

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет «Заочный»

Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ М.А. Иванов

« ____ » _____ 2017 г.

Участок наплавки бандажей колёс рудничных вагонов

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-15.03.01.2017. ПЗ ВКР**

Руководитель работы

Осипов А.М.

доцент каф. ОиТСП

_____ И.О., Фамилия

« ____ » _____ 2017 г.

Автор работы

студент группы ПЗ-540

Агеев Юрий Борисович

« ____ » _____ 2017 г.

Нормоконтролёр

преподаватель кафедры ОиТСП

_____ Ю.В. Безганс

« ____ » _____ 2017 г.

Челябинск, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	7
1.1 Описание изделия.....	7
1.2 Описание основного материала	10
1.3 Технология проведения ремонтных работ	13
1.4 Описание предлагаемой технологии ремонта	25
1.4.1 Выбор наплавочных материалов.....	27
1.4.2 Расчет режимов наплавки	31
1.5 Контроль качества	39
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	41
3 ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ.....	44
3.1 Расчет норм штучного времени	44
3.2 Расчет основных фондов рабочего времени	50
3.3 Организация производства	53
3.4 Расчет расхода материалов и энергоносителей	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	60
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	61
Приложение	62

									Лист
									6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2017.613.00 ПЗ				

ВВЕДЕНИЕ

Процессы наплавки как технологический процесс занимают важное место в сварочном производстве при проведении ремонта и при восстановлении базовых либо требуемых размеров и механических свойств изделий, а также при изготовлении новых изделий в целях обеспечения технологических свойств наплавленных поверхностей.

При этом, условия эксплуатации наплавленного слоя значительно отличаются от условий эксплуатации основного материала изделия. Так, если деталь определяет общую прочность, которая зависит от свойств металла и его сечения, то поверхностные слои часто дополнительно работают на абразивный или абразивно-ударный износ. Условия работы усложняются при повышении температуры и эрозионно-коррозионном воздействии окружающей среды. Поэтому, наиболее целесообразно все изделие изготавливать из более дешевого и достаточно работоспособного металла для конкретных условий эксплуатации и только на поверхностях, работающих в особых условиях, наносить слой другого материала, отличного от основного по толщине и механическими свойствами.

Технология наплавки позволяет повысить эффективность использования ресурсов, снизить энерго- и материалоемкость производства, повысить надежность работы машин.

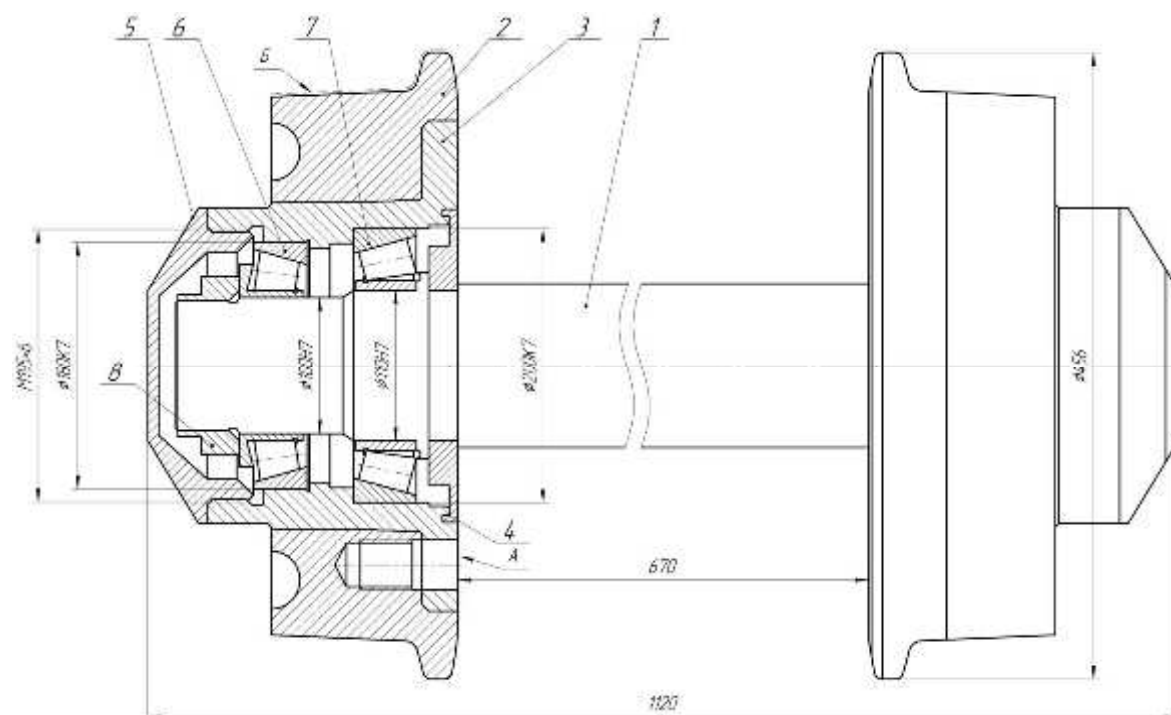
Целью выпускной квалификационной работы является усовершенствование технологии ремонтной наплавки колес, составляющих колесную пару вагонетки рудничного вагона. Задачами выпускной квалификационной работы являются повышение износостойкости колес, увеличение их долговечности, а также повышение производительности, что позволит сократить сроки ремонта и снизить производственные издержки.

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Описание изделия

Рассмотрим колесную пару вагонетки рудничного вагона. Общий вид колесной пары показан на рисунке 1.1.



1 – Ось, 2 – Бандаж; 3 – Корпус буксы; 4 – Крышка внутренняя; 5 – Крышка внешняя; 6, 7 – Подшипник

Рисунок 1.1 – Общий вид колесной пары

Колесная пара состоит из следующих элементов:

- ось – 1 шт;
- бандаж – 2 шт;
- корпус буксы – 2 шт;
- крышка внешняя – 2 шт;
- крышка внутренняя – 2 шт;
- гайка корончатая – 2 шт.

Для передачи крутящего момента от бандажей на ось в конструкции предусмотрены подшипники конические в количестве 4 шт.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2017.613.00 ПЗ

Лист

8

Колесная пара является одной из самых нагруженных деталей при эксплуатации железнодорожного транспорта. Нагрузки, воспринимаемые как самой контактной поверхностью, так и внутренними элементами, являются практически предельными.

Основной рабочей поверхностью является поверхность бандажа, которая работает при непосредственном контакте с рельсами. Эта поверхность работает на сжатие, истирание. Поэтому к ней предъявляются повышенные требования по качеству и механическим свойствам, особенно твердости.

Основные виды повреждений и износа колеса:

- трещины – не допускаются в любом виде и при любом размере;
- навар – смещение металла на поверхности катания – допускается при размере не более 0,5 мм;
- ползун – площадка на поверхности катания, образовавшаяся в результате юза – не допускается в любом виде в при любом размере;
- прокат – появление контактирующей поверхности колеса по кругу катания с головкой рельсы – допускается в зависимости от типа железнодорожного транспорта;
- вертикальный подрез гребня – дефект образуется в результате некачественной сборки тележки, в результате нарушения допустимых геометрических параметров колесной пары, в результате некачественной сборки дорожной клетки.

В выпускной квалификационной работе рассматривается ремонтная наплавка на колесо вагонетки рудничного вагона. Рабочая поверхность расположена на элементе этого колеса, называемого бандажом. Общий вид бандажа показан на рисунке 1.2.

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

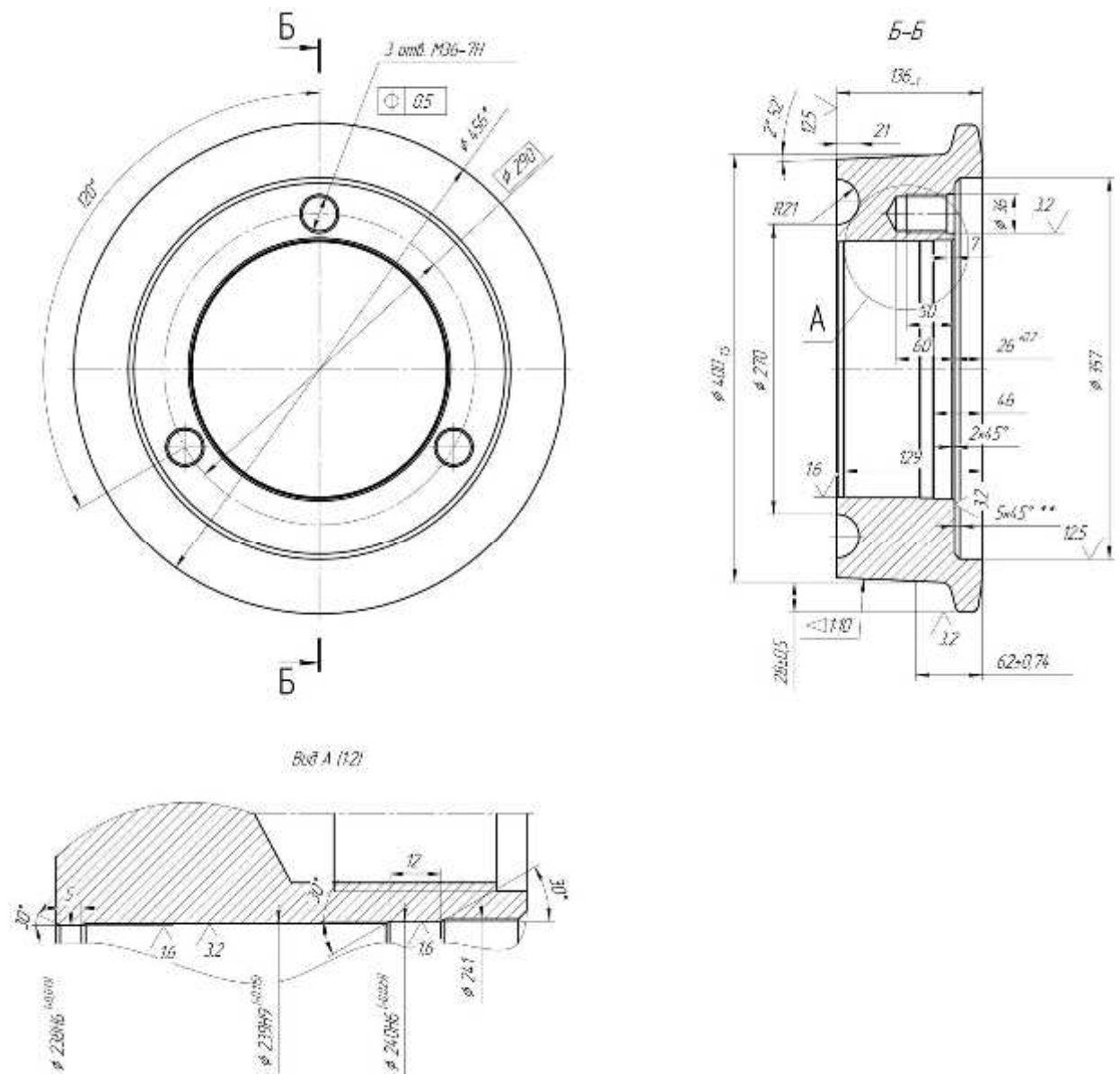


Рисунок 1.2 – Общий вид бандажа

Основной прочностной характеристикой колес вагонетки является твердость рабочей поверхности (рисунок 1.1, поверхность Б). Она должна соответствовать требованиям нормативной документации и, при этом, для качественной работы, должна быть меньше значения твердости рельса. Твердость рабочей поверхности колеса должна составлять 28...32 HRC. При этом, твердость рабочей поверхности рельса должна быть не менее 45 HRC.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2017.613.00 ПЗ

Лист

10

1.2 Описание основного материала

В качестве основного материала для бандажа используется отливка из конструкционной нелегированной стали марки 35Л, поставляемой согласно ГОСТ 977-88 «Отливки стальные. Общие технические условия». Содержание химических элементов в стали марки 35Л показано в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Содержание химических элементов в стали марки 35Л

В процентах

Химический элемент	С	Si	Mn	S	P
				Не более	
Количество	0,32 – 0,40	0,20 – 0,52	0,45 – 0,90	0,06	0,04

Механические свойства стали 35Л показаны в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Свойства стали 35Л

Предел текучести σ_T , МПа	Предел прочности σ_B , МПа	Относительное удлинение δ_5 , %	Твердость НВ, ед
275	491	19	137...229

При расчете свариваемости стали 35Л значение углеродного эквивалента C_{Σ} , не должно превышать 0,45 %. В противном случае, при сварке должен применяться предварительный подогрев для снижения трещиностойкости наплавленного слоя.

При проверке свариваемости используется формула (1) из [2]

$$C_{\Sigma} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Cr+V}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2}, \quad (1)$$

где С, Мп, Si, Cr, Мо, V, Ni, Cu, P – максимальное химическое содержание в рассматриваемой стали углерода (С), марганца (Mn), кремния (Si) хрома (Cr), молибдена (Mo), ванадия (V), никеля (Ni), меди (Cu) и фосфора (P), %.

Если подставить значения содержания химических элементов в стали 35Л в формулу (1), то получим следующее значение $C_{\text{Э}}$

$$C_{\text{Э}} = 0,4 + \frac{0,9}{6} + \frac{0,52}{24} + \frac{0,04}{2} = 0,59 \%$$

Полученное значение эквивалента углерода для стали 35Л превышает требуемое 0,45 %, поэтому при сварке будем применять предварительный подогрев.

Температуру предварительного подогрева рассчитаем по формуле (2) из [2]

$$T_0 = 350 \cdot (|C|_{\text{Э}} - 0,25)^{0,5}, \quad (2)$$

где $|C|_{\text{Э}}$ – полный эквивалент углерода, %.

Определим $C_{\text{Э}}$ по формуле (3) из [2]

$$|C|_{\text{Э}} = |C|_{\text{Х}} + |C|_{\text{Р}}, \quad (3)$$

где $|C|_{\text{Х}}$ – химический эквивалент углерода, %;

$|C|_{\text{Р}}$ – размерный эквивалент углерода, %.

Определим химический эквивалент углерода $|C|_{\text{Х}}$ согласно формуле (4) из [2]

$$|C|_{\text{Х}} = C + \frac{\text{Mn} + \text{Cr}}{9} + \frac{\text{Ni}}{18} + \frac{7\text{Mo}}{90}, \quad (4)$$

где C, Mn, Cr, Mo, Ni – максимальное химическое содержание в рассматриваемой стали углерода (C), марганца (Mn), хрома (Cr), молибдена (Mo), никеля (Ni), проверенное ковшовой пробой, %.

Подставим принятые значения содержания химических элементов в формулу (4) и получим, что химический эквивалент углерода $|C|_{\text{Х}}$

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$|C|_X = 0,4 + \frac{0,9}{9} = 0,5 \%$$

Определим размерный эквивалент углерода $|C|_P$ по формуле (5) из [2]

$$|C|_P = 0,005S|C|_X, \quad (5)$$

где $S = 61$ – толщина наплавляемых поверхностей, мм.

Следовательно, по формуле (5)

$$|C|_P = 0,005 \cdot 61 \cdot 0,5 = 0,153 \%$$

Подставим полученные значения $|C|_X$ и $|C|_P$ в формулу (3) и получим, что полный эквивалент углерода $|C|_Э$

$$|C|_Э = 0,5 + 0,153 = 0,653 \%$$

Таким образом, по формуле (2) получим, что температура предварительного подогрева T_0

$$T_0 = 350 \cdot (0,653 - 0,25)^{0,5} = 222,2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Полученное значение температуры является наиболее оптимальным для того, чтобы избежать появления холодных трещин. В то же время, данное значение температуры получено расчетом по максимально возможному содержанию химических элементов для стали 35Л. Для удобства дальнейших расчетов примем, что минимальная температура предварительного подогрева будет составлять $230 \text{ } ^\circ\text{C}$.

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

1.3 Технология проведения ремонтных работ

Технология выполнения ремонтных работ по наплавке изношенных поверхностей состоит из следующих этапов:

- оценка качества контролируемой поверхности визуальным и капиллярным методами контроля;
- разборка колесной пары для извлечения поврежденного элемента;
- установка поврежденного элемента в планшайбу вращателя сварочного;
- наплавка поверхности;
- расточка наплавленной поверхности;
- контроль качества наплавленной поверхности.

Контроль качества колесной пары проводится при периодических осмотрах технического состояния подвижного состава. В процессе используется два основных метода, достаточных для определения качества колесной пары:

- визуальный и измерительный;
- капиллярный (цветная капиллярная дефектоскопия).

При визуальном контроле и измерительном контроле проводится осмотр рабочих поверхностей колес на наличие дефектов типа истираний, трещин, наваров, ползунов, вертикального подреза гребня. При обнаружении указанных дефектов колесо снимается и отправляется в ремонт.

При капиллярном контроле проводится выявление поверхностных дефектов типа трещин, которые невозможно определить визуально из-за их слишком малых размеров. При обнаружении трещин колесо также отправляется в ремонт.

Если в процессе проведения контроля были выявлены какие-либо недопустимые дефекты, то поврежденный элемент отправляется в ремонт. В данном случае, ремонту будет подвергаться бандаж колесной пары, который непосредственно контактирует с рельсовыми путями. Разборка колесной пары проводится в следующей последовательности:

- колесную пару застропить и установить вертикально в приспособление для ремонта колесных пар;

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

- зафиксировать ее от возможного выпадения;
- снять стопорную планку (или шлифовальной машинкой срезать «прихватки»);
- снять (или открутить) специальным ключом крышку подшипникового узла;
- расшплинтовать шплинт корончатой гайки и отвинтить гайку;
- снять колесо с посадочного места;
- снять колесо с оси;
- выпрессовать с оси подшипник 7522 и лабиринтное кольцо;
- выпрессовать из колеса наружные обоймы подшипников 7522 и 7520;
- произвести внешний осмотр подшипников. При обнаружении трещин, сколов, надколов, выработок дорожек качения, раковин и т.д. произвести замену подшипников;
- осмотреть посадочные поверхности подшипников и резьбы на оси. При обнаружении выработок, потертостей посадочных мест, нарушений геометрии резьбы отправить ось в наплавку с последующей проточкой;
- произвести осмотр бандажа.

Признаками того, что требуется провести ремонт, являются:

- толщина реборды на расстоянии 12 мм от вершины менее 11 мм;
- трещина обода и ступицы колеса;
- выработка посадочных мест;
- дефекты канавок под стопорные сухари;
- диаметр поверхности качения на расстоянии 56 мм от наружного торца реборды менее 388 мм.

Обнаружение хотя бы одного из указанных выше дефектов предполагает проведение ремонта наплавкой.

Закрепление бандажа в планшайбе вращателя сварочного производится при помощи болтов, которые устанавливаются в специальные пазы планшайбы и в отверстия бандажа.

После того, как бандаж закреплен в планшайбе, требуется проверить в рабочем состоянии на наличие люфтов. При обнаружении люфта рабочей

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

поверхности требуется перезакрепить бандаж и провести повторную проверку.

Проведение ремонтной наплавки является важным процессом в экономической сфере любого предприятия, так как позволяет экономить значительные средства.

При проведении процесса наплавки под слоем флюса проводятся следующие операции:

- подготовка поверхности наплавляемой детали;
- подготовка оборудования для наплавки;
- наплавка рабочего слоя;
- удаление шлаковой корки;
- механическая обработка наплавленного слоя;
- контроль качества.

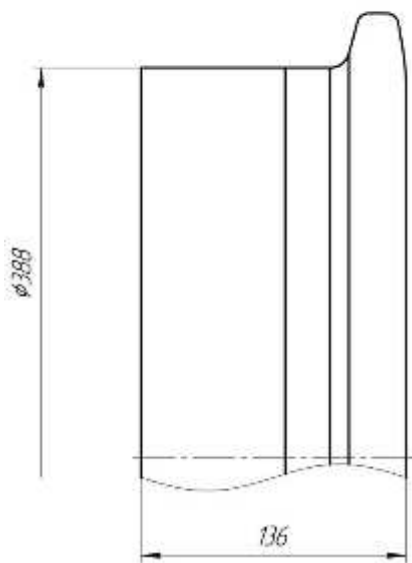
Подготовка наплавляемой поверхности состоит в зачистке поверхностей колеса от остатков горной массы, удалении ржавчины и масляных загрязнений. В случае наличия наклепов необходимо снятие поверхностного слоя на глубину от 1 до 3 мм и более на расточном станке. Остальные загрязнения удаляются обезжиривателем и шлифовальной машинкой.

Критерием того, что на поверхности качения колеса имеется необходимость проведения ремонта, является его диаметр. При величине диаметра менее 388 мм должна выполняться наплавка.

Общий вид катающей бандажа до проведения ремонта перед проточкой и после проточки показан на рисунке 1.3.

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Размеры рабочей поверхности качения перед проточкой



Размеры рабочей поверхности качения после проточки

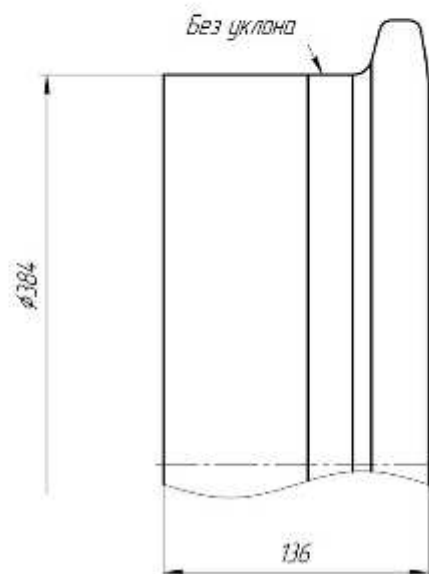
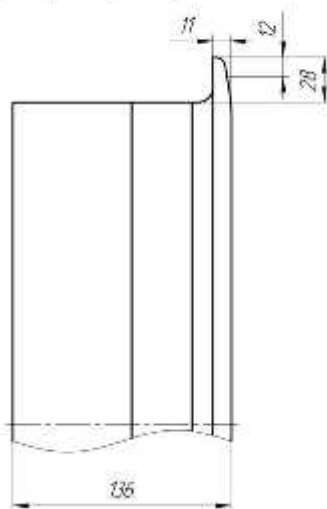


Рисунок 1.3 – Общий вид поверхности качения бандажа до проведения ремонта перед проточкой и после проточки

Критерием того, что на реборде колеса имеется необходимость проведения ремонта, является ее толщина. При толщине реборды менее 11 мм на расстоянии 12 мм от вершины должна выполняться наплавка.

Общий вид реборды бандажа до проведения ремонта перед проточкой и после проточки показан на рисунке 1.4.

Размеры рабочей поверхности реборды перед проточкой



Размеры рабочей поверхности реборды после проточки

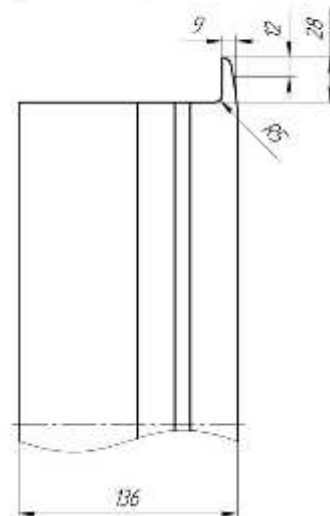


Рисунок 1.4 – Общий вид реборды бандажа до проведения ремонта перед проточкой и после проточки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2017.613.00 ПЗ

Лист

17

Перед началом процесса наплавки для стабильности процесса требуется провести следующие операции:

- внешний осмотр механизма вращателя сварочного;
- внешний осмотр механизма подачи проволоки и правильно-прижимного механизма;
- внешний осмотр поверхности мундштука;
- внешний осмотр флюсоаппарата, бункера для флюса и кассеты для проволоки для выявления поломок и неисправностей.

После проведения проверки исправности рабочих частей сварочного оборудования необходимо загрузить флюс в бункер. В качестве флюса при наплавке бандажа колесной пары используется флюс АН-348-А, поставляемый согласно ГОСТ 9087-81. Химический состав флюса АН-348-А приведен в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Химический состав флюса АН-348-А

В процентах

Химический элемент	SiO ₂	MnO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	CaF ₂
			Не более			
Количество	40,0 – 44,0	31,0 – 38,0	12,0	7,0	6,0	3,0 – 6,0

Указанный флюс используется при механизированной сварке и наплавке конструкций из сталей перлитного класса.

Флюс марки АН-348-А с величиной зерна размером 0,35...3,0 мм применяется при автоматической сварке и наплавке сварочной проволокой диаметром 3 мм и более, а с величиной зерна 0,25...1,6 мм применяется при автоматической и механизированной сварке и наплавке сварочной проволокой диаметром, не превышающей 4 мм.

Перед сваркой флюс прокаливается в печи при температуре 300...400 °С в течении 1 часа.

Цвет зерен флюса коричневый с темным оттенком. По строению зерен – стекловидный с объемной массой 1,3...1,8 кг/дм³.

									Лист
									18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2017.613.00 ПЗ				

После засыпки флюса в бункер, производится заправка бухты сварочной проволоки. Для наплавки используем сварочную проволоку марки Св-08ГА диаметром 4 мм, поставляемая согласно ГОСТ 2246-70. Химический состав сварочной проволоки Св-08ГА приведен в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Химический состав сварочной проволоки Св-08ГА

В процентах

Химический элемент	C	Si	Cr	Ni	S	P	Mn	Mo
	Не более							
Количество	0,1	0,06	0,1	0,25	0,025	0,03	0,8 – 1,1	0,4 – 0,55

После установки бухты с проволокой на устройство подачи необходимо заправить проволоку в мундштук и прижать подающими роликами.

Далее устанавливаем требуемую величину силы тока и напряжения. После этого устанавливается вылет электрода, равный 25...30 мм. Смещение электрода с зенита составляет 25...35 мм в сторону вращения. Затем открывается шибер на флюсовом бункере, флюс подается в зону сварки и начинается процесс наплавки.

Схема расположения наплавочной проволоки относительно наплавляемой поверхности показана на рисунке 1.5.

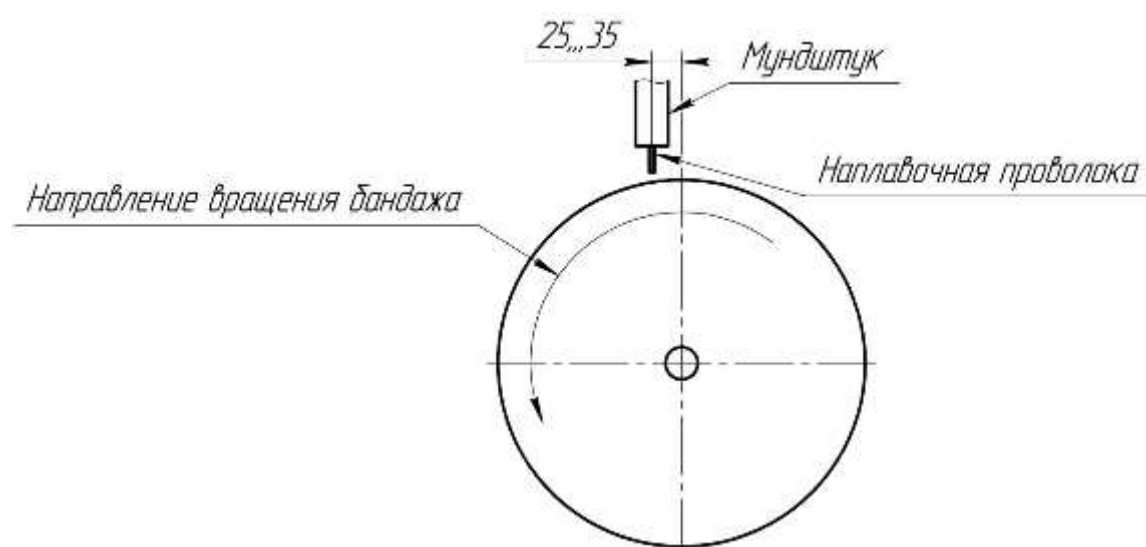


Рисунок 1.5 – Схема расположения наплавочной проволоки относительно наплавляемой поверхности

						15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			19

Наплавка производится на режимах, указанных в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Режимы наплавки

І _{СВ} , А	U _Д , В	d _Э , мм	V _{СВ} , см/с
600	35±1	4	0,97

Общий вид наплавки показан на рисунке 1.6.



Рисунок 1.6 – Общий вид наплавки

После процесса наплавки производится визуальный контроль, где проверяется отсутствие трещин, пор, несплавлений. Общий вид наплавленной поверхности показан на рисунке 1.7.

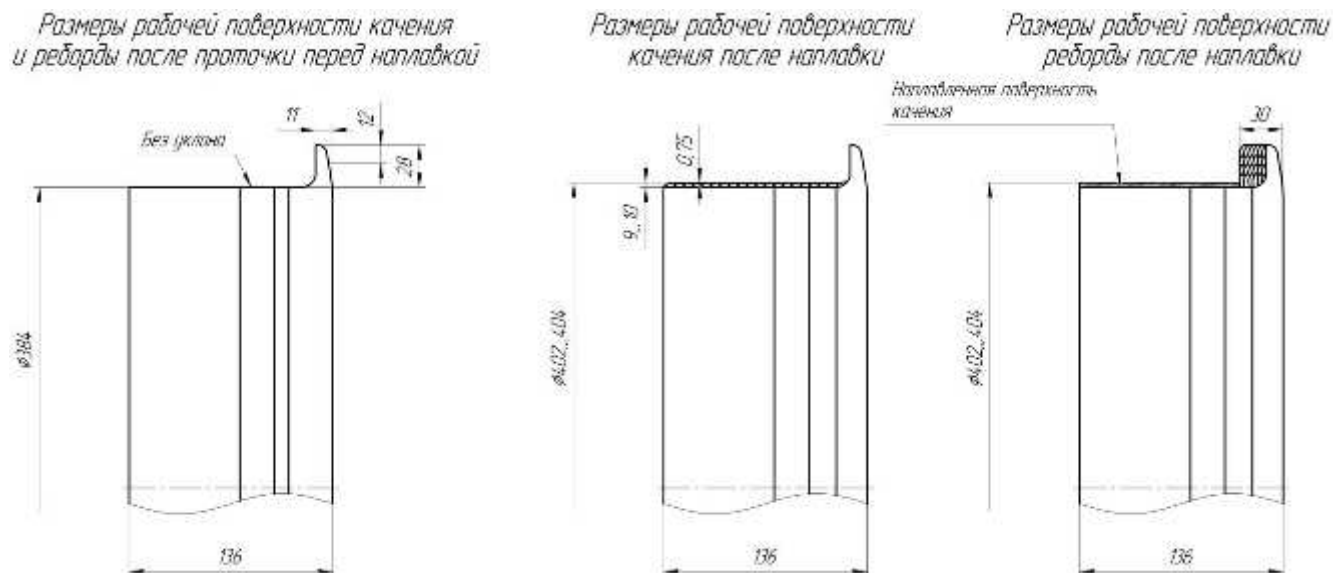


Рисунок 1.7 – Общий вид наплавленной поверхности

Таким образом, для получения размеров наплавленной поверхности качения необходимо наплавить 20 валиков. Для получения требуемой высоты наплавленного слоя требуется выполнить три прохода. Припуск под

механическую обработку при этом составляет 2...4 мм. Разница между высотой валика и впадиной между валиками составляет 0,75 мм.

Для получения требуемой высоты наплавленного слоя реборды требуется наплавить 3 валика в шесть проходов. Припуск под механическую обработку при этом составляет 2...4 мм. Шероховатость слоя наплавки составляет 0,75...1 мм.

Характерной особенностью обработки наплавленного слоя является, как правило, его высокая твердость. Припуск на обработку должен быть минимально допустимым при получаемой шероховатости после наплавки. При черновом точении или работе с ударами следует применять резцы с твердосплавными пластинками ВК8. Оптимальные скорости резания для инструмента с пластинками ВК8 составляют 8...12 м/мин.

Отклонение скорости резания от указанной для инструмента оснащенного сплавом ВК8 в большую сторону ведет к существенному снижению стойкости резца. Диапазон подач 0,1...0,8 мм/об. Глубина резания 0,5...5,0 мм. Необходимо также применять смазывающе-охлаждающие жидкости. Механическая обработка производится на токарно-карусельном станке марки 1512 либо 1516.

После проведения механической обработки наплавленная поверхность подвергается визуально-измерительному и капиллярному методам контроля. Они используются для выявления недопустимых деформаций, неудовлетворительного формирования наплавленного слоя, трещин, открытых пор и шлаковых включений.

При автоматической наплавке под слоем флюса используется сварочный выпрямитель ВДУ-1202. Общий вид источника питания марки ВДУ-1202 показан на рисунке 1.8.

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21



Рисунок 1.8 – Общий вид источника питания марки ВДУ-1202

Технические характеристики выпрямителя представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Технические характеристики сварочного выпрямителя ВДУ-1202 [7]

Наименование	Значение
Номинальный сварочный ток при ПВ= 100%, А	1250
Напряжение холостого хода, В не более	85
Напряжение питания, В	380
Потребляемая мощность, кВА	120
Пределы регулирования: – сварочного тока, А	250...1250
– рабочего напряжения, В	24...56
КПД, %	89
Габаритные размеры, мм	1080×700×900
Масса, кг, не более	500

Для автоматической наплавки под слоем флюса используется автомат АД-231. Это автомат подвесного типа, самоходный. Общий вид автомата АД-231 показан

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

на рисунке 1.9.



Рисунок 1.9 – Общий вид автомата АД-231

Технические характеристики автомата приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Технические характеристики автомата сварочного АД-231 [7]

Наименование	Значение
Напряжение питающей сети, В	380
Номинальный сварочный ток, А	1250
Номинальный режим работы ПВ, %	100
Электродная проволока:	
– диаметр, мм	2,0...6,0
– скорость подачи, м/ч	60...360
Скорость сварки, м/ч	12...120
Способ защиты дуги	флюс
Габаритные размеры, мм	1090×860×235
Масса, кг, не более	310

При сварке автомат АД-231 закреплен на специальном портале.

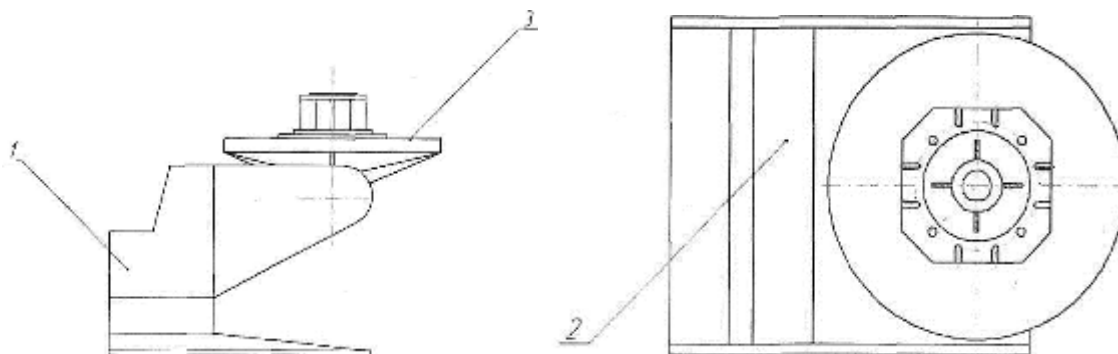
Для вращения банджа вокруг оси используется манипулятор сварочный. Манипуляторы предназначены для автоматической и механизированной дуговой сварки. Манипулятор выполняет следующие функции:

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

- фиксирование свариваемого изделия в удобном для сварки положении;
- поворот свариваемого изделия при сварке в различных плоскостях;
- вращение свариваемого изделия со скоростью, обеспечивающей заданный шаг наплавки.

Выбор манипулятора обоснован тем, что данное приспособление обеспечивает требуемое положение изделия при наплавке.

Общий вид сварочного манипулятора показан на рисунке 1.8.



1 – шпindelь с органом вращения, представляющим собой поворотный стол с приводом наклона; 2 – станина; 3 – планшайба

Рисунок 1.8 – Общий вид сварочного манипулятора

Конструктивные особенности манипуляторов позволяют их выполнять в двух исполнениях: карусельные и консольные. Вращение планшайбы с заданной скоростью в манипуляторах обеспечивается системой привода с электродвигателем постоянного тока и тиристорным преобразователем.

Поворот с маршевой скоростью или наклон планшайбы осуществляется при помощи привода переменного тока с нерегулируемой частотой вращения. Подъем стола осуществляется с помощью гидравлического привода.

Параметры, определяющие технологические возможности манипулятора:

- крутящий момент, развиваемый манипулятором на оси вращения в положении, когда ось вращения расположена горизонтально;
- грузоподъемность;
- высота подъема планшайбы;
- скорость вращения планшайбы;
- угол наклона и высота оси вращения над уровнем пола при горизонтальном

ее расположении.

Манипулятор управляется при помощи пульта.

В качестве приспособления при автоматической наплавке применяется манипулятор сварочный марки IRBP 250A производства фирмы KUKA. Общий вид манипулятора IRBP 250A показан на рисунке 1.9.

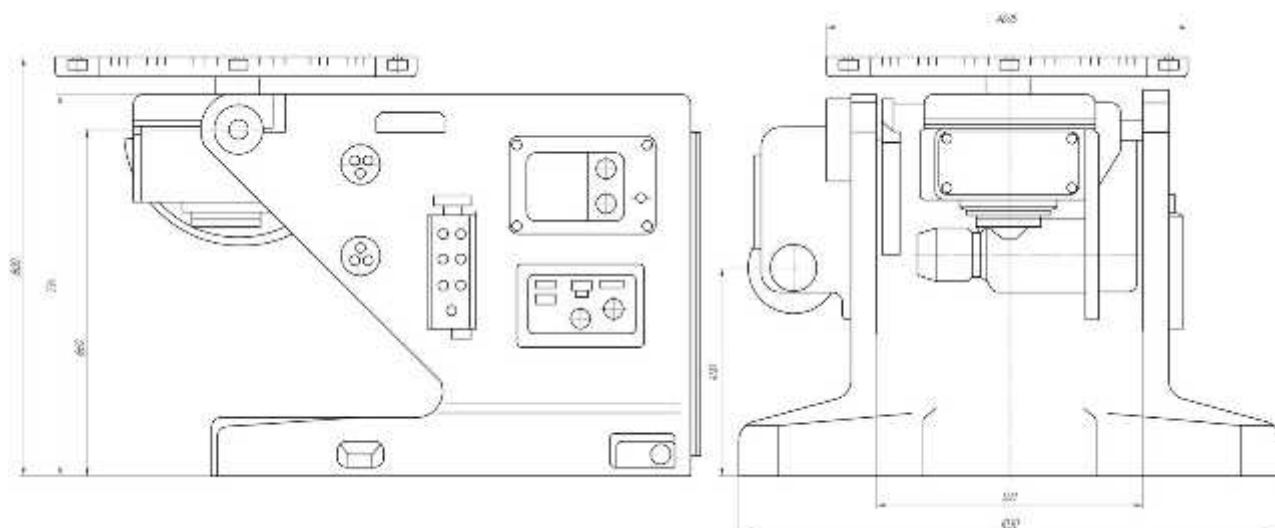


Рисунок 1.9 – Общий вид манипулятора IRBP 250A

Манипулятор сварочный IRBP 250A предназначен для ориентирования компактного изделия относительно оси вращения свариваемой единицы. Он состоит из основания, вокруг которого с помощью электродвигателя вращается платформа. На платформе электродвигателя вращается планшайба, на которую крепится свариваемое изделие. Технические характеристики манипулятора IRBP 250A приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Технические характеристики манипулятора IRBP 250A [7]

Характеристика	Значение
Максимальная нагрузка, кг	250
Скорость вращения, об/мин	50
Вращающий момент, Нм	350
Габаритные размеры, мм	680×600×500

Проанализировав существующую технологию проведения ремонтных работ по наплавке колесных пар следует отметить следующие недостатки:

1. низкая производительность процесса наплавки. Это приводит к тому, что не выполняется график ремонта, что увеличивает количество вагонеток, находящихся в месте простоя;

2. при наплавке сварочной проволокой Св-08ГА наплавленный слой не отвечает требованиям эксплуатации.

Указанные недостатки предлагается устранить применением корректирующих мероприятий, а именно:

– заменить сварочную проволоку на более твердую, чтобы получить слой отвечающий требованиям эксплуатации.

– выбрать либо разработать установку, обеспечивающую возможность наплавки двух колес одновременно.

1.4 Описание предлагаемой технологии ремонта

Указанные выше выявленные при существующей технологии изготовления недостатки возможно устранить применением корректирующих мероприятий. При этом, основные переделы на операциях остаются прежними.

В первую очередь производится оценка качества рассматриваемой поверхности бандажа на предмет наличия недопустимых дефектов, возникших при эксплуатации.

Далее производится разборка колесной пары. После того, как бандаж снят с колесной пары, его отправляют на расточку и зачистку от остатков горной массы, ржавчины и масляных загрязнений.

После зачистки и расточки, бандаж контролируют визуально на наличие поверхностных дефектов и отправляют на сборку в кондукторе.

На операции сборки в кондукторе одновременно присутствуют два бандажа. Это отличие от применяемой технологии. Описание кондуктора приведено в разделе 2.

После сборки бандажей в кондукторе, они отправляются на сварочный стенд. В предлагаемой технологии ремонта требуется усовершенствовать участок

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

проведения работ. На нем требуется установить раму, на которую монтируются четыре вращателя. При этом три из них являются ведущими (к ним подключен электродвигатель), а четвертый ведомым. Они обеспечивают вращение изделия относительно оси. Рядом с вращателями установлен портал, на котором закреплены два сварочных автомата АД-231, используемые в базовом варианте и описание которых дано ранее в п. 1.3.

В качестве источника питания сварочных автоматов предлагается применить аппарат для сварки под слоем флюса марки LAF 631 производства фирмы Esab. Общий вид аппарата LAF 631 показан на рисунке 1.10.



Рисунок 1.10 – Общий вид аппарата LAF 631

Технические характеристики аппарата LAF 631 представлены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Технические характеристики аппарата LAF 631 [8]

Наименование	Значение
Диапазон регулирования сварочного тока, А	30...800
Диапазон регулирования напряжения, В	21...44
Напряжение холостого хода, В	54

Продолжение таблицы 1.9.

Напряжение питания, В	400×3
КПД, %	84
Габаритные размеры, мм	670×490×930
Масса, кг, не более	260

Расширение номенклатуры применяемого на участке наплавки оборудования обусловлено требованиями повышения производительности при ремонтных работах. Подробное описание сварочного стенда приведено в разделе 2.

1.4.1 Выбор наплавочных материалов

Для повышения износостойкости наплавленного металла, согласно комплексу мероприятий, требуется заменить сварочную проволоку СВ-08ГА диаметром 4 мм на более износостойкую.

Рассмотрим три марки проволоки для наплавки, которые могут обеспечить требуемые характеристики, и сравним их. Выберем следующие марки сварочной проволоки:

- ОК Tubrodur 35 S M диаметром 3 мм в сочетании с флюсом ОК Flux 10.71;
- ПП-Нп-200Х12М диаметром 3,2 мм в сочетании с флюсом АН-20С;
- Нп-65Г диаметром 3 мм в сочетании с флюсом АН-20С.

Сварочная проволока ОК Tubrodur 35 S M диаметром 3 мм является флюсозащитной порошковой проволокой, которая обеспечивает в наплавленном слое низколегированную мартенситную сталь. Она работает в сочетании с флюсом ОК Flux 10.71. Применяется данное сочетание для упрочняющей наплавки поверхностей, подвергшихся износу в условиях интенсивного трения металла о металл при высоких контактных и умеренных ударных нагрузках. Механическая обработка наплавленного металла удовлетворительная, хорошая стойкость к ударным нагрузкам. Наплавка производится на постоянном токе прямой полярности.

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Флюс марки ОК Flux 10.71 является агломерированным основным флюсом, предназначенным для выполнения сварных швов как за один проход, так и за несколько проходов металла любой толщины.

Химический состав флюса ОК Flux 10.71 приведен в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Химический состав флюса ОК Flux 10.71

В процентах

Химический элемент	Al ₂ O ₃ + MnO	CaO+MgO	SiO ₂ + TiO ₂	CaF ₂
	Не более			
Количество	40,0	30,0	26	22

Флюс марки ОК Flux 10.71 имеет величину зерна размером 0,2...1,6 мм. Насыпная плотность 1,2 кг/дм³. Перед сваркой флюс прокаливается в печи при температуре 200 °С в течении 1 часа.

Химический состав металла, наплавленного проволокой ОК Tubrodur 35 S M в сочетании с флюсом ОК Flux 10.71, приведен в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Химический состав металла, наплавленного проволокой ОК Tubrodur 35 S M в сочетании с флюсом ОК Flux 10.71

В процентах

Химический элемент	C	Si, не более	Mn	Cr
Количество	0,2	1,0	1,5	3,5

Твердость наплавленной поверхности составляет порядка 40 HRC. Ориентировочная стоимость одного килограмма сварочной проволоки ОК Tubrodur 35 S M составляет 423 р/кг. Ориентировочная стоимость флюса ОК Flux 10.71 составляет 95 р/кг.

Сварочная проволока ПП-Нп-200Х12М диаметром 3,2 мм является порошковой проволокой. Она предназначена для автоматической наплавки под слоем флюса и в среде защитных газов слоя, который работает в условиях трения металла о металл при больших динамических нагрузках. Она работает в

сочетании с флюсом АН-20С. Наплавка производится на постоянном токе обратной полярности.

Флюс марки АН-20С поставляется согласно ГОСТ 9087-81 «Флюсы сварочные плавные. Технические условия». Он применяется для автоматической сварки и наплавки изделий, работающих в тяжелых условиях эксплуатации. Химический состав флюса АН-20С приведен в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Химический состав флюса АН-20С

В процентах

Химический элемент	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	K ₂ O + Na ₂ O	MnO	Fe ₂ O ₃	S	P
	Не более							
Количество	19 – 24	3 – 9	27 – 32	2 – 3	0,5	0,8	0,06	0,03

Флюс марки АН-20С имеет величину зерна размером 0,25...2,8 мм. Насыпная плотность 1,3 – 1,8 кг/дм³. Перед сваркой флюс прокаливается в печи при температуре 400...450 °С в течении 2 часов.

Химический состав металла, наплавленного проволокой ПП-Нп-200Х12М в сочетании с флюсом АН-20С, приведен в таблице 1.12.

Таблица 1.12 – Химический состав металла, наплавленного проволокой ПП-Нп-200Х12М в сочетании с флюсом АН-20С

В процентах

Химический элемент	С	Cr	Si	Mn	Mo	S	P
			Не более			Не более	
Количество	1,5 – 1,9	11 – 13	0,8		0,4 – 0,7	0,4	

Твердость наплавленной поверхности составляет порядка 40...43 НРС. Ориентировочная стоимость одного килограмма сварочной проволоки ПП-Нп-200Х12М составляет 150 р/кг. Ориентировочная стоимость флюса АН-20С составляет 100 р/кг. Достоинствами сочетания проволоки ПП-Нп-200Х12М с флюсом АН-20С являются их низкая стоимость, доступность.

Недостатком указанной проволоки является то, что перед проведением

наплавки требуется применять предварительный подогрев до температуры 500 – 600 °С, а также возникающие трудности при дальнейшей механической обработке.

Наплавочная проволока Нп-65Г диаметром 3 мм является флюсозащитной порошковой проволокой. Она предназначена для автоматической наплавки под слоем флюса для восстановления изношенных контактных поверхностей, работающих в условиях трения металла о металл при больших динамических нагрузках. Она наплавляется в сочетании с флюсом АН-20С. Наплавка производится на постоянном токе прямой полярности.

Химический состав металла, наплавленного проволокой Нп-65Г в сочетании с флюсом АН-20С, приведен в таблице 1.13.

Таблица 1.13 – Химический состав металла, наплавленного проволокой Нп-65Г в сочетании с флюсом АН-20С

В процентах

Химический элемент	С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
				Не более			
Количество	0,6 – 0,7	0,17 – 0,37	0,9 – 1,2	0,3		0,035	

Твердость наплавленной поверхности составляет порядка 38...42 НРС. Ориентировочная стоимость одного килограмма сварочной проволоки Нп-65Г составляет 220 р/кг. Ориентировочная стоимость флюса АН-20С составляет 100 р/кг. Достоинствами сочетания проволоки Нп-65Г с флюсом АН-20С являются их низкие цены, простота использования. Основным недостатком указанного сочетания, является повышенная цена на проволоку.

Проведенный сравнительный анализ сварочных материалов позволяет сделать вывод о том, что из-за высокой стоимости сварочной проволоки ОК Tubrodur 35 S М ее применение не выгодно в условиях производства ремонтных работ.

При использовании проволоки марки ПП-Нп-200Х12М по сравнению с проволокой ОК Tubrodur 35 S М является более выгодным и, в условиях

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2017.613.00 ПЗ					31

экономической блокады российской Федерации на мировом рынке, ее применение является предпочтительным. Однако, возникающие трудности при механической обработке наплавленного слоя и применение предварительного подогрева до температуры 500 – 600 °С являются отрицательными факторами, поэтому данную проволоку также применять не будем.

Следовательно, для наплавки будем использовать наплавочную проволоку Нп-65Г диаметром 3 мм с флюсом АН-20С.

1.4.2 Расчет режимов наплавки

Произведем расчет параметров режима сварки. Расчет параметров режима автоматической наплавки производится в следующей последовательности:

- расчет силы сварочного тока;
- расчет напряжения на дуге;
- расчет скорости подачи проволоки;
- расчет скорости сварки;
- расчет погонной энергии;
- расчет мгновенной скорости охлаждения.

Примем, что требуемая площадь наплавленного металла за один проход составляет $50 \text{ мм}^2 = 0,5 \text{ см}^2$.

Диапазон плотностей сварочного тока при сварке и наплавке под слоем флюса при диаметре электродной проволоки 3 мм составляет 50...100 А/мм² [2]. Примем, что сила сварочного тока составляет 600 А. Тогда плотность сварочного тока определится по формуле (6) из [2]

$$j = \frac{4I_{\text{СВ}}}{\pi d_{\text{э}}^2} = \frac{4 \cdot 600}{3,14 \cdot 3^2} = 85 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}. \quad (6)$$

Полученное значение плотности тока входит в указанный интервал.

Наплавка производится на постоянном токе прямой полярности [2].

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Рассчитаем напряжение на дуге по формуле (7) из [2]

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{d_{\text{э}}}} I_{\text{СВ}} \pm 1, \text{ В}, \quad (7)$$

где $d_{\text{э}} = 3$ – диаметр электродной проволоки, мм;

$I_{\text{СВ}} = 600$ – сила сварочного тока, А.

Тогда, по формуле (7) получим, что

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{3}} \cdot 600 \pm 1 \approx 37,3 \pm 1 \text{ В}.$$

Рассчитаем скорость сварки при выбранных параметрах режима по формуле (8) из [2]

$$V_{\text{СВ}} = \frac{V_{\text{ПОД}}}{F_{\text{Н}}} \cdot F_{\text{ЭЛ}}, \frac{\text{см}}{\text{с}}, \quad (8)$$

где $V_{\text{ПОД}}$ – скорость подачи электродной проволоки, см/с;

$F_{\text{Н}} = 0,5$ – площадь наплавленного металла, см²;

$F_{\text{э}} = 0,071$ – площадь сечения электрода, см².

Рассчитаем скорость подачи электродной проволоки $V_{\text{ПОД}}$ по формуле (9) из [2]

$$V_{\text{ПОД}} = \frac{\alpha_{\text{р}} I_{\text{СВ}}}{3600 F_{\text{ЭЛ}} \gamma}, \frac{\text{см}}{\text{с}}, \quad (9)$$

где $\alpha_{\text{р}}$ – коэффициент расплавления, г/Ач;

$F_{\text{ЭЛ}} = 0,071$ – площадь сечения электродной проволоки, см²;

$\gamma = 7,85$ – плотность металла, г/см³.

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Определим коэффициент расплавления по формуле (10) из [2]

$$\alpha_p = \alpha'_p + \Delta\alpha_p, \quad (10)$$

где α'_p – составляющая, обусловленная тепловложением дуги, г/Ач;

$\Delta\alpha_p$ – составляющая, зависящая от тепловложения вследствие предварительного нагрева вылета электрода протекающим током, г/Ач.

Составляющая, обусловленная тепловложением дуги при сварке под слоем флюса на постоянном токе прямой полярности определяется по следующей формуле (11) из [1, 2]

$$\alpha_p = 6,3 + \frac{0,0702 I_{CB}}{d_{\text{Э}}^{1,035}} = 6,3 + \frac{0,0702 \cdot 600}{3^{1,035}} = 19,8 \frac{\text{г}}{\text{Ач}}. \quad (11)$$

Составляющая, зависящая от тепловложения вследствие предварительного нагрева вылета электрода протекающим током $\Delta\alpha_p$ определяется из условия (12) из [2]

$$\Delta\alpha_p = \frac{3600 Q_{\text{ПП}}}{q_{\text{Э}} I_{CB}}, \quad (12)$$

где $Q_{\text{ПП}}$ – количество теплоты, расходуемое на предварительный подогрев вылета электродной проволоки протекающим по нему током, кал;

$q_{\text{Э}} = 325$ – количество теплоты, необходимое для расплавления 1 г электродной проволоки, кал/г.

Рассчитаем значение $Q_{\text{ПП}}$ по формуле (13) из [2]

$$Q_{\text{ПП}} = 0,1884 j^2 \rho_0 d_{\text{Э}}^2 \left(\frac{V_{\text{Э}}}{a\alpha\beta} (e^{-p_2 l} - 1) - \frac{\alpha(T_{\text{ПЛ}} - T_0)}{p_1} \right), \quad (13)$$

									Лист
									34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2017.613.00 ПЗ				

где $j = 8500$ – плотность тока в электроде, А/см^2 ;

$\rho_0 = 0,000014$ – удельное электрическое сопротивление электродной проволоки при нуле градусов, Ом/см ;

$d_{\text{Э}} = 0,3$ – диаметр электродной проволоки, см ;

$V_{\text{Э}}$ – условная скорость подачи электрода, см/с ;

$a = 0,08$ – коэффициент температуропроводности, $\text{см}^2/\text{с}$;

$\alpha = 0,0083$ – коэффициент изменения электрического сопротивления с изменением температуры, $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

β – коэффициент, ед;

$l = 35$ – вылет электродной проволоки, см ;

$T_{\text{пл}} = 1500$ – температура плавления проволоки, $^{\circ}\text{C}$;

$T_0 = 20$ – начальная температура проволоки, $^{\circ}\text{C}$;

p_1 и p_2 – коэффициенты, ед.

Определим коэффициент β по формуле (14) из [2]

$$\beta = \frac{0,24j^2\rho_0}{a\gamma} = \frac{0,24 \cdot 8500^2 \cdot 0,000014}{0,08 \cdot 1,25} = 2428 \text{ ед.} \quad (14)$$

где $\gamma = 1,25$ – объемная теплоемкость, кал/см^3 .

Определим условную скорость подачи проволоки по формуле (15) из [2]

$$V_{\text{Э}} = \frac{4\alpha_r I_{\text{СВ}}}{3600\pi\gamma d_{\text{Э}}^2} = \frac{4 \cdot 19,8 \cdot 600}{3600 \cdot 3,14 \cdot 7,85 \cdot 0,3^2} = 6 \text{ см/с.} \quad (15)$$

Определим коэффициенты p_1 и p_2 исходя из условия (17) из [2]

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

$$\begin{cases} p_1 = -\frac{V_{\text{Э}}}{2a} - \sqrt{\frac{V_{\text{Э}}^2}{4a^2} - \alpha\beta} = -\frac{6}{2 \cdot 0,08} - \sqrt{\frac{6^2}{4 \cdot 0,08^2} - 0,0083 \cdot 2428} = -74,7 \text{ ед;} \\ p_2 = -\frac{V_{\text{Э}}}{2a} + \sqrt{\frac{V_{\text{Э}}^2}{4a^2} - \alpha\beta} = -\frac{6}{2 \cdot 0,08} + \sqrt{\frac{6^2}{4 \cdot 0,08^2} - 0,0083 \cdot 2428} = -0,3 \text{ ед.} \end{cases} \quad (17)$$

Тогда, по формуле (13) получим, что

$$Q_{\text{III}} = 0,1884 \cdot 8500^2 \cdot 0,000014 \cdot 0,3^2 \cdot \left(\frac{6}{0,08 \cdot 0,0083 \cdot 2428} (e^{-0,3 \cdot 3,5} - 1) - \frac{0,0083 \cdot (1500 - 20)}{-74,7} \right) = 121,4 \text{ кал.}$$

Следовательно, по формуле (12)

$$\Delta\alpha_p = \frac{3600 \cdot 121,4}{325 \cdot 600} = 2,24 \frac{\text{г}}{\text{Ач}}.$$

Тогда, по формуле (10) коэффициент расплавления

$$\alpha_p = 19,8 + 2,24 = 22,04 \text{ г/Ач.}$$

Следовательно, по формуле (9) получим, что скорость подачи $V_{\text{ПОД}}$

$$V_{\text{ПОД}} = \frac{22,04 \cdot 600}{3600 \cdot 0,071 \cdot 7,85} = 6,6 \frac{\text{см}}{\text{с}}.$$

Тогда, по формуле (10) получим, что скорость сварки $V_{\text{СВ}}$

$$V_{\text{СВ}} = \frac{6,6}{0,5} \cdot 0,071 = 0,94 \frac{\text{см}}{\text{с}}.$$

Рассчитаем погонную энергию при сварке по формуле (18) из [2]

$$q_{\text{ПОГ}} = \frac{0,24 U_{\text{Д}} I_{\text{СВ}} \eta}{V_{\text{СВ}}}, \frac{\text{кал}}{\text{см}}, \quad (18)$$

где $\eta=0,85$ – эффективный КПД нагрева изделия дугой.

Тогда, по формуле (18) получим, что

$$q_{\text{ПОГ}} = \frac{0,24 \cdot 37,3 \cdot 600 \cdot 0,9}{0,94} = 5143 \frac{\text{кал}}{\text{см}}.$$

Определим глубину провара по формуле (19) из [2]

$$h = 0,0156 \sqrt{\frac{q_{\text{П}}}{\psi_{\text{ПР}}}}, \quad (19)$$

где $q_{\text{П}}$ – величина погонной энергии, кал/см;

$\psi_{\text{ПР}}$ – коэффициент формы провара, ед.

Определим коэффициент формы шва по формуле (20) из [2]

$$\psi_{\text{ПР}} = \frac{k'(19-0,01 I_{\text{СВ}}) d_{\text{Э}} U_{\text{Д}}}{I_{\text{СВ}}}, \quad (20)$$

где k' – коэффициент, зависящий от плотности и полярности тока, ед.

Определим коэффициент k' по формуле (21) из [2]

$$k' = \frac{2,82}{j^{0,1925}} = \frac{2,82}{85^{0,1925}} = 1,2. \quad (21)$$

Тогда, по формуле (20) получим, что

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\Psi_B = \frac{1,2 \cdot (19 - 0,01 \cdot 600) \cdot 3 \cdot 37,3}{600} = 2,91 \text{ ед.}$$

Тогда, по формуле (19) глубина провара составляет

$$h = 0,0156 \cdot \sqrt{\frac{5143}{2,91}} = 0,66 \text{ см.}$$

Определим ширину шва по формуле (22) из [2]

$$B = \Psi_{\text{ПР}} h = 2,91 \cdot 0,66 = 1,286 \text{ см.} \quad (22)$$

Определим высоту валика по формуле

$$C = \frac{F_H}{0,73B} = \frac{0,5}{0,73 \cdot 1,286} = 0,533 \text{ см.}$$

Общая высота шва определяется по формуле

$$D = h + C = 0,66 + 0,533 = 1,193 \text{ см.}$$

Полученные значения геометрических параметров соответствуют требуемым, однако, при полученных режимах образуется высокая глубина проплавления. Для ее уменьшения примем, что скорость сварки составляет 1,7 см/с, напряжение на дуге 40 В. Тогда:

- погонная энергия $q_{\text{П}} = 3049$ кал/см;
- коэффициент формы провара $\Psi_{\text{ПР}} = 3,12$ ед;
- глубина проплавления $h = 0,49$ см;
- ширина шва $B = 1,53$ см;
- высота валика усиления $C = 0,45$ см.

Таким образом, полученные значения параметров режима сварки обеспечивают получение валика с площадью поперечного сечения равного 0,5 см².

Для стали 35Л скорость охлаждения металла в околошовной зоне при наименьшей устойчивости аустенита имеет интервал 0,12...7 °С/с [2].

Мгновенная скорость охлаждения при наплавке валика определяется по формуле (23) из [2]

$$\omega = \bar{\omega} 2\pi\lambda \frac{(T_M - T_0)^2}{Q_{\text{ПОГ}}}, \frac{^\circ\text{C}}{\text{с}}, \quad (23)$$

где $\bar{\omega}$ – безразмерный критерий процесса, ед;

$\lambda = 0,1$ – коэффициент теплопроводности, кал/см с °С;

$T_M = 500$ – температура наименьшей устойчивости аустенита, °С;

$T_0 = 230$ – температура изделия после сварки первого прохода, °С.

Безразмерный критерий процесса $\bar{\omega}$ зависит от другого безразмерного критерия, который определяется по формуле (24) из [2]

$$\frac{1}{\theta} = \frac{2q_{\text{ПОГ}}}{\pi\delta^2 c\gamma(T_M - T_0)} = \frac{2 \cdot 3049}{3,14 \cdot 6,1^2 \cdot 1,25 \cdot (500 - 230)} = 0,16. \quad (24)$$

При значении безразмерного критерия 0,16 получим, что $\bar{\omega} = 1$.

Тогда, по формуле (23) получим, что

$$\omega = 1 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 0,1 \cdot \frac{(500 - 230)^2}{3049} = 15 \frac{^\circ\text{C}}{\text{с}}.$$

Так значение мгновенной скорости охлаждения $15 > 7$, то скорость охлаждения не выдерживается и, следовательно, требуется увеличить температуру предварительного подогрева. Примем, что температура предварительного

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

подогрева составляет 350 °С. Тогда, по формуле (18) $1/\theta = 0,3$, $\bar{\omega}=1$. Следовательно, по формуле (23) $\omega = 4,6$ °С. Скорость охлаждения рассчитана правильно.

1.5 Контроль качества

Основные дефекты наплавки: трещины в наплавленном слое и в зоне сплавления с основным металлом детали, поры и раковины, шлаковые включения, несплавления слоя с основным металлом детали, подрезы и др.

Трещины являются наиболее опасным дефектом наплавленного слоя, так как под воздействием быстроизменяющихся нагрузок или тепловых колебаний они могут развиваться, т. е. увеличиваться в размерах, что может привести к преждевременному выходу детали из строя. Поэтому контролю на обнаружение трещин необходимо уделять весьма серьезное внимание.

Возникновение трещин зависит от содержания углерода и серы в наплавленном металле, от недостаточного предварительного подогрева детали при наплавке, жесткости изделия и пр. Холодные трещины могут возникать при отсутствии замедленного охлаждения детали после наплавки.

Поры могут образовываться при использовании некачественной газовой смеси или недостаточной подачи защитного газа, при наличии ржавчины на наплавляемых поверхностях.

Поры являются менее опасным дефектом, чем трещины, но их наличие снижает износостойкость и прочность наплавленного металла.

Несплавления наплавленного металла с основным металлом детали могут образоваться при несоответствии выбранной скорости наплавки, загрязнении наплавляемых поверхностей, нарушении режима наплавки и пр. Наличие этих дефектов может привести к отколу наплавленного слоя в процессе работы детали.

Контроль сварочных работ и качество наплавленного металла при изготовлении конструкций и деталей должен осуществляться контрольными органами предприятия. Результаты контроля должны регистрироваться по

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

установленной на предприятии форме, храниться.

Контроль качества является важной и обязательной операцией на производстве, так как дефекты, которые могут появиться в процессе наплавки, значительно снижают характеристики отверстий корпусов. Существует много методов контроля качества, но основным из них является визуальный и измерительный (ВИК).

Внешним осмотром проверяется качество наплавленной поверхности. В наплавленном металле не допускаются следующие дефекты:

- раковины величиной более 1мм;
- поры величиной более 1мм;
- несплавления.

Высота слоя наплавки проверяется штангенциркулем.

При проведении контроля цветной капиллярной дефектоскопией используется набор для цветной дефектоскопии марки Sherwin.

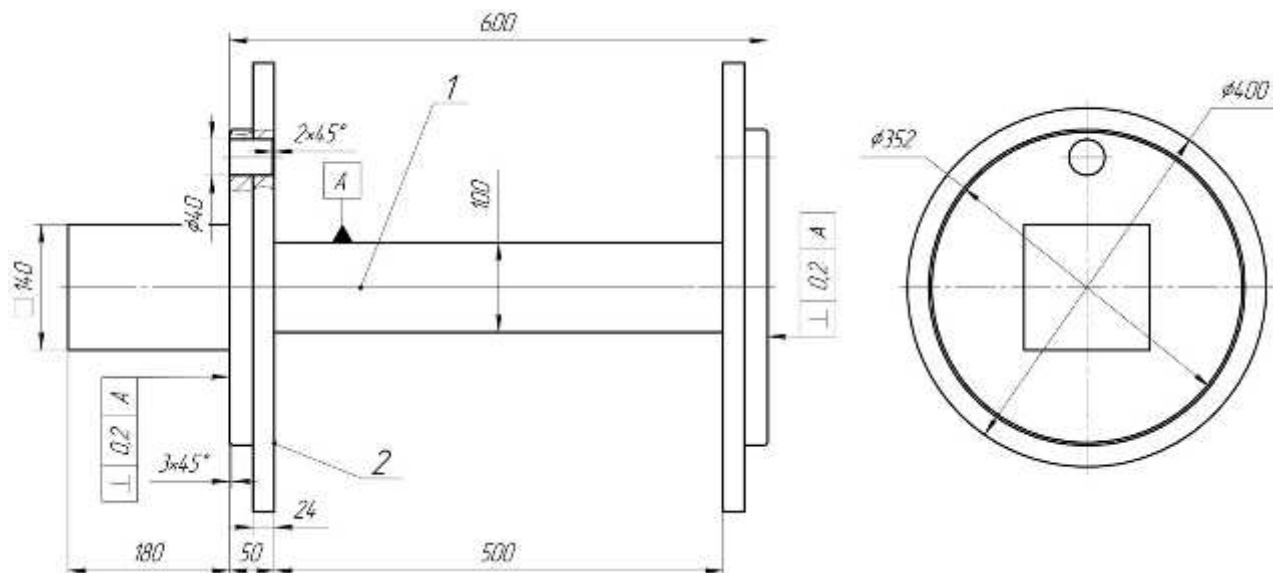
Вывод по разделу 1:

В разделе 1 рассматривается технология проведения ремонтной наплавки бандажа колесной пары вагонетки рудничного типа. Рассмотрена конструкция, сборочные элементы, применяемая при сборке и при наплавке оснастка. Также рассмотрены применяемые сварочные материалы, оборудование и общая технология. По результатам анализа были выявлены недостатки, которые предложено устранить заменой сварочных материалов, применяемой оснастки, технологии производства работ. Также рассчитаны режимы сварки и описаны методы контроля качества и недопускаемые дефекты.

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

Для одновременного придания вращения двум бандажам при наплавке рассмотрим специальный кондуктор. Общий вид кондуктора показан на рисунке 2.1.



1 – ось; 2 – колесо

Рисунок 2.1 – Общий вид кондуктора

Кондуктор представляет собой ось с приваренными к ней колесами. При изготовлении колеса привариваются без механической обработки посадочных поверхностей. Механическая обработка производится на токарном и фрезерном станках после сварки. Принцип работы кондуктора заключается в том, что с двух сторон на болты диаметром резьбы 36 мм монтируются бандажи. Далее болты прикручиваются.

После сборки в кондукторе бандажи устанавливаются на сварочный стенд. Он представляет собой систему элементов, состоящую из:

- рамы;
- четырех горизонтальных вращателей, три из которых приводные, а четвертый ведомый;
- рельсового пути;
- портала.

Общий вид рамы стенда показан на рисунке 2.2.

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

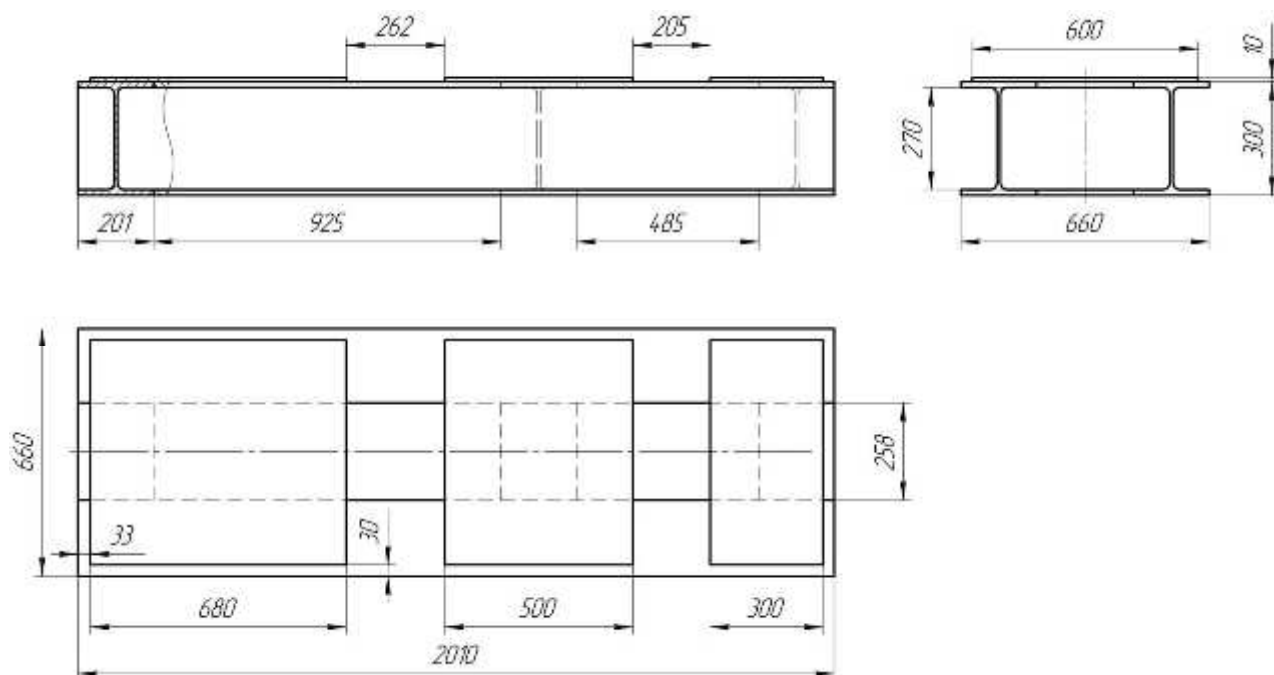


Рисунок 2.2 – Общий вид рамы стенда

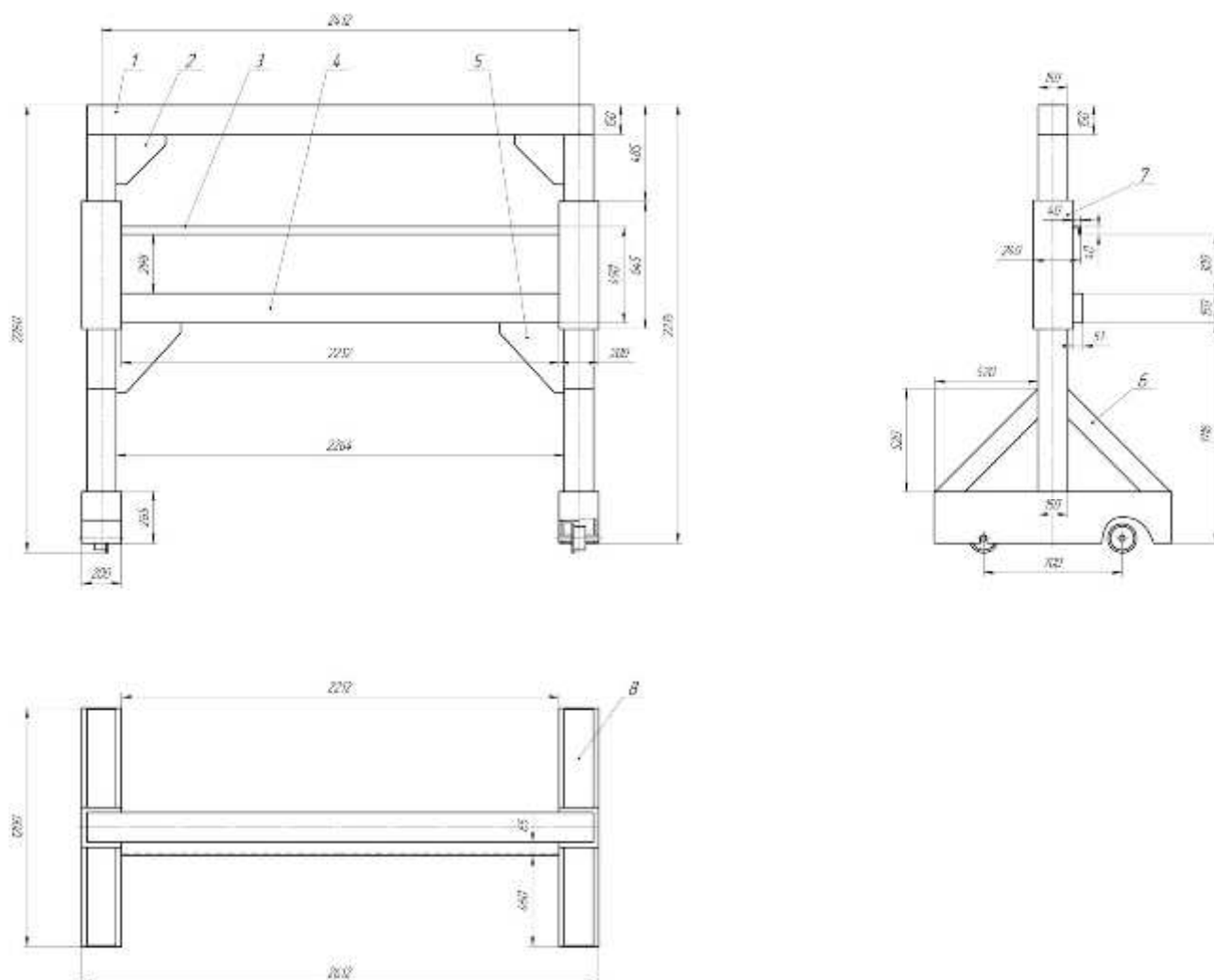
Установка сварочного автомата производится на специальном портале, который монтируется на рельсовый путь. Портал представляет собой цельносварную конструкцию. Общий вид портала показан на рисунке 2.3.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2017.613.00 ПЗ

Лист

43



1 – Балка; 2 – Косынка; 3 – Уголок направляющий; 4 – Дорожка направляющая; 5 – Косынка; 6 – Раскос; 7 – Усилитель; 8 – Тележка

Рисунок 2.3 – Общий вид портала

Портал представляет собой цельносварную конструкцию, которая перемещается по рельсовому пути. Он предназначен для установки на него сварочного автомата АД-231. Устройство портала позволяет автомату производить перемещения вдоль направляющих.

Выводы по разделу 2:

В конструкторском разделе рассмотрена применяемая и предлагаемая оснастка, которая применяется при изготовлении.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2017.613.00 ПЗ

Лист

44

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

3.1 Расчет норм штучного времени

Время, затрачиваемое на визуальный осмотр, обезжиривание наплавляемых поверхностей составляет 5 мин.

Расчет норм времени для наплавки производится исходя из номенклатуры изделий. Количество ремонтов не является единичным, так как в эксплуатации находится большое количество вагонеток. Поэтому примем, что при автоматической наплавке применяется серийный тип производства. Настройка оборудования для сварки, подготовка флюса, засыпка флюса в бункер, установка бухты проволоки, выставление режимов наплавки производится электросварщиком.

Для расчета времени, затрачиваемого на наплавку одного колеса, требуется определить подготовительно-заключительное время. Оно представляет собой сумму времени по следующим технологическим операциям [4]:

1. Получение производственного задания – 4 мин;
2. Ознакомление с работой – 6 мин;
3. Установка величины сварочного тока – 0,3 мин;
4. Установка скорости сварки – 0,2 мин;
5. Установка скорости подачи проволоки – 0,3 мин;
6. Открытие шибера бункера для флюса – 0,2 мин;
7. Подготовка рабочего места в начале и конце смены – 10 мин;
8. Сдача работы – 4 мин.

Следовательно, время на наплавку подготовительно-заключительное можно определить по следующей формуле (25) из [4]

$$T_{ПЗ} = \sum t_{ПЗ}, \quad (25)$$

									Лист
									45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2017.613.00 ПЗ				

где $t_{ПЗ}$ – сумма времени на технологических операциях при подготовке и завершении работ, мин.

Тогда, по формуле (25)

$$T_{ПЗ}=4+6+0,3+0,2+0,3+0,2+10+4=25 \text{ мин.}$$

Основное время наплавки (время непосредственного горения дуги) определяется по формуле (26) из [4]

$$T_0=60 \cdot \frac{L}{V_{СВ}}, \quad (26)$$

где $L = 1,256$ – длина наплавленного валика за один проход, м;

$V_{СВ} = 61,2$ – скорость сварки, м/ч.

Рассчитаем основное время наплавки согласно формуле (26):

$$T_0=60 \cdot \frac{1,256}{61,2}=1,2 \text{ мин.}$$

При рассчитанных параметрах режимов наплавки и при полученной геометрии валика количество проходов при наплавке поверхности качения составляет 16 шт, при наплавке реборды 2 шт.

Наплавка поверхности качения производится за три прохода, при наплавке реборды шесть проходов. Тогда общее основное время при наплавке на одно колесо составляет

$$T_0^{\text{Общ}}=(1,2 \cdot 16 \cdot 3)+(1,2 \cdot 2 \cdot 6)=72 \text{ мин.}$$

Общее основное время при наплавке одного колеса составляет 72 мин. При наплавке двух колес одновременно основное время также составляет 72 мин.

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

По базовому варианту технологии ремонта основное время наплавки на одно колесо составляло 171,6 мин и на два колеса составляло 343,2 мин. Предлагаемая технология наплавки позволяет сократить время процесса на 271,2 мин.

Основным параметром, определяющим производительность, является штучное время на изготовление. Произведем расчет штучного времени на операцию наплавки по следующей формуле (27) из [4]

$$T_{шт} = (T_{нш} + T_{ви}) k_{1-n}, \quad (27)$$

где $T_{нш}$ – неполное штучное время на длину шва, мин;

$T_{ви}$ – вспомогательное время, связанное с изделием и типом оборудования, включающее в себя затраты на операции, связанные с изделием (закрепление, перемещение, установку, снятие и поворот изделий);

k_{1-n} – поправочные коэффициенты на измененные условия работы.

Определим неполное штучное время на длину шва $T_{нш}$ по формуле (28) из [4]

$$T_{нш} = (T_0 + T_{вш}) k, \quad (28)$$

где T_0 – основное время сварки, мин;

$T_{вш}$ – вспомогательное время, связанное со сваркой шва, мин;

$k = 1,12$ – коэффициент к оперативному времени, учитывающий время на обслуживание.

Вспомогательное время, связанное со сваркой шва $T_{вш}$ включает в себя следующие этапы [4]:

– зачистка наплавленного валика от шлака после каждого прохода (на 1 м шва за один проход) – 1,2 мин;

– осмотр и промер шва (на 1 м шва за один проход) – 0,6 мин;

– подтягивание проводов, откусывание и удаление остатков проволоки, подача проволоки в головку автомата (выбирается в зависимости от диаметра сварочной проволоки) – 0,5 мин для диаметра проволоки 3 мм;

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– зачистка поверхности перед наплавкой от налета ржавчины или окисной пленки механизированным инструментом и обезжиривание (время указано на 1 м шва) – 2 мин.

Таким образом, вспомогательное время, связанное со сваркой шва $T_{ВШ}$ для одного валика за один проход:

$$T_{ВШ}=(1,2+0,6+2) \cdot 1,256+0,5=5,3 \text{ мин.}$$

Количество валиков при наплавке поверхности качения составляет 16 шт за три прохода, при наплавке реборды 2 шт за шесть проходов.

Таким образом, вспомогательное время, связанное со сваркой шва для одного изделия составляет

$$T_{ВШ}^{Общ}=(5,3 \cdot 16 \cdot 3)+(5,3 \cdot 2 \cdot 6)=318 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время, связанное со сваркой шва при наплавке одного колеса составляет 318 мин. При наплавке двух колес одновременно вспомогательное время также составляет 318 мин.

По базовому варианту технологии ремонта вспомогательное время наплавки на одно колесо составляло 413,4 мин и на два колеса составляло 826,8 мин. Предлагаемая технология наплавки позволяет сократить вспомогательное время на 508,8 мин.

Тогда, неполное штучное время $T_{шт}$ при наплавке одного валика определится по формуле (28)

$$T_{шт}=(1,2+5,3) \cdot 1,12=7,3 \text{ мин.}$$

Количество валиков при наплавке поверхности качения составляет 16 шт за три прохода, при наплавке реборды 2 шт за шесть проходов. Таким образом, неполное штучное время для одного изделия составляет

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

$$T_{\text{НШ}}^{\text{Общ}}=(7,3 \cdot 16 \cdot 3)+(7,3 \cdot 2 \cdot 6)=438 \text{ мин.}$$

Неполное штучное время при наплавке одного колеса составляет 438 мин. При наплавке двух колес одновременно неполное штучное время также составляет 438 мин.

По базовому варианту технологии ремонта неполное штучное время наплавки на одно колесо составляло 655,2 мин и на два колеса составляло 1310,4 мин. Предлагаемая технология наплавки позволяет сократить неполное штучное время на 872,4 мин.

Вспомогательное время, связанное с изделием и типом оборудования $T_{\text{Ви}}$, включает в себя затраты на операции, связанные с изделием (закрепление, перемещение, установку, снятие и поворот изделий) и составляет 10 мин. При этом указанное время суммируется с общим штучным временем на изготовление изделия в целом.

Примем, что значения поправочных коэффициентов на измененные условия работы составляют:

- коэффициент, учитывающий условия проведения работ и вид сварки – 1;
- коэффициент, учитывающий положение шва в пространстве – 1,5;
- коэффициент, учитывающий вид сварки, шва и его длину – 1,32.

Следовательно, по формуле (21) получим, что при наплавке одного валика за один проход

$$T_{\text{ШТ}}=7,3 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,32=15 \text{ мин.}$$

Количество валиков при наплавке поверхности качения составляет 16 шт за три прохода, при наплавке реборды 2 шт за шесть проходов. Таким образом, общее штучное время для одного изделия составляет

$$T_{\text{ШТ}}^{\text{Общ}}=(15 \cdot 16 \cdot 3)+(15 \cdot 2 \cdot 6)+10=900 \text{ мин.}$$

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Общее штучное время при наплавке одного колеса составляет 900 мин. При наплавке двух колес одновременно неполное штучное время также составляет 900 мин.

По базовому варианту технологии ремонта общее штучное время наплавки на одно колесо составляло 1295 мин и на два колеса составляло 2590 мин. Предлагаемая технология наплавки позволяет сократить общее штучное время на 1690 мин.

Полученное значение времени и выгоды от внедрения корректирующих мероприятий принято с учетом суммарного времени на ремонт двух бандажей.

Рассчитаем штучное время на операции контроля качества одного колеса по следующей формуле (29) из [4]

$$T_{\text{шт}}^{\text{кон}} = (T_0 + t_{\text{всп}})k, \quad (29)$$

где T_0 – основное время для проведения контроля, мин;

$t_{\text{всп}}$ – время, затрачиваемое на подготовку оборудования и детали, мин;

$k=1,19$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, на отдых и естественные надобности, ед.

Основное время для проведения контроля определим по формуле (30) из [4]

$$T_0 = \frac{L}{V_k}, \quad (30)$$

где $L_{\text{ш}}$ – длина контролируемого сварного шва, м;

V_k – скорость проведения контроля, м/мин. Примем, что при визуальном контроле скорость составляет 0,7 м/мин.

Тогда, по формуле (30) получим, что основное время для операции при визуальном и измерительном контроле составляет

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

$$T_0 = \frac{1,256}{0,7} = 1,8 \text{ мин.}$$

Тогда, по формуле (29) получим, что

$$T_{\text{ШТ}}^{\text{Кон}} = (1,8 + 2) \cdot 1,19 = 4,5 \text{ мин.}$$

При капиллярном контроле качества время контроля составляется из следующих этапов:

- обезжиривание поверхности – 2 мин;
- нанесение пенетранта – 0,7 мин;
- выдержка пенетранта на поверхности – 10 мин;
- очистка поверхности очистителем – 3 мин;
- нанесение проявителя – 0,7 мин;
- выдержка – 15 мин;
- осмотр – 2 мин.

Таким образом время на операцию капиллярного контроля составляет 36,4 мин.

3.2 Расчет основных фондов рабочего времени

Производительность при наплавке бандажа колесной пары вагонетки рудничного вагона зависит от номинального фонда рабочего времени. Определение указанного фонда производится исходя из календарной продолжительности сезона проведения работ, и зависит от количества выходных, праздничных и предпраздничных дней.

Определим номинальный фонд рабочего времени исходя из условия (31) из [4]

$$F_H = \frac{D_{\Gamma} t_H}{D_H}, \quad (31)$$

									Лист
									51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2017.613.00 ПЗ				

где $D_{Г} = 182$ – количество рабочих дней в сезоне, шт;

$D_{Н} = 7$ – количество рабочих дней недели, шт;

$t_{Н}=168$ – продолжительность рабочей недели, ч.

Тогда, по формуле (31) получим, что

$$F_{Н} = \frac{365 \cdot 168}{7} = 8760 \text{ ч.}$$

При расчете номинального фонда рабочего времени также учитывается фонд времени работы оборудования, который учитывает сменность работы оборудования и потери по времени, связанные с ремонтом. Его возможно определить по формуле (32) из [4]

$$F_{Д} = F_{Н} \left(1 - \frac{P}{100} \right), \quad (32)$$

где $F_{Н} = 8760$ – номинальный годовой фонд рабочего времени, ч;

$P = 3,8$ – процент, учитывающий потери времени на ремонт оборудования, %.

Тогда, по формуле (32) получим, что действительный годовой фонд времени при работе оборудования

$$F_{Д} = 8760 \cdot \left(1 - \frac{3,8}{100} \right) = 8427 \text{ ч.}$$

Рассматриваемое предприятие работает в круглосуточном режиме. Ремонт наплавкой бандажей производится четырьмя бригадами. Фонд рабочего времени одной бригады при работе в одну смену можно определить по формуле (33) из [4]

$$F_{Н.БР.} = \frac{F_{Н}}{n}, \quad (33)$$

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

где $F_H = 8760$ – номинальный годовой фонд рабочего времени, ч;

$n = 4$ – количество бригад, занятых на объекте, шт.

Тогда, по формуле (33) получим, что

$$F_{H.БР.} = \frac{8760}{4} = 2190 \text{ ч.}$$

При вычете из фондов времени планируемых дневных и внутрисменных фондов потерь времени можно определить эффективный фонд времени для одной бригады при работе в одну смену. К таким потерям времени относятся:

- основной и дополнительный отпуск всех видов;
- болезни;
- выполнение государственных обязанностей;
- сокращение рабочего дня в соответствии с действующим законодательством.

При расчете эффективного фонда времени работы одного рабочего воспользуемся формулой (34) из [4]

$$F_{ДР} = F_{H.БР.} \cdot [1 - 0,01(P_H + P_O + P_{ОТП} + P_P)], \quad (34)$$

где $F_{H.БР.} = 2190$ – номинальный фонд рабочего времени одной бригады, ч;

$P_H = 4$ – планируемый процент невыхода на работу, %;

$P_O = 6$ – процент перерывов на отдых, %;

$P_{ОТП} = 6$ – процент невыхода на работу в связи с отпуском, %;

$P_P = 3$ – процент потерь времени, связанных с ремонтом оборудования в рабочее время, %.

Тогда, по формуле (34), эффективный фонд времени работы одного рабочего

$$F_{ДР} = 2190 \cdot [1 - 0,01 \cdot (4 + 6 + 6 + 3)] = 1774 \text{ ч.}$$

									Лист
									53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2017.613.00 ПЗ				

3.3 Организация производства

Количество источников питания для наплавки при производстве работ определяется расчетом и зависит от трудоемкости изготавливаемой продукции и действительного фонда времени работы оборудования.

Загрузка оборудования рассчитывается по формуле (35) из [4]

$$C_P = \frac{T_{\text{шт}} N}{60 F_D K_{\text{вн}} n}, \quad (35)$$

где $T_{\text{шт}}$ – штучное время проведения операции для одного изделия, мин;

$N = 1460$ – годовая программа изготовления исходя из принятых параметров предлагаемого варианта изготовления, шт;

$F_D = 8427$ – действительный фонд времени оборудования при двухсменном графике в сутки, ч;

$K_{\text{вн}} = 1,1$ – коэффициент выполнения норм выработки;

$n = 2$ – количество смен.

Полученное значение C_P должно быть округлено до ближайшего целого числа $C_{\text{пр}}$, являющимся принятым количеством оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования определяется по формуле (36) из [4]

$$K_3 = \frac{C_P}{C_{\text{пр}}}, \quad (36)$$

где C_P – расчетное количество оборудования, шт;

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

Расчет количества применяемого оборудования показан в таблице 3.1.

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Таблица 3.1 – Количество применяемого оборудования

Наименование операции	T _{шт} , мин	C _р	C _{пр}	K _з
Наплавка	900	1,2	2	0,6
Контроль качества	40,9	0,1	1	0,01

По результатам расчета можно сделать вывод о том, что при наплавке наблюдается высокий коэффициент загрузки оборудования. При контроле качества наблюдается низкий коэффициент загрузки применяемого оборудования. Это обусловлено что данное оборудование при работе в две смены и при наплавке двух колес большую часть времени простаивает из-за подготовительных и контрольных операций.

Численность основных производственных рабочих меняется в зависимости от трудоемкости работ, норм выработки или норм обслуживания оборудования.

Количество рабочих рассчитывается по формуле (37) из [4]

$$R_p = \frac{T_{шт} N}{60 F_{др} K_B S}, \quad (37)$$

где T_{шт} – штучное время проведение операции для одного изделия, мин;

N = 1460 – годовая программа изготовления систем запираения, шт;

F_{др} = 1774 – действительный годовой фонд времени работы при двухсменном графике в сутки, час/год;

S = 2 – количество смен работы оборудования, шт;

K_B = 1,1 – коэффициент выполнения норм выработки, ед.

Полученное значение R_p должно быть округлено до ближайшего целого числа R_{пр}, являющимся принятым количеством оборудования.

Коэффициент занятости рабочего рассчитывается по формуле (38) из [4]

$$K_3 = \frac{R_p}{R_{\text{ПР}}}, \quad (38)$$

где R_p – расчетное количество рабочих, чел;

$R_{\text{ПР}}$ – принятое количество рабочих, чел.

Расчеты численности основных производственных рабочих и их занятости сведены в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Численность рабочих

Наименование операции	Профессия / специальность	$T_{\text{шт}}$, мин	R_p	$R_{\text{ПР}}$	K_3
Наплавка	Сварщик	900	5,6	6	0,93
Контроль качества	Контролер	40,9	0,3	1	0,3

3.4 Расчет расхода материалов и энергоносителей

Расчет норм расхода материалов и энергоносителей зависит от количества наплавленного на изделие металла. Вес металла, который наплавлен на изделие, определяется по формуле (39) из [4]

$$Q_{\text{Э}} = Q_{\text{Н}} k, \quad (39)$$

где $k = 1,05$ – безразмерный коэффициент, который учитывает потери на угар и разбрызгивание при автоматической наплавке под слоем флюса, ед;

$Q_{\text{Н}}$ – вес металла, наплавленного на одно изделие, кг.

Вес наплавленного металла определяется по формуле (40) из [4]

$$Q_{\text{Н}} = F_{\text{Н}} L \gamma, \quad (40)$$

где $F_{\text{Н}}$ – площадь поперечного сечения наплавленного металла, см^2 ;

L – длина слоя наплавки, см;

$\gamma = 7,8$ – плотность наплавленного металла, г/см³.

Примем, что площадь наплавленного металла при наплавке катающей составляет 1,5 см², при наплавке реборды 2,5 см².

Длина слоя наплавки катающей составляет 10,1 м. Длина слоя наплавки реборды составляет 4,32 м.

Тогда, по формуле (40) получим, что

$$Q_H = (1,5 \cdot 1010 \cdot 7,8) + (2,5 \cdot 432 \cdot 7,8) = 20240 \text{ г.}$$

Следовательно, согласно формуле (39), вес наплавленного металла на одно изделие составляет

$$Q_{\text{Э}} = 20240 \cdot 1,05 = 21252 \text{ г.}$$

Расход электродной проволоки на годовую программу определяется по формуле (41) из [4]

$$Q_{\text{Э ОБЩ}} = Q_{\text{Э}} N, \quad (41)$$

где $Q_{\text{Э}}$ – вес наплавленного металла, г;

$N = 2920$ – условная годовая программа ремонтируемых изделий, шт.

Тогда, по формуле (41) получим, что:

$$Q_{\text{Э ОБЩ}} = 21252 \cdot 2920 = 62055,8 \text{ кг.}$$

Расход флюса при наплавке на одно изделие определяется по формуле (42) из [4]:

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

$$Q_{\Phi} = Q_{\text{Э}} k, \quad (42)$$

где $k = 0,2$ – коэффициент расхода флюса, ед.

Тогда, по формуле (42) получим, что

$$Q_{\Phi} = 21,252 \cdot 0,2 = 4,3 \text{ кг.}$$

Расход флюса, потраченного при наплавке на годовую программу выпуска изделий, составляет

$$Q_{\Phi \text{ ОБЩ}} = 4,3 \cdot 2920 = 12556 \text{ кг.}$$

Расход энергоносителей для обеспечения работы сварочных машин и аппаратов в общем виде может быть определен по техническим характеристикам оборудования и потерям энергии. Воспользуемся методикой для дуговых способов сварки, основанной на учете массы наплавленного металла и удельных расходах энергии. Расход энергоносителей при сварке на годовую программу находится из выражения (43) из [4]

$$Q_{\text{ЭЛ}} = Q_{\text{Э ОБЩ}} g_{\text{Э}}, \quad (43)$$

где $g_{\text{Э}} = 2,5$ – удельный расход электроэнергии, кВт/кг.

Тогда, по формуле (43) получим, что

$$Q_{\text{ЭЛ}} = 62055,8 \cdot 2,5 = 155139,5 \text{ кВт.}$$

Сравнительная характеристика базового и предлагаемого варианта технологии ремонтной наплавки банджа колесной пары вагонетки рудничного вагона приведена в таблице 3.3.

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Таблица 3.3 – Сравнительная характеристика базового и предлагаемого варианта технологии ремонтной наплавки бандажа

	Базовый вариант		Предлагаемый вариант	
	За один проход	На изделие	За один проход	На изделие
I_{CB}, A	600		600	
U_d, B	35±1		40	
$d_э, мм$	4		3	
$V_{CB}, см/с (м/ч)$	0,97 (34,92)		1,7 (60,2)	
Ширина валика В, мм	10...12		15,3	
Высота валика С, мм	3...4		4,5	
Количество валиков, шт: – при наплавке катающей – при наплавке реборды	–	20 3	–	16 2
Количество оборотов, шт: – при наплавке катающей – при наплавке реборды	–	3 6	–	3 6
$T_0, мин$	2,2	171,6	1,2	72

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

15.03.01.2017.613.00 ПЗ

Лист

59

Продолжение таблицы 3.3.

Т _{вш} , мин	5,3	413,4	5,3	318
Т _{нш} , мин	8,4	655,2	7,3	438
Т _{шт} , мин	16,6	1295	15	900
Итого Т _{шт} общ на два изделия	33,2	2590	15	900

Выводы по разделу 3:

В разделе 3 произведен расчет штучного времени при ремонте наплавкой бандажа колесной пары. Произведены расчеты основных фондов времени. Произведен расчет затрат сварочных материалов, а также рассчитано необходимое количество сварочного оборудования и оборудования для контроля. Также рассчитана необходимая численность персонала.

									Лист
									60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.01.2017.613.00 ПЗ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рассматриваемой работе проводится анализ технологии ремонта наплавкой бандажа колесной пары вагонетки рудничного типа.

В технологическом разделе произведен анализ самой конструкции как колесной пары, так и бандажа. Описан основной материал бандажа (сталь 35Л) и для него произведен расчет свариваемости, а также по результатам расчета сделан вывод о необходимости применения предварительного подогрева. В этом же разделе описана технология проведения ремонта бандажа наплавкой. При исследовании указанной технологии были выявлены недостатки, которые предлагается устранить применением других наплавочных материалов. Также предлагается заменить сварочную оснастку и произвести пересчет режимов наплавки. Рассчитанные режимы наплавки позволяют увеличить скорость самого процесса на 0,73 см/с, увеличить ширину наплавки валика при той же самой высоте валика, а также уменьшить количество самих валиков.

В конструкторском разделе описана применяемая сварочная оснастка.

В разделе технического нормирования произведены расчеты основных фондов времени. Произведен расчет штучного времени при ремонте. Произведен расчет затрат сварочных материалов, а также рассчитано необходимое количество сварочного оборудования и оборудования для контроля. Также рассчитана необходимая численность персонала.

					15.03.01.2017.613.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акулов, А. И. Технология и оборудования сварки плавлением. Учебник для студентов вузов/ А. И. Акулов, Г. А. Бельчук, В. П. Демянцевич. – М.: «Машиностроение», 1977. – 432с. с ил.
2. Зайцев, Н. Л. Теоретические основы сварки плавлением: учебное пособие/ Н.Л. Зайцев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 78 с.
3. Шахматов, М. В. Технология изготовления и расчет сварных оболочек/ М. В. Шахматов, В. В. Ерофеев, В. В. Коваленко – Уфа: Полиграфкомбинат, 1999. – 272 с.
4. Куркин, С. А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве: Учебник для студентов вузов/ С. А. Куркин, Г. А. Николаев – М.: Высш. шк., 1991. – 398 с., ил.
5. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением/ Под. ред. Б. Е. Патона. – М.: «Машиностроение», 1974. – 768 с., ил.
6. СТО ЮУрГУ 04-2008. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению. Компьютерная версия. – 2-е изд. перераб./ Составители: Т. И. Парубочая, Н. В. Сырейщикова, В. И. Гузеев, Л. В. Винокурова. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
7. <http://uraltermosvar.ru>
8. <https://www.profsvar.ru>

									Лист
									62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2017.613.00 ПЗ				