

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

« ____ » _____ 2018 г.

Совершенствование технологии ремонта зуба полувенца усреднителя У2Р2Р520/40

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-15.03.01.2018. . ПЗ ВКР**

Руководитель работы

Подпись

И.О., Фамилия

« ____ » _____ 2018 г.

Автор работы
студент группы П-440
Тарасов Александр Юрьевич

« ____ » _____ 2018 г.

Нормоконтролёр
преподаватель

_____ Ю.В. Безганс

« ____ » _____ 2018 г.

Челябинск, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ.

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	7
1.1 Анализ конструкции изделия.	7
1.2 Материал изделия и его свариваемость.	8
1.3 Условия эксплуатации.	11
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	12
2.1 Базовый вариант технологического процесса.	12
2.2 Проектируемый вариант технологического процесса.	15
2.3 Выбор способа сварки.	16
2.4 Выбор сварочных материалов.	17
2.5 Расчёт режима сварки.....	18
2.6 Выбор сварочного оборудования.	23
3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	25
3.1 Способы и средства контроля качества.....	25
3.2 Методы контроля.....	26
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	33
4.1 Анализ основных вредных и опасных производственных факторов.....	33
4.2 Техника безопасности при производстве сварочных работ.....	33
4.2.1 Обеспечение санитарно-гигиенических условий труда.	34
4.2.2 Электробезопасность.	35
4.2.3 Обеспечение пожарной безопасности.....	36
5 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.	38
5.1 План эксперимента, цели и задачи.	38
5.2 Результаты проведённых исследований.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	44
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.	45

									Лист
									5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

ВВЕДЕНИЕ

Восстановление деталей стало важнейшим показателем работы крупных ремонтных и специализированных компаний. Сформирована, по сути, новая сфера изготовления - восстановление изношенных деталей.

Цена восстановленных деталей существенно ниже новых. Первоначальная стоимость восстановления деталей на специализированных фирмах составляет 20–30% от стоимости новых деталей. Это связано с тем, что при восстановлении деталей отсутствуют расходы на получение заготовок и значительно сокращается расход легированных сталей, так как исходным материалом служит сама деталь, имеющая лишь некоторые дефекты.

В нынешних финансовых условиях, когда основная часть техники выработала нормативный срок службы, проблема ремонта изношенной техники на основе использования восстановленных деталей становится всё более актуальной.

Были проведены многочисленные исследования и работы ремонтных компаний, которые показывают, что многие детали, восстановленные передовыми технологиями, по долговечности никак не уступают соответствующим новым деталям, но и превосходят их в полтора-два раза.

Таким образом, техническая экономическая целесообразность восстановления деталей объясняется не безденежье, а высокой финансовой выгодой, которая может быть чрезвычайно заманчивой при использовании современных технологий. Но с целью использования научно-технического прогресса следует обладать не только соответствующей информацией, но и методологией проектирования технологических процессов восстановления и упрочнения деталей.

									Лист
									6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Анализ конструкции изделия.

На предприятие «ЧМК» в «РКЦ» занимаются ремонтом деталей, разного направления, нацеленных в применение не только в России, но и стран зарубежья.

По этой причине к качеству ремонта предъявляют высокие требования.

В моём случаи ремонт полувенцаусреднителя марки У2Р2Р520/40, в ремонтируемой детали требуется заменить ребра, и сектора.

Так же от квалификации работников и качества материала будет зависеть износостойкость и продолжительность работы детали.

На рисунке 1.1 изображен полувенцаусреднителя У2Р2Р520/40.

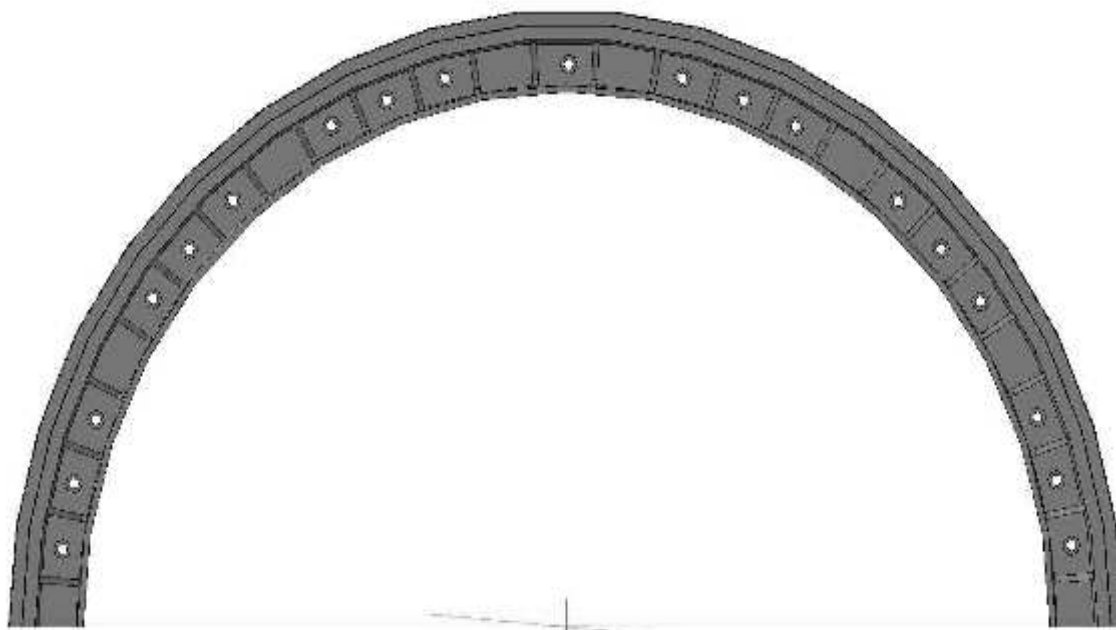


Рисунок 1.1 – «Полувенцаусреднителя У2Р2Р520/40»

- Деталь изготовлена из стали 35Л;
- Ремонтируемые ребра и сектора используют сталь 09Г2С;
- Толщина сектора и ребра 30 мм;
- $T_{св} = 20^{\circ}C$;

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

1.2 Материал изделия и его свариваемость.

Для изготовления полувенца усреднителя У2Р2Р520/40 применили литейную сталь марки 35Л.

Химический состав стали 35Л приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 35Л

C, %	Mn, %	Si, %	S, %	P, %
0,32-0,40	0,45-0,90	0,20-0,52	До 0,06	До 0,06

Механические характеристики стали приведены в таблице 1.2

Таблица 1.2 – Механические характеристики стали сталь 35Л

Категория прочности	Предел текучести, МПа	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %	Ударная вязкость, кДж/м
Нормализация или нормализация с отпуском					
Стали конструкционные не легированные					
K25	275	491	15	25	343

Данные приведены ГОСТ 977-88.

Для ремонта опорной поверхности полувенца была выбрана низколегированная сталь 09Г2С.

Химический состав стали 09Г2С приведёт в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Химический состав стали 09Г2С

C, %	Si, %	Mn, %	S, %	P, %	Al, %	Cr, %	Ni, %	Cu, %	V, %
0,09	0,57	1,52	0,02	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,004

Механические свойства приведены в таблице 1.4.

					15.03.01.2018.148.00 ПЗ				Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Таблица 1.4 – Механические характеристики стали 09Г2С

Группа прочности	Временное сопротивление Н/мм ²	Предел текучести Н/мм ²	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, КСУ, Дж-	
				При Т=-70 °С	После мех. старения
325	490	325	21	72	69

Так же в базовом ремонте использовали сварочные электроды марки УОНИ-13/55-Э50А, этот электроды подходят для сварки низколегированных сталей.

Химический состав сварочных электродов УОНИ-13/55-Э50А приведен в таблице 1.5, а также механические характеристики в таблице 1.6.

Таблица 1.5– химический состав сварочных электродов УОНИ-13/55-Э50А

C, %	Mn, %	Si, %	S, %	P, %
До 0,1	0,9-1,4	0,25-0,5	0,03	0,03

Таблица 1.6 – механические характеристики электродов УОНИ-13/55-Э50А

Временное сопротивление, Н/мм ²	Предел текучести, Н/мм ²	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, КСУ, Дж/см ²
			При Т= -50°С
500	460	28	34

Для оценки свариваемости вычислим эквивалентное содержание углерода $C_э$ по формуле (1):

$$C_э = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}; \quad (1)$$

Определим эквивалентное содержание углерода($C_э$), для стали 35Л:

$$C_э = 0,35 + \frac{0,9}{6} = 0,5;$$

По полученному значению можно сделать вывод, что предварительный подогрев нужен, так как значение $C_э > 0,45$, опасность появления трещин резко возрастает. Специальными мерами служат:

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

- а) подогрев металла предварительный и сопутствующий;
 б) термообработка металла.

Температура подогрева считается по формуле:

$$T = 350 \times (C_{об} - 0,25)^{0,5} \quad (2)$$

где: $C_{об}$ – общий углеродный эквивалент. Рассчитывается по формуле:

$$C_{об} = C_э^{Сэф} \times (1 - 0,005t) \quad (3)$$

где: t – толщина свариваемого металла.

$$C_э^{Сэф} = C + \frac{Mn + Cr}{9} + \frac{Ni}{18} + \frac{7Mo}{90} - \text{формула Сефериана.} \quad (4)$$

$$C_э^{Сэф} = 0,35 + \frac{6}{9} = 0,5\%$$

$$C_{об} = 0,5 \times (1 - 0,005 * 30) = 0,425$$

$T = 350 \times (0,425 - 0,25)^{0,5} \approx 150 \text{ }^\circ\text{C}$ – предварительный подогрев.

Определим эквивалентное содержание углерода ($C_э$), для стали 09Г2С:

$$C_э = 0,09 + \frac{1,52}{6} + \frac{0,04 + 0,004}{5} + \frac{0,02 + 0,03}{15} = 0,358$$

По полученному значению можно сделать вывод, что предварительный подогрев не нужен, так как значение $C_э$ допустимо техническими условиями $C_э < 0,45$.

Оценку образования горячих трещин произведём по формуле (5):

$$HCS = \frac{C \cdot (S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100})}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V} * 10^3 \quad (5)$$

$$HCS = \frac{0,1 \cdot (0,03 + 0,03 + \frac{0,5}{25})}{3 \cdot 1,4} * 10^3 = 1,9$$

$HCS < 4$, то склонность к образованию горячих трещин очень мала, подогрев не требуется.

									Лист
									10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

1.3 Условия эксплуатации.

Так как усреднитель У2Р2 520/40 служит для усреднения физических и свойств химического состава насыпных материалов и их смесей, данные ребра работают на изгиб, среда эксплуатирования данного оборудования $T=20^{\circ}\text{C}$; было решено использовать для ремонта венца низколегированную 09Г2С для увеличения срока службы детали, а также уменьшения веса.

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.

2.1 Базовый вариант технологического процесса.

Конструкторы завода ЧМК строят чертежи ремонтируемых деталей и чертежи отдельных узлов, а также сборочный чертёж всей ремонтируемой детали, в данном случае полувец. Таким образом, конструкторы учитывают, в какой среде эксплуатируются детали. Для этого производят необходимые расчёты и испытания, а также подбирают материал.

В результате анализа конструкции детали на технологичность отображают все этапы, на которых производится установление основных заключений, по исследованию научно-технологического восстановления детали. Метод такого анализа отличается от анализа технологичности детали, который производится при разработке научно-технологического процесса изготовления.

Для восстановления детали производится анализ технологичности, который ориентирован на исследование рационального способа ремонта детали с учетом экономических критериев, а так же для механической обработки.

Технологичность восстановления изношенной детали обуславливается сложностью её формы, начальным техническим состоянием и требованиями технических условий рабочего чертежа. Оценка технологичности изношенной детали производится с позиции сложности конструкторско-технологическая подготовка производства для устранения соответствующего дефекта.

Устранения дефектов полувенца предусмотрено производить механической обработкой под свободный ремонтный размер, который предусмотрен техническими требованиями. В связи с этим основным техническим требованием к восстановлению полувенца в условиях ремонтного предприятия является правильный выбор материалов, сварочного материала, режима и способа сварки.

После чего вся требуемая документация поступает на ремонтно-котельный цех на предприятие ЧМК. Далее специалисты решают, как осуществить установленные конструкторами задачи, так что бы ремонтное изделие полностью соответствовало чертежам и требованиям.

Для этого на склад предприятия поступают материалы, такие как сталь в виде фасонного и листового проката, сварочные материалы (провода, электроды, защитные газы), краска и другие, от партнёров предприятия.

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

Так как толщина листов была 30мм, было принято использовать газовую резку. Машины газокислородной и плазменной резки Microstep серии MasterCut.

Дальше идёт составления компьютерного раскроя металла для оборудования газовой резки, чтобы уменьшить отходы материала после операции резания.

Линейные направляющие и подшипники, редукторы и зубчатые передачи позволяют добиваться превосходных результатов резки и сохранять показатели точности в течение всего срока эксплуатации машины. Секционные вытяжные столы с пневмоэлектрическим управлением от системы ЧПУ обеспечивают максимальное управление дымов из зоны резки при относительно небольшом расходе воздуха. Отсутствуют механические датчики, вытяжные зоны открываются в зависимости от положения режущей головки над столом. А также на портале может быть установлено до 4-х различных суппортов – можно комбинировать используемые технологии в зависимости от задач. Установка позволяет выполнять автоматическую газовую резку толщиной до 300 мм.

Гибка ремонтируемых секторов, производится листогибочным 3-х валковым станком SAHINLER, который характеризуется высокой точностью, простотой обслуживания, толщина сгибаемых деталей от 10 до 30 мм и длиной до 2550 мм.

Горизонтально и вертикально-фрезерные станки, предназначенные для снятия кромок под сварку. Так же на кругло шлифованных и плоско шлифованных станках получают высокую хорошую обработку для поверхностей деталей, где это не обходимо.

Первым этапом на сборочном стенде, удаляют изношенные зубья и сектора, после чего поверхность зачищают. После зачистки готовят ремонтируемую деталь под сварку. Основной металл начинают разогревать в зоне шва, разогрев происходит горелками для избегания возникновения трещин. Вначале идёт сварка секторов, после чего удаляют разбрызгивание металлов, и зачистка поверхности. Дальше начинают вваривать ребра, так же с подогревом основного метала в зоне шва.

После ремонта венца идёт полная зачистка швов до необходимой частоты поверхности, а также зачистка от брызг и наплавленного металла, для контроля изделия.

									Лист
									13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

Контроль качества каждого этапа производства, установленным техническим требованиям. В него входит контроль качества сварных швов с помощью визуального осмотра, а также ультразвуковым методом. Результат ремонта фиксируется в техническом паспорте.

Базовый режим способа сварки была выбрана ручная дуговая сварка электродами УОНИ-13/55-Э50А, данные электроды служат, для сварки конструкций из низколегированной стали 09Г2С, а также углеродистой стали 35Л. Сварные швы ребра были выполнены по ГОСТ 5264-80 шов тавровый, условное обозначение Т8. Рисунок 2.1 – сварной шов ребра полувенца Т8 по ГОСТ 5264-80.

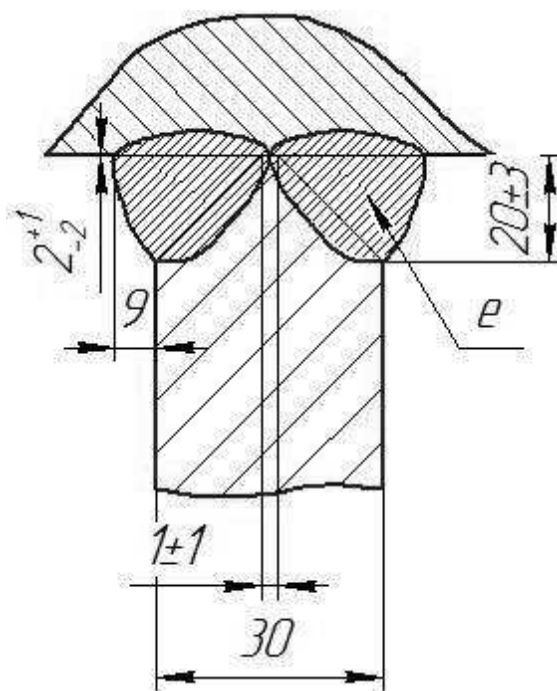


Рисунок 2.1 – «Сварной шов ребра полувенца Т8 по ГОСТ 5264-80».

Сварка была выполнена в 4 прохода

$n=4$, где n – кол-во проходов.

Для первого прохода было принято взять электрод $d_э = 4$ мм. $F_1 = 30$ мм². Для последующих двух проходов был взят $d_э = 6$ мм. $F_2 = 45$ мм²

Базовые режимы сварки, таблица 2.1

									Лист
									14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

Таблица 2.1. – «Базовые режимы сварки».

Для первого прохода	Для последующего прохода
$I_{CB} = \frac{\pi d_3^2}{4} [j]$ [j]-плотность тока ^A /мм ²	
$I_{CB} = \frac{\pi 4^2}{4} * 18 = 226 \text{ A}$	$I_{CB} = \frac{\pi 6^2}{4} * 12 = 340 \text{ A}$
$U_d = 20 + 0,02 I_{CB}$	
$U_d = 20 + 0,02 * 226 = 25 \text{ B}$	$U_d = 20 + 0,02 * 340 = 27 \text{ B}$
$V_{CB} = \frac{a_H * I_{CB}}{3600 * \gamma * F_H}$ $a_H = 15 \text{ Г/Ач} \text{ -коэффициент наплавки}$ $\gamma = 7,8 \text{ Г/см}^3 \text{ -плотность наплавленного металла}$	
$V_{CB} = \frac{15 * 226}{3600 * 7,8 * 0,3} = 0,403 \text{ см/с}$	$V_{CB} = \frac{15 * 340}{3600 * 7,8 * 0,45} = 0,403 \text{ см/с}$
$q_{II} = \frac{0,24 I_{CB} U_d \eta_{II}}{V_{CB}}$ $\eta_{II} = 0,7 \text{ - КПД}$	
$q_{II} = \frac{0,24 * 226 * 25 * 0,7}{0,403} =$ $= 2355 \text{ КАЛ/СМ}$	$q_{II} = \frac{0,24 * 340 * 27 * 0,7}{0,403} =$ $= 3827 \text{ КАЛ/СМ}$

2.2 Проектируемый вариант технологического процесса.

В ремонте полувенца усреднителя У2Р2Р5520/40 рациональным решением рассмотреть при сварке зуба и сектора, использовать большее притупление. Этим можно достигнуть уменьшения расхода основного и сварочного материала.

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

Соответственно это уменьшит расходы и время на ремонт данной детали.

Так же ручную дуговую сварку заменить механизированной сваркой в защитных газах, что обеспечит хорошую производительность и высокое качество сварных соединений.

Для ремонта ребра и сектора выбираем сварочное соединение Т9, предоставленное в ГОСТ 14771-76.

2.3 Выбор способа сварки.

Выбор способа сварки - это важнейший этап, который определяет не только качество и трудоемкости изготовления, но и весь технологический процесс в целом.

Несмотря на большое применение сварочных технологий, сварка в углекислом газе и сварка под флюсом являются наиболее широко используемыми способами. Подбор этого либо другого метода, по сути, содержится в подборе защитной среды (газ или флюс). Механизированную сварку под флюсом из-за затруднений за наблюдением процесса применяют весьма ограниченно. Короткие и потолочные, а также трудные по конфигурации швы применяют сварку в среде защитных газов.

При сварке низколегированных и низкоуглеродистых сталей для защиты металла сварочной ванны и расплавленного электродного металла широко используют смеси углекислого газа с кислородом (до 30%) и аргоном до (50%).

Добавление кислорода, повышая окисляющее влияние газовой среды на расплавленный металл, даёт возможность уменьшать концентрацию легирующих элементов в металле шва. Помимо этого, увеличивается его жидкотекучесть, а так же уменьшается разбрызгивание расплавленного металла. Связывая водород, кислород сокращает его воздействие на возникновение пор. Добавки аргона изменяют технологические свойства дуги (глубину проплавления и форму шва, стабильность дуги и др.) и даёт возможность корректировать концентрацию легирующих элементов в металле шва

А также можно уменьшить затраты на материалы, если в защитную газовую смесь ввести кислород, который дешевле по стоимости углекислого газа.

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

Кроме того, сварка в защитных газах обладает рядом преимуществ.

- 1) высокое качество сварных соединений;
- 2) стабильный сварочный процесс
- 3) соединять заготовки значительных толщин без скосов кромок;
- 4) надежная защита сварочной зоны от атмосферного воздействия;
- 5) незначительность потерь от разбрызгивания металла и угара;
- 6) возможность сварки в различных пространственных положениях;
- 7) возможность визуального наблюдения за образованием шва, что особенно важно в полуавтоматической сварке;
- 8) высокая производительность;
- 9) легкость механизации и автоматизации;

Механизированная сварка по сравнению с ручной дуговой сваркой имеет ряд преимуществ, а именно качество швов, которые получаются более ровными, гораздо меньше образуется окалины и окислений, так же количество наплавленного металла за один проход.

Проводить сварочные работы механизированной сваркой удобно, как и ручной, но больше нет необходимости менять электроды, ведь сварочная проволока подается с катушки автоматически, тем самым увеличивает скорость и мобильность сварки

К недостаткам механизированной сварки по сравнению с ручной дуговой, это стоимость оборудования и затраты на защитные газы или флюсы.

2.4 Выбор сварочных материалов.

Омеднённая сварочная проволока Св-08Г2С сплошного сечения применяется для дуговой сварки низколегированных и высокоуглеродистых сталей в среде защитных газов (Ar, CO_2). Обеспечивая малую загрязнённость металла шва окисными включениями; получение беспористых швов. Так же при сварке низкоуглеродистых сталей проволокой Св-08Г2С содержание окисных включений составляет 0,009%. Меньшая загрязнённость металла обусловлена более высоким содержанием кремния и марганца, при котором продукты раскисления формируются в виде жидких силикатов.

Возникновения пор предотвращается при сварке углеродистых сталей, если металл шва содержит до 0,12-0,14% не менее 0,17-0,20% Si и не менее 0,6-0,8%Mn.

А также металл шва характеризуется малой склонностью к формированию кристаллизационных трещин и высокими механическими свойствами.

									Лист
									17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

На приведенном анализе, выбираем для сварки сварочную проволоку Св-08Г2С. Химический состав приведёт в Таблице 2.2.

Таблица 2.2 – «Химический состав сварочной проволоки Св-08Г2С».

С, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	Ni, %	S, %	P, %
0,05-0,11	0,7-0,95	1,8-2,1	До 0,20	До 0,25	До 0,025	До 0,03

Механические свойства приведены в таблице 2.3

Таблица 2.3 – «Механические свойства проволоки Св-08Г2С»

Группа прочности	Временное сопротивление, Н/мм ²	Предел текучести, Н/мм ²	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, КСУ, Дж/см ²	
				При Т= -30°С	После мех.старения
325	480	390	28	55	51

Оценку образования горячих трещин произведём по формуле (5):

$$HCS = \frac{0,1 \cdot (0,025 + 0,03 + \frac{0,95}{25} + \frac{0,25}{100})}{3 \cdot 2 + 0,2} \cdot 10^3 = 1,5;$$

Так как $HCS < 4$, то склонность к образованию холодных трещин очень мала, подогрев не требуется.

Для механизированной сварки в среде защитных газов CO_2 .

2.5 Расчёт режима сварки.

Рассчитаем режимы сварки для таврового шва с двусторонним проваром, тип соединения Т9 в соответствии ГОСТ 14771-76.

Толщина основного металла 30 мм, угол скоса кромок 45°, притупление 10 мм, без зазора (см. рисунок 2.5).

Для сварки угловых и тавровых швов большой толщины рекомендуется брать $d_э = 5$ мм. Сварное соединение Т9 по ГОСТ 14771-76 рисунок 2.5

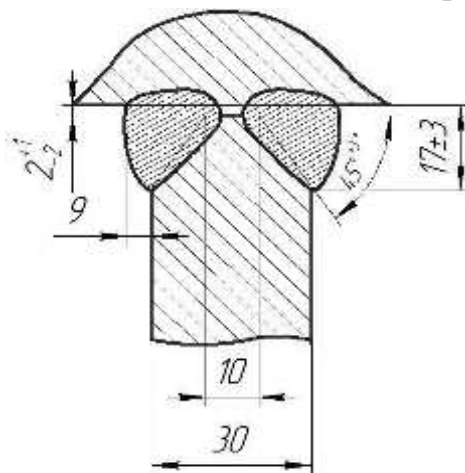


Рисунок 2.2 – «Сварное соединение Т9 по ГОСТ 14771-76».

Рассчитаем режимы для соединения в стык.

Назначим глубину провара исходя следующих суждений (6):

$$H_{\text{пр}} \geq S/2 \quad (6)$$

Принимаем глубину провара 15,7 мм.

Зададим величину сварочного тока по формуле (7):

$$I_{\text{св}} = H_{\text{пр}} \cdot (70 \dots 90) = 16 \cdot (70 \dots 90) = 1099 \dots 1458 \text{ A} \quad (7)$$

Принимаем силу сварочного тока $I_{\text{св}} = 1100 \text{ A}$

Найдём плотность тока по формуле (8):

$$i = \frac{4 \cdot I_{\text{св}}}{\pi \cdot d_3^2} = \frac{4 \cdot 1100}{3,14 \cdot 5^2} = 56,1 \text{ A/мм}^2 \quad (8)$$

По формуле (9) рассчитаем напряжение дуги:

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{0,05 I_{\text{св}}}{\sqrt{d_3}} \pm 1 = 20 + \frac{0,05 \cdot 1100}{\sqrt{5}} \pm 1 = 40 \text{ В} \quad (9)$$

Рассчитаем скорость сварки по формуле (10):

$$V_{\text{св}} = P/I_{\text{св}} \quad (10)$$

Где P значение параметра равное 25000, то получим:

$$V_{\text{св}} = \frac{25000}{1100} = 23 \frac{\text{М}}{\text{ч}} = 0,63 \text{ см/с}$$

Рассчитаем скорость подачи сварочной проволоки:

$$V_{\text{под}} = \frac{\alpha_p \cdot I_{\text{св}}}{3600 \cdot F_{\text{эл}} \cdot \gamma} \quad (11)$$

где $\alpha_p = 11,6$ – коэффициент расплавления, г/Ач;

$F_{\text{эл}}$ – площадь поперечного сечения электродной проволоки, см²;

$\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$ – плотность металла;

В результате по формуле (11) получим:

$$V_{\text{под}} = \frac{11,6 \cdot 1100 \cdot 4}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,5^2 \cdot 7,8} = 2,39 \text{ см/с}$$

									Лист
									19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

При сварке в CO_2 : при $d_э$ больше 2 мм $l_э = 20 - 25$ мм

$l_э$ – вылет электрода

Рассчитаем погонную энергию:

$$q_{п} = \frac{0,24 \cdot I_{св} \cdot U_{д} \cdot \eta_{и}}{V_{св}} \quad (12)$$

где $\eta_{и} = 0,7$ при сварке в CO_2 на токе обратной полярности

Тогда по формуле (12):

$$q_{п} = \frac{0,24 \cdot 1100 \cdot 40 \cdot 0,7}{0,6} = 11733,33 \text{ Кал/см}$$

Найдём коэффициент проплавления:

$$\varphi_{пр} = k' \cdot (19 - 0,01 I_{св}) \cdot \frac{d_э U_{д}}{I_{св}} \quad (13)$$

$\varphi_{пр}$ – коэффициент проплавления

k' – безразмерный коэффициент который найдём по формуле (14)

при сварке на постоянном токе обратной полярности где

$$k' = 0,367 j^{0,1925} = 0,367 * 58^{0,1925} = 0,8 \quad (14)$$

Тогда в соответствии формуле (13) получим:

$$\varphi_{пр} = 0,8 \cdot (19 - 0,01 \cdot 780) \cdot \frac{5 * 37,4}{780} = 1,16$$

При сварке в CO_2 глубина проплавления находится по формуле (15):

$$H_{пр} = 0,0156 \cdot \sqrt{\frac{q_{п}}{\varphi_{пр}}} \cdot 10 = 0,0156 \sqrt{\frac{11733,33}{1,16}} \cdot 10 = 15,7 \text{ мм} \quad (15)$$

Найдём ширину сварного шва по формуле (16):

$$B = H_{пр} \cdot \Psi_{пр} = 15,7 \cdot 1,16 = 18,19 \text{ мм} \quad (16)$$

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

Рассчитаем коэффициент расплавления по формуле (17):

$$\alpha_p = \alpha'_p + \Delta\alpha_p = 11,6 + 0,8 = 12,4 \text{ г/Ач} \quad (17)$$

Найдём площадь разделки по формуле (18):

$$F_p = 1/2 \cdot h^2 \cdot \text{tg}(\alpha) = 1/2 \cdot 10^2 \cdot \text{tg}(45) = 50 \text{ мм}^2 \quad (18)$$

Площадь наплавленного металла находится следующим образом:

$$F_H = \frac{a_p \cdot I_{CB} \cdot (1 - \Psi_{II})}{3600 \cdot \gamma \cdot V_{CB}} \quad (19)$$

Ψ_{II} – коэффициент потерь металла на разбрызгивание и угар, который равен примерно 1%, поэтому в расчёте можно пренебречь:

Тогда по формуле (19):

$$F_H = \frac{12,40 \cdot 1100 \cdot (1 - 0)}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,63} = 0,76 \text{ мм}^2$$

По формуле (20) найдём усиление шва:

$$C = \frac{F_H}{0,73 \cdot B} = \frac{0,76}{0,73 \cdot 18,19} = 5,75 \text{ мм} \quad (20)$$

Из проведенных расчётов найдём геометрические параметры для таврового соединения:

Найдём общую высоту шва по формуле (21):

$$D = 15,7 + 5,75 = 21,5 \text{ мм.} \quad (21)$$

По формуле (22) найдём размер катета шва:

$$K = \sqrt{2 \cdot F_H} = 12,3 \text{ мм.} \quad (22)$$

Находим усиление шва по формуле (23):

$$C = \frac{K}{\sqrt{2}} = \frac{12,3}{\sqrt{2}} = 8,7 \text{ мм.} \quad (23)$$

По формуле (24) рассчитаем глубину провара:

$$H_{пр} = D - C = 15,7 - 8,7 = 7 \text{ мм.} \quad (24)$$

									Лист
									21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

Рассчитаем ширину шва по формуле (25)

$$B = K \cdot \sqrt{2} = 17,4 \text{ мм.} \quad (25)$$

Найдём коэффициент формы шва по формуле (26):

$$\Psi = \frac{17,4}{21,5} = 0,85 \quad (26)$$

Рассчитаем глубину провара вертикальной стенки следующим образом:

$$h_{\text{ст}} = K \cdot \left(1 - \frac{2K^2}{2D^2 + K^2} \right) \quad (27)$$

В соответствии с формулой (27):

$$h_{\text{ст}} = 12,3 \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot 12,3^2}{2 \cdot 15,7^2 + 12,3^2} \right) = 8,6 \text{ мм.}$$

Найдём ширину шва при сварке в лодочку по формуле (28):

$$B = \frac{2\sqrt{2}D^2K}{2D^2 + K^2} = \frac{2\sqrt{2} \cdot 21,5^2 \cdot 12,3}{2 \cdot 21,5^2 + 12,3^2} = 15 \text{ мм.} \quad (28)$$

В принципе все требования к размерам шва удовлетворены, на этом расчёт может быть закончен.

Рассчитаем скорость охлаждения по формуле (29):

$$W_{\text{охл}} = \varpi \frac{(T_{\text{м}} - T_0)^2 \cdot 2\pi \cdot \lambda}{k_1 Q_{\text{пг}}} \quad (29)$$

$T_{\text{м}} = 500 \text{ }^\circ\text{C}$ – наименьшая температура устойчивости аустенита;

T_0 – начальная температура среды (температура предварительного подогрева);

$\lambda = 0,1$ – коэффициент теплопроводности $\text{кал}/\text{см} \cdot \text{с}$;

ϖ – безразмерный критерий процесса;

Безразмерный критерий ϖ зависит от другого безразмерного критерия $1/\theta$, который находится по формуле (30);

									Лист
									22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

$$1/\theta = \frac{2Q_{\text{пг}}}{\pi(\delta k_2)^2 c\gamma(T_m - T_0)} \quad (30)$$

$c\gamma = 1,25$ – объемная теплопроводность, Кал/см³ °С

k_2 – коэффициент приведения.

Для таврового соединения коэффициенты будут равны:

$$k_1 = \frac{2}{3}, \quad k_2 = 1$$

Тогда по формуле (30):

$$1/\theta = \frac{2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 11733,33}{3,14 \cdot 3^2 \cdot 1,25 \cdot (500 - 150)} = 1,4$$

$1/\theta = 1,6$, то величина $\varpi = 0,54$;

Тогда по формуле (29) получим:

$$W_{\text{охл}} = 0,54 \cdot \frac{(500 - 150)^2 \cdot 2\pi \cdot 0,1}{\frac{2}{3} \cdot 11733,33} = 5,3 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{с}$$

Такая скорость охлаждения и выбранные параметры сварки нас удовлетворяют.

2.6 Выбор сварочного оборудования.

При выборе сварочного оборудования, нам не обходимо, что бы оно обеспечивало заданные режимы и безопасность эксплуатации.

Для механизированной сварки в среде защитных газов рассматривали оборудование такое как:

1 LincolnElectricIdealarcDC-1000, тип источника инвертор (K1387-3)

2 ВДУ-1202 тип источника выпрямитель

Оба источника используют для наплавочных и сварочных работ. Было выбрано оборудование LincolnElectricIdealarcDC-1000, так как оно обладало рядом преимуществ. Такие преимущества как, встроенный механизм подачи проволоки в само оборудование, меньшие габариты по сравнению с ВДУ-1202, что обеспечит удобство в эксплуатации. Так же расширенный диапазон питания сети (220/380В) и частот(50/60Гц).

									Лист
									23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

Нарисунке
аппарат Lincoln Electric IdealArc DC-1000.

2.3 изображён

инверторный

сварочный



Рисунок 2.3 – «Сварочный инвертор Lincoln Electric IdealArc DC-1000».

Технические характеристики сварочного инвертора Lincoln Electric IdealArc DC-1000 представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – «Технические характеристики сварочного инвертора Lincoln Electric IdealArc DC-1000».

Основные параметры	
Напряжение сети:	220/380 В
MIG/MAG сварочный ток:	150 - 1300 А
Сварочное напряжение:	45 В
Дополнительные параметры	
Артикул:	K1387-3
Габаритные размеры:	781x567x991
Вес:	372 кг.
MIG/MAG ток при ПВ 100%:	1000 А
MIG/MAG ток при ПВ 60%:	1140 А
Количество роликов в подающем механизме:	2
Расположение подающего устройства:	Внутри
Гарантийный срок:	1
ПВ %:	60
Частота сети, Гц:	50/60 Гц
Тип источника:	Инвертор

3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.

3.1 Способы и средства контроля качества.

При проведение сварочных работ должно учитываться проведение:

1 входного контроля:

2 операционного контроля:

3 оценки соответствия выполненных работ конструкций:

Входной контроль включает в себя: контроль свариваемых материалов конструкции, сварочных материалов и проверку сварочного оборудования.

В контроле свариваемых материалов смотрят на наличие заводской маркировки свариваемых материалов конструкции, отсутствие деформаций, искажений формы и поверхностных дефектов. Проверяют на соответствие линейных, конструктивных элементов кромок, размеров зазоров. Результаты фиксирую в журнале учёта по форме, приведённом в ГОСТ 24297.

При контроле сварочных материалов проверяют наличие: сопроводительного документа об их качестве, свидетельства об аттестации сварочных материалов, пригодность к применению по указанным сопроводительных документах, отсутствие повреждений упаковок и материалов. Результаты контроля указывают в журнале поступления.

Входной контроль сварочного оборудования проводят осмотр и проверку соответствия его технических характеристик документации.

В операционный контроль входит: контроль сборки свариваемых деталей, освидетельствование скрытых работ. Для контроля сборки свариваемых деталей проверяют: величину зазоров, положение стыка и величину нахлёста состояние свариваемых поверхностей при выполнении прихваток. Для контроля сварки при первом проходе визуально измерительным контролем выявляют наличие дефектов и проверяют соответствие документации порядок наложения слоёв шва и размеры швов. При освидетельствовании скрытых сварочных работ, предусмотренных проектом должна предоставляться документация по сварке: сертификаты на свариваемые материалы, журнал сварочных работ, копии аттестационных удостоверений сварщиков и специалистов, допусковые листы сварщиков, акты визуального и измерительного контроля сварных соединений, акты, заключения и протоколы контроля сварных соединений неразрушающими и разрушающими методами измерений и испытаний.

При оценке соответствия выполненных работ, по сварке и свариваемых конструкций проводят при сдаче части конструкции или объекта, реконструкции или капитального ремонта.

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

К требованиям оценке определяется законодательством, заказчиком или проектной документацией, в которой приведены методы и объёмы контроля такие как: необходимые испытания сварной конструкции и требуемый уровень качества сварных соединений. При оценке соответствия выполненных работ по сварке предоставляют следующую документацию: исполнительные чертежи и исполнительная документация.

3.2 Методы контроля.

Контроль сварных соединений был выполнен неразрушающими методами ультразвуковым, визуальным и измерительным контролем.

Визуальный и измерительный контроль проводят согласно требованиям (РД-03-606-03)

- При ремонте, монтаже, реконструкции, строительстве, а также в процессе эксплуатации технических устройств и сооружений визуальный и измерительный контроль выполняется на месте производства работ. Должно обеспечено удобство подхода специалистов, выполняющих контроль, к месту производства контрольных работ, созданы условия для безопасного производства работ. В необходимых случаях должны быть установлены подмости, люльки ограждения, передвижные вышки или другие вспомогательные устройства, обеспечивающий доступ специалиста к контролируемой поверхности, также обеспечить возможность подключения местного освещения (ламп) напряжением 12 В.
- Участки визуального и измерительного контроля желательно располагать в освещенных местах, которые обладают естественным освещением. Также для хорошего контраста дефекта в зоне контроля необходимо использовать переносной источник света, применять комбинированное освещение. Для надежного проявления дефектов освещенность контролируемых поверхностей должна быть не менее 500Лк.
- При выполнении контроля должен обеспечен достаточный обзор для специалиста. Поверхность должна рассматриваться под углом более 30° к плоскости контроля объекта и на расстоянии до 600 мм.

Перед проведением ВИК необходимо подготовить поверхность.

- Для проведения визуального и измерительного контроля идёт подготовка контролируемых поверхностей проводится подразделениями организации, выполняющей работы.

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

- Прежде чем провести ВИК требуется в зоне контроля зачистить поверхность контролируемого объекта до чистого металла от окалины, ржавчины, грязи, шлака, краски, влаги, масла, брызг расплавленного металла, а также продукты коррозии и других загрязнений, мешающих проведению контроля. Зона зачистки определяется нормативной документацией (НД) на вид работ или на изготовление изделия. Если отсутствуют требования в НД, то зона зачистки детали и сварных швов должна составлять:
- при зачистке кромок деталей под все виды дуговой, газовой и контактной сварки – не менее 20 мм с наружной стороны и не менее 10 мм с внутренней стороны от кромок разделки деталей.
- Зачищенные под контроль поверхности деталей, сварных соединений, поверхность разделки кромок деталей, подготовленные под сварку, шероховатость должна быть не более Ra 12,5 (Rz 80).
- Для проведения последующих методов неразрушающего контроля зависит метода контроля и шероховатость должна быть не более:
- Ra 3,2 (Rz 20) - при капиллярном контроле;
- Ra 6,3 (Rz 40) - при ультразвуковом контроле
- Ra 10 (Rz 63) - при магнитопорошковом контроле.

Порядок ВИК подготовки и сборки деталей под сварку.

- Необходимо контролировать детали под сварку:
- при входном контроле деталей, изделий и сборочных единиц смотрят на наличие маркировки и документации, подтверждающей приемку;
- маркировку производителя материала на деталях, подготовленных под сварку;
- в месте термической резки заготовок, требуется наличие удаления механическим путём ЗТВ;
- геометрическую форму обработанных кромок, в том числе при подготовке деталей с различной номинальной толщиной стенки;
- геометрическую форму обработанных внутренних поверхностей кольцевых деталей;
- форму подкладных пластин и расплавляемых вставок;
- подлежащих сварке кромок и прилегающих к ним поверхностей, а также наличие зачистки шва, заварки разъема подкладной пластины проверяют на чистоту.

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ					

Визуально следует контролировать в выполненном сварном соединении:

- отсутствие или наличие поверхностных трещин всех видов и направлений;
- отсутствие или наличие на поверхности сварных соединений дефектов;
- отсутствие поверхностных дефектов в местах зачистки, а также качество зачистки металла в местах приварки временных технологических креплений;
- качество зачистки поверхности сварного соединения изделия под последующий контроль не разрушающими методами;
- правильность выполнения, а также наличие маркировки шва.

Измерениями необходимо контролировать в выполненном сварном соединении:

- размеры поверхностных дефектов, выявленных при визуальном контроле;
- высоту и ширину шва, а также вогнутость и выпуклость обратной стороны шва в случае доступности обратной стороны для контроля шва;
- высоту и глубину между валиками и чешуйчатости поверхности шва;
- подрезы основного металла;
- отсутствие не проваров с наружной и внутренней стороны шва;
- размеры катета углового шва;
- отсутствие переломов осей сваренных цилиндрических элементов.

При ВИК используют следующие приборы:

- лупы, а также измерительные ЛИ-3-10х;
- линейки измерительные металлические;
- угольники поверочные 90° лекальные;
- штангенциркули;
- щупы;
- шаблоны, специальные и универсальные (УШС) радиусные резьбовые и др.;
- нутрометры, микрометрические и индикаторные;
- эндоскопы;
- микрометры;

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

- толщиномеры и стенкомеры индикаторные;
- поверочные плиты.

Для обнаружения внутренних дефектов или дефектов, которые не обнаружить ВИК, был выбран ультразвуковой метод. С помощью ультразвука можно обнаружить, например, мельчайшие дефекты, расположенные на глубине до метра и точно определить их местонахождение, можно измерить толщину детали и т.д. Причем нет нужды ни в фотопластинке, ни в проявителях: наличие дефекта сразу определяется сигналом на экране дефектоскопа.

Проведение ультразвукового контроля предлагается использовать ультразвуковой дефектоскоп PELENG УДЗ-103. Дефектоскоп УДЗ-103ВД предназначен для ультразвукового контроля основного металла и сварных соединений листовых элементов, труб, котлов и других конструкций, измерения толщины изделий из металла и других материалов, а также для вихретокового контроля конструкций из электропроводящих материалов.

Дефектоскоп PELENG УДЗ-103 может использоваться при монтаже, эксплуатации и ремонте в строительстве, машиностроении, энергетике, металлургической промышленности, на транспорте и других отраслях.

Особенности режима

- частотный диапазон до 100 кГц
- динамический и статический режимы контроля
- сохранение протокола контроля в памяти дефектоскопа и его передача в ПЭВМ
- Вихретоковый контроль
- Впервые в дефектоскопах "PELENG" появилась возможность проводить не только ультразвуковой, но и вихретоковый контроль. С его помощью можно обнаруживать поверхностные и подповерхностные дефекты, например, трещины с раскрытием несколько микрон в объектах из электропроводящих материалов.

Технические характеристики дефектоскопа PELENG УДЗ-103 приведены в таблице 3.1.

									Лист
									29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

Таблица 3.1—«Технические характеристики дефектоскопа PELENG УДЗ-103».

Методы ультразвукового контроля, реализуемые дефектоскопом	эхо, зеркальный, зеркально-теневой (ЗТМ)
Методы вихретокового контроля, реализуемые дефектоскопом	фазовый, амплитудный
Режимы вихретокового контроля	динамический, статический
Количество ультразвуковых каналов	1
Количество вихретоковых каналов	1
Основной индикатор дефектоскопа	экран TFT
Дополнительные индикаторы дефектоскопа	встроенный звуковой индикатор, светодиод на панели дефектоскопа, светодиод на вихретоковом преобразователе
Номинальное значение частоты УЗК, МГц	0,4; 0,62; 1,25; 1,8; 2,5; 5,0; 10,0
Амплитуда электрических колебаний при возбуждении УЗК, В	
- высокой амплитуды	120
- низкой амплитуды	4,5
Частота следования зондирующих импульсов УЗК, Гц	25 ... 5000

Продолжение таблицы

Типы разверток	
- в режиме ультразвукового контроля	А-развертка, W-развертка, В-развертка
- в режиме вихретокового контроля	бегущая развертка
Диапазон регулировки усиления (чувствительности) ультразвукового канала, дБ	0 ... 80
Диапазон регулировки усиления вихретокового канала, отн.ед.	0 ... 63
Дискретность измерения толщины встроенным ультразвуковым толщинометром, мм	0,01
Глубина (амплитуда) ВРЧ, дБ	не более 60
Частота вихретокового контроля, кГц	10 ... 100
Амплитуда сигнала задающего генератора вихретокового канала, В	0,8; 1,5; 3,4; 8,3
Диапазон измерения глубины выявленного дефекта в изделиях из стали для ПЭП с углом ввода 0, мм	1 ... 8850

Окончание таблицы

Длительность А-развертки, мкс	
- минимальная	6
- максимальная	3048
Диапазон измерения глубины трещин в режиме вихретокового контроля, мм	0,1 ... 9,9
Диапазон измерения толщины (для изделий из стали), мм	3 ... 5000
Диапазон рабочих температур окружающего воздуха, С	-20 ... +50
Масса, кг, не более:	1,2
Габаритные размеры, мм, не более:	140×220×42

Дефектоскоп PELENG УДЗ-103 устойчив к температурным условиям окружающей среды, сохранение работоспособности при температурах от -20 до +50°С.

									Лист
									32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

4.1 Анализ основных вредных и опасных производственных факторов.

Процессы сварки, резки и наплавки металлов являются источниками образования опасных и вредных факторов, способных оказывать на здоровье работников неблагоприятное воздействие.

Нарушая технику безопасности при проведении сварочных работ, может привести к последствиям таким как: взрывам, пожарам, а также травмам и гибели людей. При сварке металлов на рабочих вредные производственные факторы к ним относятся: чрезмерная запылённость и загазованность воздуха, ультрафиолетовое и инфракрасное излучение, электромагнитные поля и влияние шума.

В зону дыхания поступают сварочные аэрозоли, содержащие в составе твердой фазы оксиды различных металлов и токсичные газы. Состав сварочного аэрозоля зависит от состава сварочных и свариваемых материалов. Мельчайшие размеры сварочного аэрозоля, легко попадают в дыхательную систему в легкие, и частично остаётся там, что может быть причиной возникновения хронических профессиональных болезней.

Интенсивность излучения сварочной дуги в оптическом диапазоне и его спектральный состав находятся в зависимости от мощности дуги, использованных сварочных материалов, защитных и плазмообразующих газов и т.п. При отсутствии защиты возможно поражение органов зрения и кожных покровов.

Отсутствие защиты могут привести к поражениям органов ожоги кожных покровов и органов зрения. Негативное влияние на здоровье может оказать инфракрасное излучение, которое зависит от температуры предварительно подогретых изделий, нагревательных устройств.

Основными источниками шума являются, вентиляторы, плазмотроны, пневмоприводы, источники питания и др. Воздействие шума на организм зависит от спектральной характеристики и уровня звукового давления.

К опасным и вредным производственным факторам относятся: интенсивное излучение сварочной дуги в оптическом диапазоне (ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное), твердые и газообразные токсические вещества в составе сварочного аэрозоля, искры, брызги и выбросы расплавленного металла и шлака, электромагнитные поля, ультразвук, шум, статическая нагрузка и т.д.

4.2 Техника безопасности при производстве сварочных работ.

Общие положения и нормативные материалы по технике безопасности при сварке в ГОСТ 12.002-74 даны определения:

									Лист
									33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

«Техника безопасности – это система организационных и технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов» и «Охрана труда – это система законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических и гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранения здоровья и работоспособности человека в процессе труда».

При работе со сваркой требует определённого соблюдения комплекса правил техники безопасности и охраны труда, которые находятся в технологических картах и строго соблюдаться при сварочных работах. Для сварки плавлением на сварщика может воздействовать:

- поражение электрическим током;
- ожоги, от брызг сварочного металла;
- поражение лучами электрической дуги глаз и открытой поверхности кожи;
- отравление газами, выделяющимися при сварке;
- пожары от расплавленного металла;
- взрывы баллонов сжатого газа при неправильном обращении;
- травмы механического характера.

4.2.1 Обеспечение санитарно-гигиенических условий труда.

При дуговой сварке: в защитных газах, под флюсом сопровождается выделением: газов, пыли, сварочного аэрозоля, а также лучистой энергии. Поэтому нужно руководствоваться гигиеническими соображениями, при выборе сварочных материалов наряду с оценкой их эксплуатационных и технологических характеристик.

При дуговой сварке особое внимание уделяется местной вытяжной вентиляции, нейтрализация ядовитых компонентов сварочного аэрозоля, вентиляция флюсобункеров стационарных сварочных установок, а также создание общеобменной вентиляции. Так же защитные стёкла тщательно подбираются.

Испытываемые психологические нагрузки сварщиком, из-за непрерывного наблюдения за сварочной зоной, высокие требования к точности движения и перемещения электрода. Требования к зрению связаны из-за тщательного наблюдения за разделкой, а также сварочной ванны и кристаллизующимся металлом. Ручная дуговая сварка сопровождается статическими напряжениями. Часто сварку выполняют в принуждённой позе, лёжа на спине или на боку, сидя на корточках и т.д., что порождает напряжение мышц тела и рук.

									Лист
									34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

Выполнение полуавтоматической сварки под флюсом условия более затруднительны, чем под флюсом автоматической сварки, в связи длительным удержанием в руке сварочной головки полуавтомата с бункером под флюс массой 2-2,5 кг, а также связано с напряжением внимания во время требовательного соблюдения режима сварки. Помимо этого, концентрация аэрозоля, фтористых соединений и окислов марганца в зоне дыхания сварщика использовавший полуавтомат больше чем у сварщика, который использует автомат.

4.2.2 Электробезопасность.

При нарушении эксплуатации электрооборудования может послужить причиной к поражению электрическим током. Которые могут привести к основным видам поражения: удар при прикосновении к токоведущим частям, ожоги электрической дугой и др. Самые опасные электрически удары током, которые сопровождаются судорогами у человека, потеря сознания, сильная слабость, а также остановкой органов дыхания и сердца.

Отрицательно влияющие факторы в результате поражения электрическим током, являются длительность и величина тока, напряжение и частота, утомление, температура окружающей среды, болезненное состояние, так же род тока (переменный ток наиболее опасен).

Для того что бы установить уровень угрозы необходимо ориентироваться не на безопасный ток, а на безопасное напряжение. Безопасное напряжение в сырых помещениях 12 В, а в сухом помещении 36 В.

При соприкосновении с частями токоведущих электрических установок и металлическими частями, находящиеся под напряжением возникает опасность поражения электрическим током. Поэтому заземляют все сварочные генераторы, электродвигатели, трансформаторы. В случае пробоя на вторичную обмотку трансформатора первичного напряжения заземляют вместе с металлическим кожухом. Прибор для переключения и включения электрического тока должно иметь заземлённые защитные кожухи.

Систематически сварщиком и электромонтером проводится внешний осмотр заземления и осмотр сварочных установок.

Работа со сварочными установками не допускается без проверки их на отсутствие замыкания на корпус, на целостность заземляющего провода.

Следует регулярно измерять сопротивление заземляющих устройств согласно плану регламентных работ, но не реже одного раза в год.

Напряжение холостого хода источников питания опасно, когда сварщик соприкасается с большим металлическими поверхностями.

									Лист
									35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

Также электросварочные установки снабжают автоматическим включением сварочной цепи при соприкосновении электрода со свариваемым изделием и автоматическим отключением при холостом ходе, для обеспечения безопасности сварщика.

При использовании осциллятора, который должен быть ограждён, а кожух заземлён, или изготовлен из токонепроводящего материала; необходимо автоматическое отключение напряжения при смене электродов и конденсатор безопасности.

К дуговой сварке разрешается допускать сварщиков, которые прошли соответствующее обучение, имеющих удостоверение на право выполнения данного вида выполнения сварочных работ, прошедших инструктаж и проверку знаний техники безопасности с оформлением в специальном журнале, а также прошедших медицинское обследование.

Сварщикам не разрешается подключать в сеть и отключать от сети электросварочные агрегаты, а также монтаж их. Ремонт и монтаж электрооборудования могут выполнять только подготовленные электромонтёры. Исправлять силовые электрические цепи сварщикам категорически запрещается.

Длина проводов для ручной дуговой сварки должна быть не более 10 м. Нельзя скручивать сварочные провода и использовать с повреждённой изоляцией провода.

Сварщик должен выключать сварочный агрегат: при отлучке с рабочего места, при перерыве подачи электроэнергии, При обнаружении неисправности сварочного агрегата во время работы, при чистке, уборке рабочего места и агрегата сварщик должен выключить сварочный агрегат.

4.2.3 Обеспечение пожарной безопасности.

Правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ должны строго соблюдаться, к проведению сварочных работ допускаются лица прошедшие испытания в знании требования пожарной безопасности.

У места проведения сварочных работ должны всегда быть в наличии и исправном состоянии средства пожаротушения. Сварщик обязан уметь пользоваться средствами огнетушения и применять их в соответствии с инструкциями в зависимости от характера горящего вещества и вещества огнетушителя.

При неисправном оборудовании проводить сварку запрещается. Допускать к работе рабочих не прошедших испытания по сварочным работам и без проверки их знаний правил пожарной безопасности.

									Лист
									36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

В случае пожара или загорания, обязаны не медленно вызвать пожарную част и принять меры к ликвидации загорания или пожар имеющимся средствами пожаротушения.

Не допускается загромождать, закрывать пожарные проезды и проходы к пожарному инвентарю, оборудованию и пожарным кранам.

Также запрещается выполнять сварочные работы вблизи взрывоопасных и огнеопасных материалов.

									Лист
									37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

5 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.

5.1 План эксперимента, цели и задачи.

Цель данного эксперимента исследовать влияние поры, а также формы шва на возникновение пластических деформаций и критических напряжений в шве.

Задачей эксперимента является построить данное соединение деталей не симметрично в лодочку, а второй исследуемый шов симметрично в лодочку, в одном и том же месте будет допущен дефект, пора 3 мм. После чего мы начинаем исследовать поставленную задачу в программе ANSYS. Для изучения данной задачи было принято взять наше сварное соединения как цельный материал с пределом текучести стали 09Г2С.

В программе ANSYS был произведён исследовательско-экспериментальный раздел сварного шва.

Последовательность анализа представлена ниже.

На рисунке 5.1 изображен фрагмент несимметричного сварного соединения, импортированный в программу ANSYS.



Рисунок 5.1 – Фрагмент сварного соединения, в программу ANSYS.

На рисунке 5.2 изображены значения модуля Юнга и коэффициент Пуассона для всего сварного соединения было принято взять по стали 09Г2С, для изучения пластических деформаций, а также увидеть критические напряжения шва.

									Лист
									38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

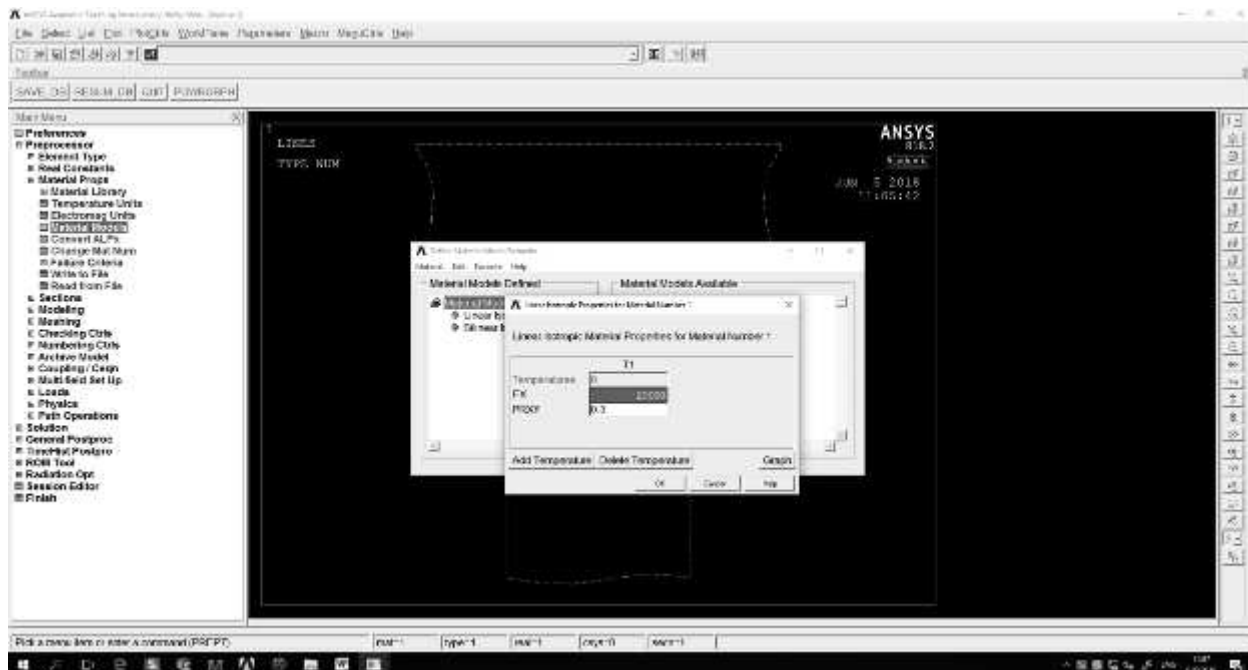


Рисунок 5.2 – Значения модуля Юнга и коэффициента Пуассона для стали 09Г2С.

На рисунке 5.3 изображены значения предела текучести для стали 09Г2С.

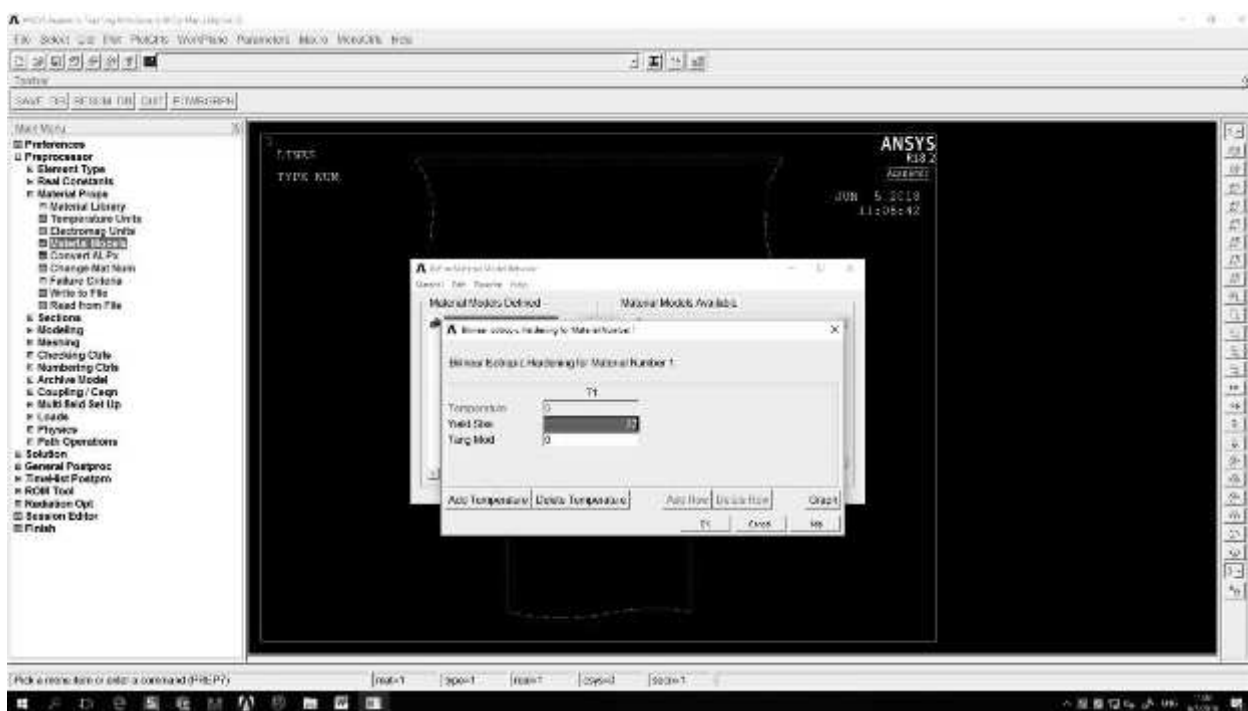


Рисунок 5.3 – Значения предела текучести для стали 09Г2С.

На рисунке 5.4 изображено исследуемое соединение.

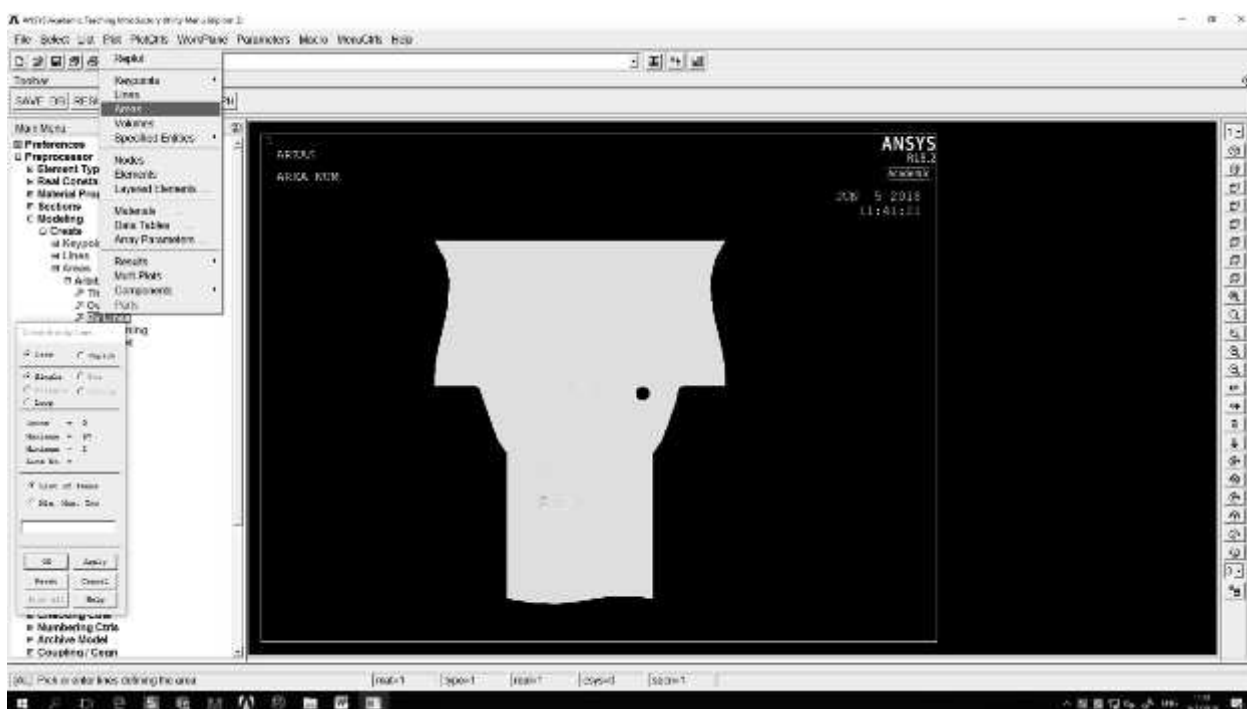


Рисунок 5.4 – Исследуемое соединение.

На рисунке 5.5 изображено значение перемещений верхней части соединения.

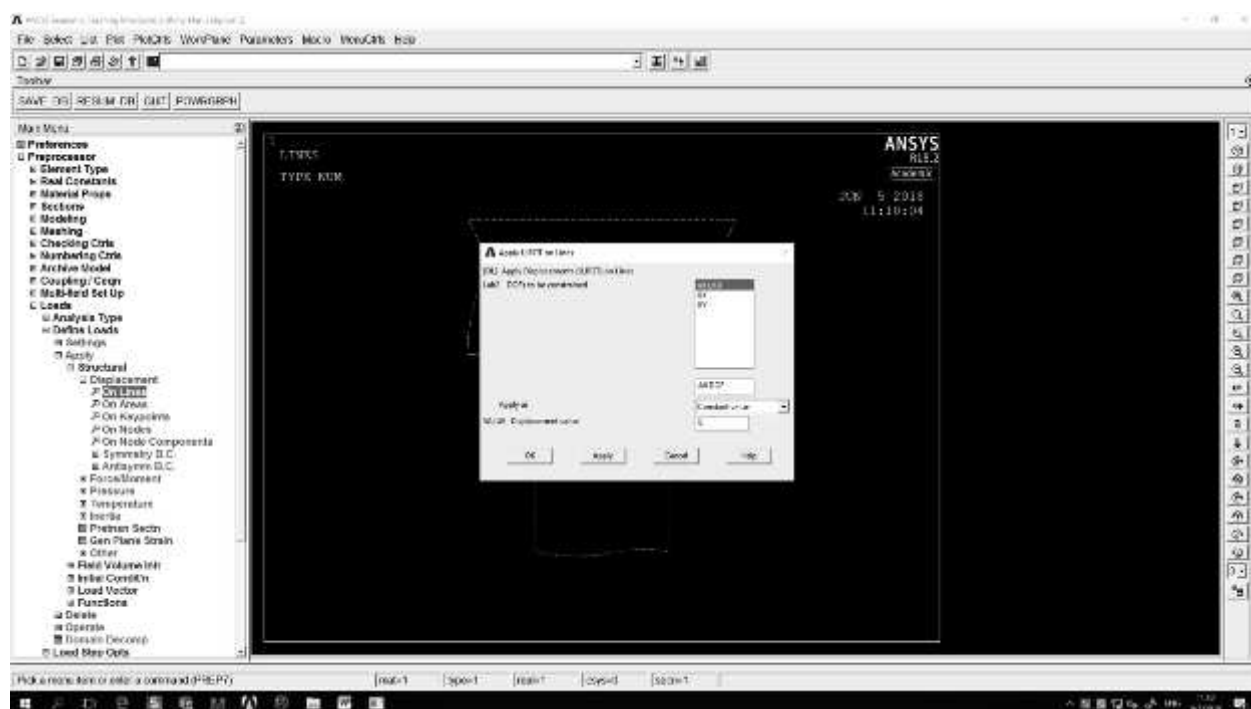


Рисунок 5.5 – Значения перемещения верхней части соединения.

									Лист
									40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

На рисунке 5.6 изображено значение перемещений нижней части соединения.

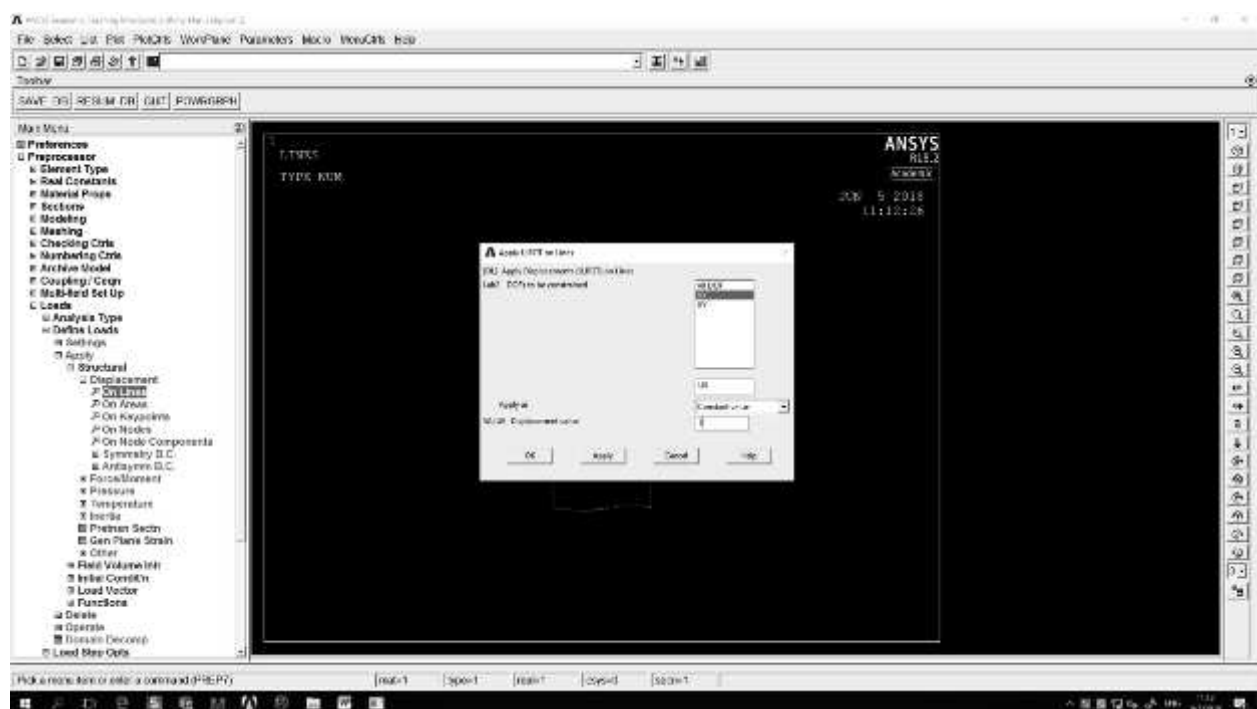


Рисунок 5.6 – Значение перемещений для нижней части соединения.

На рисунке 5.7 изображены направления перемещений.

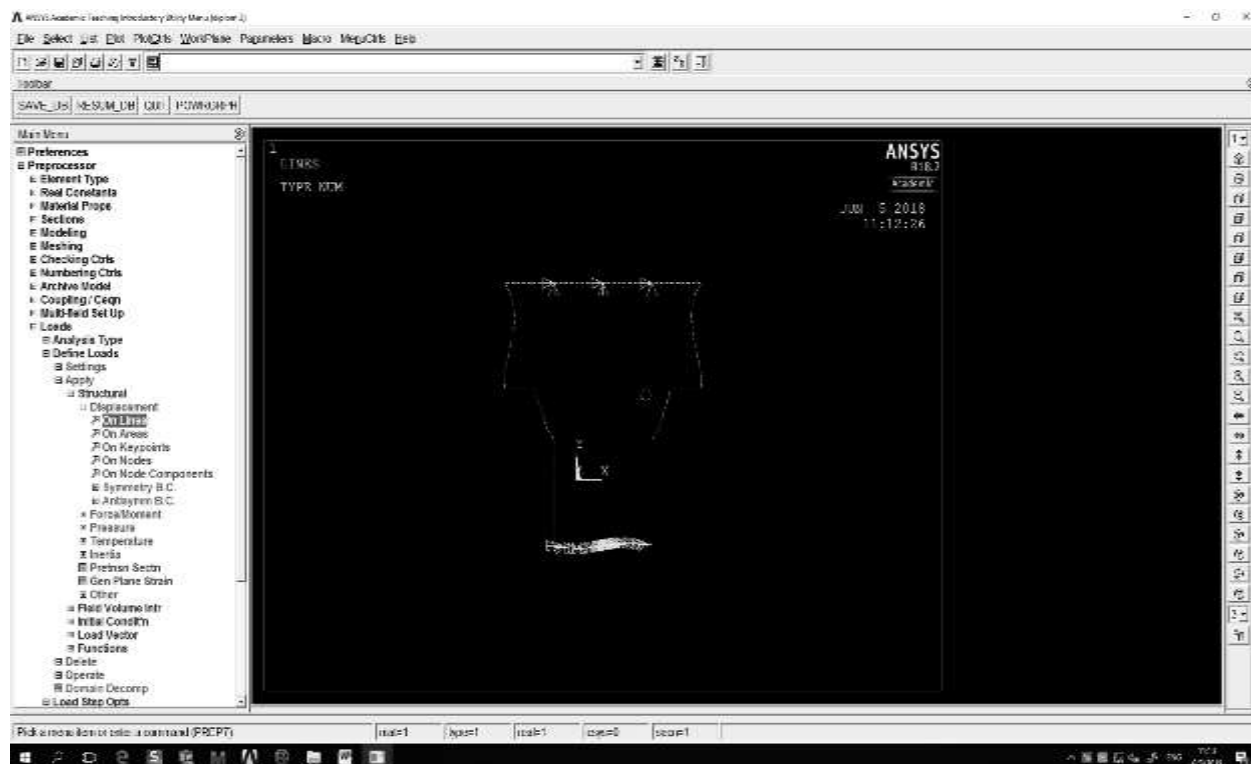


Рисунок 5.7 – Направление перемещений.

На рисунке 5.8 изображены деформации и распределения напряжений.

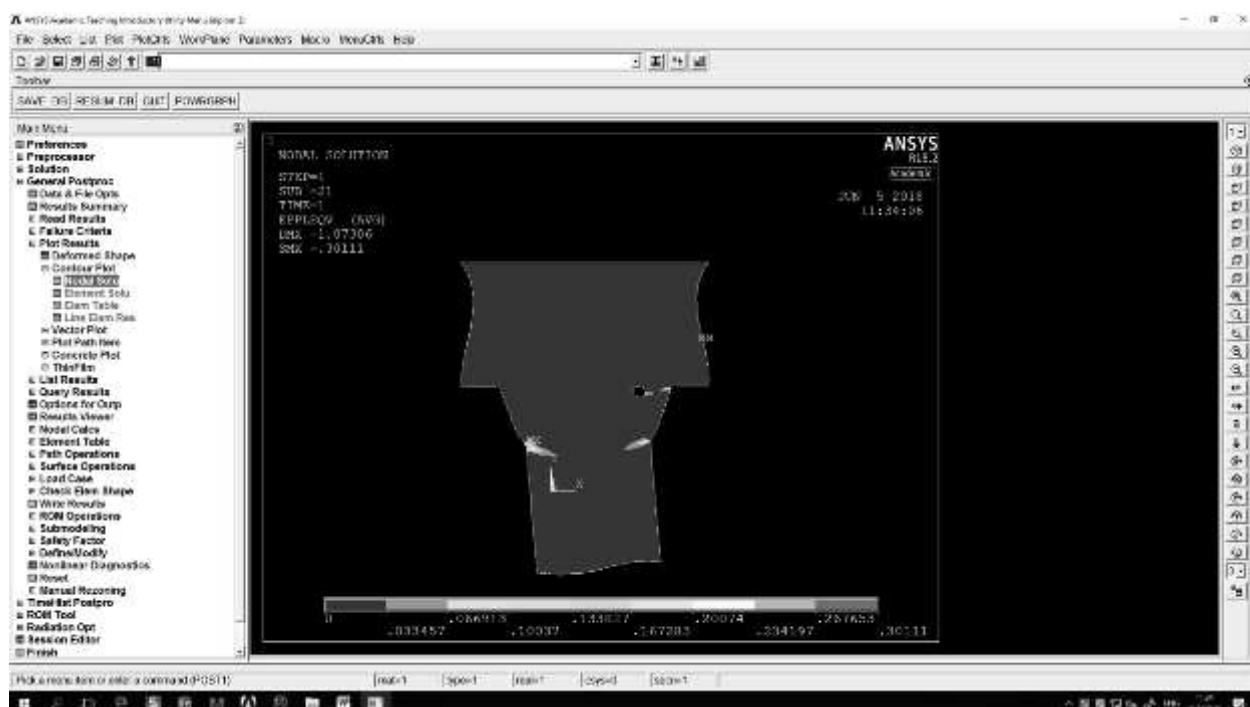


Рисунок 5.8 – Деформации и распределения напряжений.

Те же самые операции мы проделываем для симметричного шва в лодочку рисунок 5.9.



Рисунок 5.9 – Соединение симметрично в лодочку.

Нагрузки и перемещения оставляем такие же, как и в соединении не симметрично в лодочку.

На рисунке 5.10 изображены деформации и распределения напряжений для симметричного соединения.

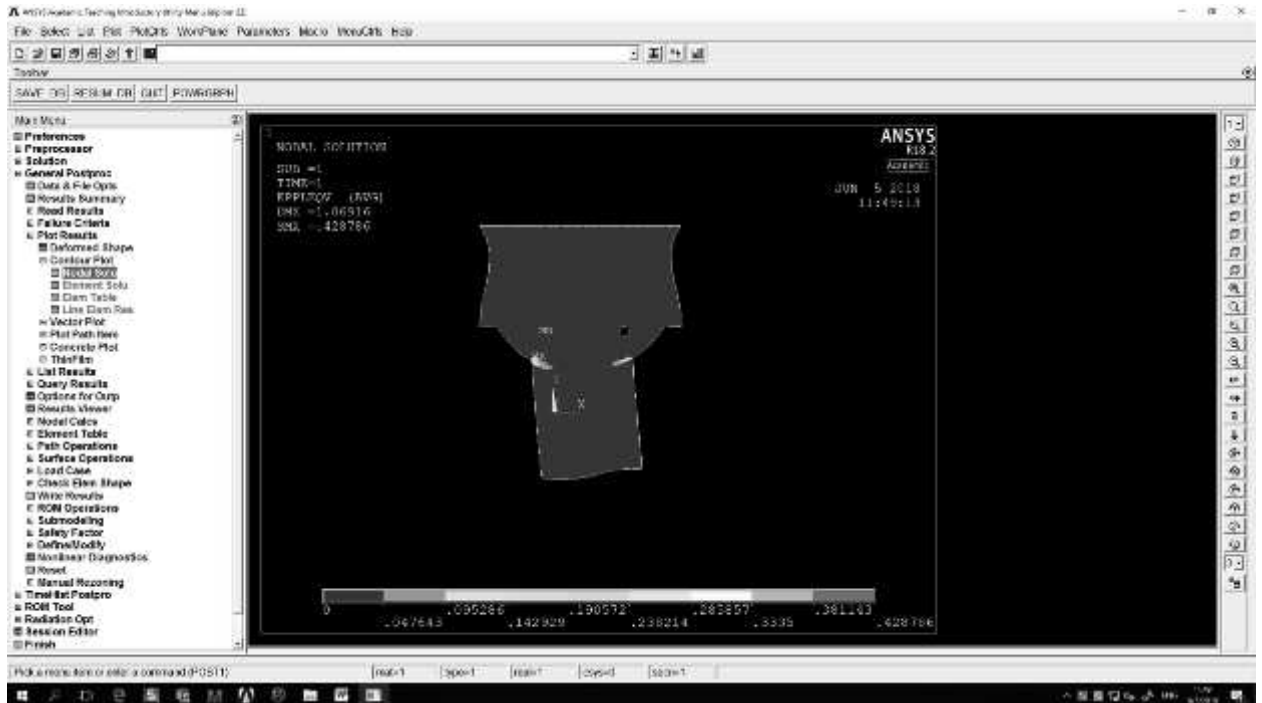


Рисунок 5.10 - Деформации и распределения напряжений для симметричного соединения

5.2 Результаты проведённых исследований.

После проведения исследовательско-экспериментального раздела сварных соединений симметричного и не симметричного. При одинаковой нагрузке в результате мы можем сделать вывод, что при не симметричном шве напряжения возникают при переходе шва к металлу, а также возникают напряжения в поре. В симметричном шве так же напряжения возникают при переходе шва к металлу, но при этом удалось устранить напряжения в поре. Так как нас интересует меньшее напряжение на изгиб. В результате анализа, мы останавливаемся на не симметричном шве.

										Лист
										43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ					

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа базовой технологией ремонта полувенцаусреднителя У2Р2520/40 было выявлено ряд недостатков, которые влияли на качество проведённых работ, а также на производительность.

Данные недостатки было предложено устранить, заменой ручной дуговой сваркой, на механизированную сварку в среде защитных газов. Заменить разделку шва с Т8 по ГОСТ 5260-80 на разделку Т9 по ГОСТ 14771-76.

Применения предлагаемой технологии поможет повысить качество сварных соединений, производительность, а также снижение расходов на основной и сварочный материал.

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2018.148.00 ПЗ				

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. ил.
2. Браткова, О.Н. Источники питания сварочной дуги: Учебник / О.Н. Браткова. –М.: Высшая школа, 1982. –182 с.
3. Грачева, К.А. Экономика, организация и планирование сварочного производства / К.А. Грачева. –М.: Машиностроение, 1984. –368 с.
4. Зайцев, Н. Л. Теоретические основы сварки плавлением: учебное пособие/ Н.Л. Зайцев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 78 с.
5. Красовский, А.И. Основы проектирования сварочных цехов / А.И. Красовский. –М.: Машиностроение, 1980. –387 с.
6. Куркин, С.А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация автоматизация и контроль качества в сварочном производстве / С.А. Куркин, Г.А. Николаев. –М.: Высшая школа, 1991. –398 с.
7. Милютин, В. С Источники питания для сварки: Учебное пособие. / В.С. Милютин, В.А. Короткое – Челябинск: Изд-во «Металлургия Урала», 1999. – 368 с.
8. Николаев, Г.А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование / Г.А. Николаев, В.А. Винокуров. –М.: Высшая школа, 1990. –445 с.
9. Оборудование для дуговой сварки: Справочное пособие/ Под ред. В. В. Смирнова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 656 с.
10. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ: методические указания к курсовому и дипломному проектированию/Сост.: Р.Ф. Катаев. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 37с.
11. Сварка в машиностроении: Справочник/ Под ред. Н. А. Ольшанского. – М.: Машиностроение, 1978. –Т.1. –501 с.
12. Стихии, В.А. Источники питания сварочной дуги: Учебное пособие / В.А. Стихин. –Челябинск: Изд-во ЧПИ, 1990. –138 с.
13. Технологические основы сварки плавлением: учебное пособие /Н.Л. Зайцев, А.М. Осипов – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ 2015 – 89с.
14. <https://dlib.rsl.ru/01000217944>
15. <http://www.welding-russia.ru/catalog.html?itemid=17210>
16. <https://dlib.rsl.ru/01004739439>
17. <http://www.intertehno.ru>

					15.03.01.2018.148.00 ПЗ	Лист 45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		