

Ильин Р.Е.

Студент

ФГБОУ ВО «СамГТУ», Институт нефтегазовых технологий,

Кафедра «Трубопроводный транспорт»

Россия, г. Самара.

Научный руководитель: Гашенко А.А. к.т.н.

**СВАРКА ЗАХЛЕСТНЫХ СТЫКОВ МЕХАНИЗИРОВАННЫМ
СПОСОБОМ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ МАГИСТРАЛЬНЫХ
ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ МЕТОДОМ ВЫБОРОЧНОЙ ЗАМЕНЫ
ДЕФЕКТОВ**

***Аннотация:** Статья посвящена совершенствованию капитального ремонта магистральных нефтегазопроводов методом выборочной замены дефектов. Описаны схемы выполнения работ при ликвидации технологических разрывов трубопроводов. Рассмотрены имеющиеся и прогрессивные способы сварки захлестных стыков. Определены достоинства и недостатки способов сварки.*

***Ключевые слова:** нефтегазопровод, орбитальная сварка, капитальный ремонт, сварка захлестных стыков, качество сварных соединений.*

***Abstract:** The article is devoted to the improvement of the overhaul of oil and gas pipelines by the method of selective replacement of defects. Schemes of execution of works at elimination of technological ruptures of pipelines are described. The available and progressive methods of welding overflowing joints are considered. The advantages and disadvantages of welding methods are determined.*

***Key words:** oil and gas pipeline, orbital welding, overhaul, welding of overflowing joints, quality of welded joints.*

Одной из основных задач связанных с эксплуатацией транспортной сети магистральных газопроводов и нефтепроводов является повышение уровня эксплуатационной надежности поставок продукта потребителям. Важной задачей в транспортировке газа и нефти является поддержание всей системы трубопроводного транспорта в исправном состоянии, в том числе за счет проведения капитальных ремонтов, обеспечивая надежные поставки продукта. На данный момент не малая часть магистральных трубопроводов отработала гарантийный срок службы, их изоляция с течением времени теряет свои защитные свойства, что приводит к ускоренной коррозии и дальнейшему разрушению газопроводов. Разработка проектных решений и средств реализации технологических процессов капитального ремонта с использованием современных достижений науки и техники при подготовке и принятии решений является наиболее актуальной темой.

При планировании и подготовке к проведению капитального ремонта необходимо учитывать данные диагностических обследований, приоритет важности объекта КР, требования ФЗ о промышленной безопасности опасных производственных объектов, требования экологических, санитарно – гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации.

Важнейшей задачей является выбор оптимального способа проведения капитального ремонта магистрального газопровода для восстановления его технических, эксплуатационных и проектных характеристик.

Под капитальным ремонтом понимается комплекс организационно технических мероприятий, который включает в себя работы, в результате которых не изменяются основные проектные показатели трубопровода (проектное рабочее давление, производительность и вид транспортируемого продукта), связанные с восстановлением отдельных частей, узлов, деталей, конструкций, инженерно-технического оборудования или их заменой в связи с физическим износом или разрушением на более долговечные и

экономичные, улучшающие их эксплуатационные показатели, а также восстановлением проектных, технических и эксплуатационных характеристик объектов трубопроводного транспорта, а также проектным, экспертным, сопроводительным и надзорным обеспечением этих работ, содержанием площадей отвода земли объектов.

В настоящее время большое распространение получил выборочный ремонт трубопроводов, при котором дефектные участки трубопровода ремонтируются путем врезки катушки. Выборочный ремонт производится на основе предремонтной диагностики технического состояния участка газопровода, выполняемой путем: пропуска внутритрубных снарядов-дефектоскопов, бесконтактного магнитометрического метода контроля, проведения электрометрических измерений, обследования труб в шурфах.

Производство работ по выборочной замене дефектов предусматривает создание технологических разрывов на участке трубопроводов с последующими работами по их ликвидации (вырезка и демонтаж дефектной катушки, монтаж и сварка новой катушки).

В зависимости от условий выполнения работ сварку захлестов при ликвидации технологических разрывов допускается производить по трем схемам:

схема 1 - оба конца трубопровода освобождены от земли на длине не менее 100 диаметров, находятся в траншее и имеют свободу перемещения, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях;

схема 2 - конец одного из стыкуемых участков трубопровода не засыпан землей на длине не менее 100 диаметров, а другой заземлен (подходит к крановому узлу, засыпан и т.п.);

схема 3 - оба конца соединяемых участков трубопровода засыпаны (заземлены).

В соответствии с первыми двумя схемами соединение участков трубопровода допускается осуществлять сварку одним кольцевым

захлесточным стыком или вваркой катушки с выполнением двух кольцевых стыков. В соответствии с третьей схемой ликвидацию технологического разрыва допускается производить исключительно путем вварки катушки с выполнением двух кольцевых стыков при соблюдении соосности. Во всех случаях при выполнении захлестов не допускается соединение труб с различной толщиной стенки.[1]

В настоящее время для сварки захлестных стыков при капитальном ремонте магистральных трубопроводов способом выборочной замены дефектов применяется ручная дуговая сварка покрытыми электродами для всех слоев шва, что в свою очередь требует большого числа обученного и аттестованного квалифицированного персонала. Любой капитальный ремонт магистральных трубопроводов не обходится без производства сварочно – монтажных работ. Эти работы являются самыми трудоемкими, энергозатратными и, в настоящее время, самыми продолжительными в процессе проведения ремонтных работ. К качеству сварочно – монтажных работ на магистральном газопроводе предъявляются очень жесткие требования. Одним из способов сокращения времени проведения работ, а следовательно и затрат на проведение ремонтных работ в целом является автоматизация и механизация операций по сварке, подготовке труб к сварке и сборке труб. В настоящее время автоматические сварочные комплексы широко применяются при строительстве новых трубопроводов, а также при работах, где проходит полная замена труб. Но при проведении ремонтных работ методом выборочной замены труб (вставки катушек) применяется в абсолютном большинстве только ручная дуговая сварка. Поэтому автоматизация и механизация процесса сварочно – монтажных работ при проведении капитального ремонта магистральных трубопроводов выборочным методом в трассовых условиях открывают большие перспективы в развитии сварки стыков труб за счет характеристик:

- повышения производительности труда;

- совершенствования качества сварки неповоротных стыков;
- сокращения численности персонала;
- снижения требований к мастерству сварщика, так как он становится оператором, контролирующим и управляющим процессом.
- значительного сокращения времени на проведения капитального ремонта, а следовательно и сокращения времени простоя трубопровода.
- снижения общих затрат на проведение капитального ремонта.

повышения общей безопасности персонала и оборудования при проведении работ.

В качестве альтернативы ручной дуговой сварке при производстве работ по сварке захлестных стыков возможно применить современные комплексы автоматической орбитальной сварки. При ручной дуговой сварке используются как плавящиеся, так неплавящиеся электроды. Во время работы сварщик плавит металл электрической дугой. Этот процесс обеспечивает смешивание расплавленного материала, из которого состоит заготовка, и электродного. Качество полученного шва определяет химический состав соединения и показатель свариваемости. Также важно учитывать диаметр, химический состав и вид используемого электрода. Ручная сварка предполагает еще и выбор оптимального режима, который зависит от длины сварочной дуги и плотности тока и его силы. Способ ручной сварки определяется толщиной металла и предполагаемой длиной шва. Толстые металлические листы сваривают за несколько подходов, а тонкие заготовки можно соединить внахлест. Разделяют ручную верхнюю и нижнюю сварки.

Преимущества:

1. Простота эксплуатации и обслуживания оборудования. Освоить азы дуговой сварки под силу практически каждому человеку.
2. Такая сварка может осуществляться в разном положении: как снизу и сверху, так и под углом и сбоку.

3. Благодаря возможности использования согнутого электрода, шов может быть проложен на труднодоступных участках изделия.
4. Метод ручной сварки позволяет работать с большим количеством металлов.

Недостатки:

1. Электромагнитное и тепловое излучение, которое исходит во время работы является вредным фактором для здоровья работника.
2. Качество швов зависит, в первую очередь, от умений сварщика. По сравнению с другими вариантами у дуговой сварки нет такого же коэффициента полезного действия и производительности.

Главное отличие полуавтоматической(автоматической) сварки от ручной – использование не электродов, а порошковой проволоки, подаваемой во время процесса сваривания автоматически при помощи катушки. Сам процесс сваривания может осуществляется работником вручную либо автоматически. Это позволяет получить все преимущества ручного способа и увеличить при этом эффективность труда. Во время работы полуавтоматом нет необходимости делать перерывы для замены электрода. Полуавтоматическая сварка может происходить в среде защитных газов. Также можно использовать самозащитную проволоку.

Преимущества:

- Данный тип сварки отличается очень малой зоной термического воздействия, поэтому позволяет варить без прожогов детали толщиной до 0,5 мм.
- Электрод и сварочная ванна визуально доступны, поэтому в процесс сварки можно вовремя вносить необходимые коррективы.
- С помощью полуавтоматов допускается варить разнотолщинные детали.
- Такой способ соединения металлов подходит для выполнения швов в любых пространственных положениях, включая труднодоступные места.
- Производительность полуавтоматической сварки в разы выше, чем ручной. При этом потери металла от разбрызгивания и испарения тоже минимальны.

- Активный или инертные газы обеспечивают надежную защиту швов от воздействия воздуха. Количество дефектов в них минимально.
- Такой способ соединения металлов позволяет выполнять без скоса кромок стыковые швы для деталей толщиной до 8 мм и тавровые швы для деталей толщиной до 30 мм.
- Наиболее популярный для полуавтоматической сварки углекислый газ стоит значительно дешевле флюса, используемого при автоматической сварке.
- В процессе выполнения работ не образуется шлаковая корка, поэтому зачистку швов выполнять не нужно. Это особенно полезно при сварке в несколько проходов.
- Комплект оборудования для полуавтоматической сварки также компактен и прост, как и для ручной дуговой.

Недостатки:

- Если дуга не скрыта под слоем флюса, то сварщик подвергается интенсивному излучению. Выполнять такие работы без средств защиты нельзя.
- Применяемый углекислый газ тяжелее воздуха, он способен скапливаться в рабочей зоне. Для безопасной работы требуется качественная вентиляция. При отказе от углекислого газа разбрызгивание металла резко возрастает.

Автоматическая орбитальная сварка характеризуется точным подбором параметров, при этом режим сварки программируется, так как швы могут выполняться в разных пространственных положениях и располагаться в различных секторах трубы и может возникнуть большая разница геометрических параметров. Процесс сварки осуществляется следующим образом: оператор настраивает орбитальную систему; закрепляет головку вдоль линии сварного шва; запускает процесс сварки. Орбитальная система самостоятельно выходит на заданный режим и осуществляет сварку труб по секторам. Оператор наблюдает за процессом сварки и качеством сварного шва, контролирует параметры режима. По окончании цикла сварки сварочный аппарат выключается самостоятельно, после чего оператор может визуально

оценить качество выполненных работ. Важным достоинством орбитальной сварки является возможность сваривания практически всех видов металлов при этом обеспечивается высокое качество получаемых сварных соединений. Современные комплексы орбитальной сварки позволяют производить выполнение швов в любых пространственных положениях, контролировать все параметры сварки и создавать автоматические отчеты о процессе). На шве исключено образование окалины, отсутствует дым и шлак при проведении сварочных работ. При проведении выборочного ремонта для сборки стыков возможно использовать только внешние центраторы, что в свою очередь явилось причиной невозможности применения автоматической сварки. Современные комплексы орбитальной сварки позволяют работать на внешних центраторах.

Основным недостатком орбитальной сварки по сравнению с ручной дуговой сваркой является стоимость оборудования. Но применение современных комплексов орбитальной сварки при проведении капитальных ремонтов выборочной заменой дефектов позволяет и снизить расходы на сварочные работы за счет более экономичных материалов, более быстрого и качественного процесса сварки стыков, а также за счет снижения численности персонала.

Таблица 1

Сравнительные характеристики РДС и орбитальной сварки

Параметры свариваемой трубы: номинальный диаметр 426 мм, толщина стенки 20 мм	Ручная дуговая сварка	Орбитальная сварка
Время сварки	190 мин.	1,5 мин.
Расход энергоресурсов	Стандартный	Снижение на 30 %

Требования к сварщику	Квалифицированный сварщик, аттестованный в соответствии с требованиями НАКС	Оператор-сварщик (высокая квалификация не требуется)
Расход сварочных материалов	Стандартный расход	Снижение в 10 раз
Риск появления дефектов	Зависит от навыков и квалификации сварщиков	До 1 %

Таким образом, при использовании орбитальной сварки обеспечивается высокое качество сварных соединений, надежные физико-механические характеристики сварного шва, экономия расходных сварочных материалов, энергоресурсов. Также решается проблема подготовки высококвалифицированных сварщиков. Орбитальная сварка трубопроводов является высокотехнологичным процессом, позволяющим соединять практически любые металлы. Автоматизация процесса способствует получению качественного сварного соединения, снижению влияния «человеческого фактора» на качество швов, повышению производительности процесса сварки [2].

Использованные источники:

1. СП 86.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП III-42-80* «Магистральные трубопроводы». [Электронный ресурс]. URL:<https://docs.cntd.ru/document/1200102566> (дата обращения 19.11.2021).
2. Горшкова О.О. ОРБИТАЛЬНАЯ СВАРКА ТРУБОПРОВОДОВ // Современные наукоемкие технологии. – 2021. – № 1. – С. 20-24;. [Электронный ресурс]. URL:<https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=38465> (дата обращения 22.11.2021).