

АННОТАЦИЯ

Тема данной бакалаврской работы является: «Ремонтная наплавка замковых соединений бурильных труб».

Бакалаврская работа состоит из пояснительной записки на 76 страниц, введения на 2-х страницах, включая 32 рисунка, 15 таблиц, списка из 26 источников, в том числе 5 источников на иностранном языке и чертежей на 7-ми листах формата А1.

Цель выпускной бакалаврской работы – технический результат, направленный на увеличение срока службы бурильных труб, путём повышения твёрдости и прочности замковых соединений бурильных труб.

В работе решены следующие задачи: 1) Разработать технологический процесс для наплавки автоматическим способом в защитном газе; 2) Выбрать оборудования для разработанного технологического процесса;

В бакалаврской работе предложены рекомендации для проведения ремонтной наплавки бурильных замков, а также идея проводить наплавку замков в защитном газе. Применение описанных технологических решений позволит увеличить срок службы замковых соединений бурильных труб.

В бакалаврской работе разработаны меры защиты от опасных и вредных факторов возникающих при автоматической наплавке в смеси защитных газов.

В разделе экономики проведено сравнение 2-х вариантов наплавки муфт: автоматическая наплавка плавящейся проволокой под флюсом (базовый) и автоматическая наплавка плавящейся проволокой в защитном газе (проектный).

ABSTRACT

The topic of the given graduation work is repair surface welding of drill-pipe joints.

This graduation work consists of an explanatory note on 76 pages, introduction on 2 pages, including 32 figures, 15 tables, the list of 26 references including 5 foreign sources and the graphic part on 7 A1 sheets.

The key issue of the undergraduate work is to increase the service life of the lock connection of drill pipes.

The object of the graduation work is an 8-meter drill pipe (diameter of 101,6 mm) with welded locks (diameter of 152,4 mm).

We start with the statement of the problem and then logically pass over to its possible solutions.

Known methods of hard-banding were studied, such as automatic deposit welding with melt, manual arc welding with electrode, gas-flame spraying with self-fluxing powder and automatic deposit welding in protection gas.

The most suitable method automatic welding in protection gas is described. This method, in comparison with automatic deposit welding, with melt, will not give overheating of the base metal, that leads to deterioration of the deposited layer, no auxiliary equipment will be required.

It can be concluded that automatic welding in protection gas is the most appropriate, as it will increase the in-service life of drill pipes by improving the quality of the weld bead.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Ремонтная наплавка замкового соединения бурильных труб.....	8
1.1 Описание бурового оборудования и их составляющих.....	8
1.2 Анализ химического состава стали 40ХМФА и её физические свойства.....	15
1.3 Описание базового варианта ремонта замков бурильных труб.....	16
1.4 Анализ известных способов наплавки бурильных труб.....	19
2 Технологический процесс восстановления муфты бурильных труб.....	24
2.1 Приёмка.....	24
2.2 Очистка.....	26
2.3 Неразрушающий контроль.....	27
2.4 Правка.....	31
2.5 Механическая обработка.....	32
2.6 Обезжиривание.....	32
2.7 Предварительный подогрев.....	34
2.8 Наплавка.....	35
2.9 Механическая обработка.....	36
2.10 Шлифовка.....	36
2.11 Фосфатирование.....	37
2.12 Контроль.....	39
3 Оборудования для восстановления муфт бурильных труб.....	40
4 Безопасность и экологичность.....	50

4.1	Техническая характеристика объекта.....	50
4.2	Профессиональные риски сопровождающие внедрение проектной технологии в производство.....	52
4.3	Предлагаемые мероприятия по снижению профессиональных рисков в ходе внедрения в производство проектной технологии.....	55
4.4	Предлагаемые мероприятия по обеспечению пожарной безопасности разрабатываемого технологического объекта....	57
4.5	Оценка экологической безопасности разрабатываемого технологического объекта.....	59
4.6	Заключение по разделу безопасности и экологичности объекта.....	60
5	Экономическая эффективность.....	61
5.1	Расчёт экономической эффективности проектного варианта технологии.....	61
5.2	Заключение по экономическому разделу.....	69
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	70
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	71

ВВЕДЕНИЕ

Открытие зарубежных буровых компаний на российском рынке существенно повлияло на изменения буровой технологии и буровой техники. Это повлияло на требования, которые предъявлялись к конструкции и материалу труб. Наиболее нужными на сегодняшний день являются стальные высокопрочные бурильные трубы, занимающие сегодня примерно 70% рынка. Для соединения бурильных труб используются соединительные замки. Бурильные трубы и замки разрушаются при эксплуатации в экстремальных условиях. Причинами разрушения являются трещины, которые образуются при высоком напряжении металла трубы и поверхностного износа под влиянием абразивного износа и коррозии [1].

Следовательно, направим наш взгляд при ремонтировании бурильных труб на упрочнение наружной поверхности замков. Восстановление изношенных деталей обеспечивает экономию высококачественного металла, топлива, энергетических и трудовых ресурсов, а также рациональное использование природных ресурсов и охрану окружающей среды. Для восстановления работоспособности изношенных деталей требуется, как правило, в 5-8 раз меньше технологического времени и циклов по сравнению с изготовлением новых деталей [2]. Как правило, для восстановления изношенных деталей применяют наплавку слоя дуговой сваркой. Дуговая сварка широко используется почти во всех отраслях машиностроения и других отраслях промышленности. Сварка может успешно применяться как в условиях единичного так и массового производства. В строительной отрасли, при изготовлении металлоконструкций, прокладке трубопроводов, установке технологического оборудования, сварка по трудоёмкости занимает до 25% от всего объёма работ [3]. Однако применяемая технология дуговой наплавки при восстановлении изношенных буровых труб характеризуется нанесением слоя, механические характеристики которого примерно совпадают с механическими харак-

теристиками основного металла. Это не позволяет продлить срок эксплуатации труб.

Целью выпускной квалификационной работы является технический результат, направленный на увеличения срока службы бурильных труб.

1 Ремонтная наплавка замкового соединения бурильных труб

1.1 Описание бурового оборудования и их составляющих

Оборудование для бурения нефтяных и газовых скважин – это целый комплекс технологических устройств, инструментов и приспособлений, обеспечивающий сам процесс бурения и промывку скважины с извлечением из неё остатков разбуренных пород. Центральное звено любого бурового комплекса – это буровая установка. Буровая установка (рис. 1.1) для бурения нефтяных скважин представляет собой комплекс буровых механизмов, машин и оборудования, который монтируется непосредственно на точке бурения и обеспечивает весь процесс обустройства скважин [4].

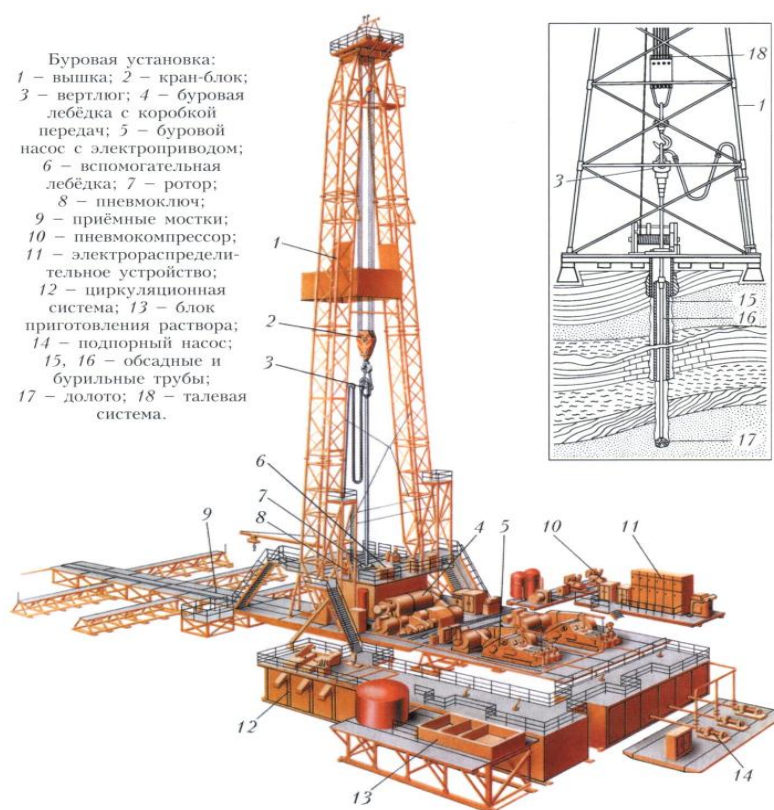


Рисунок 1.1- Нефтяная буровая установка

Нефтяные буровые установки используются для проделывания многоцелевых отверстий.

Они применяются для:

- 1) Бурения добывающих скважин. Такие отверстия используют для добычи нефти, газа и сопутствующих компонентов;
- 2) Формирования разведывающих отверстий. Их проделывают там, где наличие нефти уже подтверждено исследованиями. Скважины необходимы для того, чтобы окончательно сформировать данные о запасах материала и изготовить схему работы на местности;
- 3) Бурения оценочных скважин. Их функциональная нагрузка состоит в том, чтобы проанализировать и спрогнозировать поведение нефтяных пластов и возможное движение земной коры в месте работы, а также оценить объёмы залегаемой нефти;
- 4) Проделывания контрольных скважин. Именно эти отверстия необходимы для постоянного контроля давления на территории, где ведётся добыча полезных ископаемых;
- 5) Бурения наблюдательных отверстий. Скважины используют для установления объёмов выкаченной и оставшейся нефти, а также для оценки контактов нефти, газа и воды друг с другом [5].

Бурильная установка соединяет в себя бурильные трубы с помощью бурильного замка. Бурильный замок, в свою очередь, состоит из двух деталей — это муфты и ниппеля, соединённые между собой резьбой. Бурильные трубы (рис. 1.2) предназначены для бурения нефтяных и газовых скважин, для проведения операций по ликвидации аварий в них, а также для работы в скважинах содержащих коррозионно-активную среду.



Рисунок 1.2 – Общий вид труб бурильных

Бурильные трубы классифицируются на подгруппы (рис. 1.3). В данной работе рассмотрены стальные бурильные трубы с приварными замками. Замки выполнены с наружной высадкой.

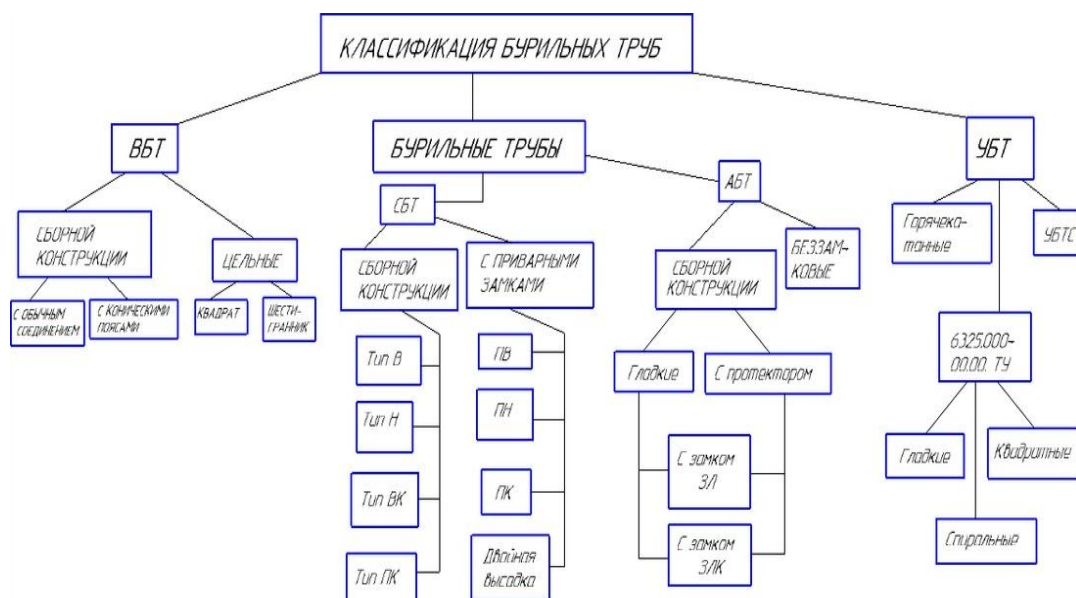


Рисунок 1.3 – Классификация бурильных труб

При заглублении трубы приходится соединять между собой. Для этого применяются бурильные замки (рис. 1.4). Этот соединительный элемент вставляемый между бурильными трубами для компоновки бурильной колонны путем свинчивания труб друг к другу. Бурильные замки выпускаются на все диаметры бурильных труб. Состоят они из ниппеля и муфты, закреплённых на концах труб. Соединяются замки к трубам с помощью конической резьбы или сваркой.

Надобность бурильных замков заключается в соединении бурильных труб в колонну, поэтому их относят к соединительному буровому инструменту.



Рисунок 1.4 – Приварной замок для бурильных труб

Типы изготавливаемых замков для стальных бурильных труб указаны в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Типы бурильных замков

Замок			Сварное соединение			Расчётная масса 1 м гладкой трубы, кг	Увеличение массы одной трубы, кг	
Условное обозначение по ГОСТ 27834	Наружный диаметр, D ₃	Резбовое соединение	Диаметр под элеватор D ₁	Внутренний диаметр, d ₁	Радиус закругления, R±0,5		Вследствие высадки концов после механической обработки	После приварки замка
П-86-44	85,7	3-73	65,1	44,5	4,8	9,33	1,03	14,4
ЗП-105-51	104,8	3-86	81,0	50,8	4,8	14,46	2,23	24,2
ЗП-111-41	111,1	3-86	81,0	41,3	4,8	14,46	3,53	30,5
ЗП-127-65	127,0	3-102	98,4	65,1	4,8	18,34	3,44	38,9
ЗП-127-62	127,0	3-102	98,4	61,9	4,8	18,34	4,07	40,4
ЗП-127-54	127,0	3-102	98,4	54,0	4,8	18,34	5,52	43,6
ЗП-127-62	127,0	3-102	98,4	61,9	4,8	21,79	3,20	40,4
ЗП-140-57	169,7	3-108	98,4	57,2	4,8	21,79	4,08	50,3
ЗП-152-83	152,4	3-122	114,3	82,6	6,4	19,27	4,24	53,3
ЗП-152-76	152,4	3-122	114,3	82,6	6,4	19,27	5,96	56,8

В работе рассмотрен замок ЗП-152-83 (рис.1.5) с правой резьбой. Замок приварной ЗП диаметром 152 мм используются для соединения бурильных труб в колонны и предназначен для приварки к высаженным концам бурильных труб. Этот тип замков наиболее распространен в современной технологии бурения.

Механические свойства термических обработанных замков приварных для бурильных труб ЗП соответствуют указанным ниже параметрам [6]:

- предел прочности при растяжении $\sigma_B = 100$ кг/мм;
- предел текучести $\sigma_T = 85$ кг/мм;

- относительное удлинение $\delta = 13 \%$;
- относительное сужение при растяжении $\psi = 50 \%$;
- ударная вязкость = 8 кг/см;
- твердость по Бринеллю HB 300÷350;

По требованию заказчика размеры и конструкция замков может отличаться от стандартных.

Замок приварной (рис. 1.5) изготавливается из легированной стали 40ХМФА.

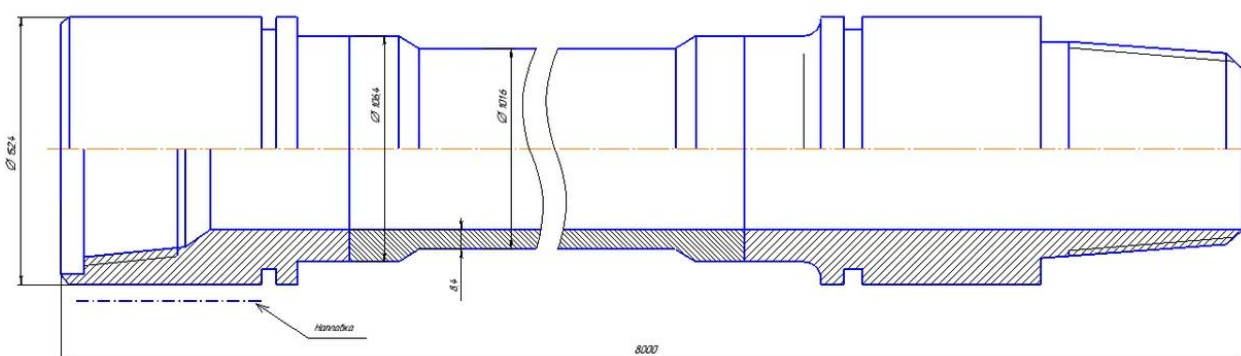


Рисунок 1.5 – Бурильная труба с приваренными замками

В работе рассмотрен ремонт замка бурильных труб диаметром наружного замка (D) = 152,4 мм; наружный диаметр тела трубы (D_{др}) = 101,6 мм;

При бурении скважин трубы и замки трутся о горную породу, состоящую из однородных или различных минералов, либо минералов и обломков других горных пород, который бывает различной твердости. Всё это приводит к абразивному износу. Существует три класса оценивания состояния труб по абразивному износу (таблица 1.2). Будет проводиться списание или перевод труб из одного класса в другой, с последующим оформлением акта. Трубы и замки, геометрические размеры которых равны номинальным требованиям действующих нормативных документов, то есть отсутствуют дефекты, относятся к 1 классу. Ко 2-му и 3-му классам износа по телу трубы относят бывшие в эксплуатации трубы, где толщина износа трубы по наруж-

ной поверхности не менее 80% и 62,5% соответственно. Если величина толщины износа менее 62,5%, которое является допустимым для 3-го класса, то трубу бракуют и выводят из эксплуатации [7] .

Основными видами износа труб являются механические повреждения наружной поверхности муфты, а также дефекты тела трубы (повышенная изогнутость труб, вмятины тела трубы, сквозные дефекты тела трубы).

Таблица 1.2 – Три класса состояния труб по абразивному износу

Вид дефекта	Класс труб		
	1	2	3
Равномерный износ трубы по наружной поверхности: толщина стенки после износа, % не менее	Все размеры труб соответствуют номинальным. Дефекты отсутствуют.	80	62,5
Эксцентричный износ по наружной поверхности: толщина стенки после износа %, не менее		65	55
Вмятины, % от наружного диаметра, не более		3	5
Смятие, % от наружного диаметра, не более		3	5
Шейка, % от наружной диаметра, не более		3	5
Остаточное сужение:			
Уменьшение наружного диаметра, % не более		3	5
Остаточное расширение:			
Увеличение наружного диаметра, % не более		3	5
Продольные надрезы-зарубки:			
Оставшаяся толщина стенки, % не менее		80	62,5
Поперечные надрезы:			
Оставшаяся толщина стенки, % не менее		90	80
Длина надреза, % от длины окружности трубы, не более		10	10
Толщина стенки в месте самой глубокой коррозии, % от номинальной, не менее		80	55

1.2 Анализ химического состава стали 40ХМФА и её физические свойства

Сталь 40ХМФА является конструкционной легированной высококачественной хромомолибденовой сталью. Эта сталь используется при изготовлении шлицевых валов, щёток, шатунов, крепёжных деталей трубопроводов, работающих при температурах до + 400 °С.

Химический состав и механические свойства стали 40ХМФА приведены в таблице 1.2 и 1.3 и соответствуют настоящему стандарту, установленным в Российской Федерации.

Таблица 1.2 – Химический состав в % стали 40ХМФА ГОСТ 4543-71

C	Si	<u>Mn</u>	Ni	S	P	Cr	Mo	V	Cu
0,37- 0,44	0,17- 0,37	0,4- 0,7	до 0,3	до 0,025	до 0,025	0,8- 1,1	0,2- 0,3	0,1- 0,18	до 0,3

Таблица 1.3 – Механические свойства при T = 20 °С стали 40ХМФА

Сортамент	Размер	Напр.	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж/м ²	-
Прутки, ГОСТ 4543- 71	Ø25	-	1030	930	13	50	880	Закалка 860 °С, масло, Отпуск 580 °С, масло

1.3 Описание базового варианта ремонта замков бурильных труб

Для восстановления деталей методом наплавки существует множество наплавочных материалов. В настоящее время существует 30 видов электродов для наплавки ручным дуговым способом, 23 марки проволок для наплавки механизированным способом, в том числе 4 вида наплавочных порошков [8].

Существуют различные способы восстановления муфт бурильных труб. В настоящее время муфты ремонтируют электродуговой сваркой под флюсом (рис.1.6). Этот классический метод восстановления замков нашёл широкое применение в России. Данный метод достаточно доступный и дешёвый, при этом он обеспечивает требуемый уровень качества.



Рисунок 1.6 – Автоматическая сварка под флюсом

Однако, несмотря на то, что методика восстановления замковых соединений бурильных труб используется уже достаточно длительное время, остаются нерешенными ряд технологических проблем. В соответствии с технологией производства наплавки замков бурильных труб используется флюс 48 ОФ-10, однако существует проблема с удалением данного флюса. Несвоевременное удаление флюса ведёт к повышению температуры в зоне сварки и, как следствие, к микроструктурным изменениям, росту зерна и производственному браку. Потери от отбраковки в этом случае могут составлять до 1/3 всех ремонтных труб. При использовании керамического флюса ЭЛЗ-ФКН-1/55(Б) проблемы с удалением отработанного материала отсутствуют, но появляются сложности с дальнейшей механической обработкой – замки бурильных труб после ремонта под керамическим флюсом обладают высокой твердостью, что значительно снижает ресурс обрабатывающего инструмента. Также имеются факты сломов данных замков бурильных труб на забое, что является результатом повышенной хрупкости после ремонта. Ремонт замков бурильных труб в атмосфере защитных газов ранее не производился, и каких-либо сведений по эксплуатационной надежности таких замков не имеется. Поэтому весьма актуальным на сегодняшний день является подбор защитной среды, обеспечивающей оптимально возможный для данных условий комплекс физико-механических свойств.

Говоря о возможных путях совершенствования технологии, следует учитывать ряд важных факторов, влияющих на эксплуатационные характеристики ремонтного изделия. В первую очередь это наплавляемый металл. Требования, предъявляемые к наплавке строже, чем к сварным швам, поэтому в наплавленном слое недопустимы трещины и иные пороки [9]. Важным фактором, обеспечивающим свойства ремонтного изделия после восстановления, является температурный режим наплавки и используемое технологическое оборудование. Правильный выбор установки для нанесения наплавки, а также режима предварительного подогрева позволит свести к минимуму последующую механическую обработку наплавленных изделий, что приве-

дет к снижению стоимости продукта. Одной из серьезных проблем на данный момент является отсутствие мероприятий по обеспечению должного технологического уровня контроля качества нанесения наплавки, для предотвращения усталостного разрушения, растрескивания, температурных деформаций вследствие высокой толщины наплавочного слоя. Замки буровых труб, бывшие в эксплуатации, сохраняют значительные внутренние напряжения. Если к ним добавляются напряжения после наплавки, изделие может сломаться. Это явление называется усталостным разрушением. Такое разрушение может произойти вблизи места наплавки или в слабых местах конструкции детали.

1.4 Анализ известных способов наплавки бурильных труб

Известно [10], что автоматическую наплавку поверхности муфты производят валиками по одно-, двух-, трёхзаходным спиральным схемам под флюсом. Для восстановления геометрии износа диаметра замка на 10-12%, например до 148-150 мм при нормативном размере 164 мм на поверхности 1200 и 1600 мм² ниппеля и муфты соответственно необходимо наплавлять от 7 до 10 кг металла при толщине слоя 7-8 мм. Наплавка производится узкими валиками шириной 5-7 мм на низких технологических режимах, используя проволоку диаметром 3-4 мм. Над поверхностью трубы устанавливают от двух до четырёх электродов в зависимости от мощности источника тока и придают им равномерное возвратно-поступательное движение с регулируемой скоростью и амплитудой. При этом каждый электрод формирует собственную сварочную ванну на относительно “холодном” участке трубы, которая автоматически получается вытянутой вдоль образующей цилиндра. В этих условиях продольная ось эллипса жидкой ванны значительно превышает её поперечную ось и от соотношения этих геометрических размеров зависит гравитационная составляющая жидких металла и шлака.

Установлено, что наплавка муфт с площадью поверхности более 500 мм² при толщине каждого слоя 4-5 мм целесообразно выполнять наплавкой двумя или тремя электродами при непрерывном ведении процесса. При этом площадь поверхности каждого валика составит около 500 мм². В этих условиях наплавка проводится в два валика, шириною 120 мм при общей площади 1200 мм². Наплавка при общей площади 1600 мм² проводится тремя валиками, так же в два слоя, но при этом ширина наплавки будет 110 – 115 мм.

Однако наплавка концентрированными источниками энергии приводят к перегреву трубчатой детали. Также наплавка узкими валиками шириной 5 – 7 мм очень трудоёмка, особенно на замках диаметром от 100 мм и более. После наплавки 1/4 - 1/5 части поверхности наступает перегрев, т.е. через

пять-шесть валиков из требуемых 22 – 25, процесс необходимо останавливать для охлаждения, что повышает трудоемкость процесса. Кроме этого сварочная ванна приобретает форму эллипсоида, вытянутого поперёк цилиндрической поверхности трубы, в результате жидкий металл стекает по поверхности трубы.

Таким образом, по моему мнению муфты целесообразно ремонтировать наплавкой тремя электродами диаметром 3,2 мм в защитном газе при непрерывном ведении процесса тремя валиками шириной 110-115 мм в два слоя.

Известно [11], что в геологоразведочном бурении используют утяжелённые бурильные трубы ТБПВ73 x 18 с приводными замками ЗП-86. Они тоже подвергаются восстановлению и упрочнению. Одним из путей повышения износостойкости наружной поверхности замков является наплавка износостойких колец сормайт. Electroды Сормайт (они же Сармайт, электроды сармайтовые) — это специализированные наплавочные стержни, применяемые для выполнения особо ответственных работ [12]. Швы, выполненные с применением электродов Сормайт, способны продолжительное время противостоят коррозии, высоким температурам и ударным нагрузкам. Данные электроды применяются в профессиональном промышленном производстве и ремонте.

Был исследован и объединён процесс газопламенного нанесения упрочняющего пояска самофлюсующимся порошком ПР-Н73Х16СЗРЗ (ПР-Н70Х17С4Р4). Исследовав этот процесс пришли к хорошим результатам: твёрдость покрытия составила 45—50 НРСэ. Толщина слоя после оплавления составляла 2 мм. Напыление и оплавления составляла 2 мм. Напыление и оплавление производили на специальных вращателях, поэтому биение пояска составляло десятые доли миллиметра. При отработке режима оплавления исследовали структуру металла замка в зоне термического влияния. Снижение его твёрдости произошло на расстоянии до ~10 мм от места наплавки и не

захватило наиболее ответственных участков замка. Увеличение ресурса работы труб ТБПВ73 х 18 составило в среднем 25%.

Однако, недостатком такой наплавки является необходимость предварительного подогрева поверхности замка. Однако это приводит к снижению её твёрдости.

Таким образом, можно использовать этот способ, но необходимо убрать подогрев, так как это приводит к перегреву, что в свою очередь приводит к снижению её твёрдости.

Известен [13], способ наплавки деталей в среде защитных газов, где в качестве защитной среды используется 20% углекислого газа и 80% аргона (рис. 1.7).

Способ наплавки плавящейся проволокой в защитных газах широко распространён. Этим способом восстанавливают детали трансмиссии и другие части автомобиля.

В зону горения электрической дуги поступает защитный газ под давлением, в процессе чего происходит изоляция зоны наплавки от кислорода и других составляющих воздуха. Для наплавки используется углекислый газ и чистый аргон. Расходуется эта смесь газов в пределах 0,6...0,96 м³/ч. Для подачи проволоки в зону наплавки используют кассету, которая вращаясь подаёт проволоку в зону горения. Для подачи газа используют баллон. Газ выходя из баллона резко расширяется и переохлаждается.

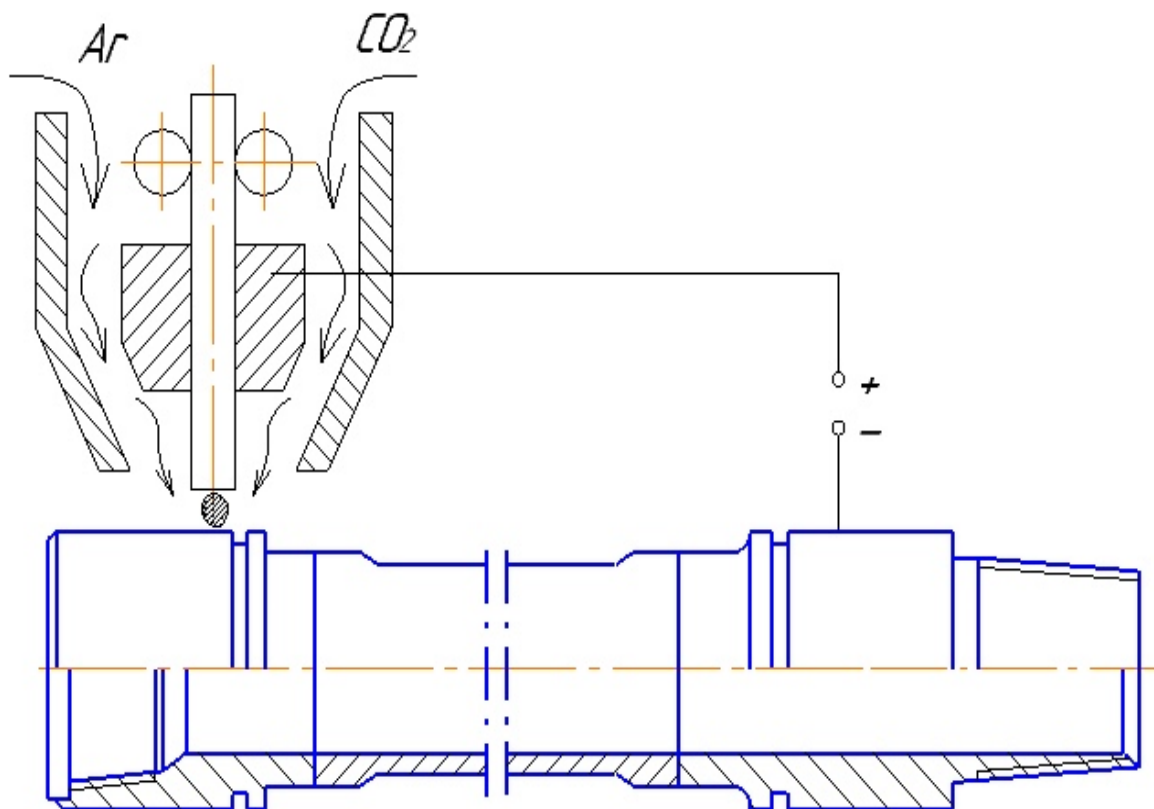


Рисунок 1.7 – Автоматическая наплавка в среде защитных газов

Наплавка в среде CO_2 и Ar , обеспечивают хорошее формирование шва. При сварке и наплавке применяют проволоку с повышенным содержанием кремния и марганца. Автоматическая наплавка в среде CO_2 и Ar по сравнению с автоматической наплавкой под слоем флюса имеет такие преимущества: хорошо формируется шов, наплавленный металл получается плотным, зона термического влияния невелика, меньший нагрев заготовки, возможность наплавки заготовок диаметром от 10 мм, большую производительность по площади покрытия на 30...40 %, отсутствие перехода отделения шлаковой корки, что особо важно при многослойной наплавке, пониженная износостойкость; снижение усталостной прочности (на 10...50%), она в 1,2... 1,5 раза экономичнее процесса сварки под слоем флюса, а производительность при этом выше на 25...30%.

Недостатком наплавки в среде защитных газов признается разбрызгивание металла, которое происходит, если выбранная сила тока более 500 А., а

также наплавка в среде защитных газов требует применения легированной проволоки и защиты сварщика от излучения дуги.

При наплавке стальных заготовок для получения покрытия твердостью 37...41 HRC наплавку рекомендуется вести проволокой Нп-30ХГСА.

Из проведенного анализа известных способов наплавки приемлемых для восстановления муфт, наиболее подходящим можно считать наплавку под флюсом, так как он может обеспечить нужные свойства наплавленного металла. Но при наплавке под слоем флюса происходит перегрев наплавленного металла, что ухудшает свойства наплавленного слоя. Кроме этого для труб малого диаметра требуется дополнительное устройство для поддержания флюса, то этот способ не желательно использовать для восстановления муфт. Поэтому для наплавки муфт диаметром 152,4 мм наиболее целесообразным является способ наплавки в смеси защитных газов.

Таким образом, наиболее подходящим является метод автоматической электродуговой наплавки в среде защитных газов, однако он требует доработки для устранения перечисленных выше недостатков. Задачей настоящей работы является оптимизация технологического процесса восстановления замковых соединений буровых труб наплавкой.

2 Технологический процесс восстановления муфты бурильных труб

2.1 Приёмка

Процесс восстановления муфт бурильных труб начинается с приёмки. Это одна из самых важных и основных составляющих работ любого ремонтного предприятия. Приёмку проводят по количеству и качеству бурильных труб. Трубы тщательно осматриваются (рис. 2.1), чтобы не допустить разногласий между договаривающимися сторонами. Поэтому проводится целый комплекс мероприятий, т.е. между ответственным лицом который принимает бурильные трубы и заказчиком подписывается на ремонт бурильных замков договор во избежание судебных проблем. Весь этот механизм принятия поступившей продукции регламентировано в гражданском кодексе России, и требуется руководствоваться РД 39-2-371-80, и оформлять претензионно-исковую документацию в соответствии с РД 39-20-149-79.



Рисунок 2.1 – Процесс приёмки по количеству и качеству бурильных труб

Все действия по проверке муфт бурильных труб проводятся опытными специалистами, так как им возлагается материальная ответственность. Они должны владеть нормативной базой относительно сроков и правил принятия изделия, разбираться в показателях качества и количественной оценки труб, уметь правильно составлять требуемую документацию. Процедура приёмки бурильных труб по качеству и количеству должна проводиться без нарушений, так как транспортные компании и сам заказчик может предъявить обоснованные претензии к ответственному лицу.

Поступившая на предприятие партия труб осматривается специалистом, т.е. проводится визуальный контроль. Трубы, не соответствующие требованиям нормативных документов не допускаются к ремонту. К таким несоответствиям относят как сквозные отверстия по телу, так и неисправляемые деформации или значительные изгибы (рис. 2.2). На визуальный контроль одной трубы уходит от 4 до 8 минут времени.



Рисунок 2.2– Трубы со значительными повреждениями

2.2 Очистка

Очистка труб происходит на автоматической установке для гидроабразивной очистки наружной поверхности труб – УНОТ. (рис. 2.3). Эта установка предназначена для гидроабразивной очистки наружной поверхности труб от окалины, ржавчины, оксидной плёнки, остатков СОЖ, металлической пыли. Бурильная труба закрепляется на люнетах, но при этом муфта входит в установку, где осуществляется гидроабразивная очистка – струйная технология промышленной очистки, при которой несущими средствами, обеспечивающими воздействие на поверхность, является вода и абразив. В процессе формирования гидроабразивной смеси частицы абразива обволакиваются водой, что увеличивает вес гранулы и соответственно усиливает столкновение абразива с очищаемой поверхностью муфты, обеспечивая мощный эффект отделения загрязнения от поверхности без повреждения самой поверхности за счёт того, что при ударе первой контактирует водная оболочка абразива. После того, как абразивная частица при столкновении создала трещину в загрязнении, водная составляющая смеси проникает под слой загрязнения, удаляя его изнутри.



Рисунок 2.3 – Процесс очистки наружной поверхности трубы на гидроабразивной установке – УНОТ

2.3 Неразрушающий контроль

После этого выполняется неразрушающий контроль поверхности муфты ультразвуковым дефектоскопом УДЗ-307 ВД PELENG (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Проверка поверхности муфты ультразвуковым дефектоскопом УДЗ-307 ВД PELENG

Технические характеристики ультразвукового дефектоскопа УДЗ-307 ВД PELENG:

- частота (f) = 0,4-10 МГц;
- разрешающая способность $R < 0,01$;
- время (t) контроля одной трубы от 5 до 10 минут.

Неразрушающий контроль проводит специально обученный персонал, имеющий удостоверение установленного образца, имеющие лицензию Госгортехнадзора России. Трубы, подвергаемые НК, должны быть очищены от грязи, масел, ржавчины, отслаивающейся окалины металлической щеткой, протерты ветошью. Торцевые поверхности контролируемых СБТ должны

быть гладкими, без заусенцев и задиrow. Заусенцы и задиры необходимо удалить напильником. При зачистке упорного торца муфтового конца необходимо соблюдать особую осторожность, чтобы не повредить поверхность упорного торца и не нарушить тем самым герметичность замкового соединения. Подготовку аппаратуры для ультразвукового контроля, развертывание передвижной установки при контроле на буровой, предварительную настройку дефектоскопов производят в соответствии с инструкциями по их эксплуатации. Ультразвуковой контроль можно проводить при температуре окружающего воздуха от +5 до +40 °С, температура труб должна быть такой же, при несоблюдении этих условий снижается чувствительность метода. Для обеспечения акустического контакта между искателем и трубой подготовленную поверхность перед контролем тщательно протирают ветошью, а затем на нее наносят слой контактной жидкости типа МС-20 ГОСТ 21743-76.

Во время подготовки СБТ к контролю их подвергают визуальному контролю невооруженным глазом. Освещенность поверхности для контроля должна быть не менее 500 люкс. При этом выявляют крупные трещины, задиры, подрезы.

Рабочую настройку ультразвукового дефектоскопа производят по испытательным образцам. Прямой ультразвуковой преобразователь прижимают к торцу испытательного образца и, перемещая его зигзагообразно по окружности торца, находят положение преобразователя, при котором амплитуды эхо-импульсов от ближнего и дальнего искусственных дефектов будут максимальными.

При срабатывании автоматического сигнализатора дефектов дефектоскопа:

- 1) измеряют максимальную амплитуду эхо-импульса дефекта;
- 2) определяют местоположение дефекта;
- 3) определяют условную протяженность дефекта (длину пути пройденного преобразователем при включенном АСД).

Тело бурильных труб не должно иметь дефектов, описанных в межгосударственном стандарте ГОСТ 32696— 2014 (ISO 11961:2008). Любое несовершенство любой ориентации на наружной или внутренней поверхности тела труб должно считаться дефектом, если:

а) оно является линейным и его глубина в радиальном направлении превышает: 12,5 % заданной толщины стенки тела труб — для групп прочности D, E, X и G или 5 % заданной толщины стенки тела труб — для группы прочности S;

б) оно является линейным или нелинейным и остаточная толщина стенки, расположенная над или под несовершенством, менее требуемого минимального значения.

Несовершенство любой ориентации на наружной или внутренней поверхностях высадки, глубина которого превышает указанную в таблице 2.1 должно считаться дефектом. Острые кромки или изменения сечения внутренней поверхности высадки, вызывающие зависание Г-образного инструмента, должны считаться дефектами. Закалочные трещины и несовершенство поверхности «слоновая кожа» с глубиной несплошностей более допускаемой по таблице 2.1 должно считаться дефектом.

Таблица 2.1 - Допустимая глубина несовершенств на высадке тел бурильных труб

Пункт	Поверхность высадки	Глубина несовершенств, % от заданной толщины стенки тела труб, не более	Область применения
1	Наружная и внутренняя поверхности высадки на длине от плоскости, указанной ниже в п. 2 и 3	12,5	Для нелинейных несовершенств: для всех групп прочности тела бурильной трубы
		12,5	Для линейных несовершенств: для групп прочности D и E тела бурильной трубы
		5	Для линейных несовершенств: для групп прочности X, G и S тела бурильной трубы
2	Наружная поверхность высадки тела бурильной трубы от торца трубы до плоскости расположенной на заданном минимальном расстоянии; наибольшая допускаемая глубина определяется требованием по обеспечению внутреннего диаметра высаженной части тела бурильной трубы.		
3	Внутренняя поверхность высадки тела бурильной трубы от торца трубы до плоскости, расположенной на заданном минимальном расстоянии; наибольшая допускаемая глубина определяется требованием по обеспечению внутреннего диаметра высаженной части тела бурильной трубы.		
4	Минимальная допускаемая толщина стенки тела бурильной трубы в пределах высадки и наибольшее совместное влияние совпадающих внутренних и наружных <u>несовершенств</u> на всех участках не должны приводить к уменьшению толщины стенки тела бурильной трубы, превышающему предельное допускаемое отклонение		
5	Контроль глубины складок “слоновой кожи” должен производиться в соответствии с п. 1.		

2.4 Провка

После неразрушающего контроля выполняется провка всей бурильной трубы, чтобы вернуть эксцентricность оси вращения бурильной трубы перед механической обработкой. Для этого используется пресс гидравлический одностоечный П6320 (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Процесс провки бурильной трубы

Восстановление прямолинейности проводится с усилием 25 тонн с допуском прогибом до 1 мм на 1 м длины. Неоднократно проведённые испы-

тания на изгиб трубы показали, что структура металла в местах изгибов и в местах приложения усилий не меняется по сравнению с исходной.

2.5 Механическая обработка

Затем проводится механическая обработка поверхности муфты трубо-
нарезным станком С10Т.12 (С10MS.12) (рис.2.6). Используется резец под-
резной отогнутый 40x40x200 ВК8 DIN 4977 "СНИС".



Рисунок 2.6 - Механическая обработка поверхности муфты

2.6 Обезжиривание

После производится обезжиривание муфты т.к. при механической обработке на месте резки тонкого слоя поверхности муфты постоянно из трубки подавался маслянистый раствор для охлаждения режущей части резца.

Обезжиривание муфты происходит в ванне (рис. 2.7), где налито специальное обезжиривающее моющее средство (щелочное) типа ТМС УНИВЕКО. Техническое моющее средство УНИВЕКО это концентрат (щелочной) на основе электрохимически синтезированного водного раствора, комплексонов, ионогенных и неионогенных ПАВ. Предназначен для профессиональной высокоэффективной очистки от загрязнений и обезжиривания металлических, резиновых, пластмассовых и других поверхностей. Удаляет тяжелые промышленные загрязнения, сажу, жировые налеты, смазку, а также почвенные и атмосферные загрязнения. Не вызывает коррозии. Время обезжиривания одной трубы составляет 5 минут. Обезжиренные детали желательно промывать горячей водой ($t = 75-85^{\circ}\text{C}$).



2.7 Предварительный подогрев

Для определения температуры предварительного подогрева необходимо провести расчет эквивалента углерода [14]:

$$C_{\text{э}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+V}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2} \quad (2.1)$$

$$C_{\text{э}} = 0,44 + \frac{0,7}{6} + \frac{1,1+0,18}{5} + \frac{0,3}{4} + \frac{0,3}{15} + \frac{0,3}{13} + \frac{0,025}{2} = 0,72$$

Так как температура превышает 0,45, то требуется провести подогрев. Определяется по формуле [14]:

$$T_{\text{под}} = 350\sqrt{C_{\text{э}} - 0,25} \quad (2.2)$$

$$T_{\text{под}} = 350\sqrt{0,72 - 0,25} = 240^{\circ}\text{C}$$

Таким образом, температура предварительного подогрева должна быть не менее 240°C. Такая температура может быть достигнута газовоздушной горелкой ГВ “Кольцо-219” (рис.2.8).

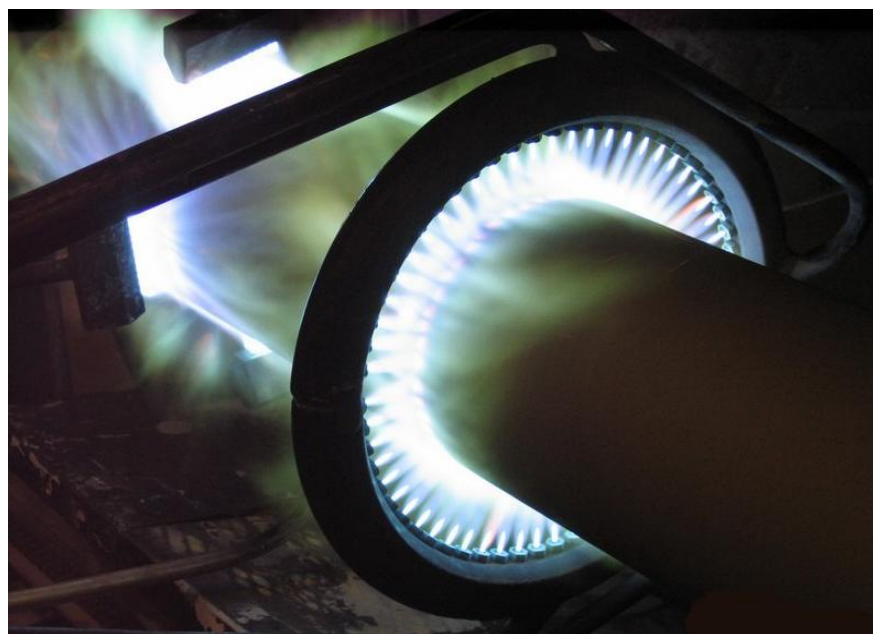


Рисунок 2.8 – Предварительный подогрев муфты перед наплавкой

2.8 Наплавка

После обезжиривания и промывки муфт технической водой собственно переходят на наплавку поверхности муфты (рис.2.9). Эта часть процесса очень ответственная и является одним из ключевых. Наплавка муфты производится проволокой электродуговой сваркой под флюсом, на специальной установке для наплавки замков бурильных труб УНБТ-1.0.



Рисунок 2.9 – Наплавленная поверхность муфты стальной бурильной трубы

Наплавка происходит в нижнем положении. Предварительный наплавленный слой медленно охлаждают до температуры 250-300 °С, но не ниже предварительного подогрева, то есть 240°С, после чего снова продолжают наплавлять второй слой. В период наплавки каждого слоя поверхность зачищают от брызг и шлака. Наплавляют по 15 валиков в 2 слоя, при ширине каждого слоя 20 мм с перекрытием валиков на 5 мм. При ширине наплавляемой поверхности 250 мм. Толщина наплавляемого слоя равномерна и со-

ставляет 3,0-3,2 мм. Твёрдость (HRC) составляет 28-35 HRC. Эффективность применяемых материалов, подтверждена исследованиями.

Режимы наплавки взяты из справочника [15]:

- ток наплавки (I_n) = 360-380 А;
- напряжение на дуге (U_d) = 30-32 В;
- скорость подачи проволоки ($V_{пр}$) = 150 м/час, 40 мм/с
- шаг наплавки (S) = 20 мм
- используемая проволока: НП-30ХГСА;
- диаметр проволоки (\varnothing) = 2 мм;
- смесь защитных газов “К-20”: 80 % Ar, 20 % CO₂;
- расход углекислого газа и аргона: 18-20 л/мин;

После наплавки и зачистки первого слоя, производится наплавка второго на таких же режимах.

2.9 Механическая обработка

Затем выполняется механическая обработка поверхности наплавленного слоя муфты. В свою очередь, внутренний диаметр ниппеля бурильного замка должен соответствовать требованиям, которые указаны в нормативном документе. Механическая обработка выполняется на том же трубонарезном станке С10Т.12 (С10MS.12) и на тех же режимах (рис. 2.6), что и механическая обработка перед наплавкой.

2.10 Шлифовка

Далее шлифуем обработанную поверхность муфты (рис. 2.10) для более точного размера и достижения определённой шероховатости. Процесс шлифования — это финишный этап обработки, который проводится для по-

лучения определённой шероховатости. Довести поверхность до требуемой шероховатости можно при использовании современного оборудования. Для шлифования поверхности муфты используют ленточную шлифовальную машину BOSCH GRB 14 CE PROFESSIONAL.



Рисунок 2.10 – Шлифовка поверхности муфты

- длина ленты (l) = 760 мм;
- ширина ленты (b) = 40 мм;
- мощность потребляемой электроэнергии (P) = 1400 Вт;
- удельное давление прижима ленты на трубу не более 4 кг/см²;

2.11 Фосфатация

Затем муфты подвергаются фосфатации (рис. 2.11). Фосфатируются замковые соединения в ванне объёмом 300 л. Для горячего химического

фосфатирования стальных деталей применяют раствор препарата «мажеф» в воде. Концентрация раствора рекомендуется 28—32 г на 1 л воды. Температура раствора поддерживается 75-85°С [18]. Время фосфатации при токе 2 А составляет 8 минут. После обезжиривания детали тщательно промывают в горячем содовомыльном растворе, содержащем 50—80 г углекислого натрия и 10 г хозяйственного мыла на 1 л воды. Затем детали промывают в горячей (50— 60° С) проточной воде. Фосфатированные детали имеют характерный темно-серый с зеленоватым оттенком цвет. Противозадирное фосфатирование производится для защиты от коррозии. Толщина противозадирного фосфатного покрытия составляет от 7 до 9 микрон [16]. Для фосфатирования используется ванна. Время фосфатирования одной муфты равна 15 минутам.



Рисунок 2.11 – Фосфатирование бурильных труб

2.12 Контроль

Итогом технологического процесса является контроль, т.е. проверяем поверхность муфты на твёрдость твердомером NOVOTEST T-Y2 (рис. 2.12). Твёрдость по Роквеллу (HRC) должна быть не менее 28 HRC.



Рисунок 2.12 – Измерение поверхности муфты на твёрдость

3 Оборудования для восстановления замковых соединений бурильных труб

При восстановлении муфт бурильных труб в процессе приёмки используется визуальный контроль по количеству и качеству труб опытными специалистами.

После приёмки проводится очистка труб на автоматической установке для гидроабразивной очистки наружной поверхности труб – УНОТ (рис.3.1), предназначенный для гидропневмоабразивной очистки наружной поверхности труб от окалины, ржавчины, оксидной пленки, графитовой смазки, остатков СОЖ, масла, стружки, металлической пыли. Установка обеспечивает высший класс очистки, заданную шероховатость, минимальное воздействие на основной металл, пассивацию поверхности со сроком хранения в условиях цеха в течение одного месяца.



Рисунок 3.1-Установка для гидроабразивной очистки наружной поверхности труб – УНОТ

Технические характеристики оборудования:

- габариты установки, мм: 14500 x 2000 x 1400;
- тип установки: автомат;
- наружный диаметр обрабатываемых труб, мм: 30-400;
- максимальная длина обрабатываемых труб, мм: 12000;
- производительность: 4-10 шт./час;
- параметры сжатого воздуха: 0,6 МПа;
- класс очистки: Sa-3;

После зачистки круглой трубы проводят неразрушающий контроль поверхности муфты ультразвуковым дефектоскопом УДЗ-307 ВД PELENG (рис.3.1).



Рисунок 3.2- Ультразвуковой дефектоскоп УДЗ-307 ВД PELENG

Технические характеристики ультразвукового дефектоскопа УДЗ-307 ВД PELENG:

- частота (f) = 0,4-10 МГц;
- разрешающая способность R <0,01;

- время (t) контроля одной трубы от 5 до 10 минут;
- работает с отечественными и зарубежными преобразователями;
- две зоны контроля;
- полуавтоматическая настройка глубиномера и чувствительности;
- корректировка частоты следования зондирующих импульсов (20-5000Гц);
- цифровая клавиатура;
- защита паролем результатов контроля и настроек от случайного удаления;

Потом проводят правку трубы, чтобы вернуть эксцентricность оси вращения по всей длине трубы. Для этого используется гидравлический одностоечный пресс П6320 (рис. 3.3).

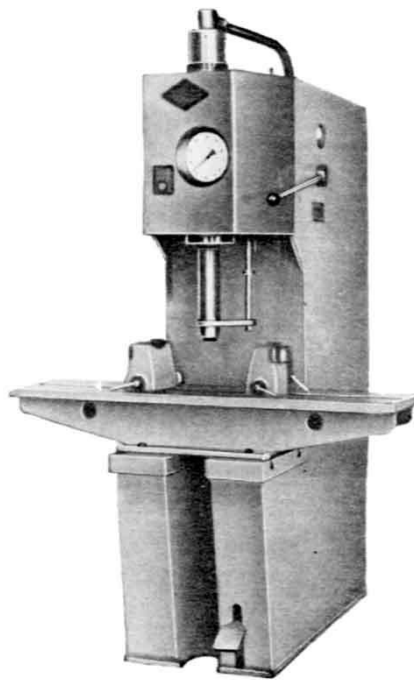


Рисунок 3.3- Гидравлический одностоечный пресс П6320

Технические характеристики прессы П6320:

- номинальное усилие сжатия, т: 100;
- масса станка, кг: 1260;
- габариты прессы, мм: 1450 x 810 x 2285;
- наибольший ход штока (ползуна), мм: 400;

После правки трубы проводится токарная обработка на трубонарезном станке С10Т.12 (рис.3.4), предназначенный для токарной обработки труб и деталей трубных соединений. Используется резец подрезной отогнутый 40x40x200 ВК8 DIN 4977 "CNIC" (рис.3.5).



Рисунок 3.4- Трубонарезной станок С10Т.12

Технические характеристики трубонарезного станка С10Т.12:

- мощность главного привода, кВт: 11;
- высота центров, мм: 400;
- ширина направляющих, мм: 560;
- диаметр отверстия в шпинделе, мм: 315;

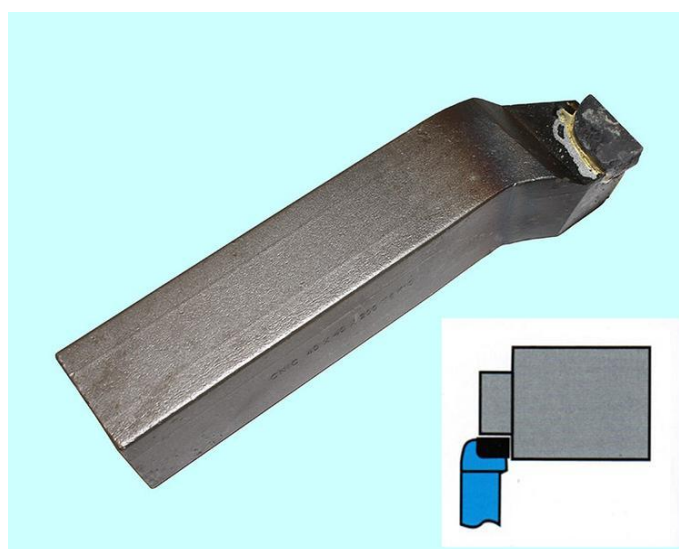


Рисунок 3.5- Резец подрезной отогнутый 40x40x200 ВК8 DIN 4977 "CNIC"

Потом муфты труб обезжиривают на специальной ванне (рис.3.6), где налито специальное обезжиривающее моющее средство (щелочное) типа ТМС УНИВЕКО (рис3.7). Техническое моющее средство УНИВЕКО это концентрат (щелочной) на основе электрохимически синтезированного водного раствора, комплексонов, ионогенных и неионогенных ПАВ. Предназначен для профессиональной высокоэффективной очистки от загрязнений и обезжиривания металлических, резиновых, пластмассовых и других поверхностей. Удаляет тяжелые промышленные загрязнения, сажу, жировые налеты, смазку, а также почвенные и атмосферные загрязнения. Не вызывает коррозии.

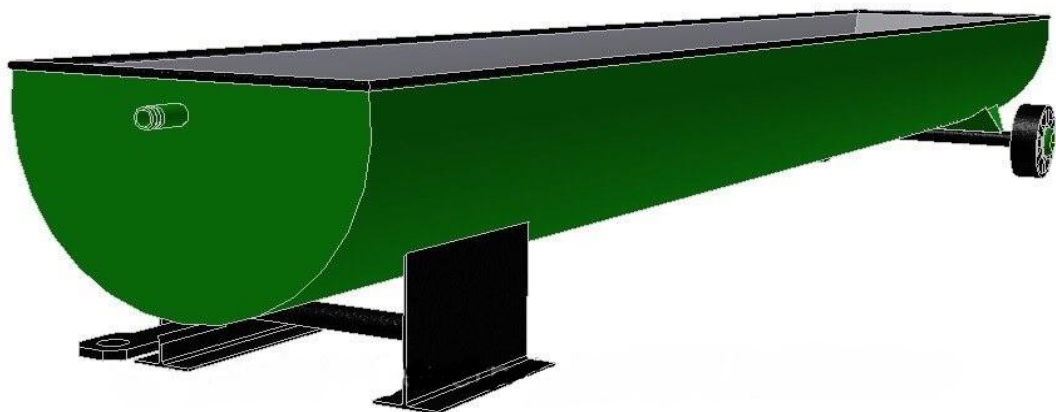


Рисунок 3.6- Ванна для обезжиривания

Технические характеристики ванны:

- установка: напольная;
- длина: 9000 мм;
- ширина: 420 мм;
- глубина: 500 мм;
- высота: 750 мм;
- страна производитель: Россия;

Рабочая ёмкость выполнена из нержавеющей стали, ножки – из оцинкованного уголка.



Рисунок 3.7- Обезжиривающее моющее средство (щелочное) ТМС
УНИВЕКО

Технические характеристики моющего средства (щелочного) ТМС
УНИВЕКО:

- внешний вид: прозрачная или слегка мутноватая жидкость;
- плотность концентрата при 25°С кг/м³: 1040-1100;
- обладает высокой очищающей и обезжиривающей активностью;
- рабочий раствор безопасен для глаз, дыхательных путей, кожи и одежды, не вызывает аллергических реакций;
- экологически безопасен;
- не горюч и не взрывоопасен;
- применим для мойки в горячих ваннах;
- показатель активности водородных ионов, 1% водного раствора рН: 10,0-11,0;

После обезжиривания муфты приступают к предварительному подогреву. Температура подогрева должна быть не менее 240°С. Такая температура достигается газовоздушной горелкой ГВ “Кольцо-219” (рис.3.8), предназначенная для нагрева стыков труб под сварку и после сварки.

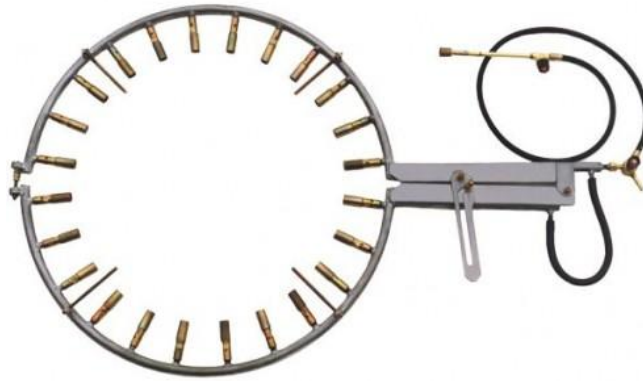


Рисунок 3.8-Газовоздушная горелка ГВ “Кольцо-219”

Технические характеристики газовоздушной горелки ГВ “Кольцо-219”:

- габаритные размеры, мм: 1024 x 458;
- внутренний диаметр, мм: 219;
- наружный диаметр, мм: 458;
- горючий газ: пропан-бутан;
- номинальное давление газа, МПа: 0,15 – 0,30;
- расход газа, кг/час: 2,3 – 4,6;
- масса, кг: 7;

Сделав предварительный подогрев муфт приступают соответственно к наплавке. Для наплавки муфт используется установка для наплавки замков бурильных труб УНБТ-1.0 (рис.3.9). Эта установка предназначена для автоматической электродуговой наплавки под флюсом и в среде защитных газов цилиндрических деталей.



Рисунок 3.9-Установка для наплавки замков буровых труб УНБТ-1.0

Технические характеристики установки для наплавки замков буровых труб УНБТ-1.0:

- режим наплавки: автоматический;
- длина устанавливаемых труб, мм: до 13 000;
- наружный диаметр наплавляемой поверхности, мм: 40-250;
- управление установкой: с пульта управления;
- рекомендуемая толщина наплавляемого слоя за один оборот, в пределах, мм: 2-4;
- горизонтальное перемещение каретки с горелкой, мм: 800;
- вертикальное перемещение каретки с горелкой, мм: 400;
- диаметр наплавочной электродной проволоки, в пределах, мм: 1-2;
- шаг наплавки, регулируемый в пределах, мм: 15-25;

После этого снова выполняется механическая обработка на том же оборудовании, с теми же техническими характеристиками.

Далее шлифуется обработанная поверхность муфты для более точного размера и достижения определённой шероховатости. Для шлифования поверхности муфты используется ленточная шлифовальная машина BOSCH

GRB 14 CE PROFESSIONAL (рис. 3.10). Это инструмент для обработки труб, применяется для финишной отделки.



Рисунок 3.10 - Ленточная шлифовальная машина BOSCH GRB 14 CE PROFESSIONAL

Технические характеристики ленточной шлифовальной машины BOSCH GRB 14 CE PROFESSIONAL:

- длина ленты, мм: 760;
- мощность, Вт: 1400;
- число оборотов, об/мин: 750-3000;
- ширина ленты, мм: 40;
- максимальная скорость ленты, м/мин: 510;
- вес, кг: 3,7;
- габариты, мм: 587x386;

После шлифования муфты подвергают фосфатации в ванне, которое использовалось при обезжиривании.

Пройдя фосфатацию, муфты подвергаются контролю, то есть проверяется поверхность муфты на твёрдость твердомером NOVOTEST T-U2 (рис.3.11). Этот прибор обладает всеми преимуществами ультразвукового твердомера – позволяет проводить измерение твёрдости как небольших и тонких изделий, так и крупногабаритных деталей.



Рисунок 3.11 - Твердомер NOVOTEST T-U2

Технические характеристики твердомера NOVOTEST T-U2:

- диапазон измерения твердости: HRC: 20 – 70, HB: 90 - 450;
- основная погрешность измерения: +/- 2 ед. HRC, +/- 10ед. HB;
- время непрерывной работы: 2 ч;
- габаритные размеры, мм: 122x65x23;
- рабочий диапазон температур, °C: от -20 до +50;
- питание: 2 элемента питания типа AA;
- время непрерывной работы, ч, не менее: 20;

4 Оценка безопасности и экологичности технологического объекта

4.1 Техническая характеристика объекта

Восстановительная наплавка муфты состоит из следующих операций: 1) приёмка; 2) очистка; 3) неразрушающий контроль; 4) правка; 5) механическая обработка; 6) обезжиривание; 7) предварительных подогрев; 8) наплавка; 9) механическая обработка; 10) шлифовка; 11) фосфатирование; 12) контроль;

При сварочных работах в момент сварки выделяется большое количество дыма с токсичными веществами, такие как: никель, асбест, мышьяк, марганец, хром, кремний. Наиболее опасным фактором при проведении сварочных работ является выделение сварочного аэрозоля в рабочей зоне. Мировая статистика показывает, что более половины профессиональных заболеваний и различных патологий у сварщиков приходится на органы дыхания и связывает это с вдыханием сварочного аэрозоля. Также к профессиональным заболеваниям промышленных рабочих относится “шумовая болезнь” и “вибрационная болезнь”, которая соответственно приводит к тугоухости и вывода из строя опорно-двигательного аппарата.

Всё это наносит вред сварщику, и поэтому требуется покупать такое оборудование, которое бы минимизировало наносимый вред. Поэтому, будет актуально исследовать влияние автоматической наплавки плавящейся проволокой в смеси защитных газов на организм человека в рабочей зоне.

Влияние автоматической наплавки плавящейся проволокой в смеси защитных газов не было достаточно изучено. Поэтому требуется выполнить гигиеническую проверку данного метода наплавки и предложить людям, работающим в опасных и во вредных рабочих зонах, методы и средства необходимой защиты.

Таблица 4.1 - Технологический паспорт технического объекта

Наименование технологической операции	Наименование должности работника, выполняющего технологическую операцию	Оборудование и технические устройства, применяемые при выполнении технологической операции	Вещества и материалы, применяемые при выполнении технологической операции
1. приёмка	контролёр	1. визуальный контроль 2. лупа х4 3. штангенциркуль	1. ветошь
2. очистка	слесарь-сборщик	1. установка для гидроабразивной очистки наружной поверхности труб-УНОТ	1. вода 2. абразив (песок) 3. воздух под давлением
3. неразрушающий контроль	дефектоскопист	1. ультразвуковой дефектоскоп УДЗ-307 ВД PELENG	-
4. правка	рабочий на прессовых станках	1. гидравлический пресс П6320	-
5. механическая обработка	токарь	1. трубонарезной станок С10Т.12	1. резец подрезной отогнутый 40x40x200 BK8 DIN 4977 "CNIC" 2. СОЖ "Укринал"
6. обезжиривание	слесарь	1. обезжиривающая ванна	1. моющее средство ТМС УНИВЕКО
7. предварительный подогрев	рабочий на термических машинах	1. газоздушная горелка ГВ "Кольцо-219"	1. горючий газ: пропан-бутан

Продолжение таблицы 4.1

Наименование технологической операции	Наименование должности работника, выполняющего технологическую операцию	Оборудование и технические устройства, применяемые при выполнении технологической операции	Вещества и материалы, применяемые при выполнении технологической операции
8. наплавка	электросварщик на автоматических машинах	1. автоматическая сварка в защитном газе 2. модернизированный источник питания	1. смесь защитных газов: 80 % Ar + 20 % CO ₂ 2. проволока наплавочная: НП-30ХГСА
9. механическая обработка	токарь	1. трубонарезной станок С10Т.12	1. резец подрезной отогнутый 40х40х200 ВК8 DIN 4977 "СНИС" 2. СОЖ "Укринал"
10. шлифовка	шлифовщик	1. шлифовальная машина BOSCH GRB 14 CE PROFESSIONAL	1. шлифовальная лента
11. фосфатирование	слесарь	1. ванна	1. раствор препарата «мажеф» в воде
12. контроль	дефектоскопист	1. твердомер NOVO-TEST T-Y2 2. линейка 3. лупа х4	-

4.2 Профессиональные риски, сопровождающие внедрение проектной технологии в производство

Таблица 4.2 – Профессиональные риски, сопровождающие внедрение проектной технологии

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Источник появления опасного или вредного производственного фактора
1. приёмка	- заусенцы, шероховатость и острые кромки на поверхностях заготовок и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин	1. заготовка (муфта)
2. очистка	- заусенцы, шероховатость и острые кромки на поверхностях заготовок и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин	1. установка для гидроабразивной очистки наружной поверхности труб-УНОТ
3. неразрушающий контроль	- заусенцы, шероховатость и острые кромки на поверхностях заготовок и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин	1. ультразвуковой дефектоскоп УДЗ-307 ВД PELENG
4. правка	- заусенцы, шероховатость и острые кромки на поверхностях заготовок и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин	1. гидравлический пресс П6320
5. механическая обработка	- заусенцы, шероховатость и острые кромки на поверхностях заготовок и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека	1. трубонарезной станок С10Т.12

Продолжение таблицы 4.2

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Источник появления опасного или вредного производственного фактора
6. обезжиривание	<ul style="list-style-type: none"> - заусенцы, шероховатость и острые кромки на поверхностях заготовок и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин 	1. обезжиривающая ванна
7. предварительный подогрев	<ul style="list-style-type: none"> - высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин 	1. газовоздушная горелка ГВ “Кольцо-219”
8. наплавка	<ul style="list-style-type: none"> - повышенное значение уровня ультразвуковых волн в рабочей зоне - повышенное значение уровня инфракрасной радиации в рабочей зоне - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека - высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов 	<ul style="list-style-type: none"> 1. автоматическая сварка в защитном газе 2. модернизированный источник питания
9. механическая обработка	<ul style="list-style-type: none"> - заусенцы, шероховатость и острые кромки на поверхностях заготовок и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека 	1. трубонарезной станок С10Т.12

Продолжение таблицы 4.2

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Источник появления опасного или вредного производственного фактора
10. шлифовка	<ul style="list-style-type: none"> - заусенцы, шероховатость и острые кромки на поверхностях заготовок и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека 	1. шлифовальная машина BOSCH GRB 14 CE PROFESSIONAL
11. фосфатирование	<ul style="list-style-type: none"> - заусенцы, шероховатость и острые кромки на поверхностях заготовок и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин 	1. ванна
12. контроль	<ul style="list-style-type: none"> - заусенцы, шероховатость и острые кромки на поверхностях заготовок и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин 	<ul style="list-style-type: none"> 1. твердомер NOVOTEST T-U2 2. линейка

4.3 Предлагаемые мероприятия по снижению профессиональных рисков в ходе внедрения в производство проектной технологии

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Наименование предлагаемого организационного мероприятия и технического средства, осуществляющего защиту, снижение и устранение данного опасного и вредного производственного фактора	Наименование средств для осуществления индивидуальной защиты работника
1. Заусенцы, шероховатость и острые кромки на поверхностях заготовок и оборудования	Проведение периодического инструктажа по технике безопасности	Спецодежда, перчатки
2. Подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин	Применение ограждений, нанесение предостерегающих надписей с соответствующей окраской	Ограждения, надписи
3. Высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов	Проведение периодического инструктажа по технике безопасности	Спецодежда, перчатки
4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека	Устройство и периодический контроль заземления электрических машин и изоляции	Спецодежда, перчатки
5. Повышенное значение уровня инфракрасной радиации в рабочей зоне	Экранирование зоны сварки с использованием щитов	Сварочная маска, спецодежда
6. Повышенное значение уровня ультразвуковых волн в рабочей зоне	Организации рационального режима труда и отдыха	Использование СИЗ (антифоны)

4.4 Предлагаемые мероприятия по обеспечению пожарной безопасности разрабатываемого технологического объекта

Таблица 4.4 – Технические средства, обеспечивающие пожарную безопасность технологического объекта

Наименование первичного средства для осуществления тушения	Наименование мобильного средства для осуществления тушения	Наименование стационарных систем и установок для осуществления тушения	Наименование пожарной автоматики	Наименование пожарного оборудования, применяющегося для тушения	Наименование средств индивидуальной защиты и спасения людей, применяющихся при пожаре	Наименование пожарного инструмента	Наименование пожарной сигнализации, связи и систем оповещения
Ящики с песком, кошма, огнетушитель ОП-5	-	-	-	-	План эвакуации	Лопата, топор, багор	Кнопка извещения о пожаре

Таблица 4.5 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
------------------------	--------------	--------------	------------------------	--

Участок, на котором осуществляется восстановительная наплавка	Установка автоматической наплавки в смеси защитных газов	Пожары класса Е, которые протекают при восстановлении и горении веществ и материалов на электроустановках, имеющих электрическое напряжение	Наличие пламени и искр; теплового потока; повышенные температуры окружающей среды; пониженная концентрация кислорода; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; снижение видимости в дыму;	Замыкание на проводящих ток частях технологических установок напряжения с высоким значением на оборудовании, агрегатах, изделиях и иного имущества; термическое воздействие огнетушащих веществ, которые используются при пожаре, на предметы и людей
---	--	---	---	---

Таблица 4.6 – Проведение организационных и технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса	Реализуемое организационное или техническое мероприятие	Требования по обеспечению пожарной безопасности
Подготовка дефектного участка, восстановительная наплавка	Проведение ознакомительных мероприятий с рабочим персоналом и служащими, целью которых является доведение до них правил пожарной безопасности, использования средств наглядной агитации по пожарной безопасности. Учения по обеспечению пожарной безопасности с производственным персоналом и служащими	Необходимо обеспечить достаточное количество первичных средств пожаротушения, применение защитных экранов для ограничения разлёта искр

4.5. Оценка экологической безопасности разрабатываемого технологического объекта

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Реализуемый технологический процесс	Составляющие операции технологического процесса	Отрицательное влияние технического объекта на атмосферу	Отрицательное влияние технического объекта на гидросферу	Отрицательное влияние технического объекта на литосферу
Подготовка дефектного участка, восстановительная наплавка	Подготовка дефектного участка, восстановительная наплавка	Газообразные частицы и сажа которые выделяются при наплавке	Отработанный СОЖ после механической обработки	Полиэтиленовая упаковка от баллонов; металлолом, преимущественно стальной; бытовой мусор

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Восстановительная наплавка
Мероприятия, позволяющие снизить негативное антропогенное воздействие на литосферу	Необходимо предусмотреть установки контейнеров, позволяющих селективный сбор бытового мусора и производственных отходов. Необходима установка отдельного контейнера для сбора металлолома. На контейнеры следует нанести соответствующие надписи. Требуется провести инструктаж среди производственного персонала по вопросу правильного складывания в контейнеры мусора и отходов

4.6 Заключение по разделу безопасности и экологичности объекта

Был проведён анализ для выявления вредных и опасных производственных факторов, которые могут появиться при проведении работ. Был проведён анализ мер устранения и уменьшения вредных и опасных производственных факторов. В результате проведения этого анализа установлено что, вредные и опасные производственные факторы могут быть устранены или уменьшены до необходимого уровня с применением стандартных средств безопасности и производственной санитарии (перечислены в таблице 4.3). В разработке дополнительных средств защиты нет необходимости.

5 Экономическая эффективность

5.1 Расчёт экономической эффективности проектного варианта

ТЕХНОЛОГИИ

При восстановлении замков бурильных труб применяется автоматическая сварка под флюсом, так как он может обеспечить нужные свойства наплавленного металла. Для осуществления данной операции используется сварочная проволока НП-30ХГСА. При этом при наплавке под слоем флюса происходит перегрев наплавленного металла, что ухудшает свойства этого слоя. Кроме этого для муфт малого диаметра (диаметра менее 160 мм) требуется дополнительное устройство для поддержания флюса, и поэтому этот способ не желательно использовать для восстановления. Для наплавки муфт диаметром 152 мм наиболее целесообразным является способ наплавки в смеси защитных газов: 80 % Ar, 20 % CO₂ проволокой НП-30ХГСА.

Для обоснования экономической целесообразности предлагаемого варианта проведём сравнение описанных выше условий. Под базовым вариантом понимается восстановление муфт наплавкой под флюсом ЭЛЗ-ФКН-1/55(Б), под проектным – восстановление муфт в смеси защитных газов: 80 % Ar, 20 % CO₂. В обоих вариантах будет использоваться проволока НП-30ХГСА.

Далее рассчитаем экономический эффект от внедрения проектной технологии восстановления изношенных труб. Расчет при сравнении базовой и проектной технологии ремонтной сварки будет вестись только по изменяющимся статьям затрат, для одной операции.

Исходные данные требуемые для выполнения расчётов, собраны на предприятии и в методическом руководстве. Годовая программа задана руководителем выпускной работы и составляет 500 изделий.

Для проведения экономического обоснования сравниваемых вариантов, необходимо знание штучного времени выполнения описанных операций.

Штучное время наплавки поверхности муфты рассчитывается по формуле:

$$t_{\text{шт}} = t_{n-3} + t_o + t_{\text{в}} + t_{\text{отл}} + t_{\text{обсл}} + t_{\text{н.п}} \quad (5.1)$$

где, t_{n-3} – подготовительно-заключительное время, учитывается только в мелкосерийном и единичном производствах;

$t_o = t_M$ – основное (машинное) время;

$t_{\text{в}}$ – вспомогательное время $t_{\text{в}} = 5-25\%$ от t_o ;

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

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

$t_{\text{н.п}}$ – время неустранимых перерывов, предусмотренных технологическим процессом;

Основное время (t_o) для автоматического способа наплавки (под флюсом, в защитных газах) рассчитывается по формуле (4) [17], согласно которой основное время для базового варианта составляет 51,45 минут (0,85 часа), а для проектного – 68,6 минут (1,14 часа).

Полученное время является основой для определения всех остальных составляющих элементов штучного времени. Учитывая эту связь получим значение штучного времени:

- для базового варианта 71,5 мин или 1,19 часа;

- для проектного варианта 95,34 мин или 1,59 часа;

После определения величины штучного времени, необходимо рассчитать коэффициент загрузки сварочного оборудования, используя описанную в пособии [17] методику, согласно которой $K_{31} = 0,29$ (базовый вариант) и $K_{32} = 0,39$ (проектный вариант). Полученное значение будет использоваться для определения общих капитальных вложений в оборудование. Затраты по этому показателю, определены по соответствующей методике, указанной в пособии [17], и представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 Капитальные вложения в оборудование

№	Затраты	Условные обозначения	Стоимость, единиц оборудования (базовый)	Стоимость, единиц оборудования (проектный)
1	Источник сварочного тока	Кист.св.ток	178240 руб.	210240 руб.
2	Механизм подачи проволоки	Кмех.под.пров	7500 руб.	7500 руб.
3	Газовый баллон	Кгаз.б	-	7500 руб.
4	Шкаф для газового баллона	Кшкаф	-	8700 руб.
5	Кабель подачи газа	Ккаб.под. газа	-	3500 руб.
6	Бункер для флюса	Кбунк.фл	4500 руб.	-
7	Флюс	Кфл	2940 руб.	-
8	Сварочная головка	Ксв.г	3700 руб.	-
ИТОГО		Кобщ	196880 руб.	237440 руб.
Удельные капитальные вложения		Куд	393,76 руб.	474,88 руб.

После определения величины капитального вложения необходимо рассчитать значение технологической себестоимости, которая состоит из затрат на:

- материалы, с учётом основных, вспомогательных, покупных комплектующих изделия;
- технологическую энергию;
- эксплуатацию оборудования, с учётом амортизации, текущего ремонта, содержания и эксплуатации приспособлений и производственных площадей;
- заработную плату основных производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды;

Ориентируясь на методику определения затрат на материалы, представим их величину в виде диаграммы на рисунке 1.

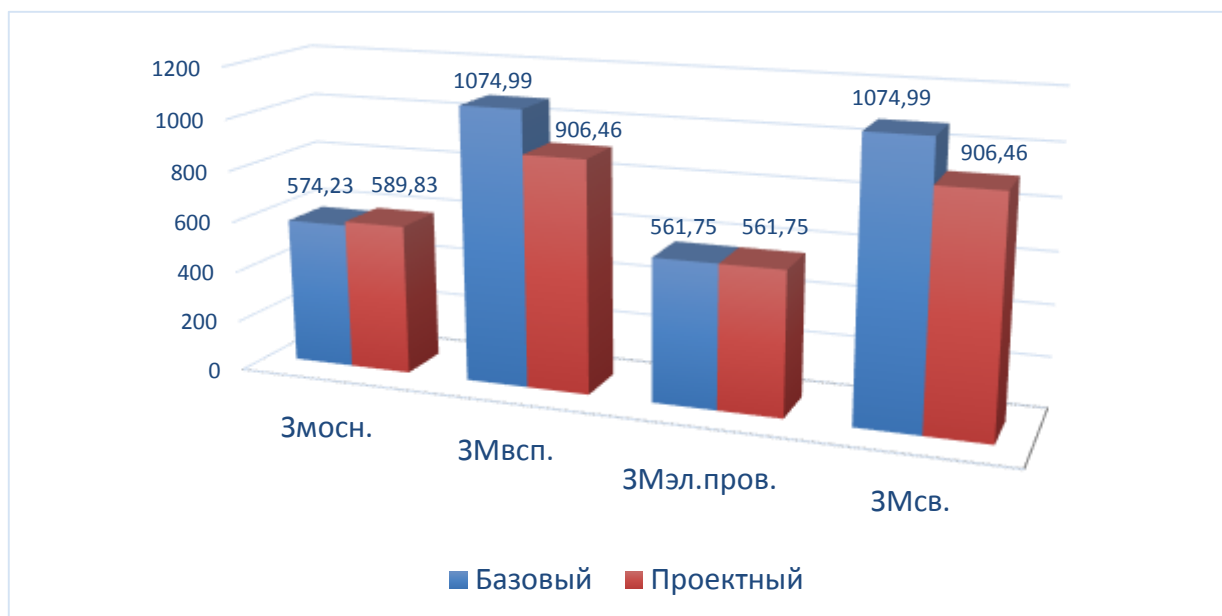


Рисунок 5.1 – Затраты на материалы, руб. (базовый и проектный вариант)

Анализируя полученные данные, делаем вывод о том, что затраты на основной материал увеличились. Это связано с изменением применяемого материала, т.е. применения газа.

Затраты на вспомогательные материалы в проектном варианте уменьшились, из-за отсутствия некоторых затрат, включённых в базовый вариант. Затраты на проволоку остались без изменения, т.к. она одинаково используется в обоих вариантах.

Согласно тому же методическому пособию [17] определим остальные значения, входящие в технологическую себестоимость. Полученные величины представим в виде диаграммы (рис.2).

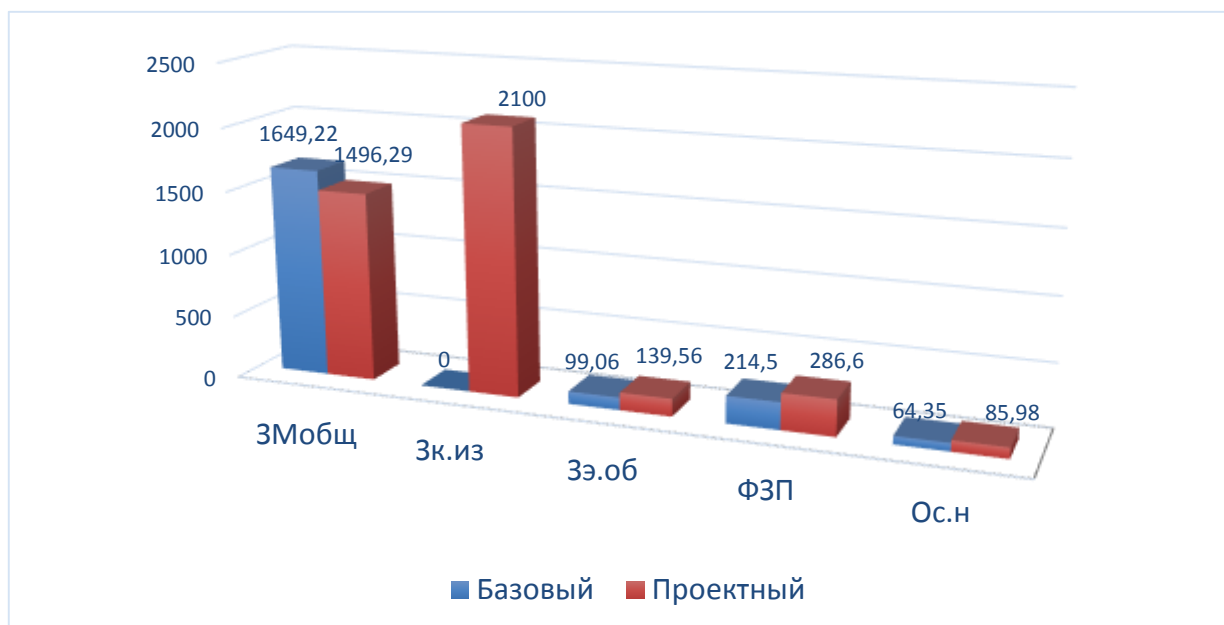


Рисунок 5.2 – Технологическая себестоимость, руб. (базовый и проектный вариант)

Анализируя представленные значения технологической себестоимости делаем следующее заключение:

-Затраты на общие материалы в проектном варианте снизилась из-за совокупного уменьшения затрат вспомогательных материалов, которые представлены на рисунке 1.

-Затраты на эксплуатацию оборудования, ФЗП и отчисления на социальные нужды в проектном варианте выросли. Причиной такого изменения является то, что проектируемый процесс является более трудоёмким.

-Затраты на комплектующие изделия в проектном варианте увеличивается, так как появляются дополнительные затраты с особенностью выбранного процесса наплавки

Используя полученные значения определим общую величину технологической себестоимости:

$$C_{тех.базовый} = ЗМ + З_{к.из} + З_{э.об} + ФЗП + O_{с.н} \quad (5.1)$$

$$C_{тех.базовый} = 1649,22 + 99,06 + 214,5 + 64,35 = 2026,63 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{тех.проектный}} = 3M + 3_{\text{к.из}} + 3_{\text{к.из}} + 3_{\text{э.об}} + \Phi 3\Pi + O_{\text{с.н}}$$

$$C_{\text{тех.проектный}} = 1496,29 + 2100 + 139,56 + 286,6 + 85,98 = 4108,43 \text{ руб.}$$

Далее определим величину полной себестоимости, расчёт которой представим в виде таблицы 5.2.

Таблица 5.2 - Калькуляция себестоимости изделия

Статьи затрат	Базовый вариант, руб.	Проектный вариант, руб.
Технологическая себестоимость	2026,63	4108,43
Цеховая себестоимость	2513,86	4758,43
Заводская себестоимость	2864,86	5226,43
Долговечность изделия	1,5	3
Внепроизводственные расходы	143,24	261,32
Полная себестоимость	3008,1	5487,75

При проектировании новой техники или новых технологических процессов, повышающих долговечность изделий, ожидаемая прибыль от снижения себестоимости продукции определяется по формуле:

$$Pr_{\text{ож.}} = \mathcal{E}_{\text{у.г.}} = \left(C_{\text{полн.}}^{\text{баз}} * \frac{D_2}{D_1} - C_{\text{полн.}}^{\text{проект}} \right) \cdot N_{\text{пр}} \quad (5.2)$$

$$Pr_{\text{ож.}} = \mathcal{E}_{\text{у.г.}} = (3008,1 * 2 - 5487,75) \cdot 500 = 264225 \text{ руб.}$$

Если изделие с применением данной технологии изготавливается полностью и готово для продажи потребителю, то необходимо рассчитать налог на прибыль.

Налог на прибыль рассчитываем по формуле:

$$H_{np} = Pr_{ож} \cdot k_{нал} = 264225 \cdot 0,20 = 52845 \text{ руб.} \quad (5.3)$$

Чистая прибыль, ожидаемая от снижения себестоимости продукции, рассчитывается по формуле:

$$Pr_{чист} = Pr_{ож} - H_{np} = 264225 - 52845 = 211380 \text{ руб.} \quad (5.4)$$

Срок окупаемости капитальных вложений рассчитывается в том случае, если выполняется неравенство:

$$K_{уд}^{баз} < K_{уд}^{проект}$$

$$T_{ок} = \frac{K_{общ}^{проект}}{Pr_{чист}}, \text{ (лет)} \quad (5.5)$$

$$T_{ок} = \frac{237440}{211380} = 1,12 = 2 \text{ года,}$$

Величину экономии (отдачи), полученной от затраченных на внедряемое мероприятие средств, можно определить при помощи коэффициента сравнительной экономической эффективности.

Данный коэффициент является величиной обратной сроку окупаемости капитальных вложений:

$$E_{cp} = \frac{1}{T_{ок}} \quad (5.6)$$

$$E_{cp} = \frac{1}{1,12} = 0,89$$

Внедряемое мероприятие эффективно, так как выполняется неравенство $E_{cp} > E_n$.

5.2 Заключение по экономическому разделу

В экономическом разделе выпускной квалификационной работы были произведены расчеты с целью определения таких экономических параметров, как технологическая и заводская себестоимость восстановления муфт.

Установлено, что проектный вариант восстановления после своего внедрения в производство даст положительные эффекты.

Величина годового экономического эффекта, полученная с учетом затрат на капитальные вложения в оборудование, составила 211380 рублей. Капитальные вложения в оборудование будут окуплены за 2 года.

На основании вышеизложенного делаем вывод о том, что разработанная технология восстановительной наплавки обладает экономической эффективностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель выпускной бакалаврской работы – создание эффективного технологического процесса для увеличения срока службы бурильных замков.

Для достижения цели необходимо было решить задачи: 1) Разработать технологический процесс для наплавки автоматическим способом в защитном газе; 2) Выбрать оборудование для разработанного технологического процесса;

Были предложены технологические мероприятия по повышению производительности и качества восстановительной наплавки муфт бурильных труб. При выполнении базовой технологии предусматривается автоматическая наплавка плавящейся проволокой под флюсом, что приводит к перегреву наплавленного металла, что ухудшает свойства наплавленного слоя и к тому же для труб муфт малого диаметра требуется дополнительное устройство для поддержания флюса, что приводит к дополнительным затратам времени на их устранение. В проектом варианте технологии предложено произвести замену автоматический способ наплавки под флюсом на смесь защитных газов. Применение предложенных технологических решений позволит повысить качество проводимых наплавочных работ.

В ходе выполнения экологического раздела было произведено выявление опасных и вредных производственных факторов, появление которых возможно при внедрении проектной технологии в производство. Проведён анализ возможности и мер по устранению и уменьшению опасных и вредных производственных факторов.

Произведена оценка экономической эффективности проектной технологии. Установлено, что в проектом варианте величина годового экономического эффекта, полученная с учетом затрат на капитальные вложения в оборудование, составит 211380 рублей. Капитальные вложения в оборудование будут окуплены за 2 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технология упрочнения и восстановления бурильных труб [Электронный ресурс]. – URL: <http://трубопровод.рф/статьи/все/2013/6/15/технология-упрочнения-и-восстановления-бурильных-т/> (дата обращения 27.05.2019).
2. Восстановление изношенных деталей [Электронный ресурс]. – URL: https://studbooks.net/2533604/tovarovedenie/protsess_vosstanovleniya_iznoshenn_yh_detaley (дата обращения: 27.05.2019).
3. Единые нормы времени на электрогазосварочные, кузнечные, станочные и слесарные работы для электромеханических мастерских предприятий и организаций угольной промышленности. Раздел 1. Электросварочные работы и газовая резка металлов [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200116312> (дата обращения: 27.05.2019).
4. Состав комплекса буровой установки для бурения нефтяных скважин [Электронный ресурс]. – URL: <https://neftok.ru/oborudovanie/burovaya-ustanovka-dlya-bureniya-neftyanyh-skvazhin.html> (дата обращения: 27.05.2019).
5. Обзор нефтяных буровых установок [Электронный ресурс]. – URL: <http://allspectech.com/stroitel'naya/burovye-ustanovki/stacionarnye/neftyanie.html> (дата обращения: 27.05.2019).
6. Замок приварной ЗП для бурильных труб [Электронный ресурс]. – URL: http://www.neftepromcentr.ru/zamok_zp.htm (дата обращения 27.05.2019).
7. Специальные свойства труб [Электронный ресурс]. – URL: <https://uralresource.ru/special-properties-pipes.html> (дата обращения 27.05.2019).

8. ГОСТ 33258-2015. Наплавка и контроль качества наплавленных поверхностей. Технические требования. – Введ. 2016-08-02. – М. : Изд-во стандартиформ, 2016. – 46 с.
9. Характеристика наплавки [Электронный ресурс]. – URL: <http://mirznanii.com/a/190772/kharakteristika-naplavki> (дата обращения: 27.05.2019).
10. Глазов, В.В. Восстановительная наплавка замков бурильных труб / В.В. Глазов, Д.Н. Работинский, А.Н. Дьяков // Журн. сварочное производство. - 2013. – УДК 621.791.92. – № 8. - 32-34 с.
11. Гусев, В.В. Газопламенное упрочнение буровых замков бурильных труб самофлюсующимися порошками / В.В. Гусев // Журн. сварочное производство. – 1991. – УДК 621.791.053.96. - № 4. – 25 с.
12. Сварка и наплавка в среде защитных газов [Электронный ресурс]. – URL: <http://stroy-technics.ru/article/svarka-i-naplavka-v-srede-zashchitnykh-gazov> (дата обращения 27.05.2019).
13. Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич – М.: Машиностроение, 1977.
14. Режимы наплавки полуавтоматом в среде защитных газов [Электронный ресурс]. – URL: <https://svarkaed.ru/svarka/vidy-i-sposoby-svarki/gazovaya-i-gazozashhitnaya-svarka/rezhimy-svarki-poluavtomatom-v-srede-zashhitnyh-gazov.html> (дата обращения 27.05.2019).
15. Теоретические основы и технология химического фосфатирования стали [Электронный ресурс]. – URL: https://zctc.ru/sections/tehnologicheskij_process_fosfatirovaniya (дата обращения: 27.05.2019).
16. Краснопевцева, И.В. / Выполнение курсовой работы по дисциплине “Организация машиностроительного производства”: Методическое пособие для вузов / Краснопевцева И.В. М-во обр. и науки РФ, Тол. гос. универ. – Тольятти: ТГУ, 2015. – 31 с.

17. Моторин, К.В. Методическое указание по курсовому проектированию бакалавров очного и заочного обучения. / К.В. Моторин. – Тольятти: ТГУ, 2016. – 7 с.
18. Казаков, Ю.В. Преддипломная практика: учеб. пособие для вузов / Ю.В. Казаков. – Тольятти: ТГУ, 2007-13 с.
19. Козулин, М. Г. Технология сварочного производства и ремонта металлоконструкций: учеб. пособие для вузов / М.Г. Козулин. – ТГУ; Гриф УМО. – Тольятти: ТГУ, 2010. – 306 с.
20. Амирджанова, И.Ю. Правила оформление выпускных квалификационных работ: учебно-методическое пособие / И.Ю. Амирджанова, Т.А. Варенцова, В.Г. Виткалов, А.Г. Егоров, В.В. Петров. – Тольятти: ТГУ, 2019, - 145 с.
21. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» / Л.Н. Горина, М.И Фесина // Уч. – методическое пособие. – Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 51 с.
22. William, L. Welding Essentials: Question & Answers: Expanded Edition / L. William, Jr. Galvery, M. M. Frank // Cengage Learning published in 2001. P. 480 - 481.
23. Beal, R. E. Mechanical electrode ascillation in dip transfer welding / R. E. Beal, R. G. Taylor // Metall contraction and British Welding J., – 1969. - № 4. P. 174 – 178.
24. Lesnewich, A. Electrode activation for inert-gas shielded metal-ars weldings / A. Lesnewich // Welding J., - 1955. - № 12. P. 1167 – 1178.
25. Needham, G. C. Puls controlled welding arcs / G. C. Needham // British Welding J., 1965. - № 4. P. 191 – 197.
26. Sagirov, D. Kh. Mechanised welding with a short arc / D. Kh. Sagirov // Welding International, 2006. – Vol. 20, № 7. P. 577 – 578.