и термическую обработку соединений, ликвидацию всех дефектных включений в сварном соединении.

Проводить контроль сварных соединений с помощью физических методов могут только сотрудники, обладающие специальной теоретической и практической подготовкой, имеющие аттестацию на основании Правил аттестации сотрудников по неразрушающим методам контроля (ПБ 03-440-02).[15]

Перед сваркой контролю подлежит:

- Качество и состояние поверхности
- Качество подготовки кромок под сварку

- Качество сборки (зазор в стыке, перепад кромок, измерительный контроль изделий или сборочных единиц)

В процессе сварки контролю подлежат:

- Технологические параметры процесса сварки
- Порядок наложения слоев шва
- Толщина и ширина валика шва
- Качество послойной зачистки зачистки шлака
- Температура детали и окружающего воздуха

После сварки контролю подлежат:

- Геометрические размеры изделий или сборочных единиц
- Клеймение шва
- Размеры выполненного шва
- Смещение кромок
- Наличие и размеры поверхностных дефектов в сварных швах[16]

3.3.1 Неразрушающий контроль качества готового изделия

Выбор методов контроля

Основными видами неразрушающего контроля металла и сварных соединений являются:

- визуальный и измерительный;
- радиографический;
- ультразвуковой;
- измерение твердости;
- капиллярный контроль;
- магнитопорошковый контроль;
- гидравлические испытания;

Выбор метода контроля определяется конструктивными особенностями изделия, физическими свойствами контролируемого материала, техническими требованиями изготовления изделия[16].

Визуальный и измерительный контроль.

Визуальному и измерительному контролю подлежат все сварные соединения сосудов и их элементов в целях выявления в них следующих дефектов:

- трещин всех видов и направлений;
- свищей и пористости наружной поверхности шва;
- подрезов;
- наплывов, прожогов, незаплавленных кратеров;
- смещения и совместного увода кромок свариваемых элементов свыше норм, предусмотренных Правилами;
- непрямолинейность соединяемых элементов;
- несоответствие формы и размеров швов требованиям технической документации.

Перед визуальным осмотром поверхность сварного шва и прилегающие к нему участки основного металла шириной не менее 20 мм в обе стороны от шва должны быть зачищены от шлака и других загрязнений, при электрошлаковой сварке это расстояние должно быть не менее 100 мм.

Осмотр и измерения сварных соединений должны производиться с наружной и внутренней сторон по всей протяженности швов. [15]

Радиографический и ультразвуковой методы контроля.

На выбор метода контроля (ультразвуковая дефектоскопия, радиографический контроль, оба метода в сочетании) оказывает влияние обеспечение выбранным методом поиска недопустимых дефектов. Выбранный метод контроля должен учитывать физические особенности свойств металла, особенности методики контроля в конкретном виде сварного соединения.

Использование метода контроля с применением ультразвуков целесообразно, если толщина свариваемой части изделия 30 миллиметров. [17]

Цветной и магнитопорошковый метод дефектоскопии

Капиллярный и магнитопорошковый контроль сварных соединений и изделий являются дополнительными методами контроля, устанавливаемыми чертежами и НД в целях определения поверхностных или под поверхностных дефектов.

Магнитопорошковым методом следует контролировать поверхности из углеродистых, легированных сталей.

Цветным методом следует контролировать поверхности из аустенитных сталей.

Выбранные методы неразрушающего контроля:

- Визуальный и измерительный контроль;
- Ультразвуковой метод контроля;

3.3.2 Визуальный и измерительный контроль.

Перед визуальным осмотром поверхность сварного шва и прилегающие к нему участки основного металла шириной не менее 20 мм в обе стороны от шва должны быть зачищены от шлака и других загрязнений.

Осмотр и измерения сварных соединений должны производиться с наружной и внутренней сторон по всей протяженности швов.

Проведение внешнего осмотра сварного шва или наплавленной поверхности является обязательной составляющей в процессе контроля.

Самые явные дефекты конструкций и материалов устанавливаются визуальным контролем. Внешний осмотр исследуемого объекта на предмет дефектов производится, как с применением оптических средств, так и без них. Главный недостаток визуального контроля заключается в ограниченности такого метода, поскольку он позволяет исследовать только видимые факторы. Тем не менее, визуальный контроль - необходимое звено комплексной дефектоскопии.

Проведение визуального и измерительного контроля, как самого простого и информативного метода, являются обязательными. Такие неразрушающие методы могут применяться часто и без специального оборудования, используют лишь простейшие измерительные средства. Подобный метод выявляет наличие

поверхностных трещин, кратеров, подрезов, прожогов, наплывов и иные дефекты. Недостатки этого метода:

- небольшая вероятность обнаружить мелкие дефекты на поверхности;
- выявление дефектов зависит от возможностей конкретного человека – остроты зрения, степени утомления, наработанного опыта и других;
- на точность поиска дефектов влияют условия контроля – освещенность, контрастность и др.

И всё же, наличие простоты, небольшой трудоемкости и присутствие информативности обеспечивают этому методу обязательное проведение перед проведением других методов. Уникальность других методов и средств, последующих операций контроля, не отменяют визуальный осмотр. На оптимальном для глаз расстоянии - 250 мм различают детали размером ~0,15 мм, однако возможности глаза ограничены при осмотре удаленных, движущихся, недостаточно освещенных объектов.[19]

Таблица 17- Состав комплекта

№	Наименование	Кол-во
1	Универсальный шаблон сварщика УШС – 3	1 шт.
2	Лупа 10-х измерительная с подсветкой (0,1 мм.) в комплекте с батарейками типа «АА» -	2 шт.
3	Лупа 4-х просмотровая ЛП-4 (поле зрения 65 мм)	1 шт.
4	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0.1, с глубиномером	1 шт.
5	Линейка измерительная металлическая (150 мм.) Л-150	1 шт.
6	Линейка измерительная металлическая (300 мм.) Л-300	1 шт.
7	Набор шаблонов радиусный № 1	1шт.
8	Набор шаблонов радиусный № 3	1 шт.
9	Набор щупов № 4 (0,1-1 мм)	1 шт.
10	Метр складной металлический	1 шт.
11	Рулетка с металлической лентой 2 м.	1 шт.

Продолжение таблицы 17

12 Мел маркировочный КОН-I-NOOR	1 шт.
13 Маркер	1 шт.
14 Фонарик (в комплекте с батарейками типа «АА»)	1 шт.



Рис.17- Набор инструментов для визуального метода контроля

3.3.3 Ультразвуковой метод контроля

Указанный объем контроля относится к каждому сварному соединению. Места сопряжений (пересечений) сварных соединений подлежат обязательному контролю ультразвуковой дефектоскопией.

Способность высокочастотного механического колебания проникать через металл шва и отражаться от какого-то дефекта, лежит в основе ультразвукового метода. Контроль проводят с помощью специального щупа, преобразующего сигнал из электрического в ультразвуковой. Отраженные от дефекта, ультразвуковые колебания вновь преобразуются в сигнал электрический. Используется частота колебания ультразвукового метода от 8

до 25 мегагерц. Таким методом контролируют качество сварного соединения металла, имеющего толщину более 4 мм.

Ультразвуковой метод контроля относится к очень эффективным методам, позволяющим выявлять в действительности все имеющиеся дефектные образования. Его характеризует высокая производительность и маневренность при монтаже тепломеханического оборудования, а в отличие от метода рентгено-гаммаграфии безопасен.

Таблица 18 -Размеры пор и шлаковых включений

Толщина свариваемых элементов, мм.	Поры или включения, мм.		Суммарная длина, мм.
	Ширина	Длина	
30 – 40	2,5	5,5	15
45 – 67	4	12	40
67 – 90	5	12	50
90 – 120	5	12	50
120 – 200	5	12	70

3.3.4 Выбор оборудования для неразрушающего контроля

В практической деятельности по контролю качества сварного соединения применяют ультразвуковую дефектоскопию теневой, зеркально-теневой или эхо-методы. При ультразвуковой дефектоскопии признаками выявления дефектов являются: в теневом методе – дефект снижает интенсивность (амплитуду) ультразвуковой волны, которая проходит через соединение, от излучающего искателя к приёмному; в зеркально-теневом – дефект снижает интенсивность (амплитуду) ультразвуковой волны, которая отражается от противоположной стороны (дно) соединения (донный сигнал); в эхо – методе – искатель принимает волну, отраженную дефектом в соединении (прием эхо-сигнала).

Ультразвуковая дефектоскопия использует ультразвуковые волны, имеющие частоту колебания от 0,5 до 5 мегагерц, направленность продольная и поперечная, редко применяются нормальные волны.

Для контроля применяется ультразвуковой дефектоскоп УД2-70 [18].



Рисунок 18 -Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70

Назначение.

Данный дефектоскоп применяют в контроле для поиска дефектных включений, таких как нарушение однородности и сплошности материала готового изделия, полуфабриката, сварного соединения. Он определяет координаты нахождения дефектов, измеряет отношение амплитуды сигнала, отраженного от дефекта.

4. Оценка безопасности и экологичности технологии механизированной сварки плавлением в смеси защитных газов

4.1 Технологическая характеристика объекта

Таблица 19 - Технологический паспорт механизированной сварки плавящимся электродом (объекта) обечайки барабана мельницы МСЦ 3200х4500

№ п/п	Технологический процесс, вид операций	Технологическая операция	Должность, выполняющего операцию	Оборудование, приспособление	Материалы, вещества
1	Зачистка кромок под сварку	слесарная	Слесарь-сборщик	Шлифовальная машина радиальная	
2	Сборка карты обечайки	Сварка (прихватки)	Сварщик	сварочный аппарат FastMig KMS500	Электродная проволока Смесь Ar+CO ₂
3	Сварка карты обечайки барабана мельницы	Сварка шва карты обечайки многослойная	Сварщик	Измерительный инструмент ВИК клинья, сварочный аппарат FastMig KMS500, сборочная плита	Электродная проволока. Смесь Ar+CO ₂
4	Контроль качества сварного шва	Контроль шва	Дефектоскопист по УЗК	Ультразвуковой дефектоскоп	-

Таблица 20 – Профессиональных рисков при сборке и сварке карт обечайки.

№п/п	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный производственный фактор	Источник опасного производственного фактора
1	Зачистка кромок под сварку	острые кромки, заусенцы	Шлифовальная машина
2	Сборка карты обечайки барабана мельницы	острые кромки, заусенцы листового проката, аэрозоли, излучение дуги	кромки листов проката, сварочная дуга

Продолжение таблицы 20			
3	Сварка карты обечайки барабана мельницы	температура сварочной дуги и шва, излучение дуги, аэрозоли	Сварочная дуга, расплавленный металл шва, брызги электродной проволоки
4	Контроль качества св. шва	Повышенный уровень частоты ультразвука	Ультразвуковой дефектоскоп

Таблица 21 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов при механизированной сварке плавящимся электродом карт обечайки барабана мельницы.

№ п/п	Опасный и вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты и снижения, действия вредного опасного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Острые кромки, заусенцы заготовок	Периодический инструктаж по ТБ	Защитные очки, роба, перчатки
2	Высокая температура дуги, шва, брызг. Выделение аэрозолей	Периодический инструктаж по ТБ. Организация приточной и вытяжной вентиляции на раб. месте.	Перчатки, защитная роба, маска, краги, спец. обувь
3	Излучение дуги	Средства защиты глаз – светозащитные стекла Средства защиты кожи лица, рук – спец. маска, рукавицы	Сварочная маска, защитный костюм сварщика, рукавицы, обувь
4	Повышенный уровень частоты ультразвука	Использование спец. щитов, снижение времени контроля	-

Таблица 22 – Определение классов и опасных факторов пожара при сварке карт обечайки барабана

№ п/п	Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Сварочный участок	Механизм подачи присадочной проволоки	В	брызги плавящегося электрода	Образующийся в процессе пожара осколочный фрагмент

Продолжение таблицы 22				
	св. аппарат FastMig KMS500	Е	Перегрев ИП выше допустимой температуры	Замыкание электрических проводов

Таблица 23 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки систем пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Вода, песок, кошма,	-	Пожарный кран	Система передачи извещения о пожаре	Огнетушитель ОВП-80	Гражданский фильтрующий противогаз	Пожарный топор, Лопата, Лом, багор	Пожарная сигнализация, Система оповещения о пожаре

Таблица 24 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных и технических мероприятий	требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Механизированная сварка плавящимся электродом в смеси газа обечайки барабана	Инструктаж сварщика о мерах пожарной безопасности при проведении работ по сварке Обеспечение первичных средств тушения пожара	Знание правил пожарной безопасности. Применение защитных экранов для предотвращения разбрызгивания пр. проволоки. Проверка наличия первичных средств тушения пожара

Таблица 25 – Определение экологических факторов технологии механизированной сварки плавящимся электродом обечайки барабана

Наименование технологического процесса	Составляющие технологического процесса, оборудование	Негативное воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное воздействие технического объекта на литосферу
Технология мех. Сварка плавящимся электродом в смеси газов обечайки барабана	Подготовка кромок, сборка, сварка, контроль. Сварочный аппарат FastMig KMS500, Сбор. плита, смесь защитных газов, УЗК	Аэрозоли, пыль	Вода не используется	Почва не загрязняется. Отходы проката сдаются в металл.

Таблица 26 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Сварка обечайки барабана мельницы
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Вытяжная вентиляция
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Использование воды не предусматривается
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Отходы от сварки обечайки барабана сдаются в металл.

В качестве технического объекта рассмотрена технология механизированной сварки плавящимся электродом в смеси защитных газов обечайки барабана мельницы и выбранное инженерно-техническое оборудование, разработаны меры по безопасности при работе с ними. Так же исключены все возможные пожароопасные и экологические риски.

5 Экономическая эффективность проекта

5.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Таблица 27 – Варианты сравнения

Базовый вариант	Проектный вариант
<p>Ручная дуговая сварка отличается простотой и относительно невысокой себестоимостью, по этой причине до сих пор сохраняет свою популярность.</p> <p>Преимущества:</p> <ul style="list-style-type: none">-нет длительных подготовительных процедур;-аппараты для сварки и расходные материалы отличаются компактностью и мобильностью;-возможна сварка в любых пространственных положениях;-возможность сварки в труднодоступных местах и на монтаже. <p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none">-низкая производительность при сварке толстомеров;-обмазка сварочных электродов может быть отсыревшей;-качество сварки напрямую зависит от квалификации сварщика.	<p>Сущность сварки в смеси защитных газов заключается в том, что дуга горит в струе защитного газа, оттесняющего воздух из зоны сварки и защищающего расплавленный металл от попадания кислорода в сварочную ванну. Использование термина <полуавтоматическая> не совсем корректно, так как для оборудования предусматривается автоматическое саморегулирование дуги и скорость плавления электрода.</p> <p>Преимущества:</p> <ul style="list-style-type: none">-простота работы, не требующей квалификации сварщика;-отсутствие трудоёмких операций после заварки швов, по очистке поверхности;-надёжная защита сварочной ванны от кислорода и вредных для сварного шва примесей;-хороший внешний вид сварного соединения;-пропадает необходимость в прокатке электродов;

5.2 Исходные данные по проекту

Исходные данные, которые собраны на предприятии, необходимы для проведения расчетов, сведены в таблице 30.

Таблица 28 – Исходные данные для расчета

№	Наименование показателей, ед. изм.	Усл. обознач.	Базовый вариант	Проектный вариант
1	2	3	4	5
1.	Норма расхода основного материала, кг	H_M	12500	12500
2.	Коэффициент транспортно-заготовительных расходов	$K_{ТЗ}$	0,9	0,9
4.	Коэффициент доплат к основной зарплате	K_d	2,1	2,1
5.	Коэффициент отчислений на дополнительную зарплату, %	$K_{доп.}$	12	12
6.	Балансовая стоимость оборудования, руб.	$Ц_{об.}$	75000	110 000
7.	Норма амортизационных отчислений на оборудование, %	H_a	18	18
8.	Мощность оборудования, кВт	$M_o.$	10,3	10,3
9.	Коэффициент полезного действия оборудования	КПД	1,2	1,5
10.	Стоимость электроэнергии, руб/кВт	$Ц_{ээ}$	3,84	3,84
11.	Цена 1 кг присадочной проволоки Св08Г2С-О, (диаметр 1,6мм), руб.	$Ц_{эл.пр}$		320
12.	Цена защитного газа (Ar+CO ₂), руб/м ³	$Ц_{з.г.}$		42
13.	Цена 1кг электродов УОНИ 13/45 Ø4мм	$Ц_{эл.}$	78	

5.3 Расчет штучного времени

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{о}} + t_{\text{в}} + t_{\text{отл}} + t_{\text{обсл.}} + t_{\text{н.п.}} \quad (1)$$

где $t_{\text{о}} = t_{\text{м}}$ – основное (машинное) время, для процесса сварки это время работы сварочного оборудования, то есть время горения дуги,

$t_{\text{в}}$ – вспомогательное время, 15% от $t_{\text{о}}$

$t_{\text{отл.}}$ – время на отдых и личные надобности $t_{\text{отл.}} = 5\%$ от $t_{\text{о}}$;

$t_{\text{обсл.}}$ – время обслуживания рабочего места $t_{\text{обсл.}} = 8\%$ от $t_{\text{о}}$;

$t_{\text{н.п.}}$ – время неустраняемых перерывов, 0,03 ч

На основе данных элементов штучного времени, которое требуется для производства одного изделия, создаем сводную таблицу трудоемкостей операций для двух сравниваемых варианта.

Таблица 29- Трудоемкость базового технологического процесса

Операции	$t_{\text{о}}$ (ч)	$t_{\text{в}}$ (ч)	$t_{\text{отл.}}$ (ч)	$t_{\text{обсл.}}$ (ч)	$t_{\text{н.п.}}$ (ч)	$t_{\text{шт}}$ (ч)
Заготовительная	12,0	1,8	0,6	0,96	0,05	15,4
Сборочная	15,0	22,5	0,75	1,2	0,05	39,5
Сварочная	70,0	10,5	3,5	5,6	0,05	89,6
Контрольная	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1
Итого:						145,0

Таблица 30- Трудоемкость проектного технологического процесса

Операции	t_o (ч)	t_B (ч)	$t_{отл.}$ (ч)	$t_{обсл.}$ (ч)	$t_{н.п.}$ (ч)	$t_{шт}$ (ч)
Заготовительная	12,0	1,8	0,6	0,96	0,05	15,4
Сборочная	15,0	22,5	0,75	1,2	0,05	39,5
Сварочная	53,0	7,95	2,25	3,6	0,05	66,9
Контрольная	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1
Итого:						122,8

Для ручной и полуавтоматической сварки плавлением однопроходных швов на единицу изделия:

$$t_o = \frac{60 \cdot M_{напл.} \cdot L_{шва}}{I_{св.} \cdot \alpha_{напл.}} \quad (2)$$

$$t_{o \text{ баз}} = \frac{60 \cdot 64 \cdot 32}{220 \cdot 9} = 62 \text{ часа}$$

$$t_{o \text{ проект}} = \frac{60 \cdot 50 \cdot 32}{350 \cdot 9} = 45 \text{ часа}$$

где: $M_{напл}$ - масса наплавленного металла в изделии, кг;

$L_{шва}$ - длина швов в изделии, м;

$I_{св}$ - сила сварочного тока, А;

$\alpha_{напл.}$ - коэффициент наплавки при электродуговой сварке, Г/А·час.

5.4 Определение типа производства

Таблица 31- Характеристика заданной программы годового выпуска продукции для определения типа производства

Масса сварного изделия (кг)	Годовой выпуск продукции Nпр по типам производства							
	Единичное и мелкосерийное		Серийное (среднесерийное)		Крупносерийное		Массовое	
	Тыс. тонн	Тыс. штук	Тыс. тонн	Тыс. штук	Тыс. тонн	Тыс. штук	Тыс. тонн	Тыс. штук
до 25	до 0,125	до 5	0,125 – 5	5 – 200	5 – 10	200–800	Св.10	Св. 800
25 – 100	0,2	2 – 8	0,2 – 10	8 – 100	10 – 20	100–400	Св.20	Св.400
100 – 500	0,25	0,5 – 25	0,25 – 15	25 – 150	15 – 35	150–350	Св.35	Св.350
500 – 1000	0,3	0,3 – 2,6	0,3 – 5	2,6 – 10	5,0 – 50	10–100	Св.50	Св.100
1000 – 5000	1,0	0,2 – 1,0	1,0 – 10	1,0 – 17	10 – 70	17–70	Св.70	Св. 70
5000 – 25000	2,5	0,1 – 0,5	2,5 – 15	0,5 – 10	15 – 100	10–25	Св.100	Св.25
25000 – 100000	5,0	0,05 – 0,2	5,0 – 100	0,2 – 4	100 – 250	4,0–10	Св. 250	Св.10
50000 – 100000	1,0	до 0,01	1,0	Св. 0,01	–	–	–	–

Nпр=10шт

5.5 Капитальные вложения в оборудование

Расчет общих капитальных вложений в оборудование

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{пр.}} + K_{\text{соп}} \quad (3)$$

$$K_{\text{общ баз}} = 14\,000 \text{руб}$$

$$K_{\text{общ проект}} = 14\,000 + 22\,260 = 36\,200 \text{руб}$$

где: $K_{\text{пр.}}$ – объем прямых вложений в оборудование, руб.;

$K_{\text{соп.}}$ – объем сопутствующих вложений для приобретенного оборудования, руб.

$$K_{\text{пр. баз}} = \sum C_{\text{об.}} \cdot k_{\text{з}} \quad (4)$$

$$K_{\text{пр. баз}} = 70\,000 \cdot 0,2 = 14\,000 \text{руб}$$

$$K_{\text{пр. проект}} = 111\,000 \cdot 0,2 = 22\,200 \text{руб},$$

где $C_{\text{об.}}$ – цена единицы оборудования, руб;

$k_{\text{з}}$ – коэффициент загрузки оборудования

Определяем количество единиц сварочного оборудования, которое требуется при выполнении данной программы изготовления изделий

$$n_{\text{об.расчетн.}} = \frac{N_{\text{пр.}} \cdot t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{р}} \cdot 60} \quad (5)$$

$$n_{\text{об.расчетн.}} = \frac{10 \cdot 6480}{5707 \cdot 60} = 0.56$$

$$n_{\text{об.расчетн. проект}} = \frac{10 \cdot 5220}{5707 \cdot 60} = 0.4$$

где: $N_{\text{пр}}$ – программа выпуска изделий, шт.;

$t_{\text{шт}}$ – штучное время для изготовления одного изделия, мин;

$\Phi_{\text{р}}$ – фонд времени работы сварочного оборудования, час.

Определение коэффициента загрузки сварочного оборудования производится по формуле:

$$k_3 = \frac{n_{\text{об.расчетн.}}}{n_{\text{об.принят.}}} \quad (6)$$

$$k_{3(\text{баз})} = \frac{0,56}{1} = 0,56$$

$$k_{3(\text{проект})} = \frac{0,4}{1} = 0,4$$

5.6 Определение фонда времени работы сварочного оборудования

$$\Phi_P = (D_K - D_{\text{вых.}} - D_{\text{пр.}}) \cdot T_{\text{см.}} \cdot S \cdot (1 - k_{\text{р.п.}}) \quad (7)$$

$$\Phi_P = (365 - 105 - 8) \cdot 8 \cdot 3 \cdot (1 - 0,06) = 5\,707 \text{ часов}$$

где: D_K – число календарных дней в году;

$D_{\text{вых.}}$ – число выходных дней в году;

$D_{\text{пр.}}$ – число праздничных дней в году;

$T_{\text{см.}}$ – длительность рабочей смены, час;

S – число рабочих смен;

$k_{\text{р.п.}}$ – потери времени работы оборудования на ремонт и переналадку (0,06).

5.7 Определение сопутствующего объема капитальных вложений

$$K_{\text{соп.проект}} = K_{\text{монт.}} + K_{\text{площ}} \quad (8)$$

$$K_{\text{соп.проект}} = 14\,000 + 22\,220 = 36\,220 \text{ руб.}$$

где: $K_{\text{монт.}}$ – объем затрат при монтаже оборудования;

$K_{\text{дем.}}$ – объем затрат при демонтаже оборудования;

$K_{\text{площ.}}$ – объем затрат на производственные площади под оборудование.

$$K_{\text{монт.}} = \sum C_{\text{об.}} \cdot k_{\text{монт.}} \quad (9)$$

$$K_{\text{монт.}} = 110\,000 \cdot 0,2 = 22\,000 \text{руб}$$

где: $k_{\text{монт.}}$ – значение коэффициента при монтаже = 0,2.

$$K_{\text{дем.}} = \sum C_{\text{об.}} \cdot k_{\text{дем.}} \quad (10)$$

$$K_{\text{дем.}} = 70\,000 \cdot 0,2 = 14\,000 \text{руб}$$

где: $k_{\text{дем.}}$ – значение коэффициента при демонтаже = 0,2.

Удельные капитальные вложения в оборудование
(объем капитальных вложений на единицу изделия)

$$K_{\text{уд}} = \frac{K_{\text{общ.}}}{N_{\text{пр}}} \quad (11)$$

$$K_{\text{уд баз}} = 1400/10 = 1400 \text{руб}$$

$$K_{\text{уд проект}} = 36220/10 = 3622 \text{руб}$$

5.8 Проведение расчетов себестоимости для сравниваемых вариантов

Объем затрат на материалы

$$ЗМ = ЗМ_{\text{основн.}} + ЗМ_{\text{вспомог.}} \quad (12)$$

$$ЗМ_{\text{баз}} = 325\,000 + 8250 = 333250 \text{руб}$$

$$ЗМ_{\text{проект}} = 320\,000 + 4900 = 324900 \text{руб}$$

Объем расходов на основные и вспомогательные материалы определяют на основе чертежа и карты технологического процесса, нормативных документов, например ведомость материалов.

Затраты на основной материал:

$$ЗМ_{\text{основн.}} = Н_{\text{м}} \cdot Ц_{\text{м}} \cdot k_{\text{т.з.}} - Н_{\text{отх}} \cdot Ц_{\text{отх}} \quad (13)$$

$$ЗМ_{\text{основн.}} = 11\,306 \cdot 25 \cdot 1,2 - 2\,210 \cdot 10 = 333\,250 \text{руб}$$

$Н_{\text{м}}$ - норма расхода основного материала на заготовку, кг;

$Ц_{\text{м}}$ - цена одного кг материала, руб;

$Н_{\text{отх}}$ - норма отходов основного материала, кг;

$Ц_{\text{отх}}$ - цена одного кг отходов основного материала, руб;

$k_{\text{т.з.}}$ - коэффициент транспортно-заготовительных расходов,

Объем затрат на вспомогательные материалы:

В реализации процессов, обеспечивающих сварку или пайку изделий применяются вспомогательные материалы, к которым относят:

а) материалы, которые формируют шов и неразъемное соединение: плавящиеся электроды, сварочная проволока, присадки, припои, напыляемые материалы и т.п.

б) материалы, которые не формируют шов: защитные газы, флюсы, неплавящиеся электроды и т.д.

Объем затрат на приобретение электродного сварочного материала (электроды или сварочная проволока):

$$З_{\text{эл}} = Н_{\text{св. мат.}} \cdot Ц_{\text{эл}} \quad (14)$$

$$З_{\text{эл баз}} = 117 \cdot 70 = 8\,250 \text{руб}$$

$$З_{\text{эл проект}} = 108 \cdot 45 = 4\,900 \text{руб}$$

где: $Н_{\text{св. мат.}}$ - норма расхода электродов, проволоки; кг

$Ц_{\text{эл}}$ - цена электродов, проволоки руб/кг;

Затраты на смесь защитных газов определяют по формуле:

$$Z_{з.г.} = N_{з.г.} \cdot C_{з.г.}, \quad (15)$$
$$Z_{з.г.проект} = 480 \cdot 4,3 = 2\,064 \text{руб}$$

где: $N_{з.г.}$ – норма расхода смеси газов на изделие, литр/мин;

$C_{з.г.}$ – цена защитного газа, руб/литр

Затраты на технологическую энергию.

Режимы сварки и технологические характеристики сварочного оборудования определяют объем затрат на технологическую энергию процесса сварки

$$Z_{эл. эн.} = \frac{P_{об.} \cdot t_0}{\eta \cdot 60} \cdot C_{эл.эн} \quad (16)$$
$$Z_{эл. эн. баз} = \frac{6,2 \cdot 3\,720}{0,78 \cdot 60} \cdot 2,5 = 1253 \text{руб}$$

$$Z_{эл. эн. проект} = \frac{8,4 \cdot 2\,730}{0,85 \cdot 60} \cdot 2,5 = 800 \text{руб}$$

$P_{об} = I_{св} \cdot U_d$ - полезная мощность оборудования, кВА

$$P_{об баз.} = 220 \cdot 28 = 6\,200 \text{ВА} = 6,2 \text{кВА}$$

$$P_{об баз.} = 350 \cdot 24 = 8\,400 \text{ВА} = 8,4 \text{кВА}$$

$C_{эл. эн}$ - цена одного Квт ч эл.эн. на базовом предприятии, 2,5 руб.

t_0 - время работы приспособлений для сварки при изготовлении одного изделия (смотреть в технологических картах), мин,

η - к.п.д. сварочной установки.

5.9 Определение объема затрат для содержания и эксплуатации стандартного и нестандартного оборудования

$$З_{об} = A_{об} + P_{т.р.} \quad (17)$$

$$З_{об \text{ баз}} = 2\,400 + 410 = 2\,810 \text{руб}$$

$$З_{об \text{ проект}} = 3\,500 + 700 = 4\,200 \text{руб}$$

где: $A_{об}$ - затраты на эксплуатацию и проведение технического ремонта стандартного и нестандартного оборудования, руб.;

$P_{т.р.}$ - затраты на проведение текущих ремонтов оборудования, руб.

Затраты на эксплуатацию оборудования рассчитываются по формуле:

$$A_{об.} = \frac{C_{об.} \cdot N_{а \text{ об.}} \cdot t_{шт}}{\Phi_p \cdot 60 \cdot 100} \quad (18)$$

$$A_{об. \text{ баз}} = \frac{65\,000 \cdot 18 \cdot 108}{5707 \cdot 60 \cdot 100} = 2750 \text{руб}$$

$$A_{об. \text{ проект}} = \frac{90\,000 \cdot 18 \cdot 87}{5707 \cdot 60 \cdot 100} = 4150 \text{руб}$$

где:

$C_{об}$ - балансовая стоимость используемого сварочного оборудования, руб.;

$N_{а \text{ об}}$ - норма амортизационных отчислений на оборудование, %.

Затраты на текущий ремонт оборудования рассчитываются по формуле:

$$P_{т.р.} = \frac{\xi C_{об.} \cdot N_{т.р.} \cdot k_3}{100 \cdot \Phi_p} \quad (19)$$

$$P_{\text{т.р. баз}} = \frac{5000 \cdot 35 \cdot 0.2}{100 \cdot 5707} = 410 \text{руб}$$

$$P_{\text{т.р. проект}} = \frac{(90000 \cdot 35) \cdot 0.2}{100 \cdot 5707} = 700 \text{руб}$$

$N_{\text{т.р.}}$ – норма отчислений на текущий ремонт оборудования,
(обычно $\approx 35\%$).

5.10 Объем затрат для содержания и эксплуатации приспособлений и рабочего инструмента

$$Z_{\text{присп.}} = \frac{C_{\text{присп.}} \cdot N_{\text{а присп.}} \cdot t_{\text{шт}}}{T_{\text{присп.}} \cdot N_{\text{пр.}} \cdot 100} \quad (20)$$

$$Z_{\text{присп. баз}} = \frac{900\,000 \cdot 12 \cdot 108}{10 \cdot 10 \cdot 100} = 83450 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{присп. проект}} = \frac{1\,100\,000 \cdot 12 \cdot 87}{10 \cdot 10 \cdot 100} = 86000 \text{руб}$$

где: $N_{\text{а присп.}}$ - норма амортизационных отчислений на приспособления 12%

$C_{\text{присп.}}$ - суммарная цена приспособлений, используемых в данном технологическом процессе, руб.;

$T_{\text{присп.}}$ - срок службы приспособлений, лет.

Затраты на содержание инструмента

$$Z_{\text{инстр.}} = \frac{C_{\text{инстр.}} \cdot N_{\text{а инстр.}} \cdot t_{\text{шт}}}{T_{\text{инстр.}} \cdot 100 \cdot \Phi_p} \quad (21)$$

$$З_{\text{инстр. баз}} = \frac{8000 \cdot 15 \cdot 108}{2 \cdot 100 \cdot 5707} = 1800 \text{ руб}$$

$$З_{\text{инстр. проект}} = \frac{8000 \cdot 15 \cdot 87}{1 \cdot 100 \cdot 5707} = 1300 \text{ руб}$$

где: $C_{\text{инстр.}}$ - суммарная цена инструмента, руб.;

$N_{\text{а инстр.}}$ - норма отчислений на используемый инструмент. 15%

$T_{\text{инстр.}}$ - срок службы инструмента, год

Объем затрат для содержания и эксплуатации производственных площадей

$$З_{\text{пл.}} = \frac{C_{\text{пл.}} \cdot S_{\text{пл.}} \cdot N_{\text{пл.}} \cdot t_{\text{шт}}}{100 \cdot \Phi_p \cdot 60} \quad (22)$$

$$З_{\text{пл. баз}} = \frac{1700 \cdot 23 \cdot 2 \cdot 6480}{100 \cdot 5707 \cdot 60} = 6800 \text{ руб}$$

$$З_{\text{пл. проект}} = \frac{1700 \cdot 15 \cdot 2 \cdot 5220}{100 \cdot 5707 \cdot 60} = 1500 \text{ руб}$$

где: $C_{\text{пл.}}$ - цена 1 м² производственной площади, руб.;

$N_{\text{а пл.}}$ - норма отчислений на арендуемые здания, 2 %;

$S_{\text{пл.}}$ - площадь, занимаемая сварочным оборудованием, м²;

Таблица 32 - Нормы отчислений, (N_a)

Наименование оборудования и инструмента	Норма в процентах к балансовой стоимости %
Инструменты	15
Станки и машины для механической обработки	15
Оснастка для изготовления	12
Преобразователи и выпрямители на 1000 и более А, трансформаторы для автоматической и электрошлаковой сварки, аргодуговые установки и автоматы для дуговой и электрошлаковой сварки	18

Продолжение таблицы 32	
Машины для контактной сварки (точечные, стыковые, шовные) с номинальной мощностью: - до 50 кВА - более 50 кВА	20,4 19,5
Оборудование для плазменной резки	20
Печи термические для снятия напряжений после сварки	14
Приспособления для установки в печи	15,5
Сварочные установки	19
Средства для неразрушающих методов контроля	11,4
Производственные здания, сооружения	2

5.11 Определение объема выплат для заработной платы основного производственного персонала с отчислениями на социальные нужды.

Фонд заработной платы (ФЗП) производственных рабочих включает основную и дополнительную заработную плату.

$$\text{ФЗП} = \text{ЗПЛ осн} + \text{ЗПЛ доп}, \quad (23)$$

$$\text{ФЗП баз} = 7\,560 + 756 = 8\,316$$

$$\text{ФЗП проект} = 6\,100 + 610 = 6\,710 \text{руб}$$

Основная зарплата основного производственного рабочего определяется по формуле:

$$\text{ЗПЛ осн} = C_{\text{ч}} \cdot t_{\text{шт}}$$

$$\text{ЗПЛ осн баз} = 70 \cdot 108 = 7\,560 \text{руб}$$

$$\text{ЗПЛ осн проект} = 70 \cdot 87 = 6\,100 \text{руб}$$

где: $C_{\text{ч}}$ - часовая тарифная ставка, руб/час;

$t_{шт}$ - время на изготовление одного изделия, час;

Дополнительная заработная плата:

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{k_d \cdot ЗПЛ_{осн.}}{100} \quad (24)$$

$$ЗПЛ_{доп\ баз} = \frac{10 \cdot 7560}{100} = 756 \text{ руб}$$

$$ЗПЛ_{доп\ проект} = \frac{6100 \cdot 10}{100} = 610 \text{ руб}$$

где k_d - коэффициент соотношения между основной и дополнительной заработной платой.

Таблица 33- Коэффициент соотношения между основной и дополнительной заработной платой (k_d)

Условия труда	Число смен	(k_d) %	
		Для основных рабочих	Для вспомогательных рабочих
Холодные работы	1	8	3
	2	10	5
Горячие и тяжелые работы	1	10	4
	2	12	6
Вредные и особо тяжелые работы	1	14	8
	2	16	10

Отчисления на социальные нужды рассчитываются по формуле:

$$Ос.н. = \frac{36 \cdot (ЗПЛ_{осн.} + ЗПЛ_{доп.})}{100} \quad (25)$$

$$\text{Ос.н.баз} = \frac{36 \cdot (7560 + 756)}{100} = 2200 \text{руб}$$

$$\text{Ос.н.проект} = \frac{36 \cdot (6100 + 600)}{100} = 1755 \text{руб}$$

5.12 Определение технологической себестоимости изделия

$$C_{\text{тех}} = Z_{\text{М.}} + Z_{\text{эл. эн}} + Z_{\text{об.}} + Z_{\text{присп.}} + Z_{\text{инстр.}} + Z_{\text{площ.}} + \Phi\text{ЗП} + O_{\text{с.н.}} \quad (26)$$

$$C_{\text{тех баз}} = 325\,000 + 1\,253 + 2\,810 + 83\,450 + 1\,800 + 6800 + 8\,316 + 2\,200 = 433\,600 \text{руб}$$

$$C_{\text{техпроект}} = 322\,130 + 800 + 4\,200 + 88\,000 + 1\,300 + 1\,500 + 6\,710 + 1\,755 = 422\,405 \text{руб}$$

5.13 Определение цеховой себестоимости изделия

$$C_{\text{цех.}} = C_{\text{тех.}} + P_{\text{цех.}} \quad (27)$$

$$C_{\text{цех баз.}} = 433\,629 + 19\,000 = 452\,600 \text{руб}$$

$$C_{\text{цех. проект}} = 422\,405 + 14\,255 = 436\,650 \text{руб}$$

где: $P_{\text{цех}}$ - сумма общецеховых расходов.

$$P_{\text{цех.}} = \text{ЗПЛ}_{\text{осн.}} \cdot k_{\text{цех.}}$$

$$P_{\text{цех баз.}} = 7\,560 \cdot 2,5 = 19\,000 \text{руб}$$

$$P_{\text{цех. проект}} = 6\,100 \cdot 2,5 = 14\,255 \text{руб}$$

где: $k_{\text{цех.}}$ - коэффициент цеховых расходов, $k_{\text{цех.}} = 2,5$.

5.14 Определение заводской себестоимости изделия

$$C_{\text{зав.}} = C_{\text{цех.}} + P_{\text{зав.}} \quad (28)$$

$$C_{\text{зав. баз}} = 452\,600 + 15\,600 = 468\,200 \text{руб}$$

$$C_{\text{зав. проект}} = 437\,650 + 8\,980 = 446\,630 \text{руб}$$

где: $P_{\text{зав.}}$ - сумма общезаводских расходов.

$$P_{\text{зав.}} = \text{ЗПЛ}_{\text{осн.}} \cdot k_{\text{зав.}} \quad (29)$$

$$P_{\text{зав. баз}} = 7\,560 \cdot 1,8 = 15\,600 \text{руб}$$

$$P_{\text{зав. проект}} = 6\,100 \cdot 1,8 = 8\,980 \text{руб}$$

где: $k_{\text{зав.}}$ - коэффициент заводских расходов, $k_{\text{зав.}} = 1,8$.

5.15 Экономическая эффективность разрабатываемого проекта

Условно - годовая экономия от снижения себестоимости изготовления изделия (ожидаемая прибыль Пр. ож.)

$$\text{Э у.г.} = \text{Приб. ож.} = (C_{\text{завод.}}^{\text{баз.}} - C_{\text{завод.}}^{\text{проектн.}}) \cdot N_{\text{пр}} \quad (30)$$

$$\text{Э у.г.} = \text{Приб. ож.} = (468\,200 - 446\,630) \cdot 10 = 215\,700 \text{руб}$$

Годовой экономический эффект от внедрения предлагаемого оборудования (капитальных вложений) в производство.

$$\text{ЭГ} = [(C_{\text{завод.}}^{\text{баз.}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд.}}^{\text{баз.}}) - (C_{\text{завод.}}^{\text{проект.}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд.}}^{\text{проект.}})] \cdot N_{\text{пр.}} \quad (31)$$

$$\text{ЭГ} = [(468\,200 + 0.33 \cdot 1300) - (446\,630 + 0.33 \cdot 4926)] \cdot 10 = 224\,680 \text{руб}$$

где: $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности, в сварочном производстве равен 0,33.

Срок окупаемости капитальных вложений (инвестиций)

(горизонт расчета окупаемости капитальных вложений)

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{общ.}}^{\text{пр.}}}{\text{Приб.ож.}} \quad (32)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{49260}{215940} = 0.5 \text{ (года)}$$

Коэффициент сравнительной экономической эффективности

определяем по формуле:

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{T_{\text{ок.}}} \quad (33)$$

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{0.5} = 2$$

где: $T_{\text{ок}}$ - срок окупаемости капитальных вложений.

Коэффициентом сравнительной экономической эффективности определяют экономическую отдачу, ожидаемую от вложения средств на внедрение мероприятия.

Мероприятие считается эффективным при условии $E_{cp} > E_n$

Мероприятие считается не эффективным при условии $E_{cp} < E_n$

$$E_{cp} > E_n \quad 2 > 0,33$$

5.16 Расчет повышения производительности труда

Проводя внедрение определенных процедур, базирующихся на организационном или техническом направлении, можно добиться повышения технического уровня производства и увеличить производительность труда. К таким процедурам относят:

- уменьшение трудоемкости при выработке изделия,
- снижение числа рабочих, используемых на любом участке работ,
- снижение потерь рабочего времени при искоренении брака,
- расширение объемов производства при неизменном количестве персонала, при введении автоматизации.

Снижение трудоёмкости изготовления обечайки барабана

Рассчитывается по формуле:

$$\Delta t_{шт.} = \frac{t_{шт.}^{баз.} - t_{шт.}^{проектн.}}{t_{шт.}^{баз.}} \cdot 100\% \quad (34)$$

$$\Delta t_{шт.} = \frac{108 - 87}{80} \cdot 100 = 30\%$$

Уменьшение трудоемкости обеспечивается:

- отсутствием трудоемких операций, таких как очистка от шлака и капель на изделии электродного металла;
- ростом количества наплавляемого металла за единицу времени, а так же сокращением потерь электродного металла на разбрызгивание;
- наращиванием скорости сварки;

-проволока подается непрерывно;

-возможность визуального наблюдения за образованием шва;

Повышение производительности труда

Рассчитаем повышение производительности труда $\Delta\Pi_T$, основываясь на значении величины снижения трудоемкости изделия:

$$\Delta\Pi_T = \frac{100 \cdot \Delta t_{шт.}}{100 - \Delta t_{шт.}} (\%) \quad (35)$$

$$\Delta\Pi_T = \frac{100 \cdot 30}{100 - 30} = 42 (\%)$$

5.17 Снижение себестоимости изготовления обечайки барабана

Рассчитывается по формуле:

$$\Delta C = \frac{C_{зав}^{баз.} - C_{зав}^{проектн.}}{t_{зав}^{баз.}} \cdot 100\% \quad (36)$$

$$\Delta C = \frac{468200 - 446300}{468200} \cdot 100\% = 15\%$$

Таблица 34- Калькуляция себестоимости обечайки барабана Мельницы
Стержневой с Центральной разгрузкой 3200×4500

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
1. Основные материалы	317 080	317 080

Продолжение таблицы 34		
2. Вспомогательные материалы	7920	5050
3. Электроэнергия	1253	800
4. Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	2810	4200
5. Затраты на содержание приспособлений и инструмента	83450	86000
6. Затраты на содержание занимаемой под оборудование площади	6800	1500
7. Основная заработная плата	7650	6100
8. Дополнительная заработная плата	765	610
9. Отчисления на социальное страхование	2200	1755
Технологическая себестоимость	433 600	422 405
Цеховая себестоимость	452 600	436 650
Заводская себестоимость	468 200	446 630

5.18 Вывод по экономической части

Участие сварщика в сварочном процессе определяется степенью механизации разных способов сварки.

Ручная дуговая сварка-это все основные движения (подача и перемещение электрода вдоль оси сварного соединения) выполняются непосредственно сварщиком.

Полуавтоматическая-это когда одно из основных движений выполняет автоматизированное устройство (подача проволоки).

Можно сделать вывод, что время изготовления значительно уменьшается при автоматизации.

Технология в защитных газах, с применением полуавтомата, позволяет сократить так же время изготовления сварочных узлов и деталей из частей, где основной причиной является отсутствие трудоемкой зачистки сборочных единиц после сварки от шлаков и брызг металла.

Благодаря химическим процессам, происходящим в смеси инертного и активного газа, обеспечивается повышение устойчивости горения дуги, увеличивается глубина проплавления, улучшается вид сварного шва, сокращаются разбрызгивания металла, повышается плотность металла в шве и увеличивается производительность. Благодаря этому данная технология положительно отразится на качестве сварки.

Так же, благодаря таким особенностям сварки в защитных газах, как высокая производительность, мобильность, возможность сваривать металл толщин до тысяч мм, возможность сварки во всех пространственных положениях, этот способ является широко востребованным и применяется во всех отраслях производства.

Предложенная нами технология улучшает и условия труда:

- снижается коэффициент разбрызгивания наплавленного металла, а это уменьшения риска ожогов;

- задымление становится не таким сильным как при ручной сварке, что уменьшает риск легочных заболеваний.

Заключение

Анализ конструктивных особенностей сварки обечайки барабана мельницы, и базового технологического процесса изготовления позволил определить основной недостаток – невысокий уровень внедрения механизации и автоматизации. Годовая программа по выпуску десяти изделий, которые обладают значительными габаритными размерами и весом более 9 тонн дает основание рекомендовать использование механизированного процесса сварки с применением проволоки в смеси защитных газов ($Ar25\%+CO_275\%$).

С применением разработанной технологии, увеличивается количество наплавленного металла в единицу времени, снижаются потери электродного металла при разбрызгивании, сокращается время на слесарные операции, с применением четырехвалковых вальцев, сокращается время на вальцовку.

Разработан технологический процесс механизированной сварки. Проволока подобрана Ø1,6 Св-08Г2С-О. Подобраны режимы сварки изделия. Для реализации разработанного техпроцесса выбран сварочный аппарат Kemppi FastMig KMS 500 и четырехвалковые вальцы Faccin Synchro 4090.

За счет внедрения предлагаемых технических решений предполагается получить годовой экономический эффект в сфере производства в размере 224 680руб.

Список используемых источников

1. Мельница стержневая МСЦ – 3200х4500. Технические условия. - Мн., 1990г. – 28с.
2. Сварка в машиностроении : справочник: в 4 т. / под ред. Ю.Н. Зорина. - М. : Машиностроение, 1979. – т.4. - 512 с.
3. Бондин, И.Н. Справочник сварщика / И. Н. Бондин / под ред. Н.О.Окерблома. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.-Л. : Машиностроение, 1965. - 400 с.
4. Колганов, Л.А. Сварочное производство : Учеб. пособие / Л. А. Колганов. - Ростов н/Д : Феникс, 2002. - 504 с.
5. Стеклов, О.И. Основы сварочного производства : учеб. пособ. /О.И.Стеклов. – Москва : Высшая школа, 1981г. – 159 с.
6. Маслов, В.И. Сварочные работы: учеб. пособ. для нач. проф. образования / В. И. Маслов. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2000. - 234 с.
7. Маслов, В.И. Сварочные работы: учебник / В. И. Маслов. - М. : Академия, 1998. - 234 с.
8. Сварка в машиностроении : справочник: в 4 т. / под ред. А.И. Акулова. - М. : Машиностроение, 1978. – т.2. - 462 с.
9. Малышев, Б.Д. Сварка и резка в промышленном строительстве : справочник / Б. Д. Малышев, А. И. Акулов, Е. К. Алексеев [и др.] / под ред. Б.Д. Малышева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 1980. - 784 с.
10. Бондарь, В.Х. Справочник сварщика-строителя / В. Х. Бондарь, Г. Д. Шкуратовский. - 3-е изд., перераб. и доп. – Киев : Будівельник, 1982. - 239 с.
11. Ильяшенко, Д.П. Оборудование для полуавтоматической сварки / Д.П. Ильященко // Сварочное производство. – 2005. - №1. - С. 18-30.
11. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки : учеб. для вузов / А. И. Акулов [и др.] / под ред. А. И. Акулова. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Машиностроение, 2003. – С.559.
12. Милютин, В.С. Источники питания для сварки : учеб. для вузов / В. С. Милютин, М. П. Шалимов, С. М. Шанчуров. - М. : Айрис Пресс, 2007. - 379 с.
13. . Ильяшенко, Д.П. Оборудование для полуавтоматической сварки / Д.П. Ильященко // Сварочное производство. – 2006. - №7. - С. 18-30.

14. Краснов, А.П. Оборудование для полуавтоматической сварки / А.П. Краснов // Сварочное производство. – 2003.- №7. - С. 5 - 11.
15. Вернадский, В. И., Мазур А. А. Состояние и перспективы мирового сварочного рынка / В.И. Вернадский, А.А.Мазур // Автоматическая сварка. - 1999. - № 11. - С. 49-55.
16. Оборудование для сварочного производства 2001: номенклатур. каталог / ОАО ВНИИТЭМР / Сост. А.И. Беляк. - М. : Каталог, 2001. - 117 с.
17. Сварочное оборудование: каталог / ОАО ВНИИТЭМР. - М. : Каталог, 2002. - 130 с.
18. Сварные конструкции : достижения и перспективы нового тысячелетия : материалы Междунар. конф. МИС / СпецЭлектрод . - М. : Б.и., 2000. – вып. 2 203 с.
19. Цепенев, Р.А. Автоматизация сварочных процессов: учеб. пособие / Р. А. Цепенев; ТГУ; каф. "Оборудование и технология сварочного производства и пайки"; [науч. ред. Г.М. Короткова]. - 2-е изд., стер. – Тольятти : ТГУ, 2007. - 105 с
20. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: Уч.-методическое пособие. – Тольятти : изд-во ТГУ, 2016. - 33 с.
21. Тухто А.А. Правила охраны и безопасности труда при переработке соляных месторождений. – М. : ЦОТЖ, 1997. – 123с.
22. Егоров, А.Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по подготовке бакалавра и специалиста :учеб.-метод. пособ. / А.Г.Егоров, В .Г. Виткалов, Г.Н. Уполовникова, И.А.Живоглядова оров – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2013. - 99с.
23. Краснопевцева , И.В. Экономическая часть дипломного проекта: учеб. – метод. пособие / И.В. Краснопевцева. – Тольятти : ТГУ, 2008. – 40 с.
24. Зуев, В.И. Практикум по экономике, организации и планированию в горной промышленности: учеб. пособ. для техникумов / В.И.Зуев, А.В. Никитин. – М. :

НЕДРА, 1990.- 134с.

25.Зайцев, Н.Л. Экономика промышленного предприятия. Практикум: учеб. пособ.. – М. : ИНФРА-М, 2000.- 234с.

26. Краснопевцева, И. В. Методическое пособие. «Экономика и управление машиностроительным производством» Тольятти, 2017.- 24с.

27.Антонов, А.А. «Проектирование сварных конструкций» разработка технологии изготовления обечайки барабана мельницы МСЦ-3200 х 4500Тольятти- 2018 16с.

28.Антонов, А.А. «Производство сварных конструкций» Изготовление обечайки барабана мельницы МСЦ-3200 х 4500.Тольятти -2018 25с.