

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

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

Факультет «Материаловедение и металлургические технологии»
Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ М.А. Иванов

« ____ » _____ 2017 г.

Разработка технологии наплавки валков дробилки ДГ-400-250

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

Руководитель работы

Осипов А.М.
доцент каф. ОиТСП

Подпись

И.О., Фамилия

« ____ » _____ 2017 г.

Автор работы
студент группы П-440
Косарев Иван Александрович

« ____ » _____ 2017 г.

Нормоконтролёр
преподаватель

_____ Ю.В. Безганс

« ____ » _____ 2017 г.

Челябинск, 2017

Аннотация

Косарев И.А. Разработка технологии наплавки валков дробилки ДГ-400×250. – Челябинск: ЮУрГУ, П, 2017, 44 с. 16 ил., библиог. список – 11 наим., 7 листов чертежей ф. А1, 4 листа карт технологического процесса

На основании базового технологического процесса наплавки валков была усовершенствована технология восстановления и упрочнения поверхности качения валков путём замены наплавочных материалов, что в свою очередь позволило повысить твердость и износостойкость рабочей поверхности вала.

Применение выбранных наплавочных материалов позволило увеличить срок службы валков.

Выбрано и предложено пневмозажимающее устройство, что позволило сократить время на подготовительные и вспомогательные операций при наплавки.

					15.03.01.2017.311.00 ПЗ					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>						
Разраб.		Косарев И.А.			<i>Разработка</i> <i>технологии наплавки</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Провер.		Осипов А.М.							4	
Реценз.								ФГАОУ ВО «ЮУрГУ(НИУ)»		
Н.контр.		Безганс Ю.В.						Кафедра ОиТСП		
Утверд.		Иванов М.А.								

ВВЕДЕНИЕ

Вопрос сокращения затрат на предприятиях всегда актуален для решения, повышения рентабельности любого производства, особенно в кризисной ситуации, при увеличении срока службы, следовательно снижение затрат является одним из основных направлений для рентабельной работы предприятия, так и в целом промышленности.

Одной из основных расходных статей для эффективной работы производства являются затраты, связанные с ремонтом машин и агрегатов, обеспечение их запасными деталями и узлами.

Для уменьшения затрат по ремонту узлов применяют технология восстановления и упрочнение наплавкой деталей.

Наплавка-это процесс нанесения на рабочую поверхность детали слоя металла путем расплавления. В качестве источника тепла, необходимого для расплавления присадочного металла и металла детали, используются: электрическая дуга, газовое пламя, луч лазера и другие источники энергии.

Наплавка нашла широкое применение, как при изготовлении новых деталей, так и при ремонте изношенных деталей. При изготовлении детали из углеродистой стали с применением наплавки на рабочую поверхность, можно нанести сплав, обладающий необходимым для этой детали комплексом свойств: износостойкостью, жаропрочностью, термостойкостью, коррозионной стойкостью и т.д. Наплавка при ремонте позволяет многократно восстанавливать первоначальные размеры изношенных деталей, при этом, правильно выбранный наплавочный материал и технология, обеспечивают эксплуатационные характеристики на уровне новых деталей, но даже превзойти их. Так как масса наплавленного металла обычно не превышает нескольких процентов от массы наплавляемой детали, используя восстановительную наплавку, можно многократно восстанавливать изношенные детали, экономить большие средства на их приобретение или металл и затраты на их изготовление.

					15.03.01.2017.311.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№докум	Подпись	Дата		6

Используя упрочняющую наплавку при изготовлении деталей можно значительно уменьшить расход дорогостоящих высоколегированных сталей и сплавов.

Кроме этого, в результате увеличения упрочняющей наплавкой срока службы деталей, узлов и механизмов, от которых зависит работа высокопроизводительного оборудования, сокращается время и количество ремонтных простоев и тем самым повышается производительность труда и уменьшаются затраты на ремонт. Это обуславливает большую экономическую и технологическую эффективность наплавки в металлургии, горнодобывающей промышленности, на транспорте и в других отраслях, где большое количество деталей работают в тяжелых условиях и подвергаются разным видам износа.

Приведенные средние данные эффективности наплавки показывают, что наплавочные технологии, оборудование и материалы позволяют:

- заменить восстановительной наплавкой одного килограмма наплавочного материала приобретение 20–25 кг новых деталей;
- заменить упрочняющей наплавкой одного килограмма наплавочного материала приобретение 60–75 кг новых деталей;
- упрочняющая наплавка увеличивает срок службы деталей в 2–5 раз.

					15.03.01.2017.311.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	Идокум	Гдпись	Дата		7

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Целью работы: является разработка обоснованной технологии наплавки материалов с отсутствием дефектов в износостойком наплавленном слое для упрочнения и ремонта валков. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) Проанализировать существующие способы упрочнения и восстановления валков, при наплавки износостойких материалов;
- 2) Выбрать материал для наплавки;
- 3) Рассчитать параметры режимы наплавки;
- 4) Произвести планировку участка;
- 5) Разработать технологию наплавки с последующим восстановлением валков, используемых в двухвалковой дробилке износостойкими материалами, позволяющих увеличить срок эксплуатации деталей.

					15.03.01.2017.399.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№докум	Подпись	Дата		8

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Описание конструкции, её назначение, условие работы

Двухвалковая дробилка применяется для дробление мелкого и среднего материала малой абразивности таких как доломит, известняк, мергель, мрамор, уголь, гипс и другие материалы. Валки относятся к деталям опорно-ходовых устройств механизмов работы дробилки. В валковых дробилках материал дробится двумя валками, вращающимися навстречу друг к другу. Такие дробилки бывают трех видов: с гладкими, рифлеными и зубчатыми валками.

Материал дробления – магнезит. Это распространённый материал, карбонат магния $MgCO_3$, магнезит является огнеупорным материалом, его используют для производства огнеупорных кирпичей в химической промышленности.

Ленточный конвейер доставляет магнезит в дробилку сверху через входное отверстие, захватывается валками, дробится в пространстве между валками и в качестве дробленого продукта под действием силы тяжести отсеивается в отсек для хранения.

Двухвалковая дробилка ДГ-400*250 основными параметрами являются диаметр и длина валков. ДГ-двухвалковая дробилка с гладкими валками для среднего и мелкого дробления, твердых руд

Научно-обоснованные требования к размеру гладких валков 15-20 размеров максимальной фракции, следовательно, допустимый размер материал не должен превышать 20 мм. Величину фракции на выходе регулируют смещением рабочих валков. Их положение фиксируется с одной стороны мощными пружинами с регулируемым натягом, а с другой распорками.

Материал подается сверху в загрузочную зону, после дробления удаляется вниз сквозь разгрузочное отверстие.

Технические характеристики дробилки приведены в таблице 2.1

					15.03.01.2017.311.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№докум	Подпись	Дата		9

Таблица 2.1 – Технические характеристики двухвалковой дробилки ДГ-400*250

Наименования основного параметра и размера	Норма
1. Размер валков, мм	
длина	250
диаметр	400
2. Размер куска, загруженного материала, мм, не более	20
3. Ширина выходной щели, мм	2-12
4. Производительность на материале средней прочности, т/ч	До 20
5. Электро привод (2шт):	
Частота вращения валков, об/мин	1000
Установленная мощность, кВт	2x4
Напряжение питания, В	380
6. Габаритные размеры, мм	
ширина	688
высота	1174
7. Масса, кг	950

2.2 Описание и назначение составных частей изделий

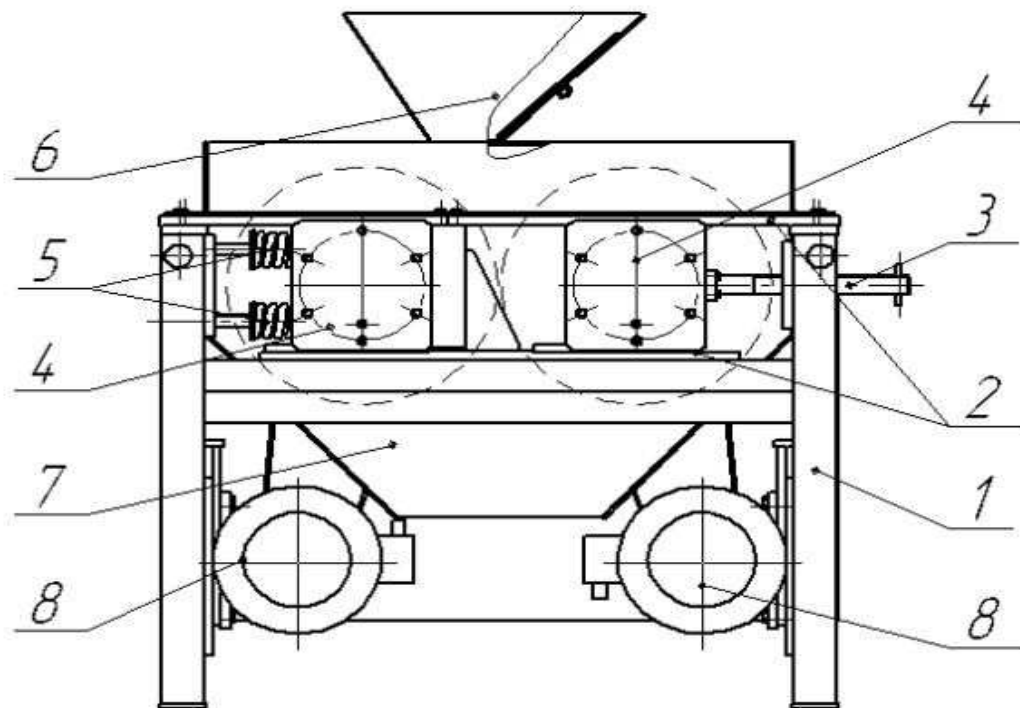


Рисунок 2.1 – Двухвалковая дробилка ДГ-400×250

1. Рама;
2. Фиксирующая планка;
3. Регулировочная рукоять;
4. Корпус подшипника;
5. Пружина;
6. Загрузочная воронка;
7. Разгрузочная воронка;
8. Привод.

На рисунке 2.2 изображён валок двухвалковой дробилки ДГ-400×250.

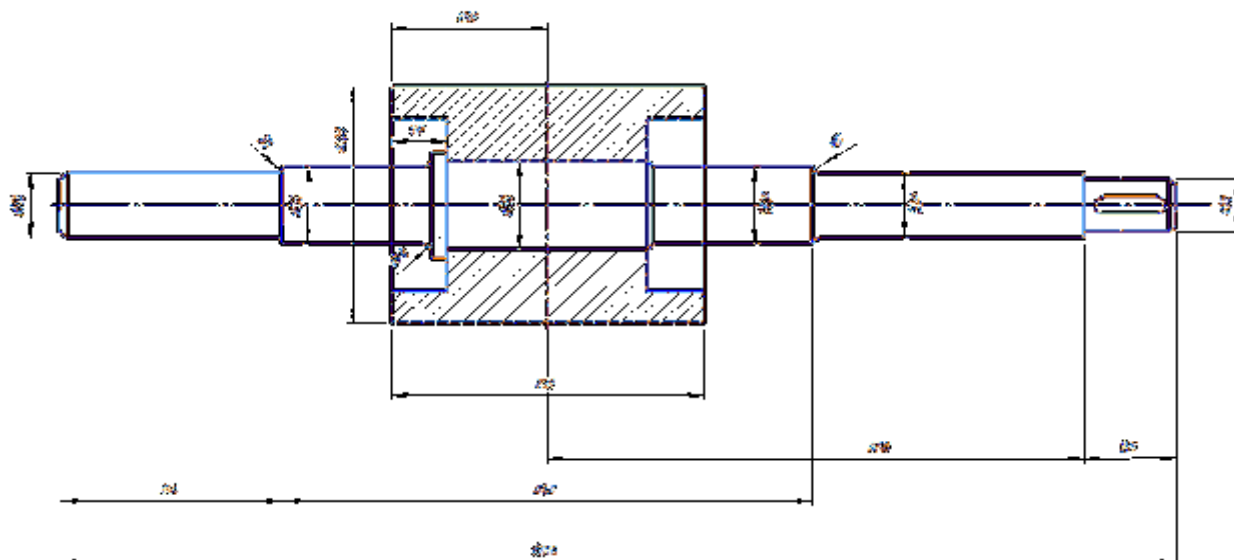


Рисунок 2.2 – Валок двухвалковой дробилки ДГ-400*250

Материал валка сталь 45, на валок запрессовывается, бандаж с гладкой поверхностью.

Материал бандажа сталь 35.

В данном случае бандаж подлежит восстановлению, так как он чаще всего подлежит износу и является расходным материалом, средний срок службы 1500 часов

Износ-поверхностное разрушения и изменение геометрии детали. В зависимости от причин износ разделяется на три вида: химический, физический и тепловой. Материал бандажа сталь 35 средний срок службы 20-50 тысяч тонн руды.

Класс стали: конструкционная углеродистая, качественная.

Твердость материала 28 – 32 HRC

Очевидно, что изделие подвергается серьезным эксплуатационным нагрузкам.

Химический состав стали 35 приведен в таблице 2.2.

										Лист
										12
Изм	Лист	№докум	Подпись	Дата	15.03.01.2017.311.00 ПЗ					

Таблица 2.2 – Химический состав стали 35

в процентах

Химические элементы	C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P	Fe	Cu	As
Кол-во	0,32 -0,4	0,5- 0,8	0,17- 0,37	0,25	0,25	До 0,04	До 0,035	97	До 0,25	До 0,08

Механические свойства стали 35 приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Механические свойства стали 35

Марка стали	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %
35	470	245	22

Для проверки склонности стали 35 к образованию горячих трещин проведем теоретический расчет.

Фактор склонности стали к горячим трещинам HCS для сталей с пределом прочности до 700 МПа не должно превышать значение $HCS \geq 4$. Рассчитаем по формуле (1):

$$HCS = \frac{C \cdot (S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100}) \cdot 10^3}{3Mn + Cr + Mo + V}; \quad (1)$$

$$HCS = \frac{0,32 \cdot (0,04 + 0,035 + \frac{0,17}{25} + \frac{0,25}{100}) \cdot 10^3}{3 \cdot 0,8 + 0,25 + 0 + 0} = 10;$$

$HCS=10$, следовательно условия не выполняются сталь к горячим трещинам склонна.

2.3 Описание применяемых материалов, их свойства

Для восстановления поверхности бандажа используем наплавочную проволоку $\varnothing 3$ Нп-30ХГСА.

					15.03.01.2017.131.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№докум	Подпись	Дата		13

Химический состав проволоки Нп-30ХГСА приведен в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Химический состав проволоки Нп-30ХГСА

в процентах

Химические элементы	С	Mn	Si	Cr	Ni	S	O ₂
						Не более	
Кол-во	0,12	0,8- 1,10	0,15- 0,35	0,02	0,9-1,2	0,015	0,015

В качестве вспомогательного материала применяем флюс плавный АН-348А, предназначен для механизированной сварки и наплавки конструкций из низкоуглеродистых нелегированных и низколегированных сталей, химические составы, которых представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Химический состав флюса АН-348А

в процентах

Химические элементы	SiO ₂	MnO	CaF ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Mg O	Mn ₂ O 3	Fe ₂ O ₃	P	S
								Не более		
Кол-во	41,0- 44	34,0- 38,0	4,0- 5,5	≤ 4,5	≤ 6,5	5,0- 7,5	0,10- 0,30	2,0	0,12	0,15

2.4. Анализ базового технологического процесса восстановления валков

Базовая технология определяет порядок и особенности восстановления валков двухвалковой дробилки 400*250.

Приемку валков, восстановление и контроль качества производить в соответствии с технологической инструкцией.

1. Произвести визуальный осмотр поступившего на восстановление валка:
 - валок должен быть очищено от ржавчины, грязи и масла;
 - проверить наличие трещин, сколов, наклепа, раската, отслоений металла.
2. При отсутствии маркировки на валке выполнить первичное клеймение

					15.03.01.2017.131.00 ПЗ					Лист
Изм	Лист	№докум	Подпись	Дата						14

колеса (номер цеха, номер наплавки).

3. Установить и закрепить валок в кругло шлифовальном станке.

Прошлифовать рабочую поверхность валка. Диаметр не должен превышать 382 мм. Трещины на поверхности не допускаются. Контролировать визуально-измерительным контролем диаметр валка рабочую поверхность на наличие трещин.

4. Контролировать наличие дефектов визуально.

5. Флюс должен быть прокален при $T = 250-300^{\circ}\text{C}$ в течении 5 часов

6. В случае наличия наиболее изношенного необработанного участка поверхности, наплавить в первую очередь его, выровняв поверхность. Далее произвести наплавку 1-го и 2-го слоев.

$I_{\text{св}}=350-420\text{A}$

$U_{\text{д}}=36-40\text{ В}$

$V_{\text{н}}=0,56-0,65\text{ м/мин}$

$V_{\text{п}}=1,6-1,8\text{ м/мин}$

$l_{\text{э}}=10-15$

Наплавочная проволока Нп-30ХГСА $\text{Ø}3,0\text{ мм}$; сварочный флюс АН-348А.

Схема наплавки валка изображена на рисунке 2.3.

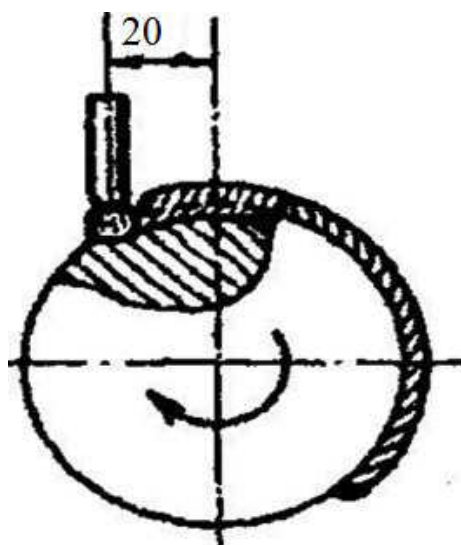


Рисунок – 2.3 схема наплавки валка двухвалковой дробилки ДГ-400×250.

					15.03.01.2017.311.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

7. Для предупреждения стекания металла при наплавке проволоку необходимо

сместить с «зенита» в сторону противоположную направлению вращения вала. Величина смещения должна быть такой, чтобы не происходило стекания расплавленного металла.

Количество слоёв наплавки зависит от состояния износа поверхности вала.

8. Выполнить механическую обработку колеса.

9. Произвести визуально-измерительный контроль восстановленной поверхности на наличие пор, шлаковых включений, трещин с помощью УШС.

10. Контролировать геометрические размер вала на соответствие с требованием чертежа, используя кронциркуль и установить пригодность их к эксплуатации.

2.5 Оборудование, применяемое на участке восстановления

Для наплавки бандажа используют манипулятор модели УСМ-1200, сварочный преобразователь ПСМ-1000 и наплавочный аппарат А-383 МК.

Технические данные манипулятора представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Технические характеристики манипулятора УСМ-1200

Наибольшая грузоподъёмность, кг	1200
Диаметр свариваемых деталей, мм	50-2000
Габариты свариваемых изделий, мм	2500x2500x1000
Поворот планшайбы	± 360
Угол наклона стола, град: в нижнем положении	135
в верхнем положении	115
Регулировка частоты вращения шпинделя	Плавная бесступенчатая
Габариты манипулятора, мм	2350x1410x1155
Вес манипулятора, кг	2370

Технические характеристики преобразователя представлены в таблице 2.7.

					15.03.01.2017.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Таблица 2.7 – Технические характеристики преобразователя ПСМ-1000

Номинальный сварочный ток (при ПР = 65%), А	1000
η , %	76
$U_{\text{пит}}$, В	220-380
Масса, кг	950
$U_{\text{ном}}$, В	70

Технические характеристики наплавочного аппарата А-874 представлены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Технические характеристики наплавочного аппарата А-874

Номинальный сварочный ток, А	1000
Диаметр электродной проволоки, мм	3...5
Скорость подачи проволоки, м/ч	9...400
Габаритные размеры головки, мм	1100 X 810 X 2000
Масса сварочной подвесной головки, кг	285
Род сварочного тока	постоянный

Проведен анализ существующих технологий восстановления валков наплавкой под слоем флюса. Были изучены применяемые материалы и оборудование, выявлены недостатки. Данная технология требует усовершенствования.

3 ИЗМЕНЕНИЯ, ВНОСИМЫЕ В БАЗОВЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

3.1 Принятые изменения

В технологии наплавки и восстановления бандажа для ОАО «Магnezит» предлагается:

- 1) Для обеспечения подложке, наплавку производить сварочной проволокой Св-08А диаметром 3 мм.
- 2) Вторым слоем наплавляем проволоку Нп-30ХГСА диаметром 3 мм.
- 3) Третьем слоем наплавить порошковую проволоку ПП-3СМ-104 диаметром 3,2 мм.
- 4) Наплавку производить под слоем флюса марки АН-348А.
- 5) Визуально-измерительный контроль качества предлагается производить после наплавки каждого слоя.
- 6) Внести изменение в оборудования для наплавки.

В таблице 3 указан химический состав проволоки Св-08А

Таблица 3.1 – Химический состав проволоки Св-08А

в процентах

Химические элементы	С	Mn	Si	Cr	Ni Не более	S		P	
						Не более		Не более	
Кол-во	До 0,1	0,35- 0,6	До 0,03	До 0,12	≤0,25	0,03	0,03	0,03	0,03

Для проверки склонности проволоки Св-08А к образованию горячих трещин проведем теоретический расчет по формуле (1):

$$HCS = \frac{0,1 * (0,03 + 0,03 + \frac{0,03}{25} + \frac{0,25}{100}) * 10^3}{3 * 0,6 + 0,12 + 0 + 0} = 3,3;$$

										Лист
										18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2017.131.00 ПЗ					

HCS=3,3, следовательно условия выполняются сталь к горячим трещинам не склонна. Свариваемость без ограничений.

Химически состав проволоки Нп-30ХГСА приведен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Химический состав проволоки Нп-30ХГСА

в процентах

Химические элементы	C	Mn	Si	Cr	Ni	S	O2
							Не более
Кол-во	0,12	0,80 - 1,10	0,15-0,35	0,02	0,9-1,2	0,015	0,015

Проверим склонность наплавочной проволоки Нп-30ХГСА к горячим трещинам по формуле (1):

$$HCS = \frac{0,12 * (0,015 + 0 + \frac{0,15}{25} + \frac{0,9}{100}) * 10^3}{3 * 1,1 + 0,02 + 0 + 0} = 1,1;$$

HCS= 1,1 следовательно условия выполняются сталь к горячим трещинам не склонна. Свариваемость без ограничений.

Химический состав порошковой проволоки ПП-3СМ-104 приведен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Химический состав порошковой проволоки ПП-3СМ-104

в процентах

Химические элементы	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
Кол-во	3,5	0,4	0,9	22,0	3,5	0,4

Проверим склонность наплавочной проволоки ПП-3СМ-104 к горячим трещинам по формуле (1):

					15.03.01.2017.131.00 ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			19

$$HCS = \frac{3,5 * (0 + 0 + \frac{0,4}{25} + \frac{0}{0}) * 10^3}{3 * 0,9 + 22 + 3,5 + 0,4} = 2;$$

HCS= 2 следовательно условия выполняются сталь к горячим трещинам не склонна. Свариваемость без ограничений.

Химический состав флюса АН-348 приведен в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Химический состав флюса АН-348

Химический элемент	в процентах									
	SiO ₂	MnO	CaF ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Mn ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P	S
Кол-во	41,- 44,0	34,0- 38,0	4,0- 5,5	≤ 4,5	≤ 6,5	5,0- 7,5	0,10- 0,30	2,0	0,12	0,15
	Не более									

Порошковая проволока и флюс должны быть прокалены по режимам: указанным в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Режимы

Марка	Температура подогрева Т °С	Время в часах
ПП-3СМ-104	180-200	1,5-2
Флюс АН-348А	250-300	5

Наплавка производится сварочной проволокой Св-08А с низким содержанием углерода для обеспечения мягкой подложки и улучшение свариваемости. После наплавляется проволока Нп-30ХГСА и порошковая проволока ПП-3СМ-104 для увеличения твердости наплавленной детали.

3.2 Сущность наплавки под флюсом

					15.03.01.2017.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

При наплавке под флюсом дуга горит между электродом и изделием, к которым подведён ток. Электрод и поверхность изделия расплавляются в дуге, образуя ванну жидкого металла. Дуга горит под слоем сварочного флюса.

По мере удаления дуги жидкий металл и шлак затвердевают, и при этом образуется наплавленный валик, покрытый шлаковой коркой и остатками не расплавившегося флюса, которые при остывании с лёгкостью удаляются. Электрод подаётся в зону наплавки из бункера подающим механизмом наплавочного аппарата. Скорость подачи электрода равна скорости его плавления, благодаря чему в процессе наплавки длина дуги сохраняется примерно постоянной. Флюс в процессе наплавки непрерывно подаётся из бункера.

При наплавке под флюсом используют сварочную проволоку или ленту, что позволяет максимально приблизить к сварочной дуге место подвода тока.

Электроды при ручной наплавке и электродная проволока при механизированной наплавке под флюсом нагреваются теплом сварочной дуги, которое вводится через пятно нагрева на торце электрода и теплом, выделяющимся по закону Джоуля Ленца при протекании сварочного тока на участке электрод-деталь.

Тепло сварочной дуги нагревает электрод с торца на участке не более 10 мм. Флюс насыпается слоем толщиной 50 – 60 мм, статическое давление флюса на жидкий металл составляет $7 - 9 \text{ г/см}^2$. Этого как показывает опыт, достаточно, чтобы устранить нежелательное механическое воздействие дуги на ванну жидкого металла, разбрызгивание жидкого металла и нарушение формирования шва даже при очень больших токах.

Благодаря совершенной защите жидкого металла при наплавке под флюсом получается однородный наплавленный металл без трещин и пор. При наплавке под флюсом получаем наплавленный металл с малой шероховатостью.

Условия труда при наплавке под флюсом значительно лучше, чем при ручной и механизированной наплавке открытой дугой. Под флюсом можно

					15.03.01.2017.311.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

наплавлять слой металла почти любого химического состава, толщиной от 1,5 мм и более. Легирование металла может осуществляться как через сварочную проволоку, так и через флюс.

3.3 Расчет режимов наплавки

Основными параметрами режима наплавки являются:

- Род и полярность тока;
- Сила сварочного тока, А;
- Скорость подачи электродной проволоки;
- Диаметр электродной проволоки;
- Вылет электрода;
- Напряжение дуги, В;
- Скорость наплавки;
- Смещение электрода с зенита;

Рассчитаем режимы наплавки для бандажа.

Выбираем проволоку Св-08А диаметром 3 мм, для обеспечения подложки для последующих проходов. Марка стали бандажа-Ст 35

Выбираем род тока, постоянный обратной полярности для того, что бы обеспечить малую глубину проплавления.

- 1) Сила сварочного тока рассчитывается по формуле (2):

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot a}{4}; \quad (2)$$

где:

d – диаметр электрода;

a – плотность тока $\frac{А}{мм^2}$.

					15.03.01.2017.311.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 3^2 \cdot 77,85}{4} = 550 \text{ А.}$$

2) Коэффициент наплавки рассчитаем по формуле (3):

$$\alpha_n \approx \alpha_p - 2; \quad (3)$$

3) α_p – коэффициент расплавления проволоки, г/А*ч;

Коэффициент расплавления проволоки рассчитаем по формуле (4):

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{I_{св}}{d_{пр}} = 17,6; \quad (4)$$

$$\alpha_n = 17,6 - 2 = 15,6;$$

4) Шаг наплавки, мм/об вычислим по формуле (5):

$$S = 1,5 \cdot d_{пр} = 1,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ мм/об}; \quad (5)$$

5) Скорость подачи электродной проволоки рассчитываем по формуле (6):

$$V_{пр} = \frac{4\alpha_p \cdot I_{св}}{\pi \cdot d_э^2 \cdot \rho} = \frac{4 \cdot 17,6 \cdot 550}{3,14 \cdot 9 \cdot 7,8} = 175 \frac{\text{м}}{\text{ч}} = 4,8 \frac{\text{см}}{\text{с}}; \quad (6)$$

Где: α_p - коэффициент расплавление проволоки, г/А*ч;

$d_э$ – диаметр электрода.

б) Определим скорость наплавки под слоем флюса по формуле (7):

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot F_n \cdot p}; \quad (7)$$

					15.03.01.2017.311.00 ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Где α_n - коэффициент наплавки, г/А*ч;

F_n – площадь наплавленного слоя, принимается $F_n = 0,6 \text{ см}^2$

Тогда.

$$V_{\text{св}} = \frac{15,6 \cdot 550}{3600 \cdot 0,6 \cdot 7,8} = 0,51 \frac{\text{см}}{\text{с}};$$

7) Зная скорость наплавки и диаметр детали, необходимое число оборотов детали можно определить по формуле (8):

$$n_D = \frac{1000 \cdot V_n}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 0,3}{3,14 \cdot 400} = 0,37 \text{ об/мин}; \quad (8)$$

8) Напряжение при сварке под слоем флюса определим по формуле (9):

$$U_{\partial} = 20 + \frac{0,05 \cdot I_{\text{св}}}{d_3^{0,5}} \pm 1 = 20 + \frac{0,05 \cdot 550}{3^{0,5}} \pm 1 = 30 \text{ В}; \quad (9)$$

9) Определим толщину наплавленного металла по формуле (10):

$$h = \frac{\pi \cdot d_{\text{эл}}^2 \cdot V_{\text{нп}}}{4 \cdot S \cdot V_{\text{св}}} \cdot K; \quad (10)$$

где h - толщина наплавленного слоя, мм;

S - шаг наплавки, мм/об;

K - коэффициент, учитывающий условия формирования шва, $K=0,6$.

Шаг наплавки 4,5 мм.

$$h = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 4,8}{4 \cdot 4,5 \cdot 0,51} = 7,5 \text{ мм};$$

					15.03.01.2017.311.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Вылет электродной проволоки и смещение электрода с зенита целесообразно проводить опытным путем или на основе рекомендации. В данном случае вылет электрода рекомендуется 30-35мм, а смещение с зенита 15-25мм в сторону, противоположную вращению детали.

Выбираем проволоку Нп-30ХГСА диаметром 3 мм, для предотвращения растрескивания и лучшей свариваемости.

Выбираем род тока, постоянный прямой полярности.

1) Сила сварочного тока рассчитывается по формуле (2):

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 3^2 \cdot 50}{4} = 500 \text{ А};$$

2) Коэффициент наплавки рассчитаем по формуле (3):

3) α_p – коэффициент расплавления проволоки, г/А*ч;

Коэффициент расплавления проволоки рассчитаем по формуле (4):

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{500}{3} = 16,3;$$

$$\alpha_H = 16,3 - 2 = 14,3;$$

4) Шаг наплавки, мм/об вычислим по формуле (5):

$$S = 1,5 \cdot d_{пр} = 1,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ мм/об};$$

5) Скорость подачи электродной проволоки рассчитываем по формуле (6):

					15.03.01.2017.311.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

$$V_{\text{пр}} = \frac{4 \cdot 16,3 \cdot 500}{3,14 \cdot 9 \cdot 7,8} = 150 \frac{\text{м}}{\text{ч}} = 4,2 \frac{\text{см}}{\text{с}};$$

6) Определим скорость наплавки под слоем флюса по формуле (7):

$$V_{\text{св}} = \frac{14,3 \cdot 500}{3600 \cdot 0,65 \cdot 7,8} = 0,45 \frac{\text{см}}{\text{с}};$$

7) Зная скорость наплавки и диаметр детали, необходимое число оборотов детали можно определить по формуле (8):

$$n_{\text{д}} = \frac{1000 \cdot 0,45}{3,14 \cdot 400} = 0,35 \text{ об/мин};$$

8) Напряжение при сварке под слоем флюса найдем по формуле (9):

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{0,05 \cdot 500}{3^{0,5}} \pm 1 = 29 \text{ В};$$

9) Определим толщину наплавленного металла по формуле (10):

$$h = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 4,2}{4 \cdot 4,5 \cdot 0,45} \cdot 0,6 = 7,3 \text{ мм};$$

Вылет электродной проволоки и смещение электрода с зенита целесообразно проводить опытным путем или на основе рекомендации. В данном случае вылет электрода рекомендуется 30–35 мм, а смещение с зенита 15–25 мм в сторону, противоположную вращению детали.

Выбираем проволоку ПП-3СМ-104 диаметром 3,2 мм, увеличения твердости для наплавленной детали.

Выбираем род тока, постоянный прямой полярности.

					15.03.01.2017.311.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

1) Сила сварочного тока рассчитывается по формуле (2):

$$I_{\text{св}} = \frac{3,14 \cdot 3,2^2 \cdot 70,77}{4} = 500 \text{ А.}$$

2) Коэффициент наплавки рассчитаем по формуле (3):

3) Коэффициент расплавления проволоки рассчитаем по формуле (4):

$$a_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{I_{\text{св}}}{d_{\text{пр}}} = 16,3;$$

$$a_n = 16,3 - 2 = 14,3;$$

4) Шаг наплавки, мм/об найдем по формуле (5):

$$S = 1,5 \cdot d_{\text{пр}} = 1,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ мм/об}$$

5) Скорость подачи проволоки рассчитываем по формуле (6):

$$V_{\text{пр}} = \frac{4 \cdot 16,3 \cdot 500}{3,14 \cdot 9 \cdot 7,8} = 150 \frac{\text{м}}{\text{ч}} = 4,2 \frac{\text{см}}{\text{с}};$$

Место для формулы.

6) Определим скорость наплавки под слоем флюса по формуле (7):

F_n – площадь наплавленного слоя, принимается $F_n = 0,55 \text{ см}^2$

тогда;

$$V_{\text{св}} = \frac{14,3 \cdot 500}{3600 \cdot 0,55 \cdot 7,8} = 0,47 \frac{\text{см}}{\text{с}};$$

					15.03.01.2017.311.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

7) Зная скорость наплавки и диаметр детали, необходимое число оборотов детали можно определить по формуле (8):

$$n_d = \frac{1000 \cdot 0,47}{3,14 \cdot 400} = 0,3 \text{ об/мин};$$

8) Напряжение при сварке под слоем флюса определим по формуле (9):

$$U_0 = 20 + \frac{0,05 \cdot 500}{3^{0,5}} \pm 1 = 29 \text{ В};$$

9) Определим толщину наплавленного металла по формуле (10):

$$h = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 4,2}{4 \cdot 4,5 \cdot 0,47} = 7 \text{ мм};$$

Вылет электродной проволоки и смещение электрода с зенита целесообразно проводить опытным путем или на основе рекомендации. В данном случае вылет электрода рекомендуется 30–35мм, а смещение с зенита 15–25мм в сторону, противоположную вращению детали.

Все расчёты режимов наплавки бандажа сведём в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Параметры режима наплавки бандажа двухвалковой дробилки.

Марка проволоки (мм)	Сила тока (А)	Напряжение на дуге (В)	Скорость наплавки (см/сек)	Скорость подачи проволоки диаметром (см/сек)
СВ-08А Ø 3	500-550	30-32	0,5-0,55	4,8
НП-30ХГСА Ø 3	450-500	28-30	0,45-0,5	4,2
ПП-3СМ-104 Ø 3,2	450-500	28-30	0,45-0,5	4,2

3.4 Контроль качества

Бандаж валка после наплавки подвергаются визуально-измерительному контролю качества. Он производится с помощью лупы 10-кратного увеличения, после очистки поверхности швов от шлака и загрязнений. При этом обнаруживают дефекты формы шва, подрезы, трещины, шлаковые включения и т.д.

Обмеры швов делают при помощи шаблонов (УШС, шаблон конструкции В.Э. Ушерова-Маршака, шаблон конструкции А.И. Красовского), штангенциркуля, микрометры, шаблоны для контроля сварных швов, рулетки, линейки и т. д.

1. Контролю подлежат все наплавленные детали с целью выявления возможных наружных дефектов и достаточности припусков наплавленного слоя для последующей механической обработки.

2. Визуальный послойный контроль в процессе наплавки выполняется с целью выявления недопустимых поверхностных дефектов в наплавочном слое.

3. Наплавка последующего слоя выполняется только после удаления всех дефектов предыдущего слоя наплавки.

4. В наплавленном металле не допускаются следующие дефекты:

4.1. Трещины всех видов и размеров.

4.2. Местные наплывы более 3 мм при длине более 50 мм.

4.3. Не заваренные кратеры.

4.4. Отдельные поры, раковины, шлаковые включения диаметром более 2-х мм в количестве 5 шт.

4.5. Шлаковые включения и поры, расположенные цепочкой при суммарной длине более 60 мм на длине 300 мм.

4.6. Скопление газовых пор и шлаковых включений более 5 шт. на 1 см² поверхности.

5. Удаление дефектных мест производить вырезкой, последующей

					15.03.01.2017.311.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

зачисткой и заваркой участка. Исправление дефектов: подрезов и трещин производить на месте, ручной дуговой сваркой на одном месте допускается производить не более 2-х раз.

6. Окончательный контроль качества осуществляется после механической обработки наплавленного металла с выдачей паспорта на деталь.

Кроме визуального и измерительного контроля используем метод магнитных суспензий. Магнитной суспензией называют жидкость (керосин, трансформаторное масло, воду спирт и т.д.) со взвешенными в ней частицами магнитного порошка.

Суспензия наносится на намагниченный шов с помощью кисти, поливом или окунанием всего изделия, если размеры не велики. Крупинки порошка втягиваются в зону рассеяния магнитных потоков и скапливаются там, чётко обрисовывают контуры дефектов. В качестве магнитных порошков применяют: тонко измельчённую и просеянную через сито железную окалину; частично восстановленный (Fe_2O_3) в среде светильного газа при температуре $800^{\circ}C$; магнетит (Fe_3O_4) и т.д. Принципиальные схемы способов намагничивания показаны на рисунке 3.4.

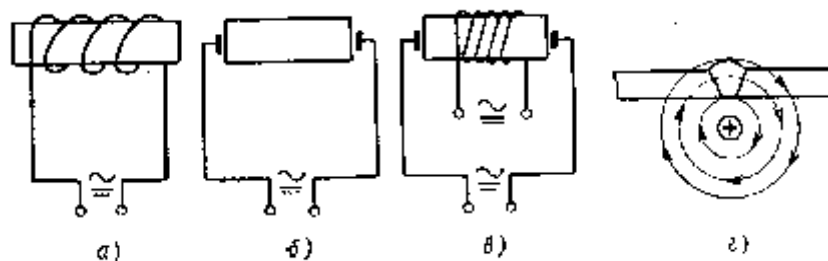


Рисунок 3.4 – Принципиальные схемы способов намагничивания

а) продольное, б) циркулярное, в) комбинированное, г) параллельное с проводником.

4 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1 Автомат сварочный А-874

Автомат А – 874 является наиболее совершенным аппаратом для наплавки. Этот автомат самоходного типа, предназначенный для выполнения самых различных работ при наплавке тел вращения, плоских деталей и изделий сложной формы. Широкие технологические возможности автомата обеспечиваются комплектом сменных узлов и приставок применительно к различным случаям наплавки и электрической схемой, позволяющей вести наплавку с одной скоростью подачи проволоки. Для этой цели в схеме использован универсальный привод.

Конструктивные элементы автомата показаны на рисунке 4.5.

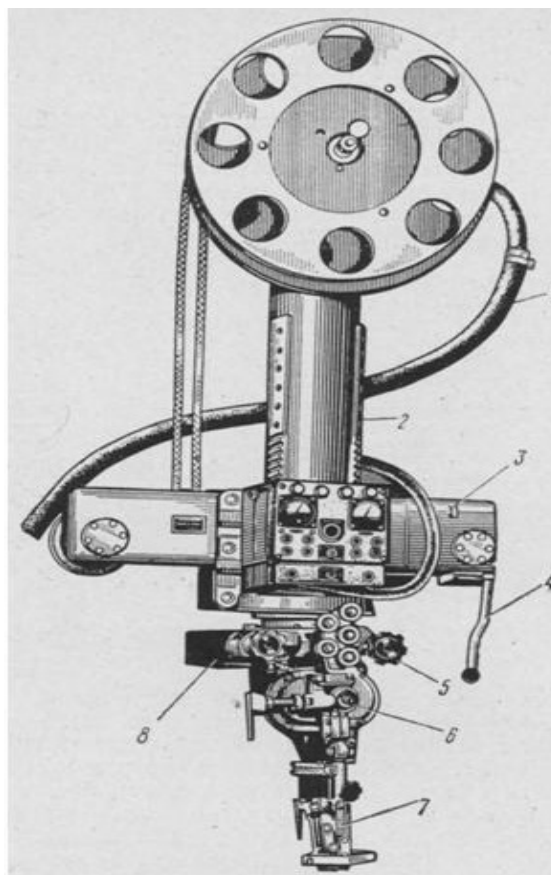


Рисунок 4.5 – Конструктивные элементы автомата сварочного А-874

					15.03.01.2017.311.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

- где
- 1 - флюсоотсос;
 - 2 - штанга механизма вертикального перемещения;
 - 3 - ходовая тележка;
 - 4 - переключатель скорости (рабочей и маршевой);
 - 5 - поперечный корректор;
 - 6 - механизм подачи электрода;
 - 7 - мундштук;
 - 8 - механизм поперечных колебаний.

Автоматическое регулирование скорости подачи проволоки позволяет выполнять наплавку на малых плотностях тока и применять в качестве электродного материала проволоку диаметром до 12 мм и ленту (холоднокатаную, литую, порошковую или спеченную). Приставка с мундштуком снабжена цилиндрическими подающим и прижимным роликами и токоведущим корпусом с двумя медными токоподводящими пластинами. В верхней части корпуса установлены две направляющие, которые при помощи винта с правой и левой резьбами устанавливаются на расстоянии, соответствующем ширине ленты.

Контактирующая часть медных пластин армирована метало – керамическими вставками. Это обеспечивает длительный срок их службы.

В автомате А - 874 предусмотрена возможность поворота вертикальной штанги вокруг своей оси на угол 90 °. Это позволяет, в частности, вести наплавку лентой, расположенной под углом к направлению наплавки и, следовательно, наплавлять широкой лентой более узкие слои.

4.2 Выбор источника питания для автомата А-874

Преобразователь сварочный многопостовой ПСМ-1000. Данная модель преобразователя имеет падающую и жёсткую внешнюю характеристику.

					15.03.01.2017.311.00 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Предназначен для ручной дуговой сварки, для сварки в среде защитного газа и под слоем флюса. Имеет большой диапазон пределов регулирования тока 45-1000А. Имеет однокорпусное исполнение стационарного типа и состоит из трехфазного асинхронного двигателя АВ-91-4 с короткозамкнутым ротором и шестиполюсного генератора СГ-1000 со смешанным возбуждением. Кроме шунтовой обмотки, на главных полюсах размещена последовательная обмотка для поддержания постоянного напряжения при увеличении нагрузки. Напряжение регулируется реостатом, включенным в цепь параллельной обмотки возбуждения. Преобразователь показан на рисунке 4.6.

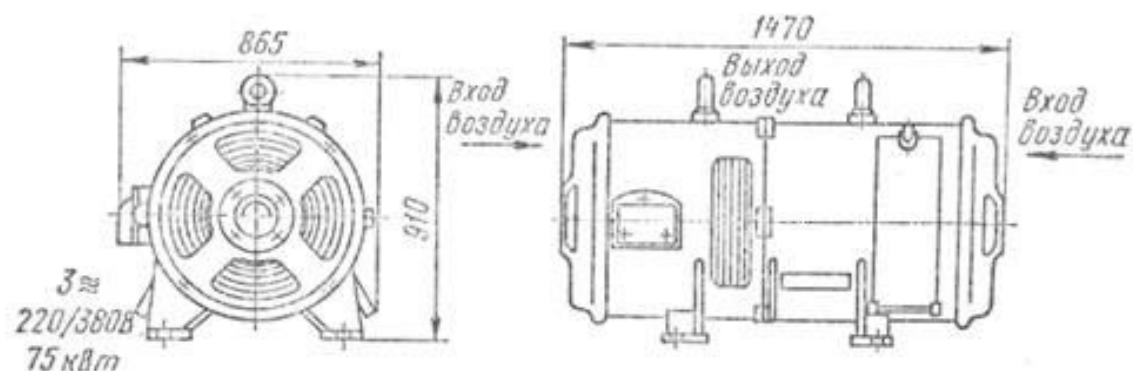


Рисунок 4.6 – Преобразователь сварочный ПСМ-1000

Технические характеристики преобразователя представлены в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Технические характеристики преобразователя ПСМ-1000

Номинальный сварочный ток (при ПВ = 65%), А	η , %	Питание, В	Масса, кг	Рабочие напряжение, В
1000	76	220-380	950	70

После проведения анализа было принято решение заменить источник питания на новый Kjellberg КН 600 newArc с номинальный сварочным током 600 А.

Источник тока КН 600 newArc разработан немецким производителем Kjellberg как оборудование, предназначенное для сварки в защитных газах, а также для импульсной сварки.

Источник вырабатывает постоянный ток с широким диапазоном силы тока от 15 А до 600 А. КН 600 newArc - универсальный источник тока, подходящий для полуавтоматической и автоматической сварки в любой промышленности (машиностроении, судостроении, турбиностроении), а также он незаменим при выполнении монтажных работ. Отличные динамические свойства и высокий КПД позволяют справляться со сложными задачами. Например, выполнять сварку вращающейся дугой или короткой дугой со струйным переносом металла в зону сварочной ванны и с минимальным разбрызгиванием расплавленного металла. Источник питания КН 600 оснащен функцией newArc, обеспечивающей глубокое проплавление при минимальном вводе тепла. Источник питания может использоваться и при ручной дуговой сварке, а также при строжке угольным электродом. Этот инвертор очень мобилен, его можно легко перемещать в пределах цеховой территории, так как он оснащен исключительно прочными шасси. Противоударный и пыленепроницаемый корпус надежно защищает узлы и детали аппарата. Все соединения, за исключением соединения сетевого кабеля, расположены с передней стороны.

Источник питания КН 600 newArc обеспечивает устойчивое горение сварочной дуги в процессе возникновения различных возмущений, а также надежный и стабильный процесс зажигания дуги. Он имеет усложненную электрическую схему, это вызвано спецификой сварки специальных марок сталей, цветных металлов и их сплавов. Контроль над процессом сварки очень легкий, благодаря цифровым индикаторам. Источник имеет встроенное циркуляционное водяное охлаждение с датчиком скорости течения. Данный источник обеспечивает высокое качество сварных соединений, а также делает возможным использование робототехники для автоматизации сварочного процесса.

Источник питания показан на рисунке 4.7.



Рисунок 4.7 – Источник питания Kjellberg КН 600 newArc

					15.0301.2017.311.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Технические характеристики преобразователя представлены в таблице 4.2

Таблица – 4.2 технические характеристики Kjellberg КН 600 newArc

Номинальный сварочный ток (при ПВ = 100%), А	η , %	Питание, В	Масса, кг	Рабочие напряжение, В
600	90	220-380	183	50

4.3 Манипулятор сварочный универсальный УСМ-1200

Манипулятор сварочный универсальный – предназначен для установки изделия в положение, удобное для сварки и вращения его с заданной скоростью при автоматической сварке кольцевых швов под слоем флюса, в среде защитных газов, а также при наплавочных работах. Может быть использован для поворота изделий на маршевой скорости и установки его в положение, удобное для полуавтоматической и ручной дуговой сварки.

Манипулятор состоит из планшайбы 1, тумбы 2, на которой крепится планшайба шлафа электроуправления 5, пульта управления 6, опорной рамы 11 и станции переносной кнопочной 12. Наклон планшайбы осуществляется от электродвигателя через червячный редуктор, пару зубчатых колёс, шестерню и секторное колесо.

Высота манипулятора устанавливается в зависимости от длины изделий при наклонном положении планшайбы. Само изделие крепится на планшайбе с Т-образными пазами с помощью крепёжных приспособлений. Конструкция шпинделя стола предусматривает возможность подвода сжатого воздуха для крепления свариваемого изделия на планшайбе.

Манипулятор показан на рисунке 4.8.

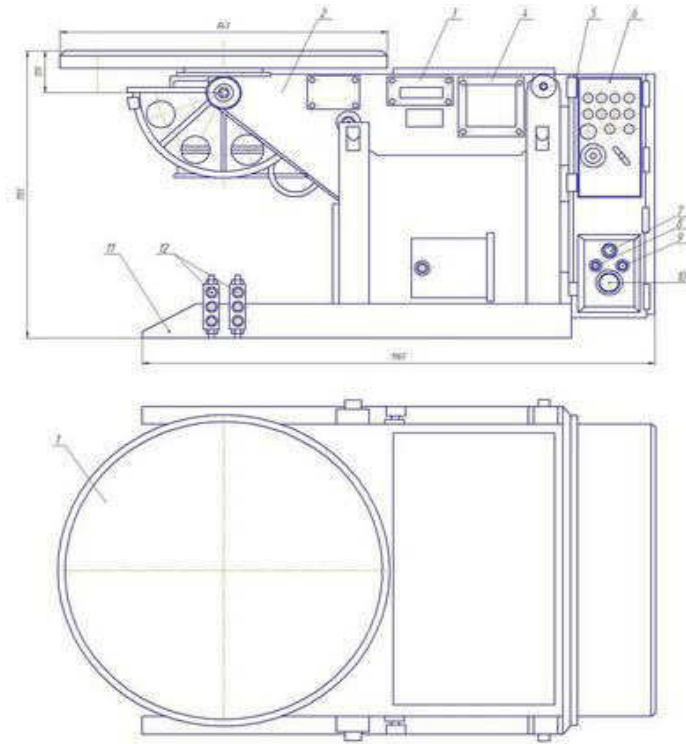


Рисунок 4.8 – Манипулятор сварочный универсальный УСМ-1200

					15.03.01.2017.311.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

5 РАСЧЁТ НОРМ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ

5.1 Расход флюса и сварочной проволоки

- 1) Расчёт норм расхода материалов основывается на количестве наплавленного металла. Масса наплавленного металла определяется по формуле (11):

$$Q_{\text{нп}} = F * l * \rho * n; \quad (11)$$

Где:

F- площадь наплавленного металла, см²;

l- длина шва, см;

ρ - плотность стали, $\rho = 0,00792$ кг/см²;

n- количество швов.

- 2) Площадь наплавленного металла проволокой Св-08А равна: $F_{\text{н}} = 0,6$ см²

- 3) Масса наплавленного металла рассчитывается по формуле (11):

$$Q_{\text{нп}} = 0,6 * 40 * 0,00792 = 0,20 \text{ кг};$$

- 4) Площадь наплавленного металла проволокой Нп-30ХГСА равна:
 $F_{\text{н}} = 0,65$ см²

- 5) Масса наплавленного металла:

$$Q_{\text{нп}} = 0,65 * 40 * 0,00792 = 0,21 \text{ кг}.$$

- 6) Площадь наплавленного металла порошковой проволокой ПП-3СМ-104.
 $F_{\text{н}} = 0,55$ см²

					15.03.01.2017.311.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

7) Масса наплавленного металла:

$$Q_{\text{нп}} = 0,55 * 40 * 0,00792 = 0,18 \text{ кг.}$$

Расход флюса обычно применяют 1,2 от массы расходуемой проволоки, отсюда следует, что флюса понадобится 0,3 кг.

					15.03.01.2017.311.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

6 РАСЧЁТ ДЕФОРМАЦИИ БАНДАЖА ПРИ НАПЛАВКИ В ANSYS

6.1 Расчёт в программе ansys

Начало работы в программе ansys показано на рисунке 6.9

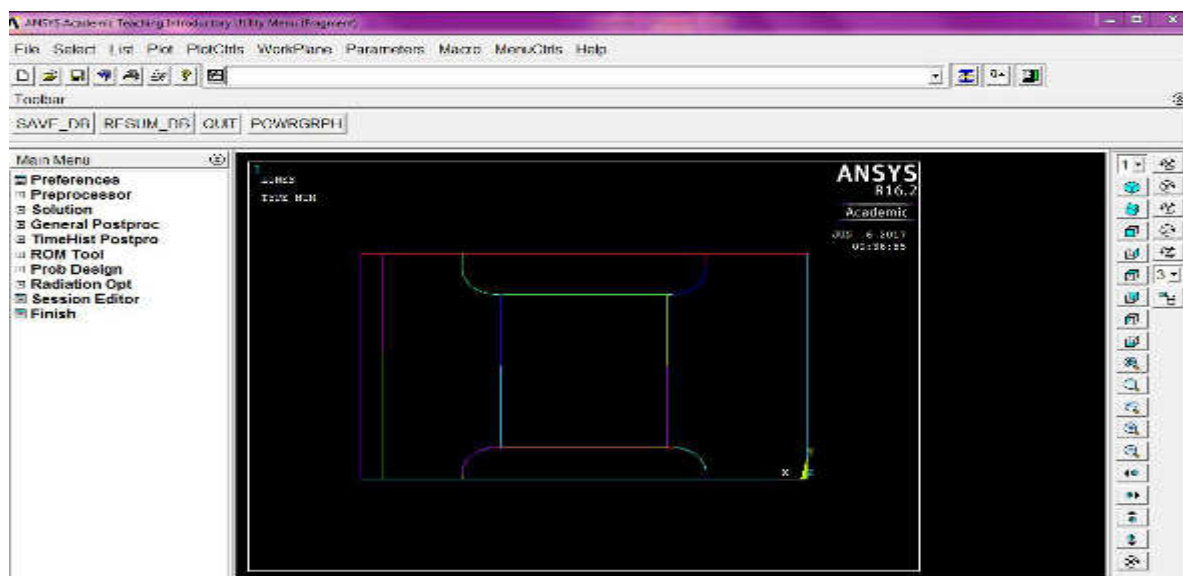


Рисунок 6.9 – Начало работы в программе ansys

Задаём параметры для бандажа на рисунке 6.10

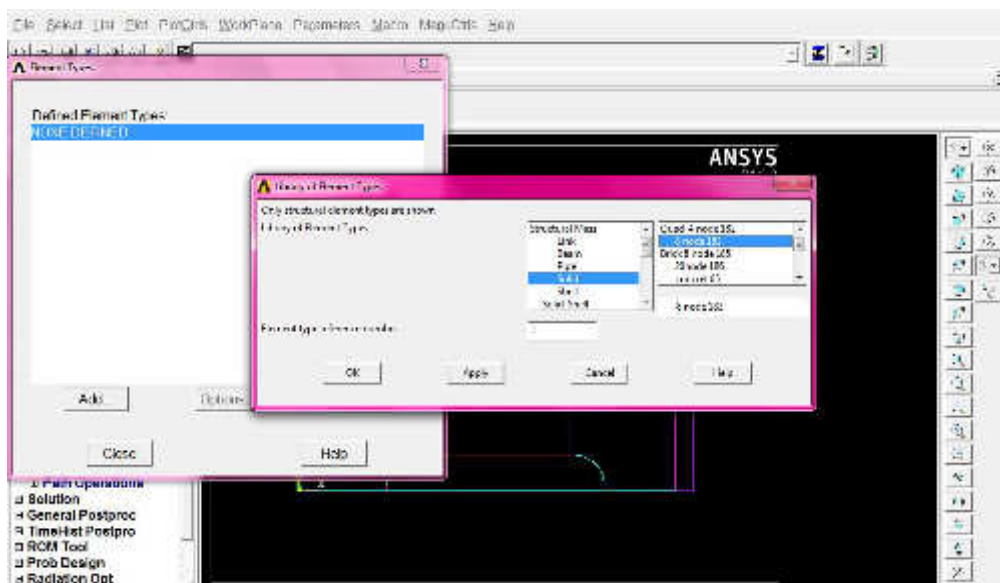


Рисунок 6.10 – Задаем параметры для бандажа

Выбор параметров показан на рисунке 6.11

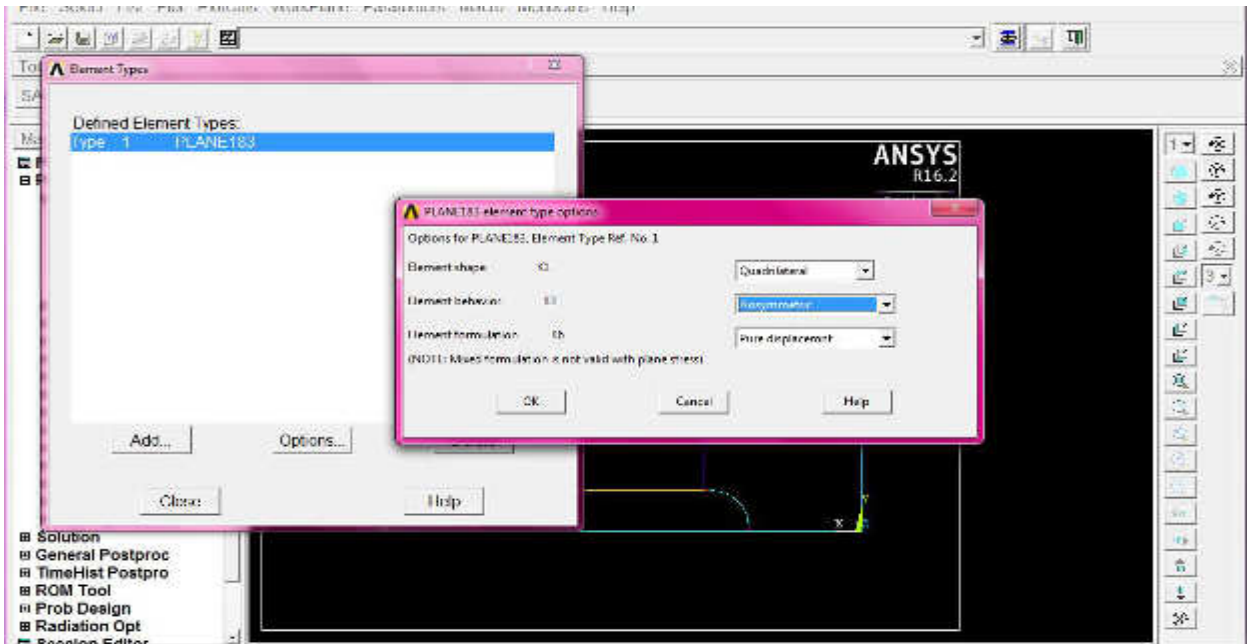


Рисунок 6.11 – Выбираем параметры

Задаем предел текучести для стали бандажа и наплавочной проволоки на рисунке 6.12

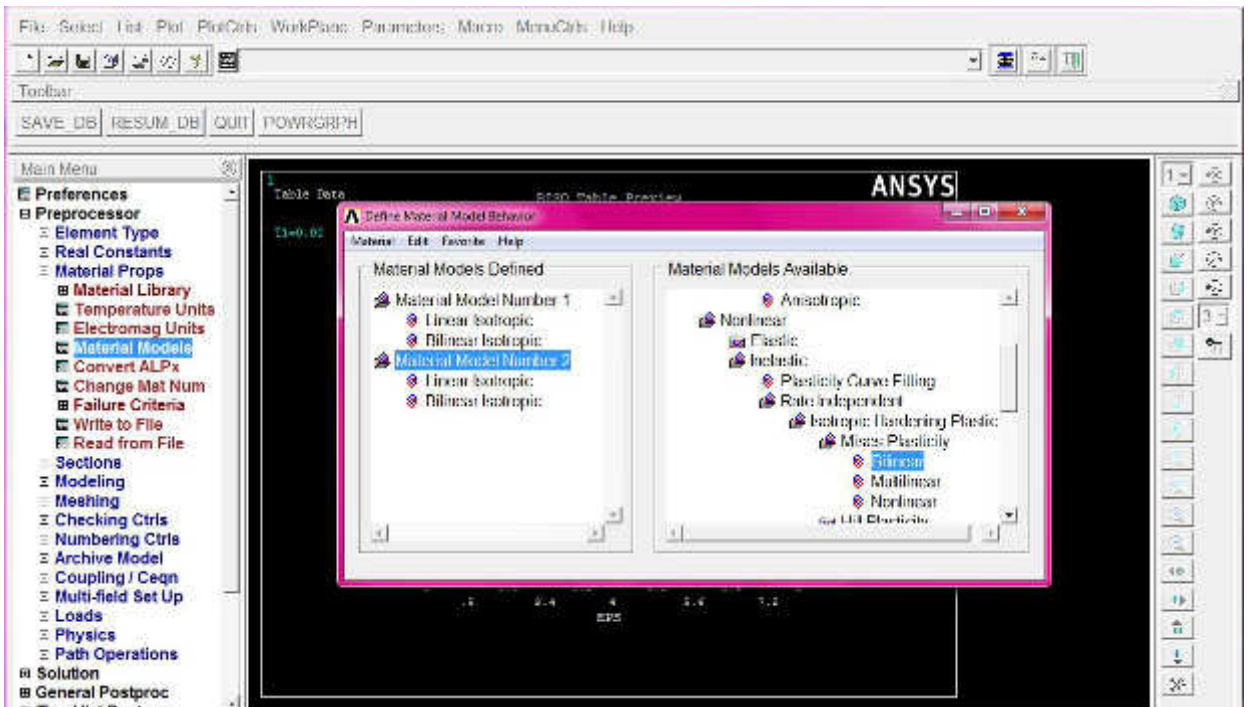


Рисунок 6.12 – Задаем предела текучести бандажа и наплавочной проволоки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Выделяем участки и разбиваем на сетку, показано на рисунке 6.13

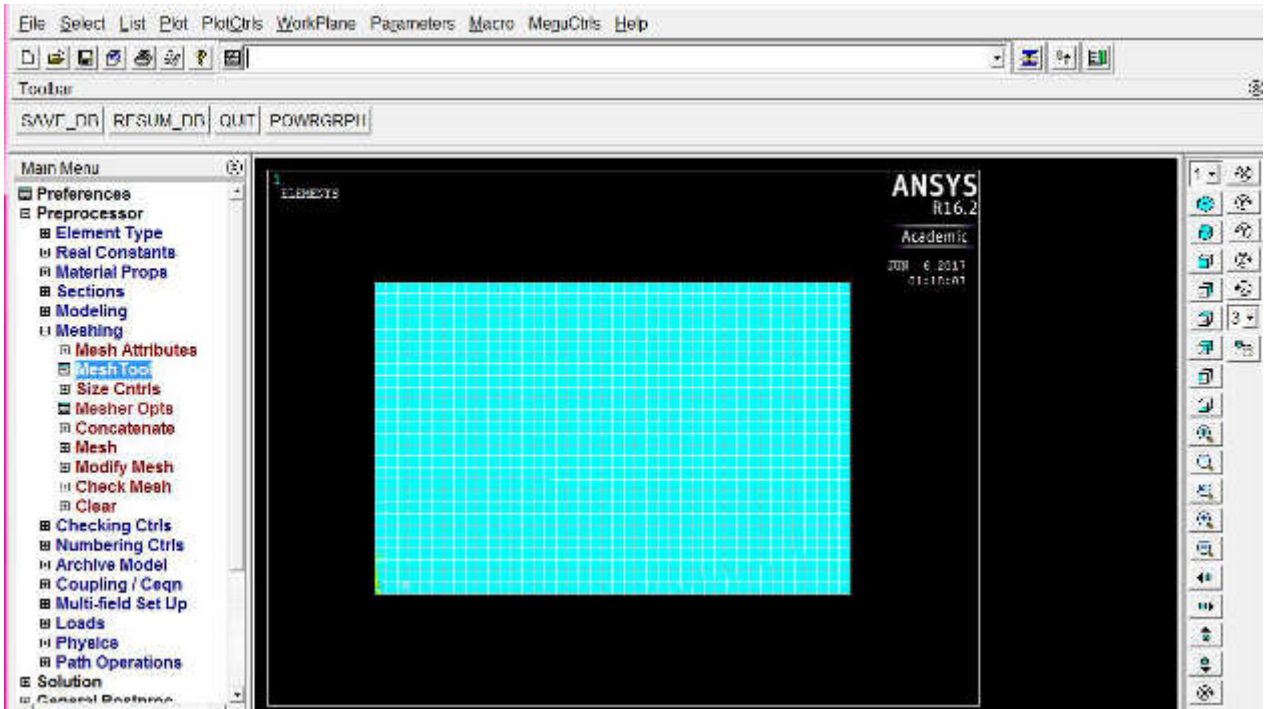


Рисунок 6.13 – Выделяем участки и разбиваем на сетку

Задаем температуру на рисунке 6.14

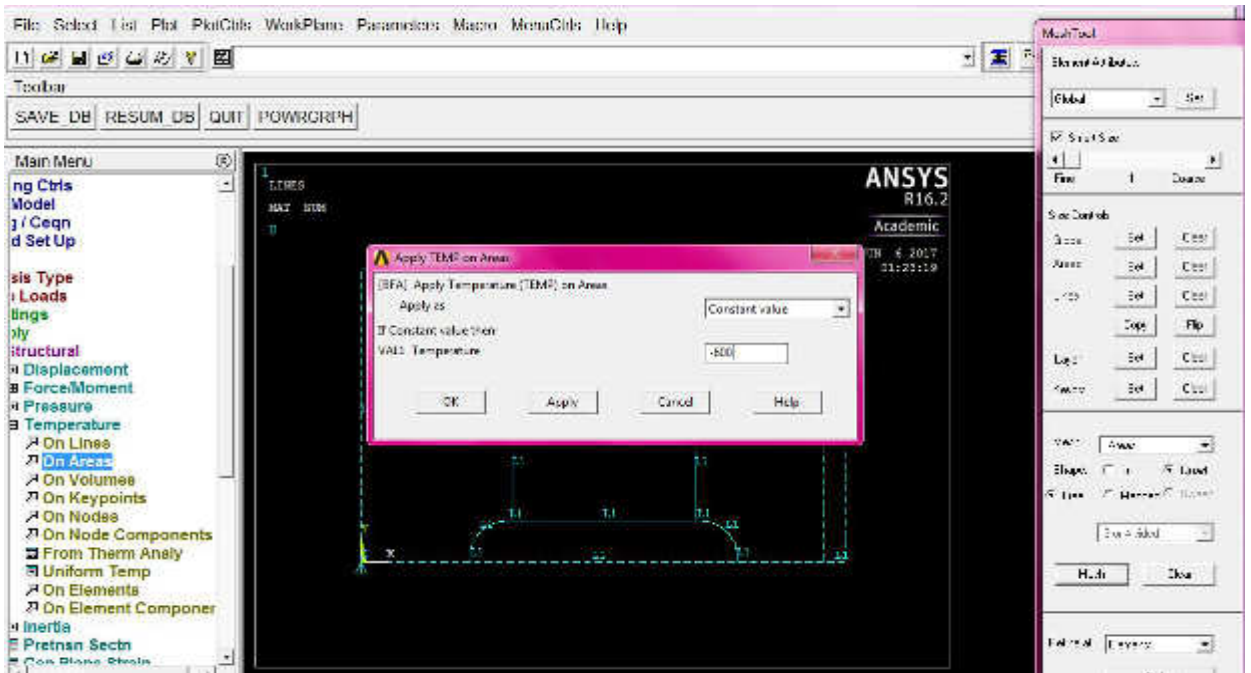


Рисунок 6.14 – Задаем температуру

Запускаем решение задачи, показано на рисунке 6.15

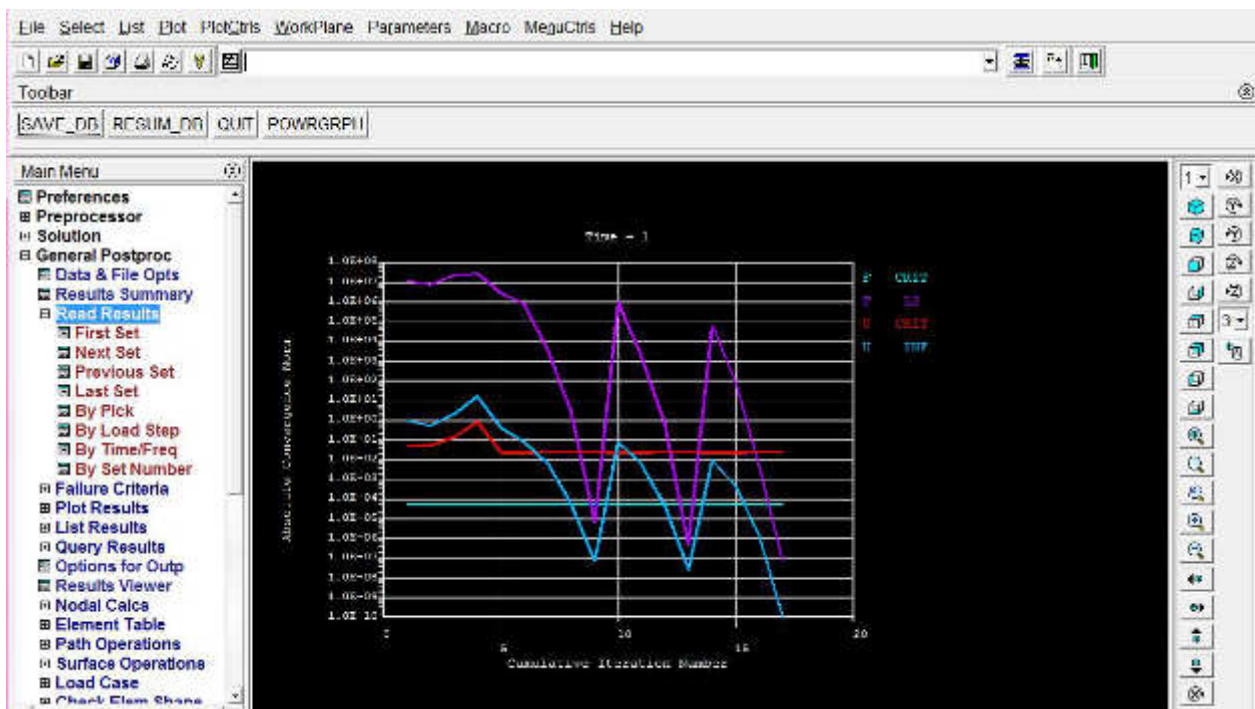


Рисунок 6.15 – Запуск на решения

Конечный результат показан на рисунке 6.16

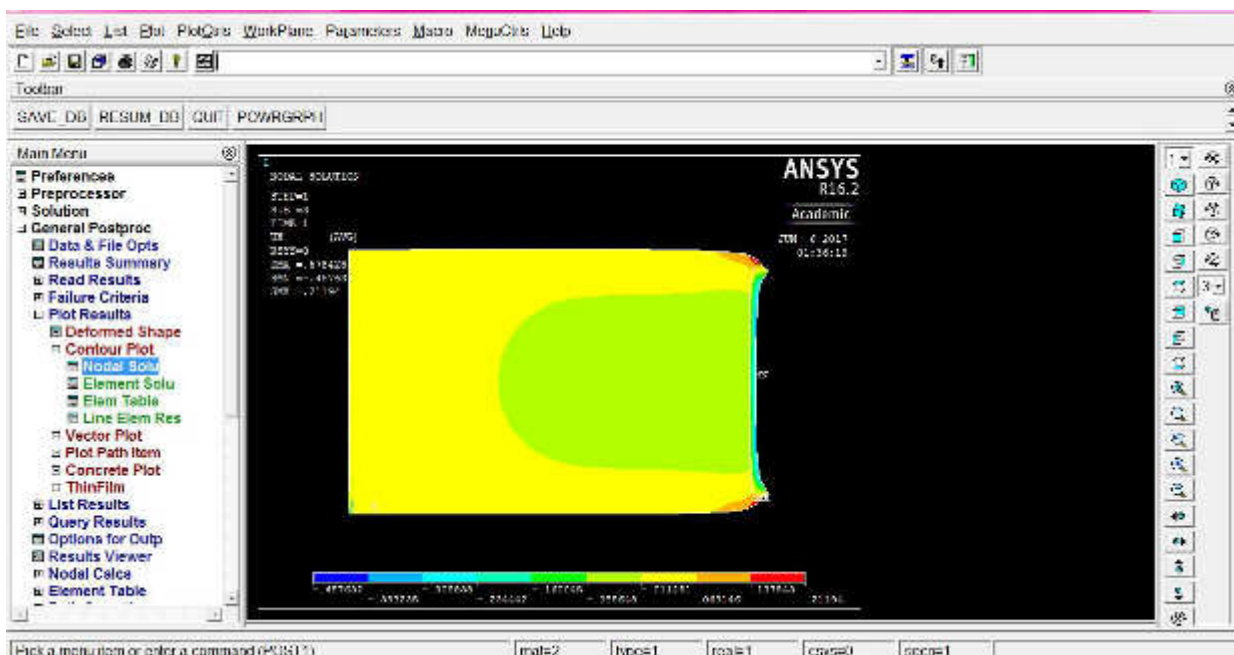


Рисунок 6.16 – Конечный результат

По расчёту видно, деформация бандажа после наплавки составляет 0,01108, что входит в допуски посадки на вал.

					15.0301.2017.311.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Заключение

В данном дипломном проекте было предложено усовершенствовать технологию восстановления и упрочнения валков наплавкой с помощью применения новых наплавочных материалов и оборудования, облегчающего труд наплавщика, увеличивающего производительность, улучшающего культуру и эффективность труда.

На основании анализа проведенного в данной работе были выявлены основные способы повышения прочности и износостойкости при процессе наплавки. Выбран способ путем применения порошковой проволоки с легирующими элементами. Рассчитаны режимы наплавки под слоем флюса.

					15.0301.2017.311.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44