

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Технология восстановления задвижек для магистрального
трубопровода»

Студент	<u>В.А. Мельников</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Г.М. Короткова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>М.М. Бажутина</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор В.В. Ельцов

(учёная степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 2018 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке технологии восстановления задвижек для магистрального нефтепровода. Анализ известных данных показывает, что в современном производстве применяют восстановительные работы при помощи сварки, но не всегда достигается нужное качество ремонта. Задвижка – ответственный узел трубопровода, поэтому иногда нет времени ждать поступления новой арматуры, требуется ее ремонт на месте. В этих случаях применяется сварка или наплавка.

В данной работе автором рассматривается применение аргонодуговой наплавки в среде аргона. Этот способ считается более производительным и качественным по сравнению с базовым способом ремонтной сварки – ручной дуговой. Путем сравнения автор определяет преимущества от внедрения новой технологии.

При выполнении работы рассмотрены новые возможности от применения аргонодуговой наплавки стеллита для данного случая. В ходе выполнения работы автором разработана и расписана проектная технология восстановления задвижек для магистрального нефтепровода. Также приведены преимущества предлагаемой технологии.

В работе отмечается, что предложенный способ ремонта имеет частный характер, поэтому он применим только в тех случаях, когда это технологически и экономически обосновано. Содержит 72 стр., 37 рисунков, 16 таблиц, 23 источника.

ABSTRACT

The bachelor's thesis is dedicated to the development and design of technology oil valve repair technology. The analysis of the known data shows that in modern production restoration work is performed through the use of welding, but the required quality of repair is not always achieved. The gate valve is the responsible node of the pipeline, so sometimes there is no time to wait for the new reinforcement to arrive, and its repair is required on site. In these cases, welding or surfacing is used.

The present work deals with the use of argon-arc surfacing in argon. This method is considered to be more productive and qualitative in comparison with the basic method of repair welding - manual arc welding. By means of comparison the author determines the advantages of implementing the new technology.

In the course of the study there were examined new possibilities from the use of argon-arc surfacing of stellite for the given case. In the course of the work, the author has developed and documented the design technology for the restoration of valves for the main oil pipeline. The advantages of the proposed technology are also given.

It is noted that the proposed method of repair is applicable in particular cases; therefore it is applicable only in cases where it is technologically and economically justified. The volume of the thesis is 72 p., and it contains 37 figures, 16 tables, 23 sources.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Анализ трубопроводной арматуры.....	5
1.2 Особенности конструкции клиновой задвижки 30с41нж.....	15
1.3 Свойства металла задвижки 30с41нж	18
1.4 Дефекты задвижек трубопровода.....	19
1.5 Способы восстановления задвижек по РД	23
2 Выбор оборудования для наплавки уплотняющей поверхности клина.	31
2.1 Оборудование для наплавки	31
2.2 Расчет параметра режимов наплавки.....	37
3 Технология восстановления клина задвижки 30с41нж.....	43
3.1 Разборка арматуры.....	43
3.2 Промывка клина	45
3.3 Дефектация арматуры.....	46
3.4 Механическая обработка	46
3.5 Аргонодуговая наплавка уплотнительной поверхности клина.....	47
3.6 Термообработка клина.....	48
3.7 Механическая обработка	48
3.8 Сборка арматуры.....	49
3.9 Испытание арматуры давлением	50
4 Экономическое эффективность проекта.....	51
4.1 Выводы по разделу	63
5 Безопасность и экологичность проекта	65
5.1. Планировка участка	65
5.2 Сущность технологического процесса	66
5.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	66
5.4 Мероприятия по уменьшению влияния опасных факторов	67
5.5. Заключение по разделу	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ.....	71

ВВЕДЕНИЕ

В наше время вопрос о транспортировке газа или нефти стоит на первом месте в нефтегазовой отрасли. Для передачи нефти используют трубопроводы. Для регулирования потока на трубопроводах используют задвижки.

Задвижки – элемент арматуры трубопроводов, которая нужна для запираания потока рабочей среды (нефти, газа и т.д.). Как любой механизм они нуждаются в ревизии и ремонте.

Ремонт всегда намного выгоднее, чем покупка новой арматуры. Поэтому один из распространенных процессов, требующих повышения эффективности, является процесс восстановления запорной арматуры. Клиновые задвижки имеют небольшое гидравлическое сопротивление, что для магистрального трубопровода важный фактор, где имеется большая скорость перемещения потока рабочей среды.

Одной из ответственных операций при капитальном ремонте задвижки является наплавка уплотняющих поверхностей клина, изношенных при эксплуатации. Чаще всего уплотнительные поверхности восстанавливают при помощи наплавки штучными покрытыми электродами. Но при таком способе не всегда можно получить желаемый результат. Поэтому целесообразно применять новые способы наплавки для получения нужной структуры наплавленного металла, а также повышения производительности при наплавке уплотняющей поверхности клина.

Цель выпускной работы: Экономия средств с помощью ремонта арматуры.

1 Анализ трубопроводной арматуры

Трубопроводная сеть любого назначения – это сложная инженерная конструкция, в которой каждая деталь отвечает за свою важную определенную функцию, за качество, безопасность и бесперебойность работы трубопроводной сети. Однако трубопроводная магистраль не может состоять из одних лишь труб, нужны устройства, предназначенные для управления жидкостью или газом – арматура [5].

1.1 Анализ арматуры трубопровода

Трубопроводная арматура – это устройство, которое устанавливается на магистральных трубопроводах, различных агрегатах и сосудах. Ее прямое назначение - включение, отключение или регулирование потоками различных рабочих сред жидкостей или газов [5].

Классификация трубопроводной арматуры

Трубопроводную арматуру можно классифицировать исходя из ее функционального назначения, в зависимости от которого она делится на запорную, обратную, предохранительную, регулирующую и отключающую арматуру, дроссельную и контрольную [5].

Остановимся на запорной арматуре (задвижках). В зависимости от конструкции запорных деталей, задвижки можно поделить на следующие типы:

- 1.Клиновые задвижки
- 2.Параллельные задвижки
- 3.Шланговые задвижки
- 4.Шиберные (или ножевые) задвижки

Благодаря ее использованию, возможно, перекрывать поток рабочей среды. Поэтому герметичность арматуры – основной показатель ее пригодности и функциональности, а также качества задвижек. У задвижек два так называемых «статуса» или действия: либо «открыть», либо «закрыть». Промежуточного положения – нет [9].

Применение ее безгранично широко и охватывает морской транспорт, авиационную технику, атомную энергетику, теплоэнергетику, химическую промышленность и, конечно же, важная часть российской экономики — магистральные нефтепроводы и газопроводы.

Строение задвижки представляет собой стальной или чугунный корпус и крышку, которые соединены между собой. Корпуса арматуры выполняются литыми, литосварными или штампованными. От корпуса арматуры идут два соединительных патрубка, при помощи которых арматура врезается в трубопровод. По типу присоединения к трубопроводу можно выделить следующие типы:

Приварные — патрубки представляют собой трубы аналогичные диаметру трубы, которые врезаются в трубопровод при помощи сварки (рис.1.1) [9].



Рисунок 1.1 – Задвижка под приварку

Фланцевые. На концах задвижки находятся фланцы, через которые происходит монтаж на трубопровод. Самый распространенный тип соединения, так как позволяет произвести быстрый демонтаж арматуры (рис1.2).



Рисунок 1.2 – Задвижка фланцевая

Муфтовые задвижки — редкий вид присоединения, используется до диаметра 50 мм (рис.1.3)



Рисунок 1.3 – Муфтовая задвижка

Основная запорная деталь арматуры — клин. Клин — запирающий элемент задвижки. При прокручивании штока клин перемещается в корпусе

задвижки перпендикулярно потоку рабочей среды. В закрытом состоянии клин герметично прилегает с уплотнительными поверхностями корпуса арматуры. При вращении маховика происходит прокручивание шпинделя вокруг своей оси, что и приводит в движение сам клин арматуры. Задвижки могут иметь ручное управление (маховик) или электропривод. [5].

Корпус задвижки может быть выполнен из стали, чугуна, бронзы и т.д. Стальные задвижки чаще используют при высоких температурах внутренней среды. Чугунные используют на технологических трубопроводах с рабочей средой – водой.

У клиновых задвижек запорный элемент может представлять собой: жесткий клин (литой), двухдисковый затвор, а также упругий клин. (рис.1.4).

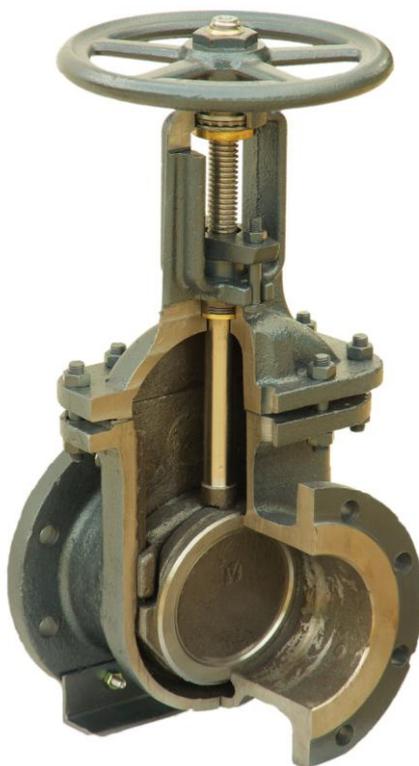


Рисунок 1.4 – Задвижка фланцевая с жестким клином

Жесткий клин — это цельный клин, диски у которого неподвижны относительно друг друга. Разновидностей цельного клина служит упругий клин, в котором диски между собой соединены не жестко, а упруго материалом, способным деформироваться. У двухдискового клина — это, две «тарелки», которые соединены под каким-либо углом.

Параллельные задвижки отличаются от всех остальных типов тем, что уплотнительные кольца расположены не под углом, а строго параллельно, и сам запорный механизм представляет собой два диска, которые с помощью особого клина плотно прилегают к уплотнительным поверхностям арматуры. Шибберные задвижки (или ножевые) – очень простая конструкция, в которой затвор или клин расположен перпендикулярно потоку среды (рис.1.5) [9].



Рисунок 1.5 – Фланцевая шибберная задвижка

Чаще всего устанавливается на канализациях и прочих системах, где среда густая и не требуется высокая герметичность узла. В этом случае запорный элемент как бы разрезает транспортируемый поток, за что задвижки и получили название ножевые [5].

Шланговые задвижки – наиболее редко встречающийся и необычный вид задвижек. Этот тип задвижек не имеет уплотнительных седел и запорного элемента. Представляет собой резиновый шланг или патрубок, транспортирующий вязкую среду, который проходит через тело задвижки. С помощью штока шланг пережимается и перекрывает движение жидкости. Обычно такие задвижки используются на трубопроводах небольшого

диаметра, где в качестве среды выступают пульпа, шлам, различные примеси и т.д.

По типу выдвижения штока: задвижки с выдвижным или не выдвижным штоком.

На чертеже 1 и в табл. 1.1 представлена запорная арматура для трубопроводов.

Таблица 1.1 – Запорные задвижки магистральных трубопроводов [5].

Маркировка	Задвижки	Материалы	Вид управления	Рабочая среда	Рабочее давление
30с41нж Фланцевая С двухдисковым клином		Сталь 20Л Сталь 20Х13	Ручной привод (маховик)	Вода, пар, природный газ сухой, нефть	Рабочее давление 16 кгс/см ²
30с941нж Фланцевая с Двухдисковым клином		Сталь 20Л Сталь 20Х13	Электропривод	Вода, пар природный газ и нефтепродукты при температуре до 425 °С	Рабочее давление 16 кгс/см ²

Продолжение таблицы 1.1

30ч915бр Фланцева я С параллел ьным клином		Серый чугун СЧ 20	Электропр ивод	Вода и пар при температуре до 225 °С	Рабоче е давлен ие 10 кгс/см ²
30ч925бр Фланцева я с параллел ьным клином		серый чугун СЧ20	Электропр ивод	Вода и пар при температуре до 115°С	Рабоче е давлен ие 2,5 кгс/см ²
30с901р Шиберна я, с патрубка под приварку		Сталь20 (09Г2С) сталь 20Х13	Электропр ивод	Нефть и нефтепродук ты	Рабоче е давлен ие 8 кгс/см ²

Условное обозначение запорной арматуры.

Пример условного обозначения арматуры 30с941нж Ду150. «Стоят на первом месте цифры, которые обозначают разновидность арматуры (табл.1.2)» [2].

Таблица 1.2 - Разновидность арматуры [2].

Уловное обозначение	Тип арматуры
10	Кран (пробно-спусковой)
11	Кран (для трубопровода)

Продолжение таблицы 1.2

12	Запорное устройство указателя уровня
13, 14, 15	Клапан (вентиль) запорный
22, 24	Клапан отсечной
16	Клапан обратный
17	Клапан предохранительный
19	Затвор обратный, клапан герметичный
20	Клапан перепускной
18, 21	Регулятор давления
23	Клапан распределительный
25, 26	Клапан регулирующий
27	Клапан смесительный
30, 31	Задвижка
32	Затвор поворотный дисковый
33	Задвижка шланговая
40	Элеватор
45	Конденсатоотводчик

Буква за ними - материал корпуса табл. 1.3 [2].

Таблица 1.3 - Обозначения материала [2].

Условное обозначение	Материал корпуса
с	Углеродистая сталь
лс	Легированная сталь
нж	Нержавеющая сталь
ч	Серый чугун
кч	Ковкий чугун
вч	Высокопрочный чугун
б	Латунь, бронза
а	Алюминий

Продолжение таблицы 1.3

МН	Монель-металл
П	Пластмасса
ВН	Винилпласт
К	Фарфор
ТН	Титановый сплав
СК	Стекло

«Одна, две цифры после букв, обозначающих материал — номер модели. Если стоит 3 цифры то, первая обозначает вид привода, а две следующие номер модели (табл.1.4)» [2].

Таблица 1.4 - Обозначение привода [2].

Обозначение	Привод
0	Под дистанционное управление
3	Механический с червячной передачей
4	Механический с цилиндрической зубчатой
5	Механический с конической передачей
6	Пневматический
7	Гидравлический
8	Электромагнитный
9	Электрический

Последние буквы - материал уплотнения (табл. 1.5)

Таблица 1.5 - Обозначение материала уплотнения [2].

Условное обозначение	Материал уплотнения
бр	Латунь, бронза

Продолжение таблицы 1.5

МН	Моннель-металл
НЖ	Нержавеющая сталь
НТ	Нитрированная сталь
БТ	Баббит
СТ	Стеллит
СР	Сормайт
К	Кожа
Э	Эбонит
Р	Резина
П	Пластмасса
ВП	Винилпласт

Последние буквы могут также обозначать способ нанесения внутреннего покрытия корпуса (табл. 1.6) [2].

Таблица 1.6 - Условные обозначения способов нанесения покрытия корпуса [2].

Условное обозначение	Способ нанесения
ГМ	Гуммирование
ЭМ	Эмалирование
СВ	Свинцевание
П	Футерование пластмассой
Н	Футерование найритом

Ду150 – рабочий диаметр задвижки, данное значение может быть разным. Таким образом задвижка 30с941нж имеет расшифровку: 30 – Задвижка, с – углеродистая сталь, 9 – электрический привод, 41 – номер модели, нж – нержавеющая сталь [2].

Область применения трубопроводной арматуры накладывает на нее особые требования. Арматура, которая используется в газовой и нефтяной

отрасли, должна непременно быть герметичной, исходя из высокой пожаро- и взрывоопасности рабочей среды — газа [5].

Трубопроводная арматура для нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей из-за очень высокой химической агрессивности нефти должна иметь повышенную коррозионную стойкость.

Для магистрального трубопровода широкое применение нашли задвижки типа 30с41нж, которые работают со следующими рабочими средами: вода, аммиак, природный газ, нефть и нефтепродукты, углеводородные среды в различных агрегатных состояниях.

1.2 Особенности конструкции клиновой задвижки 30с41нж

30с41нж является клиновой фланцевой задвижкой с выдвигным шпинделем. Клин задвижки является двухдисковым. Состоит из двух дисков, размещенных под углом. Благодаря самоустановке дисков относительно седел задвижки, снижаются требования к точности углов расположения седел и дисков, а также повышается герметичность затвора в закрытом положении. Конструкция двухдискового клина сложнее, чем у традиционного, но в сложность компенсируется меньшим износом поверхностей уплотнения в процессе эксплуатации и сниженным усилием, прилагаемым для надежного закрытия задвижки [10].

Расшифровка 30с41нж следующая: 30 – задвижка, с – стальная, 4 – механический привод с цилиндрической передачей, нж – нержавеющая сталь [2]. Допускается небольшая степень коррозии, она примерно равна 0,1 мм в год.

Температура рабочей среды может колебаться в диапазоне от -40С до +425С, а температура окружающего воздуха должна быть не меньше -40С. Материал основных деталей фланцевой задвижки 30с41нж – 20-25Л. Внешний вид задвижки 30с41нж приведен на рис. 1.6.

Стальная задвижка имеет класс герметичности А, В и С по ГОСТ 9544-2005 и выбирается в зависимости от потребности в работе стальной клиновой задвижки 30с41нж.

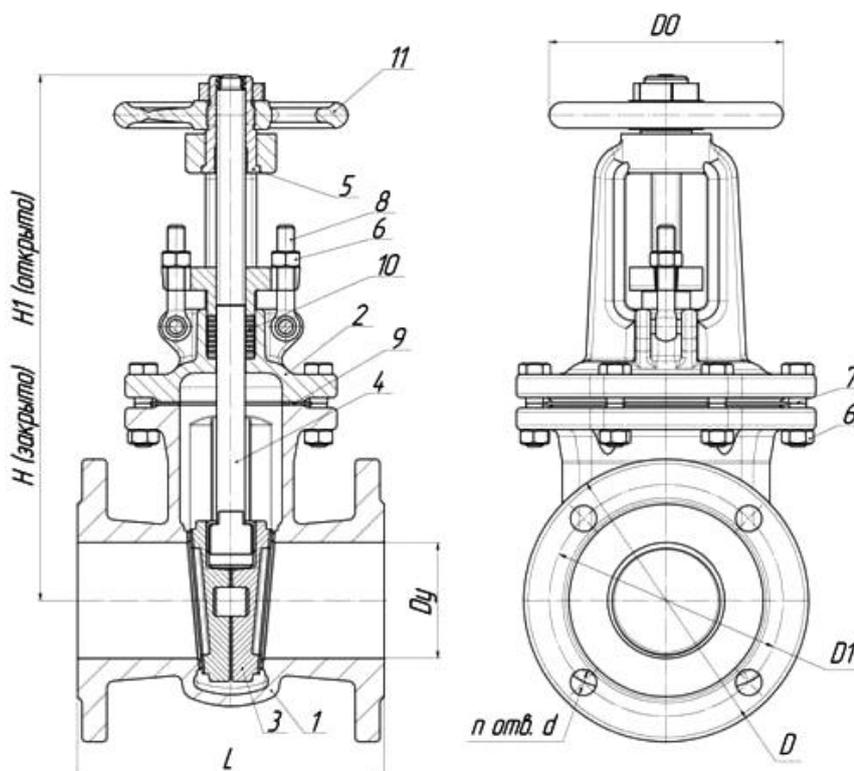


Рисунок 1.6 – Клиновая задвижка

В состав клиновой задвижки входят следующие узлы и детали:

- 1- Корпус: сталь 25Л;
- 2- Крышка: сталь 25Л;
- 3- Клин (диски): сталь 25Л, 35Л с наплавкой 20Х13;
- 4- Шпиндель: 20Х13;
- 5- Гайка шпинделя: сталь 35, 40Х;
- 6- Гайка: углеродистая сталь ГОСТ 1050—88 класс прочности не ниже 5 по ГОСТ 1759.5—87;
- 7- Шпилька, болт: углеродистая сталь ГОСТ 1050—88 класс прочности не ниже 5.6 по ГОСТ 1759.5—87;
- 8- Болт откидной: сталь 35;
- 9- Уплотнение между корпусом и крышкой (прокладка, кольцо): паронит, ТРГ;

10- Набивка сальника: АГИ (набивка сальниковая плетеная, проклеенная с графитом, ингибированная), ТРГ (Терморасширенный графит);

11- Маховик.

Резьбовая втулка, получая вращение от маховика, преобразует данное вращение в поступательное движение шпинделя с клином, в результате чего происходит открытие/закрытие задвижки.

Завод-изготовитель стальных задвижек 30с41нж на корпусе изделий делает маркировку, которая включает в себя товарный знак завода-изготовителя, номинальное давление и номинальный проход.

При монтаже, эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте клиновых фланцевых задвижек 30с41нж должен присутствовать только высококвалифицированный персонал, который знает полностью устройство задвижек, руководство по эксплуатации и у которого есть навыки работы с данным видом запорной арматуры [1].

Стальные задвижки 30с41нж должны иметь правильную маркировку и отличительную окраску согласно ГОСТ 4666. Прилагать большие усилия на маховике и давать предельные крутящие моменты не допустимо.

При монтаже задвижек нужно следить за тем, чтобы не было перекосов и перетяжек, затягивать шпильки необходимо равномерно. Стальные задвижки 30с41нж допускается испытывать совместно с трубопроводом давлением, превышающим номинальное давление на 25%.

Задвижка клиновая 30с41нж не должна никоим образом подвергаться нагрузкам от трубопроводных систем. Если же данные нагрузки неизбежны, можно воспользоваться специальными опорами [5].

Задвижку стальную 30с41нж нельзя использовать в качестве опоры трубопроводных систем, в качестве регулирующей запорной арматуры.

Все задвижки 30с41нж поставляются с паспортами, необходимой сопутствующей документацией (сертификаты, разрешения, руководства по эксплуатации).

Клиновые фланцевые задвижки 30с41нж имеют средний срок службы – 10 лет и более. При этом задвижки успевают наработать 2500 циклов

1.3 Свойства металла задвижки 30с41нж

Корпус, крышка и клин задвижки изготовлены из стали 25Л. Буква «Л», в обозначении марки стали, означает, что сплав является литейным, т.е. идущим на производство отливок [7].

Сталь 25Л является сплавом для отливок, производимым по ГОСТ 977-88. Этот металл содержит около 0,25% углерода, что делает данный материал прочным и легким в обработке. Нелегированная конструкционная сталь 25Л применяется в производстве изделий бытового и промышленного назначения. В промышленности используется для изготовления станин прокатных станов, поршней, крышек цилиндров, деталей сварно-литых конструкций, работающих при температуре от -40 до 450 °С [8].

25Л – химический состав. В процентах химический состав стали марки 25л представляет собой сочетание:

Fe – около 97%;

C – 0,23-0,3%;

Mn – 0,33-0,8%;

Si – 0,25-0,52%;

Ni – не больше 0,2%;

Cr – не больше 0,32%;

Cu – не больше 0,33%;

S – не больше 0,045%;

P – не больше 0,044% [7].

Отливки из сплава 25л характеризуются следующими параметрами:

твердость сплава – НВ 10-1=124-207МПа;

плотность стали 25л – 7830 кг/см³ при 20 °С;

термообработка – при 880-900 °С (отпуск – 610-630 °С).

Свариваемость ограниченная. В данном случае РД рекомендуют использование РДС, АДС под газовой защитой. Необходим предварительный подогрев и термообработка [1].

1.4 Дефекты задвижек трубопровода

Рассмотрим дефекты клиновых задвижек, работающих с агрессивной средой трубопровода - нефтью. Дефекты могут быть как конструктивного характера (отломанные ушки клина, язвы литья), так и полученные в процессе эксплуатации: коррозия, сколы и др.

Язвы литья – основная проблема некачественных задвижек, выплавляемых на устаревшем оборудовании (пузырьки воздуха формируют полости, которые впоследствии являются причиной поломок). Так же, эти же самые язвы являются основной причиной протечек запорной арматуры (рис.1.7).



Рисунок 1.7 - Язвы литья

Следствие грубого нарушения технологических требований, как к первоначальному составу стали, так и к технологиям его выплавки. Приводит к скорому износу основного металла, заметно увеличивая хрупкость и ломкость деталей, выполненных из него (рис.1.8). Приобретает такой дефект арматура в процессе своей работы. [5].



Рисунок 1.8 - Межкристаллитная коррозия

По изображению на рисунке 1.9 заметно, что были допущены грубые нарушения, как в размерном допуске (толщина нижней части штока явно не соответствует нагрузкам), так и в процессе закалки штока задвижки. Для штока использована мягкая сталь. Закалка происходила при малой температуре [9].



Рисунок 1.9 - Нарушение размеров штока



Рисунок 1.10 - Отломанные ушки клина

На рисунке 1.10 экономия денежных средств приводит нас непосредственно к такого рода дефектам. Один из неприятных дефектов. Здесь несоизмерима малая толщина металла, не выдержав стандартных нагрузок - ломается, приводя изделие к выходу из строя. После такой

поломки процесс извлечения клина будет очень трудоемким. Отломанные «ушки» - явное следствие неразумной экономии на толщине металла детали [9].



Рисунок 1.11 – Смещение поверхностей

Видно, что отпечаток на поверхности затвора от седел задвижки смещен (рис.1.11). Дефект возник из-за неточных размеров деталей. Такая арматура выполнена не по технологическим требованиям и явно не подвергалась контролю.



Рисунок 1.12 - Отсутствует грань паза у клина.

Дефект конструктивного характера отсутствие грани паза у клина (рис. 1.12). Из-за применения новых технологий возможно появление таких дефектов. Такой скрытый дефект на первый взгляд трудно распознать. Отсутствие грани паза приведет к перекоосу клина, а это ведет за собой постоянные протечки [9].

Имеет место быть такой дефект как разлом крышки задвижки. Не частое явление при эксплуатации. Задвижку разорвало давлением от

гидроудара. Определить при каком давлении треснула задвижка можно по манометру (рис.1.13).



Рисунок 1.13 - Разлом крышки задвижки

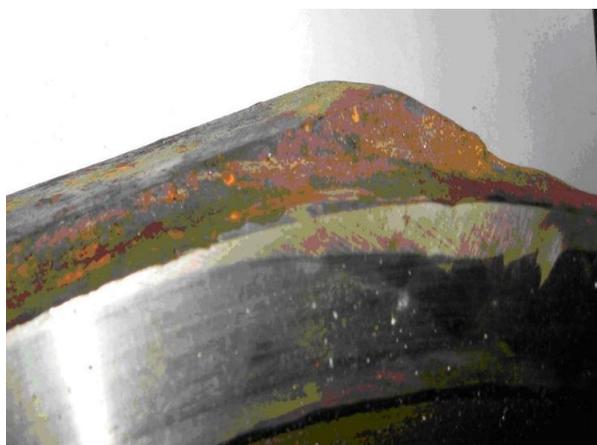


Рисунок 1.14 – Неправильная механическая обработка клина

На рисунке 1.14 представлено не соблюдение требований технологического процесса. Такой дефект свидетельствует о том, что клин подгоняли к задвижке на месте инструментом, первым попавшимся под руку – шлифовальной машинкой. Грубое нарушение технологии, следствие незамедлительной коррозии при эксплуатации.

Дефекты возникают в процессе эксплуатации арматуры. Их может быть бесчисленное множество, все зависит от условий работы и вида задвижки. Они могут появиться при первом же ее цикле работы, а могут вылезти наружу только после длительной работы. Возникшие дефекты устраняются двумя способами: 1) заменой на новую; 2) ремонтом задвижки. Решение принимаются каждый раз после проведения дефектации.

Установка новой арматуры через некоторое время все равно приведет к ее скорому ремонту, из-за большего количества циклов «открыто-закрыто». Тогда как при качественном ремонте можно отсрочить ремонт и покупку новой арматуры на длительное время [1].

1.5 Способы восстановления задвижек по РД

Для того, чтобы понять, что восстанавливать в задвижке нужно сказать про основную поломку задвижки. Поломка клина — основная причина выхода задвижек из строя. При открытии задвижки чаще повреждаются зацепы самого клина, то при закрытии его посадочное место. Восстановить задвижку - это значит отремонтировать все узлы арматуры. Ремонт подразумевает собой притирку или наплавку уплотнительных поверхностей.

Наплавка – способ нанесения металла на деталь при помощи сварки для придания ее начальных размеров. При выборе способа наплавки следует руководствоваться свариваемостью материала, необходимостью использования дорогостоящего или современного оборудования для процесса наплавки, сварщика высокой квалификации, а также экономическими соображениями.

Исходя из РД восстанавливать задвижки наплавкой можно с помощью: РДС, РАД, автоматической сваркой на специальных установках под флюсом, механизированная наплавка самозащитной проволокой (МПС), МП и т.д. [1].

Ручная дуговая наплавка (РДН). Наиболее распространенный вид сварки и наплавки как в промышленности, так и в быту. Приобрести оборудование и начать варить может каждый при желании, с минимальным набором знаний. Простота оборудования и невысокая цена, наверное, главные плюсы данного способа, а также мобильность. В наше время сварочные аппараты изготавливают с малым весом и минимальными габаритами.

При ручной электродуговой наплавке используют электроды с защитной обмазкой. Задачи обмазки – это защита зоны сварки, удаление кислорода из расплавленного металла, легирование (рис. 1.15). Электроды

нужно хранить в сухом помещении, иначе они могут «отсыреть». Сырые электроды плохо горят. Качественного шва с такими электродами не получится. Перед сваркой или наплавкой электроды прокаливают. После прокаливания дуга горит стабильно, а также шов получается более качественным. Наплавку проводится на постоянном токе обратной полярности. Источник питания – выпрямитель. Электрод зажимается в «держателе». Держатель имеет множество конструкций и разновидностей, но наиболее часто встречающийся это вилочный держак. Количество проходов и слоев определяется исходя из степени износа деталей и количества дефектов.

Недостатками такого способа является отсутствие механизации процесса, также нужен высококвалифицированный специалист. От сварщика зависит много при процессе РДС. Качество шва зависит от состояния сварщика. Большое число проходов, на каждый проход требуется зачистка от шлака. Но как не зачищай, шлак все равно останется в шве, обусловлено покрытиями электродов. Большой расход электродов, так как часть его остается в держателе. Не смотря на все это, данный способ применяется всегда и везде, как в промышленности, так и в быту [1].

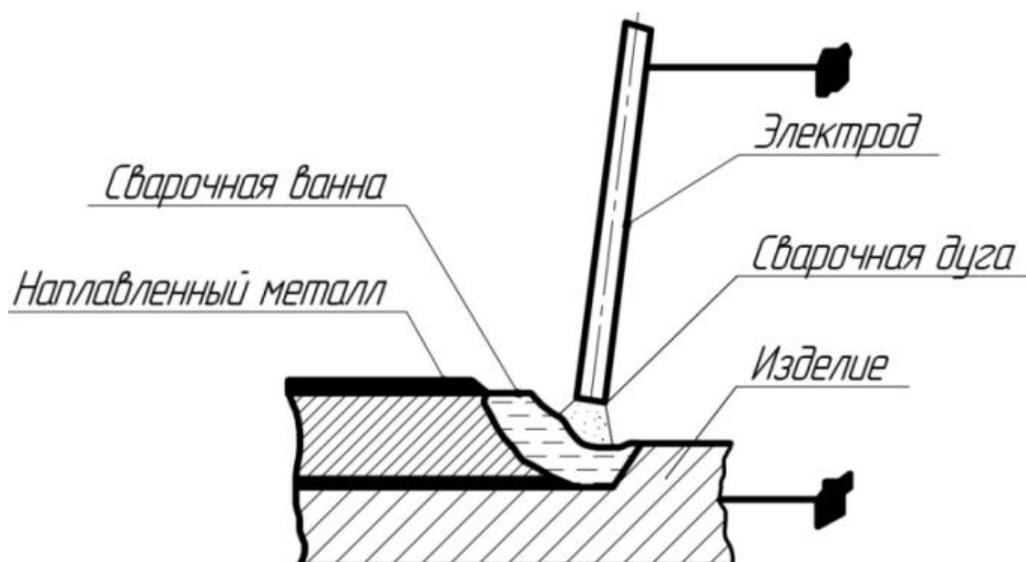


Рисунок 1.15 – Схема ручной дуговой наплавки

Ручная аргодуговая наплавка неплавящимся электродом (РАДН). Наиболее стабильный процесс для получения качественных швов. Является

универсальным способом соединения. Можно сваривать разные толщины и разные металлы.

При таком способе дуга зажигается в инертном газе. Такие газы как аргон, гелий, азот не вступают во взаимодействие с металлом и растворяются в нем. Чаще используют аргон. Он дешевле других, тяжелее воздуха. Также он не взрывоопасен, не образует взрывчатых смесей с воздухом. При процессе сварки используют не покрытые электроды, а неплавящиеся стержни из вольфрама. Электрод из вольфрама вставляется в сварочную горелку (рис 1.16).

Дуга горит между электродом из вольфрама и изделием. Для формирования шва мало одного неплавящегося электрода, требуется присадка. Присадка, пруток или стержень должны соответствовать по составу с основным металлом и подаваться в зону сварки поступательно. Зажигать дугу можно как касаясь электродом изделия, так и не касаясь – это бесконтактный поджиг дуги. Источники питания для процесса требуется постоянного тока, однопостовые или многопостовые с осциллятором (для бесконтактного поджога) или без него.

Процесс нужно проводить на постоянном токе прямой полярности. Конец неплавящегося электрода затачивают исходя из требований технической документации. Заточка очень влияет на глубину шва и ширину. Недостатком можно считать высокие требования к сварщикам и к процессу. Например, недопустимы большие колебания, так как может нарушиться защита зоны сварки. [1] [6].

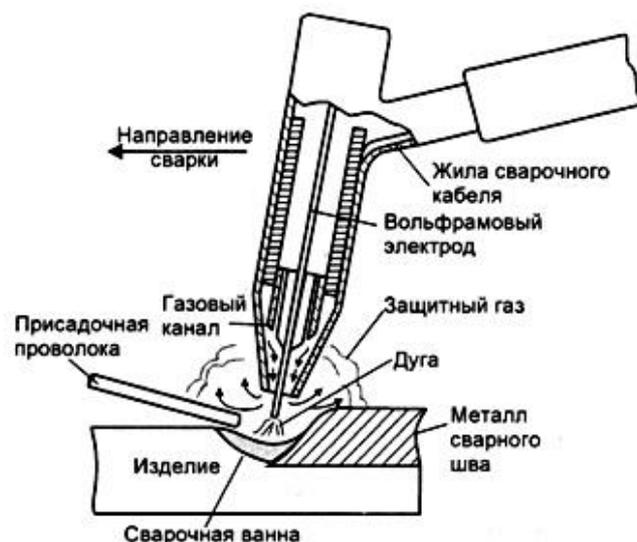


Рисунок 1.16 – Схема аргодуговой наплавки

Газовая сварка, наплавка. Процесс обработки металлов пламенем высокой температуры. Так же распространенный способ сварки, как и РДС. Для нее не требуется дорогостоящего оборудования и не нужен источник электрической энергии. С помощью данного процесса можно соединять практически все металлы.

Источником нагрева, с помощью которого расплавляется металл, служит пламя, выходящее из горелки. Пламя получается из сжигания газа в смеси кислорода. Сварку производят как с присадочным материалом (чаще всего это проволока), так и без него, если шов возможно сформировать за счет основного металла.

Для сварки чаще всего используют ацетилен и кислород. Так же можно использовать пропан. Ацетилен поставляется в баллонах. Но также для сварки горючий газ можно получить в специальных ацетиленовых генераторах. В такие аппараты закладывается карбид кальция, который при химической реакции (смешивании с водой) дает горючий газ. Чаще всего используют такие генераторы при передвижных постах и строительных площадках.

Основной инструмент при такой сварке – горелка. Горелка для газовой сварки отличается от горелки для сварки неплавящимся электродом. Задача такой горелки – получение горящего пламени (рис. 1.17).

«Наплавка производится с помощью прутков марки ВЗК по ОСТ 1.90078 или Пр ВЗК по ГОСТ 21449 и флюсом следующего состава: плавленый шпат - 25% ФКС-95А ГОСТ 4421; б) бура прокаленная - 50 % ГОСТ 8429; в) борная кислота - 25 % ГОСТ 18704. Размер наконечника горелки выбирают исходя из размеров наплавляемой детали» [1].

При этом способе процесс наплавки происходит при помощи восстановительного пламени. Перед наплавкой основной металл нагревают, образуется сварочная ванна, в нее подается присадка. Недостатки такого способа в том, что нужно соблюдать соотношение газа и кислорода иначе образуются поры в металле, высокая температура пламени может привести к дефектам. Также данный способ очень взрывоопасен, так как применяются горючие газы [1].

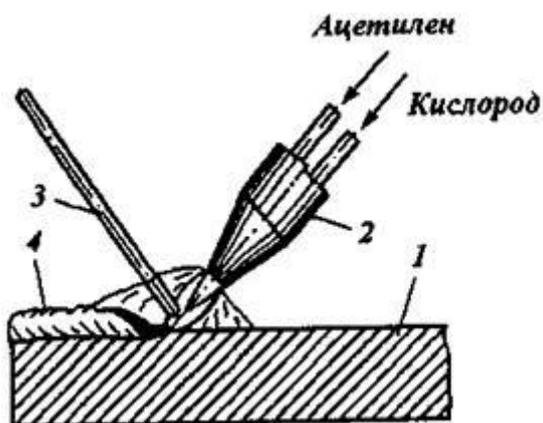
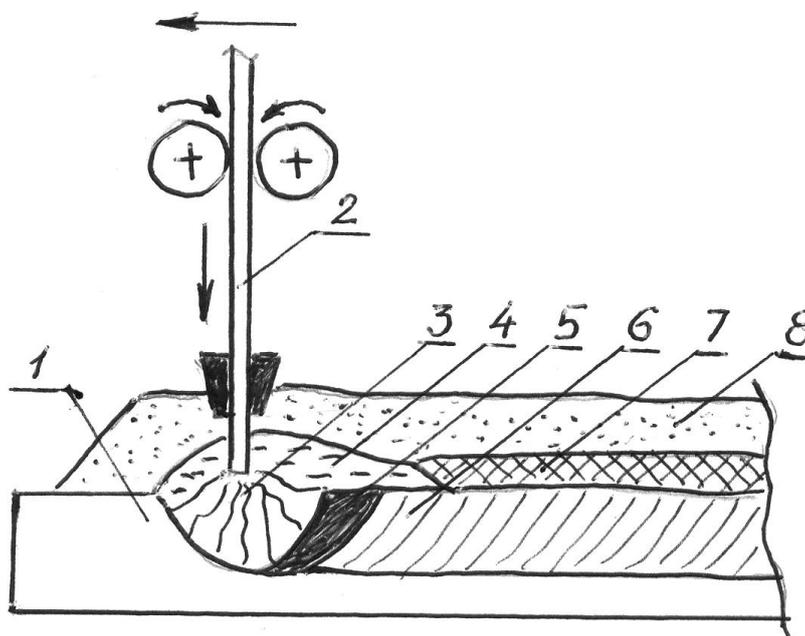


Рисунок 1.17 – Схема газовой наплавки с присадкой

Автоматическая сварка, наплавка. При этом способе детали задвигаются на специальных установках проволокой сплошного сечения под флюсом или под защитным газом. Установка комплектуется сварочной головкой, также в нее входит устройство, в котором закрепляется деталь, источник питания и пульт управления (рис. 1.18).

Флюс защищает сварочную ванну, стабилизирует дугу, а также раскисляет или легирует металл, обеспечивая высокое качество шва. Процесс происходит так, деталь закрепляется, насыпается флюс, задаются нужные параметры наплавки. Мундштук головки вращаясь наплавляет по заданным параметрам. Процесс происходит стабильно, скорость регулируется плавно.

Наплавка производится на детали, изготовленные из сталей без предварительного подогрева металла. Самый производительный способ восстановления. Применение ограничено из-за того, что флюс изменяет химический состав шва, а это не всегда нужно. Трудоемко нанести флюс равномерно, из-за этого может получиться не равномерная защита, некачественный шов. Нужно дорогостоящее оборудование. Целесообразно использовать при большом количестве деталей, большой программой выпуска [1].



1 – деталь; 2 – электродная проволока; 3 – дуга; 4 – шлаковая ванна; 5 – металлический расплав; 6 – сварной шов; 7 – шлаковая корка; 8 – флюс.

Рисунок 1.18 - Схема автоматической наплавки

Механизированная сварка, наплавка плавящимся электродом (проволокой) в среде защитного газа. Сущность процесса состоит в том, что металл клина наплавляется проволокой в среде защитного газа. Дуга горит между основным металлом детали и электродом – наплавочным материалом. Подача проволоки автоматическая. В качестве газа выступает аргон. Хотя

чаще всего используют смесь с кислородом или углекислым газом. Это делается для стабилизации горения дуги (рис. 1.19).

При восстановлении наплавкой порошковой проволокой ванну защищают газообразующие вещества, наполнитель для самозащиты содержащиеся в проволоке. Для питания требуются однопостовые преобразователи или выпрямители. Проволока сплошного сечения дает большее проплавление, что нежелательно при восстановлении. Самозащитная (порошковая) же наоборот дает малое проплавление и качественный шов. Так же нужно тщательно выбирать состав газа. [6].

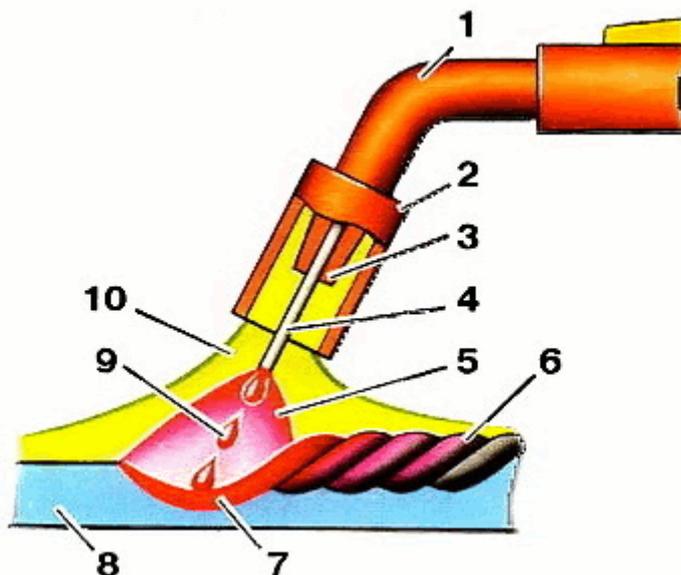


Рисунок 1.19 – Схема наплавки плавящимся электродом в среде газа

Основные элементы:

1. Горелка
2. Сопло
3. Токопроводящий наконечник
4. Электродная проволока
5. Сварочная дуга
6. Сварной шов
7. Сварочная ванна

8. Основной металл

9. Капли электродного металла

10. Газовая защита

Проанализировав вышеизложенные способы восстановления задвижек была выбрана аргонодуговая наплавка [1].

Преимуществами аргонодуговой наплавки перед другими способами выступают: безопасность (невозможно воспламенение кислорода и, следовательно, понижается пожароопасность), универсальность (делает доступной работу с различными видами металла без образования оксидов), отсутствие шлаков, так как не используется флюсы и другие покрытия электродов (необходимость в зачистке шва отпадает) экономичность (аргон расходуется медленнее дорогостоящего гелия или других газов, используемых при сварке, что позволяет сократить расходы в сравнении с другими материалами), простота (не требует длительных приготовлений и дополнительных затрат), надежная изоляция от окружающей среды, повышение качества и отсутствие нарушений кристаллической решетки в соединенной поверхности, показательная тепловая мощность дугового разряда, что положительно сказывается на качестве и скорости сварки [6].

1.6 Задачи проекта

По результатам анализа способов восстановления задвижек был выбран аргонодуговой способ. На основании анализа о высоте наплавленного слоя был сделан вывод о целесообразности применения аргонодугового способа наплавки. Проанализировав состояния вопроса можно сформулировать задачи, решение которых позволит достигнуть цели проекта:

1. Выбрать оборудование и материалы для наплавки
2. Рассчитать параметры режимов наплавки
3. Разработать технологию восстановления задвижки магистрального трубопровода
4. Экономически обосновать эффективность проекта

2 Выбор оборудования для наплавки уплотняющей поверхности клина.

2.1 Оборудование для наплавки

Для наплавки нужны устройства дающие постоянный ток. Сейчас выбор аппаратов огромен, промышленность выпускает большое количество различных устройств и установок. В качестве источника питания была выбрана установка BRIMA TIG 200P AC/DC. Выбор пал из-за невысокой стоимости и набор требуемых характеристик, которые имеются у установки.

BRIMA TIG 200P AC/DC универсальная инверторная установка для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом таких материалов, как сталь, алюминий, сплавы титана и т.д. Аппарат имеет широкий диапазон регулирования тока, а также параметры газа до сварки, такие как продувка газом до и после сварки, время спада тока и другие параметры.

Имеется форсаж дуги. Можно варить как тонкие металлы, так и толстостенные. Форсаж дуги дает то, что электрод не прилипает к изделию, находясь на очень близком расстоянии. Спадом тока можно регулировать время снижения тока, до полной остановки. В комплекте идет горелка с воздушным охлаждением, клеммы и техническая документация аппарата.

Установка имеет хороший КПД около 85% Характеристика представлена в табл. 2.1. [16].

Таблица 2.1 - Техническая характеристика инверторной установки BRIMA TIG 200P AC/DC [16].

Характеристика	Значение
Напряжение питающей сети, В	220
Частота питающей сети, Гц	50/60
Потребляемая мощность, кВт	3,9
Диапазон регулирования сварочного тока, А	10–200

Продолжение таблицы 2.1

ПВ, %	60
Напряжение холостого хода, В	56
Способ возбуждения дуги	Высокочастотный
Максимальная толщина свариваемого металла на переменном токе, мм	10
КПД, %	85
Габаритные размеры, мм	490x330x320
Вес, кг	20

Для процесса наплавки нужен неплавящийся электрод, отвечающий требованиям нашего процесса восстановления. Для наплавки стали выпускается множество различных электродов как отечественных, так и зарубежных. Широко применяют прутки из вольфрама. Использование вольфрамовых электродов обусловлено тем, что этот металл тугоплавкий и способный выдержать высокие температуры и при этом не расплавиться. Производство электродов идет из чистого вольфрама, но возможны и различные добавки, для повышения качества и стабильности горячей дуги.

Марки этих электродов обозначают процентное содержание различных примесей и добавок. Расход зависит от типа сварки и диаметра электрода. Во время процесса расход мал, из-за экономичности вольфрама и его свойств. Для сварки стали был выбран электрод марки WL-20 с синей маркировкой. Он является универсальным электродом для сварки всех типов стали и сплавов. Обозначение этого электрода несет собой следующую информацию: W – это первая буква в маркировке. Она обозначает, что электрод вольфрамовый. Вторая буква L – это оксид лантана. Цифра 20 – это 2% содержания добавки, а именно в нашем случае – лантана.

Такие прутки долговечны, по сравнению с другими. Они практически не загрязняют сварной шов. Добавка распределена по всей длине такого

электрода, что позволяет длительное время не подвергать его заточке. А это, в свою очередь, важное преимущество при сварке или, в нашем случае наплавки, на постоянном токе от предложенного источника питания [6].

Основными показателями является легкий запуск дуги как первоначальный, так и последующие. Дуга устойчивая, даже при появлении каких-либо возмущений.

Вероятность прожога при сварке очень мала. Даже при совершении каких-либо ошибок или не соблюдения требования нашего процесса. Добавка повышает износостойкость в 1,5-2 раза по сравнению с электродом, изготовленным из чистого вольфрама без примесей и добавок. Увеличивается максимальный ток.

Чтобы защитить наше сварное соединение нужна какая-то защита. В нашем случае защитой будет выступать защитный газ – аргон. Можно использовать и смесь газов, но для нашего предложенного процесса это будет экономически не целесообразно.

Аргон легкий газ. Он не имеет ни цвет, ни запаха, ни вкуса. Добывают его из воздуха, поэтому, можно сказать, что этот источник неисчерпаемый. У этого газа есть три сорта. Высший, первый и второй. Отличие в его процентном содержании. Хранится газ в баллонах под давлением. Для нашего процесса был выбран аргон высшего сорта по ГОСТ 10157-2016 [14]. По физико-химическим показателям газообразный и жидкий аргон должен соответствовать нормам, указанным в таблице 2.2

Таблица 2.2 - Техническая характеристика аргона [14].

Наименование показателя	Норма	
	Высший сорт	Первый сорт
1 Объемная доля аргона, %, не менее	99,993	99,987
2 Объемная доля кислорода, %, не более	0,0007	0,002
3 Объемная доля азота, %, не более	0,005	0,01

Продолжение таблицы 2.2

4 Объемная доля водяных паров, %, не более, что соответствует температуре насыщения аргона водяными парами при давлении 101,3 кПа (760 мм рт.ст.), °С, не выше	0,0009 Минус 61	0,001 Минус 58
5 Объемная доля суммы углеродсодержащих соединений в пересчете на CO ₂ , %, не более	0,0005	0,001

Для подачи аргона и поддержания нужного давления при процессе наплавки нужно какое-то устройство. Этим устройством выступает аргоновый регулятор, который подсоединяется к баллону с газом. Регулятор – устройство для регулирования давления и его понижения. Такое устройство можно отнести к типу регулирующей арматуры. Для нашего процесса восстановления был выбран малогабаритный аргоновый регулятор с ротаметром AP-40-KP1-M-P1 "Сварог" 00000091546, который предназначен для понижения и регулирования давления аргона, поступающего из баллона, а также автоматического поддержания рабочего расхода газа.

Так же предпочтение этому регулятору была отдано в связи с его невысокой ценой, что нам экономически выгодно. Выполнен по осевой схеме, за счет чего обладает компактными размерами при сохранении всех рабочих параметров на уровне крупногабаритных регуляторов. Регулятор имеет манометр высокого давления и поплавковый расходомер, для расхода газа. Вентиль на расходомере обеспечивает регулировку расхода газа.

Для выполнения наплавочных работ мало одного неплавящегося электрода нужна присадка. Исходя из состава металла клина задвижки была выбрана присадка для наплавки. В таблице 2.3 показан химический состав наплавленного металла клина нашей задвижки.

Таблица 2.3 - Результаты анализа материала клина задвижки

Результаты анализа материалов клина задвижки			
№	Химический элемент сплава наплавки клина задвижки	Содержание элемента в %	Требования содержания элемента в %к стали 20x13 по ГОСТ 5949-45
1	C	0,25	0,16 - 0,25
2	Mn	0,75	0,80
3	Si	0,63	0,80
4	P	0,033	0,035
5	S	0,018	0,25
6	Ni	0,26	0,30
7	Cr	12,8	12,0 -14,0

По химическому составу материал наплавки клина задвижки - сталь 20x13 по ГОСТ 5949-75 [1].

В качестве присадки можно использовать прутки схожие по составу с основным металлом, а именно присадка, сделанная из стали 20X13 или присадки с легирующими добавками. Так как в нашем случае производится качественный ремонт, присадку нужно выбирать с составом, обеспечивающими хорошие эксплуатационные свойства.

Исходя из этого выбор был сделан в пользу стеллитов. Стеллиты – это прутки для наплавки на основе кобальта, никеля или железа. Для восстановления применяют в основном прутки на основе кобальта. Они лучше других поддаются обработке, менее склоны к трещинам, чем другие стеллиты. Но и применение других присадок не исключение. Изготавливают в виде литых прутков со шлифованной или необработанной поверхностью. Диаметры прутков видоизменяется от 3 и более мм.

Длина так же разные от 200 до 500 и более мм. Важные свойства этих прутков – это сохранение прочности, твердости при значительно высоких температурах. Стойкость к коррозии очень высока, что для деталей задвижки, работающей с нефтью главный определяющий фактор. Так же

трение металл о металл без смазки они выдерживают очень длительно и без износа.

Для качественной наплавки стеллит должен соответствовать химическому составу по ГОСТу. Нормы указаны в табл.2.4.

Таблица 2.4 Химический состав присадок типа стеллит [17].

Марки	Химический состав, % по массе					
	Основные элементы					
	Основа	Углерод	Хром	Кремний	Марганец	Никель
Пр-С27	Железо	3,3-4,5	25,0-28,0	1,0-2,0	1,0-1,5	1,5- 2,0
Пр-ВЗК	Кобальт	1,0-1,3	28,0-32,0	2,0-2,7	-	0,5-2,0
Пр-ВЗК-Р	То же	1,6-2,0	28,0-32,0	1,2-1,5	0,3-0,6	0,1-2,0

Продолжение таблицы 2.4 [17]

Марки	Химический состав, % по массе					
	Основные элементы			Примеси, не более		
	Вольфрам	Молибден	Сурьма	Сера	Фосфор	Железо
Пр-С27	0,2-0,4	0,08-0,15	-	0,07	0,06	-
Пр-ВЗК	4,0-5,0	-	-	0,07	0,03	2,0
Пр-ВЗК-Р	7,0-11,0	-	0,02-0,1	0,07	0,03	3,0

2.2 Расчет параметра режимов наплавки

Для уменьшения проплавления требуется обеспечить режим, отвечающий требованиям. Требования при нашем процессе – не высокая глубина проплавления. Процесс восстановления – наплавка уплотняющих поверхностей клина задвижки. Клинь представляет собой два диска

диаметром 150 мм и толщиной 40 мм. Для начала нужно определить износ. Делается это путем дефектации и замеров. Поэтому:

1. Определяем износ клина задвижки

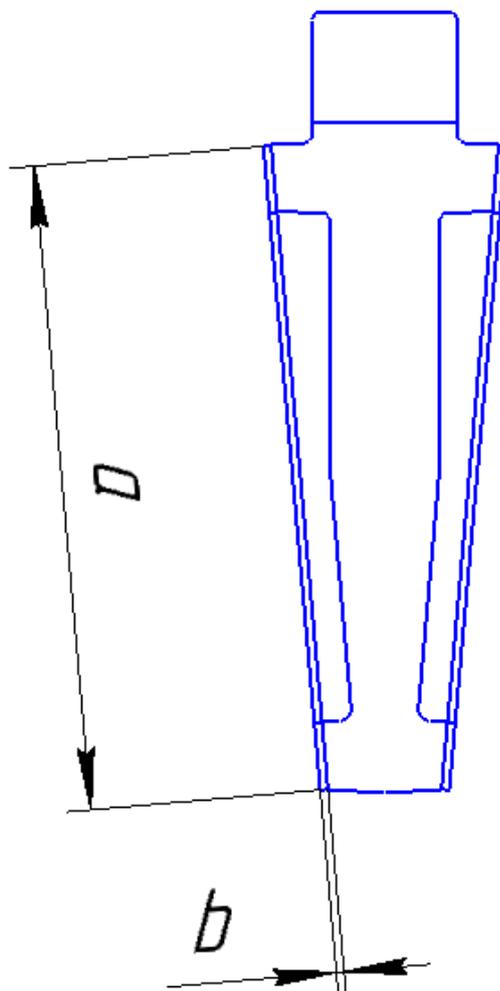


Рисунок 2.1 Эскиз изношенного клина задвижки

$a = 150$ мм – длина рабочей поверхности;

$b = 2$ мм – степень износа.

Тогда площадь изношенной поверхности составляет $S_{\text{износа}} = 2 \times 150 = 450$ мм²

Ширина изношенной уплотняющей поверхности $b = 40$ мм.

Наплавка износостойкой поверхности производится $W^- - C_T^+$ в Ar присадочным материалом марки ВЗК стеллит $d = 3$ мм.

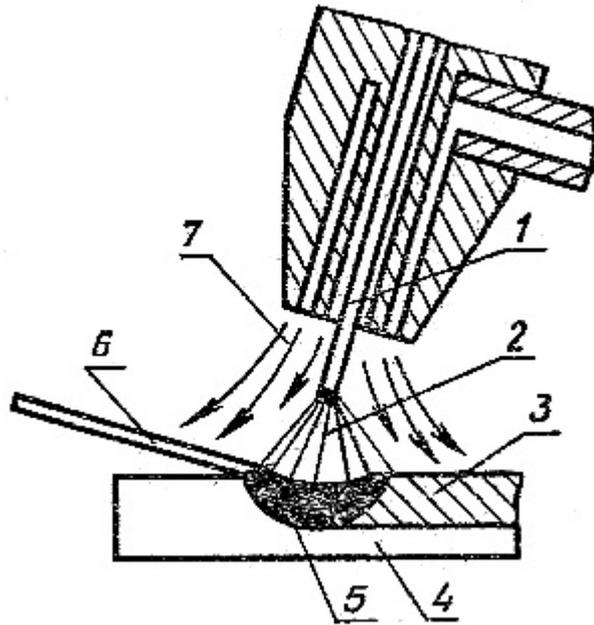


Рисунок 2.2 – Схема наплавки в аргоне

Основные элементы:

- 1.Неплавящийся вольфрамовый электрод
2. Сварочная дуга
3. Наплавленный металл
- 4.Основной металл
- 5.Ванна расплавленного металла
6. Присадочный пруток
- 7.Защитный газ аргон

$$\text{Сечение прутка ВЗК стеллит } S = \pi d^2 / 4 = 6,75 \text{ мм}^2$$

Высота наплавленного слоя $h = h_1 + \Delta h = 6 \text{ мм}$. Даем припуск на механическую обработку $\Delta h = 4 \text{ мм}$ (2 мм до наплавки и 2 мм после)

$$\text{Ширина валика } c = (2 \div 4) d_{\text{пр}} = 3 \times 3 = 9 \text{ мм}$$

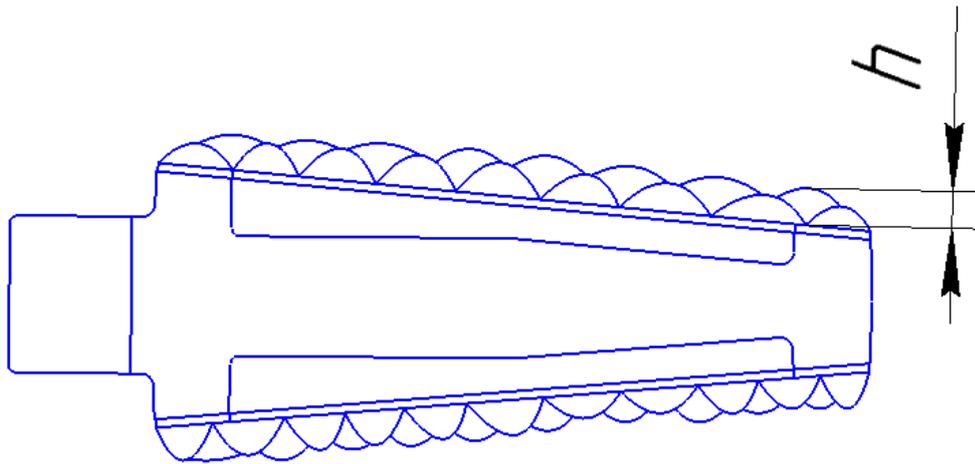


Рисунок 2.3 - Эскиз наплавленного клина

Режим наплавки выбирается исходя из плотности тока на вольфрамовом электроде при I – прямой полярности. Известно, что $j_w = 12-90 \text{ А/мм}^2$ допускается в горелках с водяным охлаждением. Для неизменного горения дуги $I_w = 100 \text{ А}$. При сварке $W^- - Ст^+$ в Аг статическая ВАХ дуги имеет вид как показано на рисунке 2.4



Рисунок 2.4 – Вольт-амперная характеристика дуги

Тогда $U_{\text{дуги}}$ определяем по рисунку 2.4. $U_{\text{дуги}} = 10-20$ В при изменении длины дуги от 1 мм до 10мм (далее обрыв). Учитывая, что $I_{\text{дуги}}$ при сварке с присадкой должна быть равна 6 мм, то $U_{\text{дуги}} = 13-14$ В.

Чтобы исключить возмущение системы "У-Д" по $I_{\text{дуги}}$, выбираем внешнюю ВАХ – крутопадающую (рис 2.5). Тогда при $\Delta I = 0$ колебания $I_{\text{дуги}}$ у сварщика равны нулю. Расход Ar при сварке $W^- - Ст^+$ выбирается равным 7-8 л/мин.

Исходя из расчетов, следует что:

$I_{\text{д}} = 100$ А – сила сварочного тока при наплавке;

$U_{\text{д}} = 22$ В – напряжение дуги;

$Q_{\text{Ar}} = 8$ л\мин – расход аргона при процессе;

$d_{\text{пр}} = 3$ мм – диаметр присадки;

$d_{\text{э}} = 3$ мм – диаметр электрода из вольфрама;

число слоев наплавленного металла = 3;

число проходов = 8;

$h = 6$ мм – высота наплавки;

$\Delta h = 2$ мм - на мех. обработку.

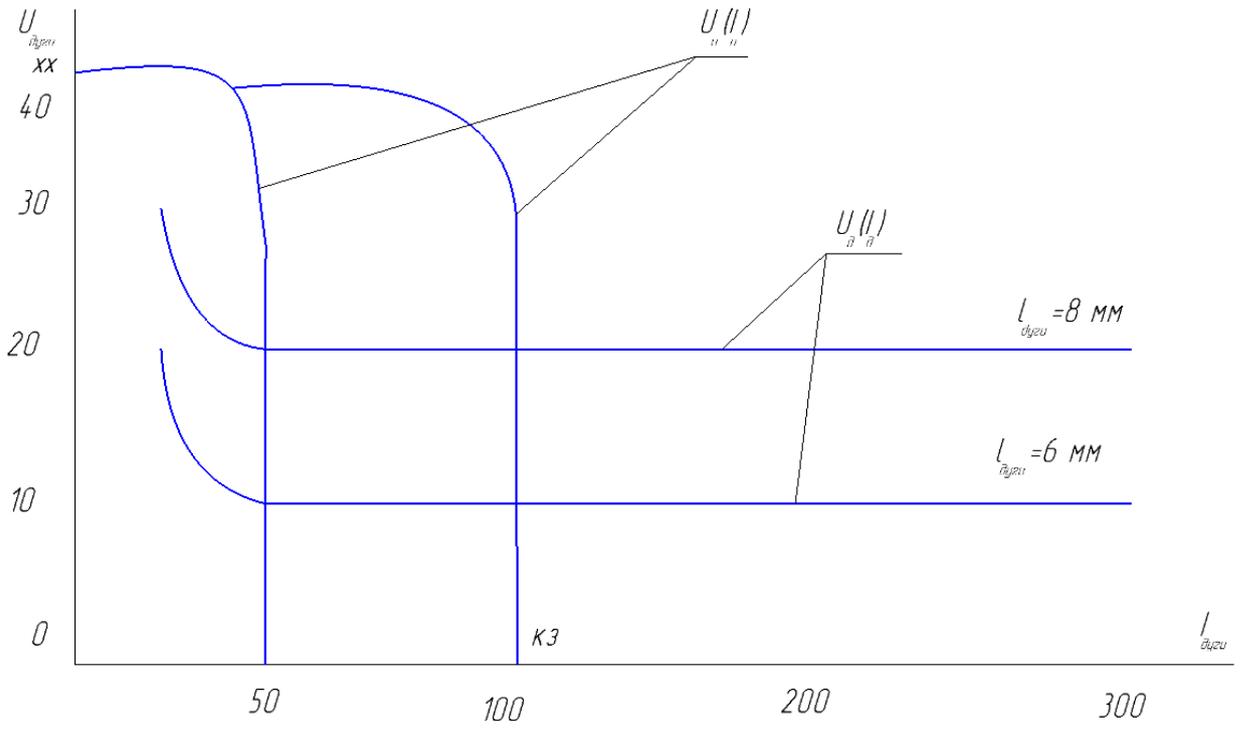


Рисунок 2.5 – Внешняя вольт-амперная характеристика

3 Технология восстановления клина задвижки 30с41нж

Технология восстановления подразумевает под собой алгоритм операций при выполнении которых достигается нужный результат, а именно отремонтированный клин арматуры. При базовом процессе операции такие же, как и в проектном, за исключением способа наплавки. При базовом способе поверхность наплавляется при помощи покрытых электродов. При таком способе каждый проход требуется зачищать кордщеткой от шлака, что очень затягивает процесс.

И так рассмотрим основные операции технологического процесса.

3.1 Разборка арматуры

Перед разборкой следует убрать пыль и загрязнения с оборудования при помощи щетки и ветоши. Далее следует установить арматуру в тиски в вертикальном положении и зажать ее. Ослабить и отвинтить гайки на болтах, вывести болты из отверстий или пазов нажимной планки сальника (рис. 3.1) [18].



Рисунок 3.1 – Откручивание гаек нажимной планки

Поднять грундбоксу и втулку сальника вверх и извлечь набивку сальника (рис. 3.2) [18].



Рисунок 3.2 – Поднятие гранбуксы

Потом приподнять клин для исключения заклинивания, вращая шпindel задвижки маховиком (рис. 3.3) [18].



Рисунок 3.3 – Поднятие клина

Далее отвинчиваются гайки крепления крышки к корпусу. С помощью набора головок и динамометрического ключа откручиваются гайки крепления крышки (рис. 3.4) [18].



Рисунок 3.4 – Откручивание гаек крышки

После раскрыть разъем крышки и корпуса с помощью малого монтажного лома. Установить маркером (лентой) метки на крышке и корпусе. Поднять крышку вверх и уложить на верстак (рис. 3.5) [18].



Рисунок 3.5 – Поднятие крышки с клином

На шпильки надеть предохранительные колпачки. Установить метки на клине, для фиксирования его положения в корпусе задвижки. Снять клин со шпинделя (рис. 3.6) [18].

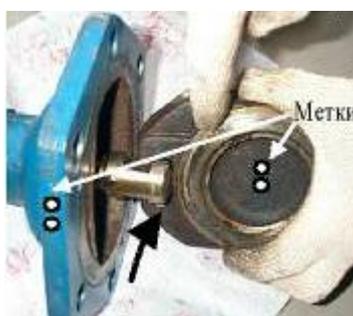


Рисунок 3.6 – Снятие клина со шпинделя

После разборки следует проверить арматуру на наличие дефектов, установить степень износа уплотнительных поверхностей. [18].

3.2 Промывка клина

Чтобы проверить клин на наличие дефектов необходимо его отмыть от нефтяных продуктов, оставшихся в процессе эксплуатации. Требуется тщательно очистить его от грязи и ржавчины. Промывка клина осуществляется в промывочной установке АМ500 ЭКО. Сначала клин моется в горячем 10%-ном растворе каустической соды. Температура раствора 80-90 °С. Потом в горячей дистиллированной воде температурой 90°С. После промывки тщательная сушка на сетке или на расстеленной ветоши. Время промывки составляет 25 минут.

3.3 Дефектация арматуры

Дефектация арматуры начинается с визуального контроля. Контроль нужно осуществлять при помощи лупы и штангенциркуля. При контроле следует установить величину износа клина, выявить дефекты на уплотняющей поверхности [18].

На уплотнительных поверхностях седла допускаются поверхностные одиночные округлые несплошности максимальным размером до 1 мм в количестве 3 штуки на протяженности 100 мм по длине окружности седла или в количестве 5 штук на всей рабочей поверхности седла [1].

На поверхности клина допускаются поверхностные одиночные округлые несплошности максимальным размером до 1 мм в количестве 3 штуки на протяженности 100 мм по длине окружности седла или в количестве 9 штук на всей рабочей поверхности седла [1].

Осмотрев поверхности, можно установить износ и определить выбоины и несплошности. Критический износ уплотняющей поверхности 5 мм [6].

3.4 Механическая обработка.

Перед наплавкой требуется снять 2 мм с уплотнительных поверхностей клина. Поверхность должна быть ровной и не иметь глубоких выбоин и задигов (рис. 3.7). Эту операцию следует проводить на станке ГАКС-Л-1 (СПА). Станок предназначен для обработки как до наплавки, так и после нее. Также на нем можно выполнить процесс притирки.



Рисунок 3.7 – клин, подготовленный к наплавке

3.5 Аргодуговая наплавка уплотнительной поверхности клина.

Прежде чем выполнять процесс восстановления требуется нагреть деталь. Для того, чтобы нагреть клин, до нужной температуры, можно воспользоваться газовой горелкой. Но при таком способе получить равномерный нагрев невозможно. Поэтому нагревают клин в печи ML 20/1150°C. Нагрев осуществляют до температуры около 450°C. После нагрева проводят процесс наплавки. Наплавка производится поочередно с двух сторон клина. Для наплавки используется источник BRIMA TIG 200P AC/DC. Аргодуговую наплавку необходимо производить на постоянном токе прямой полярности [1]. Все необходимое оборудование было выбрано в пункте 2.1, а режимы процесса определены в пункте 2.2.

Процесс проводят только в нижнем положении. Не соблюдение этого требования повлечет за собой образование некачественных швов.

Нужно упомянуть про заточку электрода. Ведь без неправильной заточки не получится нужного валика, и невозможно добиться нужной глубины проплава. Рабочую часть электрода следует заточить под 45° на длину, равной от трех диаметров прутка вольфрама. Из сопла горелки электрод следует выставить на длину около 5-6 мм. Измерив нужную длину можно с помощью штангенциркуля. Наплавлять следует с радиальным направлением. Перекрывать друг друга валики должны на половину своей ширины (рис. 3.8) [1].



Рисунок 3.8 – Наплавленный клин арматуры

3.6 Термообработка клина

После наплавки клин можно накрыть асбестом и оставить на воздухе, но при таком способе охлаждения не получить требуемого результата. Могут появиться трещины, что крайне недопустимо. Поэтому термообработку нужно проводить в муфельной печи ML 20/1150°C. Для уменьшения внутренних напряжений произведем отжиг. Следует нагреть наплавленный клин до температуры около 600-700°C. Процесс производить в течении 2-2,5 часов, при указанных температурах. Охлаждать следует с печью (рис.3.9) [6].



Рисунок 3.9 – Муфельная печь ML 20 / 1150°C

3.7 Механическая обработка.

После того, как деталь остыла нужно произвести механическую обработку. Она производится на универсальном комплексном станке ГАКС-Л-1 (СПА). Точить 2 мм с наплавленной поверхности клина. После производится притирка на этом же станке ГАКС-Л-1 (СПА). Притирка выполняется шлифовальным диском, после производится доводка алмазной пастой (рис. 3.10) [18].



Рисунок 3.10 – Притирка клина

Увеличение скорости притира до 3 м/с дает прирост производительности. При механической доводке плоских и цилиндрических наружных поверхностей оптимальные скорости вращения притира составляют для предварительной доводки 15—20 м/с и для окончательной — 4 м/с. Скорость возвратно-поступательного движения деталей составляет 0,2—0,4 скорости вращения притира (рис. 3.11) [18].



Рисунок 3.11 - Качественно притертый клин

3.8 Сборка арматуры

Сборку арматуры следует производить в обратном порядке. Следует установить клин на головку шпинделя, ориентируя его по меткам, поставленным при разборке. Снять надетые ранее защитные колпачки со шпилек. Установить собранную крышку (со шпинделем и клином) в корпус, ориентируя ее по меткам, поставленным при разборке. Затянуть гайки «крест на крест» с помощью динамометрического ключа с моментом затяжки 16

кгсм. Установить грундбусу и втулку сальника. Вставить болты в нажимную планку и затянуть гайки [18].

3.9 Испытание арматуры давлением

Для того чтобы проверить герметичность проведем гидроиспытания на специальном станке. Гидроиспытания восстановленной арматуры производятся на стенде ГАКС-И-1-10/600С (рис. 3.12) [18].



Рисунок 3.12 – Стенд для проверки задвижек

Следует установить задвижку на стенд, проверить водой давлением 1,6 Мпа. Источник давления специальный насос, входящий в состав стенда. На таком стенде можно увидеть визуально капли воды в местах протечек. Не допустим пропуск воды затвором при давлении 1,6 Мпа [18].

4 Экономическое эффективность проекта

В данном проекте предложенный способ ремонта задвижки сравнивается с базовым способом восстановления задвижек ручной дуговой наплавкой. Также нужно сравнить стоимость ремонта со стоимостью новой арматуры.

Для расчетов нужно привести краткие данные двух, рассматриваемых способов наплавки (табл.4.1) [11].

Таблица 4.1 - Краткая характеристика сравниваемых вариантов [11];

Базовый вариант	Проектный вариант
РДН. Наплавка выполняется штучными электродами. Наплавленный металл шва образуется за счет материала электрода и расплавления основного металла в зоне действия дуги. Требуется зачищать кордщеткой каждый проход от образовавшегося шлака. Также низкое качество наплавленного металла по причине слабой защиты сварочной ванны. Скорость процесса намного меньше по сравнению с аргонодуговой наплавкой. Прерывность процесса из-за замены электрода, перегрева источника питания очень сильно сказывается на скорости всего процесса наплавки.	РАДН. Процесс наплавки в среде защитного газа выполняется при помощи горелки, с вольфрамовым электродом, и сопла, из которого подается защитный газ. Пруток стеллит ВЗК по химическому составу намного лучше электрода УОНИ-13/НЖ и обеспечивает качественный слой при наплавке. Газовая защита лучше покрытия электродов. Преимущества аргонодуговой наплавки: высокая производительность, стабильный процесс сварки (наплавки), нет нужды в зачистке шва. Меньший расход газа по сравнению с другими способами.

Исходные данные по проекту представлены в таблице 4.2 [11].

Таблица 4.2 – Исходные данные по проекту*

№ п/п	Наименование показателей	Условное обозначение	Единица измерения	Варианты	
				Базовый	Проектный
1	Цена 1 кг: - электродов УОНИ-13/НЖ - присадки стеллит ВЗК - электрод WL-20 (1 шт.)	Ц _{эл}	□/кг	600	800 130

Продолжение таблицы 4.2

2	Коэф. транспортно-заготовительных расходов	$K_{ТЗ}$	-	1,05	1,05
3	Часовая тарифная ставка (6-й разряд)	$C_{ч}$	□/час	65	65
4	Коэффициент доплат к основной заработной плате	$K_{д}$	-	1,88	1,88
5	Процент отчислений на дополнительную заработную плату	-	%	12	12
6	Коэффициент отчислений на социальные нужды	$K_{сн}$	%	34	34
7	Балансовая стоимость оборудования	$C_{об}$	□	38700	35500 1000
8	Норма амортизационных отчислений на оборудование	$H_{а}$	%	18	18
9	Мощность установки	$M_{у}$	кВт	9,4	17
10	Коэффициент полезного действия установки	КПД	-	0,7	0,85
11	Стоимость электроэнергии	$C_{э-э}$	кВт	2,5	2,5
12	Удельный расход защитного газа	$У_{зг}$	Литр/мин	-	12
13	Стоимость защитного газа: Аргон	$C_{зг}$	□/м ³	-	60
14	Цена используемого инструмента	$C_{инстр}$	□	500	0
15	Площадь, занимаемая оборудованием	S	м ²	2,5	2,5
16	Норма амортизационных отчислений на площадь	$H_{апл}$	%	5	5
17	Коэффициент учитыв. затраты на монтаж (демонтаж оборудования)	$K_{монт}$	-	1,2	1,2
18	Стоимость приспособлений	$C_{присп}$	□	0	0
19	Коэф. цеховых расходов	$K_{цех}$	-	2,50	2,50
20	Нормативный коэффициент эконом. эффект-ти доп. капитальных вложений	$E_{н}$	-	0,33	0,33

Продолжение таблицы 4.2

21	Годовая программа выпуска	N _{пр}	шт	1	1
----	---------------------------	-----------------	----	---	---

* - цена по состоянию на 2018 г.

Расчет штучного времени:

Базовый вариант:

$$t_{шт} = t_{n-з} + t_0 + t_в + t_{отл} + t_{обсл} + t_{н.п} = 3,25 + 65 + 13 + 3,25 + 5,2 + 5 = 94 \text{ мин [11]}.$$

Проектный вариант:

$$t_{шт} = t_{n-з} + t_0 + t_в + t_{отл} + t_{обсл} + t_{н.п} = 3,6 + 72 + 0 + 3,6 + 5,76 + 0 = 84 \text{ мин [11]}.$$

Базовый вариант:

$$t_0 = \frac{60 * M_{напл.мет} * L_{ш}}{I_{св.} * \alpha_{напл}} = \frac{60 * 490 * 3,2}{160 * 9} = 65 \text{ мин [11]};$$

$$t_{n-з} = 0,05 * t_0 = 0,05 * 65 = 3,25 \text{ мин};$$

$$t_в = 0,2 * t_0 = 0,2 * 65 = 13 \text{ мин (время на зачистку шва)};$$

$$t_{отл} = t_0 * 0,05 = 65 * 0,05 = 3,25 \text{ мин};$$

$$t_{обсл} = 0,08 * t_0 = 0,08 * 65 = 5,2 \text{ мин};$$

$$t_{н.п} = 5 \text{ мин};$$

Проектный вариант:

$$t_0 = \frac{60 * M_{напл.мет} * L_{ш}}{I_{св.} * \alpha_{напл}} = \frac{60 * 340 * 3,2}{100 * 9} = 72 \text{ мин [11]};$$

$$t_{n-з} = 0,05 * t_0 = 0,05 * 72 = 3,6 \text{ мин};$$

$$t_в = 0 \text{ (время на зачистку шва не требуется)};$$

$$t_{отл} = t_0 * 0,05 = 72 * 0,05 = 3,6 \text{ мин};$$

$$t_{обсл} = 0,08 * t_0 = 0,08 * 72 = 5,76 \text{ мин};$$

$$t_{н.п} = 0 \text{ мин};$$

Масса металла [11]:

Базовый вариант:

$$M_{напл.мет} = \rho \cdot F_H \cdot 10^{-3} = 7,8 \cdot 64 \cdot 10^{-3} = 0,49 \text{ кг/м [11]},$$

Проектный вариант:

$$M_{напл.мет} = \rho \cdot F_H \cdot 10^{-3} = 0,34 \text{ кг/м [11]}.$$

Площадь поперечного сечения:[11]:

Базовый вариант:

Так как уплотнительных поверхностей две, то:

$$F_H = F_1 + F_2 = 32 + 32 = 64 \text{ мм}^2;$$

Где $F_1 = 2 \times 16 = 32$ мм

Проектный вариант:

$$F_H = F_1 + F_2 = 24 + 24 = 44 \text{ мм}^2;$$

Где $F_1 = 2 \times 12 = 24$ мм

Длина швов:

Базовый и проектный вариант:

$$L_{ш} = \pi D \cdot n = 3,14 \cdot 150 \cdot 7 = 3297 \text{ мм} = 3,2 \text{ м};$$

Штучное время отражено в таблице 4.3

Таблица 4.3 – Штучное время

Вариант	$t_{п-з}$	t_0	t_B	$t_{отл.}$	$t_{обсл.}$	$t_{н.п.}$	$t_{шт}$
Базовый	3,25	65	13	3,25	5,2	5	94
Проектный	3,6	72	0	3,6	5,76	0	84

Капитальные вложения [11]:

Базовый вариант:

$$K_{общ} = K_{пр} + K_{соп} = 15,48 + 0 = 15,48 \text{ руб. [11]};$$

Проектный вариант:

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{соп}} = 10,95 + 15040 = 15050,95 \text{ руб. [11];}$$

Базовый вариант:

$$K_{\text{пр}} = \sum C_{\text{об}} \cdot k_3 = 38700 \cdot 0,0004 = 15,48 \text{ руб. [11];}$$

Проектный вариант:

$$K_{\text{пр}} = \sum C_{\text{об}} \cdot k_3 = 36500 \cdot 0,0003 = 10,95 \text{ руб. [11];}$$

$C_{\text{об}}$ для базового варианта – 38700 рублей, для проектного – 35500+1000=36500 рублей.

k_3 –

Количество оборудования, необходимого для выполнения ремонта:

Базовый вариант:

$$n_{\text{об.расчетн}} = \frac{N_{\text{пр}} \cdot t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} \cdot 60} = \frac{1 \cdot 94}{3654 \cdot 60} = 0,0004 ; [11];$$

Проектный вариант:

$$n_{\text{об.расчетн}} = \frac{N_{\text{пр}} \cdot t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} \cdot 60} = \frac{1 \cdot 82}{3654 \cdot 60} = 0,0003 ; [11];$$

Эффективный фонд:

Базовый и проектный варианты:

$$\begin{aligned} \Phi_{\text{эф.}} &= (D_{\text{раб.}} \cdot T_{\text{см.}} - D_{\text{пред.}} \cdot T_{\text{сокр.}}) \cdot S \cdot (1 - k_{\text{р.п.}}) = [11]; \\ &= (50 \cdot 8 - 8 \cdot 7) \cdot 2 \cdot (1 - 0,06) = 3654 \text{ час} \end{aligned}$$

Базовый и проектный варианты: $n_{\text{об.прин}} \approx 1$

Коэффициент загрузки:

Базовый вариант:

$$k_3 = \frac{n_{\text{об.расчетн}}}{n_{\text{об.прин}}} = \frac{0,0004}{1} = 0,0004 ;$$

Проектный вариант:

$$k_3 = \frac{n_{\text{об.расчетн}}}{n_{\text{об.прин}}} = \frac{0,0003}{1} = 0,0003 ;$$

Сопутствующие кап. Вложения для проектного варианта [11]:

$$K_{\text{соп.}} = K_{\text{монт.}} + K_{\text{дем.}} + K_{\text{площ.}} = 7300 + 7740 + 0 = 15040 \quad [11];$$

$$K_{\text{монт.}} = \Sigma(n_{\text{об.}} \cdot \Pi_{\text{об.}} \cdot k_{\text{монт.}}) = 1 \cdot 36500 \cdot 0,2 = 7300$$

где $k_{\text{монт.}}$ – коэффициент монтажа, принимаем = 0,2.

$$K_{\text{дем.}} = \Sigma(n_{\text{об.}} \cdot \Pi_{\text{об.}} \cdot k_{\text{дем.}}) = 1 \cdot 38700 \cdot 0,2 = 7740$$

Затраты на доп. площадь:

$$K_{\text{площ.}} = \left[(S_{\text{площ.}}^{\text{пр.}} - S_{\text{площ.}}^{\text{баз.}}) \cdot \Pi_{\text{площ.}} \cdot k_{\text{д.пл.}} \cdot k_3 \right] = 0$$

так как $\Pi_{\text{площ.}} = 0$.

Удельные капитальные вложения на наше изделие [11]:

Базовый вариант:

$$K_{\text{уд.}}^{\text{баз.}} = \frac{K_{\text{общ.}}^{\text{баз.}}}{N_{\Gamma}} = \frac{15,48}{1} = 15,48 \text{ руб} ;$$

Проектный вариант:

$$K_{\text{уд.}}^{\text{пр.}} = \frac{K_{\text{общ.}}^{\text{пр.}}}{N_{\Gamma}} = \frac{15050,95}{1} = 15050,95 \text{ руб}$$

$$K_{\text{доп.}} = K_{\text{общ.}}^{\text{пр.}} - K_{\text{общ.}}^{\text{баз.}} = 15050,95 - 15,48 = 15035,47 \text{ руб.} [11];$$

Затраты на материалы:

Базовый вариант:

$$3M = 3M_{\text{осн.}} + 3M_{\text{техн.}} + 3M_{\text{всп.}} = 0 + 1620 = 1620 \text{ руб} \quad [11];$$

Проектный вариант:

$$3M = 3M_{\text{осн.}} + 3M_{\text{техн.}} + 3M_{\text{всп.}} = 0 + 994,58 + 130 = 1124,58 \text{ руб} ;$$

Затраты на материалы процесса наплавки [11]:

Базовый вариант:

$$3M_{\text{св.}} = 3_{\text{эл.}}(\text{пр.}) = 1620 \text{ руб} [11];$$

Проектный вариант:

$$ЗМ_{\text{св.}} = З_{\text{св.пров.}} + З_{\text{з.г.}} = 960 + 34,584 = 994,58 \text{ руб}$$

Базовый вариант:

$$ЗМ_{\text{эл.(пр.)}} = Н_{\text{эл.(пр.)}} \cdot Ц_{\text{эл.(пр.)}} = 2,7 \cdot 600 = 1620 \text{ руб};$$

Проектный вариант:

$$ЗМ_{\text{эл.(пр.)}} = Н_{\text{эл.(пр.)}} \cdot Ц_{\text{эл.(пр.)}} = 1,2 \cdot 800 = 960 \text{ руб};$$

Базовый вариант:

$$Н_{\text{эл.(пр.)}} = У \cdot L_{\text{ш(в)}} = 0,833 \cdot 3,2 = 2,7 \text{ кг};$$

Проектный вариант:

$$Н_{\text{эл.(пр.)}} = У \cdot L_{\text{ш(в)}} = 0,374 \cdot 3,2 = 1,2 \text{ кг};$$

Базовый вариант:

$$У = k_p \cdot M_{\text{напл.мет.}} = 1,7 \cdot 0,49 = 0,833 \text{ кг/м [11];}$$

Проектный вариант:

$$У = k_p \cdot M_{\text{напл.мет.}} = 1,1 \cdot 0,34 = 0,374 \text{ кг/м [11];}$$

Затраты на аргон найдем по формуле:

$$\text{Для аргона: } З_{\text{з.г.}} = Н_{\text{з.г.}} \cdot Ц_{\text{з.г.}} = 576,4 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 34,584 \text{ руб};$$

Итого: $330,15 + 29,3 = 359,45$ руб.

$Ц_{\text{з.г.}}$ - цена защитного газа, руб./м³ [11].

Норму расхода защитных газов рассчитывают по формуле:

$$Н_{\text{з.г.}} = У_{\text{з.г.}} \cdot L_{\text{ш(в)}} + У_{\text{доп}} = 180 \cdot 3,2 + 0,4 = 576,4 \text{ л};$$

Расхода защитного газа на 1 метр шва [11]:

$$У_{\text{з.г.}} = q_{\text{з.г.}} \cdot t_{01} = 8 \cdot 22,5 = 180 \text{ л/м};$$

$$t_{01} = \frac{t_0}{L_{\text{ш(в)}}} = \frac{72}{3,2} = 22,5 \text{ мин};$$

Дополнительный расход газа:

$$U_{\text{доп.}} = t_{\text{в}}^{\text{п}} \cdot q_{\text{з.г.}} = 0,05 \cdot 8 = 0,4 \text{ л/м};$$

Затраты на электричество:

Базовый вариант:

$$Z_{\text{э-э}} = \frac{P_{\text{об}} \cdot t_0}{\eta \cdot 60} \cdot \text{Ц}_{\text{э-э}} = \frac{3,84 \cdot 65}{0,7 \cdot 60} \cdot 3,3 = 5,94 \text{ руб [11];}$$

Проектный вариант:

$$Z_{\text{э-э}} = \frac{P_{\text{об}} \cdot t_0}{\eta \cdot 60} \cdot \text{Ц}_{\text{э-э}} = \frac{2,2 \cdot 72}{0,85 \cdot 60} \cdot 3,3 = 3,10 \text{ руб [11];}$$

Базовый вариант:

$$P_{\text{об}} = I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} = 160 \cdot 24 = 3840 \text{ Вт} = 3,84 \text{ кВт};$$

Проектный вариант:

$$P_{\text{об}} = I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} = 100 \cdot 22 = 2200 \text{ Вт} = 2,2 \text{ кВт};$$

Затраты на содержание применяемого оборудования:

Базовый вариант:

$$Z_{\text{об}} = A_{\text{об}} + P_{\text{т.р}} = 181 + 0,001 \approx 181 \text{ руб [11];}$$

Проектный вариант:

$$Z_{\text{об}} = A_{\text{об}} + P_{\text{т.р}} = 152,5 + 0,0007 \approx 152,5 \text{ руб};$$

Амортизационные отчисления на станки и т.д.:

Базовый вариант:

$$A_{\text{об}} = \frac{\sum \text{Ц}_{\text{об}} \cdot N_{\text{а}} \cdot t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} \cdot 100 \cdot k_{\text{в.н}}} = \frac{38700 \cdot 20 \cdot 94}{3654 \cdot 100 \cdot 1,1} = 181 \text{ руб [11];}$$

Проектный вариант:

$$A_{\text{об}} = \frac{\sum \text{Ц}_{\text{об}} \cdot N_{\text{а}} \cdot t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} \cdot 100 \cdot k_{\text{в.н}}} = \frac{36500 \cdot 20 \cdot 84}{3654 \cdot 100 \cdot 1,1} = 152,5 \text{ руб [11];}$$

Затраты на ремонт оборудования [11]:

Базовый вариант:

$$P_{\text{т.р}} = \frac{\Sigma C_{\text{об}} \cdot N_{\text{т.р}} \cdot k_3}{\Phi_{\text{эф}} \cdot 100} = \frac{38700 \cdot 24 \cdot 0,0004}{3654 \cdot 100} = 0,001 \text{ руб};$$

Проектный вариант:

$$P_{\text{т.р}} = \frac{\Sigma C_{\text{об}} \cdot N_{\text{т.р}} \cdot k_3}{\Phi_{\text{эф}} \cdot 100} = \frac{36500 \cdot 24 \cdot 0,0003}{3654 \cdot 100} = 0,0007 \text{ руб};$$

Базовый вариант:

$$Z_{\text{инстр.}} = \frac{C_{\text{инстр}} \cdot N_{\text{а инстр}} \cdot t_{\text{шт}}}{100 \cdot T_{\text{инстр}} \cdot \Phi_{\text{эф}} \cdot 60} = \frac{500 \cdot 15 \cdot 94}{100 \cdot 8760 \cdot 3654 \cdot 60} \approx 0 [11];$$

Найдем траты на эксплуатацию площадей:

Базовый вариант:

$$Z_{\text{плоч}} = \frac{S_{\text{плоч}} \cdot C_{\text{плоч}} \cdot N_{\text{а плоч}} \cdot k_{\text{д.пл}} \cdot k_3}{100 \cdot N_{\Gamma}} = \frac{2 \cdot 3500 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 0,0004}{100 \cdot 1} = ;$$

$$= 0,42 \text{ руб}$$

Проектный вариант:

$$Z_{\text{плоч}} = \frac{S_{\text{плоч}} \cdot C_{\text{плоч}} \cdot N_{\text{а плоч}} \cdot k_{\text{д.пл}} \cdot k_3}{100 \cdot N_{\Gamma}} = \frac{2 \cdot 3500 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 0,0003}{100 \cdot 1} = ;$$

$$= 0,315 \text{ руб}$$

Фонд заработной платы:

Базовый вариант:

$$\text{ФЗП} = \text{ЗПЛ}_{\text{осн}} + \text{ЗПЛ}_{\text{доп}} = 189,28 + 22,7 = 211,98 \text{ руб} [11];$$

Проектный вариант:

$$\text{ФЗП} = \text{ЗПЛ}_{\text{осн}} + \text{ЗПЛ}_{\text{доп}} = 166 + 19,92 = 185,92 \text{ руб}.$$

Основная заработная плата определяется по формуле:

Базовый вариант:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{осн}} = C_{\text{ч}} \cdot t_{\text{шт}} \cdot k_{\text{зпл}} = 65 \cdot 1,6 \cdot 1,82 = 189,28 \text{ руб} [...];$$

Проектный вариант:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{осн}} = C_{\text{ч}} \cdot t_{\text{шт}} \cdot k_{\text{зпл}} = 65 \cdot 1,4 \cdot 1,82 = 166 \text{ руб};$$

Дополнительная заработная плата для рабочих [11]:

Базовый вариант:

$$ЗПЛ_{\text{доп}} = \frac{k_{\text{д}}}{100} \cdot ЗПЛ_{\text{осн}} = \frac{12}{100} \cdot 189,28 = 22,7 \text{ руб};$$

Проектный вариант:

$$ЗПЛ_{\text{доп}} = \frac{k_{\text{д}}}{100} \cdot ЗПЛ_{\text{осн}} = \frac{12}{100} \cdot 166 = 19,92 \text{ руб [11];}$$

Отчисления на соц. нужды [11]:

Базовый вариант:

$$O_{\text{с.н}} = \frac{N_{\text{соц}} \cdot \PhiЗП}{100} = \frac{36,6 \cdot 211,98}{100} = 77,5 \text{ руб [11];}$$

Проектный вариант:

$$O_{\text{с.н}} = \frac{N_{\text{соц}} \cdot \PhiЗП}{100} = \frac{36,6 \cdot 185,92}{100} = 68 \text{ руб};$$

Оценим стоимость нашего ремонта:

Базовый вариант:

$$C_{\text{тех}} = ЗМ + З_{\text{э-э}} + З_{\text{об}} + З_{\text{плоч}} + \PhiЗП + O_{\text{с.н}} = 1620 + 5,94 + 181 + 0,42 + 211,98 + 77,5 = 2096 \text{ руб}$$

Проектный вариант:

$$C_{\text{тех}} = ЗМ + З_{\text{э-э}} + З_{\text{об}} + З_{\text{плоч}} + \PhiЗП + O_{\text{с.н}} = 1124,58 + 3,10 + 152,5 + 0,315 + 185,92 + 68 = 1534,41 \text{ руб}$$

Далее требуется рассчитать цеховую себестоимость:

Базовый вариант:

$$C_{\text{цех}} = C_{\text{тех}} + P_{\text{цех}} = 2096 + 473,2 = 2569,2 \text{ руб [11];}$$

Проектный вариант:

$$C_{\text{цех}} = C_{\text{тех}} + P_{\text{цех}} = 1534,41 + 415 = 1949,41 \text{ руб};$$

Базовый вариант:

$$P_{\text{цех}} = k_{\text{цех}} \cdot ЗПЛ_{\text{осн}} = 2,5 \cdot 189,28 = 473,2 \text{ руб [11];}$$

Проектный вариант:

$$P_{\text{цех}} = k_{\text{цех}} \cdot \text{ЗПЛ}_{\text{осн}} = 2,5 \cdot 166 = 415 \text{ руб};$$

Оценим производственную себестоимость:

Базовый вариант:

$$C_{\text{произв}} = C_{\text{цех}} + P_{\text{произв}} = 2569,2 + 340,7 = 2909,9 \text{ руб} \quad [11];$$

Проектный вариант:

$$C_{\text{произв}} = C_{\text{цех}} + P_{\text{произв}} = 1949,41 + 298,80 = 2248,21 \text{ руб}$$

Базовый вариант:

$$P_{\text{произв.}} = k_{\text{произв}} \cdot \text{ЗПЛ}_{\text{осн}} = 1,8 \cdot 189,28 = 340,7 \text{ руб} \quad [11];$$

Проектный вариант:

$$P_{\text{произв.}} = k_{\text{произв}} \cdot \text{ЗПЛ}_{\text{осн}} = 1,8 \cdot 166 = 298,80 \text{ руб}.$$

«Рассматриваемое изделие представляет узел, а именно клин, который входит в состав крупного изделия – задвижки. Расчет себестоимости можно закончить [11].

На этом расчет себестоимости закончен. Теперь следует составить калькуляцию расчетов (табл. 4.4).

Таблица 4.4. Калькуляция себестоимости ремонта изделия

Статьи затрат	Условные обозначения	Базовый вариант	Проектный вариант
1. Затраты на материалы за вычетом отходов	ЗМ	1620	1124,58
2. Затраты на электрическую энергию	З _{э-э}	5,94	3,10
3. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования	З _{об}	181	152,5
4. Затраты на содержание и эксплуатацию сборочно-сварочных приспособлений	З _{присп}	0	0
5. Затраты на содержание и эксплуатацию рабочего инструмента	З _{инстр}	0	0
6. Затраты на содержание и эксплуатацию производственных площадей	З _{площ}	0,42	0,315
7. Затраты на заработную плату основных производственных рабочих (ФЗП)	ФЗП	211,98	185,92

Продолжение таблицы 4.4

8. Отчисления на социальные нужды	$O_{с.н}$	77,5	68
Технологическая себестоимость	$C_{тех}$	2096	1534,41
Цеховая себестоимость	$C_{цех}$	2569,2	1949,41
Общехозяйственные (общезаводские) расходы	$P_{произв}$	340,7	298,80
Производственная себестоимость	$C_{произв}$	2909,9	2248,21

Определим снижение себестоимости:

$$\Delta C_{полн} = \frac{C_{полн}^{баз} - C_{полн}^{пр}}{C_{полн}^{баз}} \cdot 100\% = \frac{2909,9 - 2248,21}{2909,9} \cdot 100\% = 22,8\% [\dots].$$

Дадим оценку экономической эффективности предлагаемого проекта.

1) Годовой экономический эффект.

$$\begin{aligned} \Delta \Gamma &= \left[\left(C_{полн}^{баз} + E_n \cdot K_{уд}^{баз} \right) - \left(C_{полн}^{пр} + E_n \cdot K_{уд}^{пр} \right) \right] \cdot N_{\Gamma} = \\ &= [2909,9 + 0,33 \cdot 15,48] - [2248,21 + 0,33 \cdot 15050,95] \cdot 1 = (2915 - 7215) = -4300 \text{ руб} \end{aligned}$$

При проектировании новых технологических процессов изготовления сварных конструкций, повышающих их долговечность, ожидаемая прибыль от снижения себестоимости определяется по формуле [11]:

$$\text{Пр}_{ож.} = \Delta_{у.г.} = \left(C_{полн}^{баз} \cdot \frac{D_2}{D_1} - C_{полн}^{пр} \right) \cdot N_{\Gamma} = \left(2909 \cdot \frac{5}{1,5} - 2248,21 \right) \cdot 1 = 7448,5 \quad (6.3)$$

где D_1 и D_2 – срок службы изделий соответственно по базовому и проектному вариантам [11];

Эта прибыль также будет являться чистой, так как это процесс ремонта, а значит налог на продажу не вычитается.

3) Рассчитаем срок окупаемости капитальных вложений:

$$T_{ок} = \frac{K_{общ}^{пр}}{\text{Пр}_{ож.}} = \frac{15050,95}{7448,5} = 2 \text{ года};$$

Согласно [11], данное внедрение считается эффективным. Стоимость новой запорной арматуры на 2018 год находится в диапазоне 10000-19000 руб.

Приведем снижение трудоемкости и повышения производительности:

Снижение трудоемкости:

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{t_{\text{шт}}^{\text{баз}} - t_{\text{шт}}^{\text{пр}}}{t_{\text{шт}}^{\text{баз}}} \cdot 100\% = \frac{94 - 84}{94} = 11\% ;$$

Повышение производительности:

$$\Delta \text{ПТ} = \frac{100 \cdot \Delta t_{\text{шт}}}{100 - \Delta t_{\text{шт}}} = \frac{100 \cdot 11}{100 - 11} = \frac{1100}{89} = 12,4\% .$$

4.1 Выводы по разделу

1. Проектная технология (аргодуговая наплавка в среде аргона) показала себя немного эффективней и производительнее, чем уже существующая (наплавка покрытыми электродами). Это можно увидеть по произведенным выше расчетам, которые показывают экономическую эффективность и выгоду проектного варианта наплавки. Расчеты показали снижение трудоемкости на 11% и более, а производительность труда повышена на 12%

2. Новая технология окупится через 2 года, из-за увеличения срока службы арматуры до следующего ремонта.

3. Новая технология наплавки повышает качество продукции за счет использования присадки типа стеллит ВЗК. Данный способ ремонта значительно повышает долговечность арматуры

4. Новая технология положительно отразится на условиях труда рабочих, так как в ходе расчетов получено то, что данная технология снижает трудоемкость процесса на 11%. Также отчасти сокращено время процесса, что также является положительным фактором.

5. С точки зрения техники безопасности внедренный процесс не на много безопаснее уже существующего, так как при аргодуговой сварке выделяется большое количество аэрозолей, газов и пыли. Плюсом можно

отметить меньшее разбрызгивание металла, который может попасть на спецодежду сварщика. Испарившегося металла меньше из-за хорошей газовой защиты. При сварке в защитном газе нет нужды в замене электрода, что уменьшает риск удара током и непригодность самого электрода при неправильной замене.

5 Безопасность и экологичность проекта

5.1. Планировка участка

Процесс восстановления клина арматуры производится в цеховых условиях. Сварочный пост наплавки показан на следующей схеме (рис. 5.1).

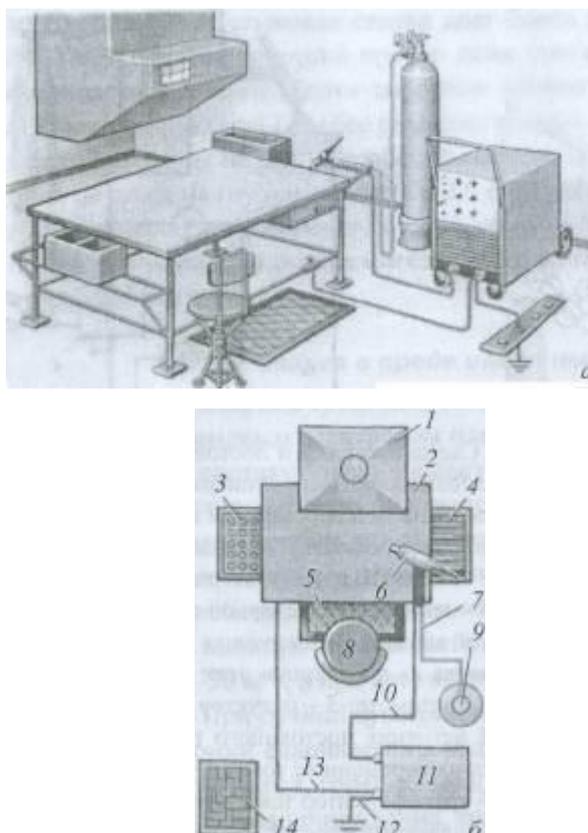


Рисунок 5.1 – Схема поста аргонодуговой сварки

Сварочный пост для ручной дуговой сварки (наплавки) в среде инертных газов:

а - общий вид;

б - план:

1 - вентиляция; 2 - рабочий стол; 3 - ящик для присадочных материалов; 4 - ящик для деталей; 5 - диэлектрический ковер; 6- сварочная горелка; 7 - газовый шланг; 8 - стул; 9 – баллон с аргоном; 10 – минусовой провод; 11 - источник питания дуги; 12 – заземление источника питания; 13 – плюсовой провод; 14 - ящик для отходов

5.2 Сущность технологического процесса

Проектный технологический процесс в данной работе выглядит следующим образом. В первую очередь выполняется разборка арматуры. Извлекается клин задвижки. Далее следует очистка, промывка и сушка клина.

После сушки производится дефектация. После выявления дефектов и величины износа производится механическая обработка. Производится предварительный подогрев и наплавка уплотнительной поверхности клина с помощью аргодуговой сварки. Следующая операция отпуск и механическая обработка. Далее следует притирка клина и сборка арматуры. Заканчивается технологический процесс гидроиспытаниями арматуры [18].

5.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Опасные и вредные производственные факторы, сопутствующие процессу восстановления задвижки для трубопровода, могут привести к травмам, либо оказывать пагубное влияние на состояние здоровья рабочего (рабочих). В процессе восстановления арматуры могут присутствовать следующие факторы – высокое напряжение, высокая температура металла, наличие вредных газов, движущиеся или быстровращающиеся детали, опасный рабочий инструмент.

Более подробно опасные и вредные факторы в данном случае стоит рассмотреть на примере следующих операций, входящих в проектный технологический процесс:

- Промывка и очистка
- Механическая обработка
- Наплавка
- Термообработка

Таблица 5.1 Анализ опасных и вредных факторов

№	Операции	Источник опасности	Факторы
---	----------	--------------------	---------

п/п			
-----	--	--	--

Продолжение таблицы 5.1

1	Промывка и очистка	Промывочная установка АМ500 ЭКО	Горячий раствор 10%-ой каустической соды
2	Механическая обработка	Станок ГАКС-Л-1(СПА)	Движущиеся и вращающиеся механизмы, подвижные части оборудования, заусенцы, металлическая стружка
3	Наплавка	Источник питания Vrima Tig 200 ac/dc, баллон с аргоном	Высокая температура металлической поверхности, высокое напряжение, повышенное инфракрасное и ультрафиолетовое излучение, брызги расплавленного металла, высокая концентрация газов.
4	Термообработка	Муфельная печь ML 20	Повышенная температура поверхностей оборудования и детали.

5.4 Мероприятия по уменьшению влияния опасных факторов

Анализ методов снижения влияния опасных факторов при восстановлении клина арматуры представлен в таблице 5.2.

Таблица 5.2. Методы снижения влияния опасных факторов

№ п/п	Операции	Факторы	Мероприятия
1	Промывка	Горячий раствор 10%-ой каустической соды	Спецодежда, перчатки, защитные очки, проветривание помещения

Продолжение таблицы 5.2

2	Механическая обработка	Движущиеся и вращающиеся механизмы, подвижные части оборудования, заусенцы, металлическая стружка	Инструктаж, допуск рабочего при наличии квалификации, предупреждающие надписи и таблички, спецодежда, защитные очки.
3	Наплавка	1) Высокая температура поверхностей 2) Высокое напряжение 3) Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение 4) Брызги расплавленного металла 5) Высокая концентрация газов, пыли и сварочных аэрозолей	1) Спецодежда, перчатки 2) Заземление, изоляция 3) Маска сварщика, спецодежда 4) Спецодежда 5) Вентиляция, респираторы
4	Термообработка	Повышенная температура поверхностей оборудования и детали.	Инструктаж, спецодежда, клещи для извлечения детали

Также необходимо проведение регулярных инструктажей по технике безопасности при проведении работ. Основные рекомендации и требования отражены в типовой инструкции по охране труда электросварщиков РД 153-34.0-03.231-00, РД 153-34.0-03.289-00, а также в ПОТ Р М 005-97.

5.5. Заключение по разделу

В ходе выполнения данного раздела выпускной квалификационной работы были выявлены вредные и опасные факторы, присутствующие при выполнении сварочных (наплавочных) работ, которые могут нести опасность жизни и здоровью рабочих.

Также выполнен анализ возможности устранения опасных факторов или снижения их влияния. По результатам анализа были подобраны мероприятия, которые помогут повысить безопасность в процессе восстановления задвижки. Благодаря данным мероприятиям, при условии соблюдения рабочими правил техники безопасности, требований

технологической карты и нормативных документов, можно исключить риск получения вреда здоровью и травм рабочих. Поэтому для данного объекта не требуется разработка специальных средств индивидуальной и коллективной защиты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была поставлена цель – экономия средств при ремонте арматуры и уменьшение себестоимости ремонта с помощью предложенного способа наплавки.

В ходе анализа состояния вопроса были сформулированы задачи проекта:

1. Выбрать оборудование и материалы для наплавки;
2. Рассчитать параметры режимов наплавки;
3. Разработать технологию восстановления задвижки магистрального трубопровода;
4. Экономически обосновать эффективность проекта;

В ходе решения задач были получены следующие результаты:

1. Выбрано оборудования с подходящими параметрами для выбранного способа наплавки, которое обеспечивает бесперебойный процесс ремонта;
2. Рассчитаны оптимальные параметры режима наплавки, исходя из размеров детали с условием различных возмущений;
3. Разработана технология восстановления клина арматуры, которая в разы увеличивает срок службы арматуры;
4. В ходе проведения экономических расчетов установлено, что себестоимость ремонта ниже базового способа и намного ниже стоимости покупки новой арматуры, а также в несколько раз увеличивает срок службы после проведенного ремонта;
5. Проанализированы опасные и вредные факторы, сопровождающие работу при ремонте арматуры и предложены средства защиты от них.

На основании вышеизложенного цель проекта можно считать достигнутой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 33258-2015. Арматура трубопроводная. Наплавка и контроль качества наплавленных поверхностей. Технические требования. – Введ. 2015-03-27. – М.: Стандартиформ, 2016. – 46 с.
2. СТО Газпром 2-4.1-212-2008. Общие технические требования к трубопроводной арматуре, поставляемой на объекты ОАО "ГАЗПРОМ". – Введ. 2008-0614. – М.: ООО «Информационно-рекламный центр газовой промышленности», 2008 – 85 с.
3. РД 153-34.1-39.603-99. Руководство по ремонту арматуры высоких параметров. – Введ. 2000-11-01. – М.: СПО ОРГРЭС, 2000. – 66 с.
4. ГОСТ 5762-2002 Арматура трубопроводная промышленная. Задвижки на номинальное давление не более PN 250. Общие технические условия. – Введ. 2003-07-01. – М.: Стандартиформ, 2000. – 29 с.
5. Гошко, А. И. Арматура трубопроводная целевого назначения. Выбор. Эксплуатация. Ремонт / А. И. Гошко. – М. : Машиностроение, 2003. – 432 с.
6. СТ ЦКБА 053-2008 Арматура трубопроводная. Наплавка и контроль качества наплавленных поверхностей. Технические требования. – Введ. 2009-01.01. – М.: НПФ «ЦКБА», 2008. – 65 с.
7. Сорокин, В.Г. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин [и др.]. - М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
8. Марочник сталей и сплавов. 2-е изд., доп и испр. / А.С. Зубченко, М.М.Колосков, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2003. 784 с.: илл.
9. Кижнер А.Х. Ремонт трубопроводной арматуры электростанций: Учеб. пособие для проф. обучения рабочих на производстве. — М.: Высш. школа, 1986. — 144 с., ил.
10. С.В. Сейнов. Трубопроводная арматура. Исследование. Производство. Ремонт. Москва: Машиностроение, 2002.

11. Краснопевцева И. В. Экономика и управление машиностроительным производством: электронное учебно-методическое пособие / Н. В. Зубкова, И. В. Краснопевцева. — Тольятти: ТГУ, 2014.— 184 с.
12. Климов, А.С. Выпускная работа бакалавра: Учебно-метод. пособие по выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра по направлению подготовки 150 700.62 «Машиностроение» / А.С. Климов. – Тольятти: ТГУ, 2014. - 52с.
13. Лучкин Р.С. Работоспособность сварных соединений и узлов (курс лекций) / Р. С. Лучкин. – Тольятти: ТолПИ, 1999. – 167 с.
14. ГОСТ 10157-2016 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия. – Введ. 2017-07-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 22 с.
15. Егоров А.Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ для бакалавриата и специалитета: учеб.-метод. пособие по выполнению дипломного проекта [Текст] / А.Г. Егоров, Г.Н. Уполовникова, И.А. Живоглядова. – Тольятти.: ТГУ, 2011. – с.8-87.
16. Инверторная установка BRIMA TIG-200P AC/DC: [Электронный ресурс] // ВсеИнструменты.ру 2006 — 2018 / Режим доступа: http://tolyatti.vseinstrumenti.ru/silovaya_tehnika/svarochnoe_oborudovanie/argon_naya_svarka_tig/inventory/brima/invertornaya_ustanovka_brima_tig-200p_ac_dc/. (Дата обращения 10.06.2018).
17. ГОСТ 21449-75 Прутки для наплавки. Технические условия. –Введ. 1977-01-01. –М.: Издательство стандартов, 1994. – 11 с.
18. СТ ЦКБА-ГАКС 099-2011 Арматура трубопроводная. Ремонт. Организация ремонта и общее руководство по ремонту. –Введ. 2012-01-01. –М.: ЗАО НПФ ЦКБА, 2011 – 87 с.
19. V. V. Ivanov, A. V. Oleinikov, D. S. Denisevich, and B. G. Pektimirov Emergency shut-off valve for pipelines [Электронный ресурс] / Ivanov V. V., Oleinikov A. V., Denisevich D. S., and Pektimirov B. G. /. – Электрон. текстовые дан. – Springerlink, 2013.- режим доступа к ресурсу: <https://www.springerlink.com/> – (дата обращения 10.04.2018).

20. V. V. Burenin. Pipeline stop valves for chemical, oil refining, and petrochemical plants [Электронный ресурс] / Burenin V. V.– Электрон. текстовые дан. – Springerlink, 2002.- режим доступа к ресурсу: <https://www.springerlink.com/> – (дата обращения 10.04.2018).
21. G. V. Mamontov. New developments in oil refinery and tank valves [Электронный ресурс] / Mamontov G. V.– Электрон. текстовые дан. – Springerlink, 1967.- режим доступа к ресурсу: <https://www.springerlink.com/> – (дата обращения 10.04.2018).
22. I. N. Karelin Improving the design reliability of petroleum pipeline components on repair [Электронный ресурс] / Karelin G. V.– Электрон. текстовые дан. – Springerlink, 2005.- режим доступа к ресурсу: <https://www.springerlink.com/> – (дата обращения 10.04.2018).
23. V. A. Korotkov More Efficient Surfacing [Электронный ресурс] / Korotkov V. A.– Электрон. текстовые дан. – Springerlink, 2017.- режим доступа к ресурсу: <https://www.springerlink.com/> – (дата обращения 10.04.2018).