

*Арсентьева А.С., Чуманов И.В.*

## **ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОГО ПЕРЕПЛАВА КАК АЛЬТЕРНАТИВЫ ДРУГИМ МЕТОДАМ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ ДЕТАЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ СЕРОВОДОРОДНОЙ КОРРОЗИИ**

*Аннотация.* Одним из перспективных направлений развития российского экспорта является продукция нефтегазовой промышленности. В работе рассмотрены существующие способы защиты деталей трубопроводов с применением электрошлаковой технологии.

*Ключевые слова:* Электрошлаковая технология, сероводородная коррозия, методы защиты металла.

*Abstract.* One of the promising directions of development of Russian exports is oil and gas industry. The paper discusses ways to protect existing pipeline components using electroslag technologies.

*Keywords:* Electroslag technology, hydrogen sulfide corrosion, metal protection methods.

Реагируя на совершенствование технологий, спрос на углеводороды, продолжает активно расти. Статистика аварий и катастроф в нефтегазовом комплексе, говорит о важности и значимости всего пути производства и добычи нефти, поэтому, комплектующие нефтегазовой промышленности, являются деталями ответственного назначения и к ним предъявляются особые требования, такие как, повышенная твердость и износостойкость на поверхности, и, одновременно, высокая вязкость сердцевины.

Будучи основным нефтегазодобывающим регионом России, в ХМАО-Югре, практически весь объем добываемой жидкости, товарной нефти, нефтепродуктов и вспомогательных агентов, транспортируется по системам трубопроводов [1]. Аварийность, при добыче и транспортировке нефти, приводит к загрязнению окружающих природных территорий, нефтью и пластовыми водами, из-за чего, оказываемые воздействия, распространяются на все компоненты ландшафта. Отклонение от технологий, может привести к техногенным авариям и многомиллионным штрафам для компании.

Согласно имеющейся статистике, в целом по РФ, более 60% крупных объектов хранения и транспортировки нефти и нефтепродуктов эксплуатируются свыше 30 лет [2]. Уровень опасности на транспорте иллюстрируется статистическими данными (табл.1).

Таблица 1

*Характеристика опасности на магистральном трубопроводном транспорте РФ*

Наименование вида транспорта	Протяженность (тыс.км)	Объем перекачек	Показатель аварийности, ед./тыс.км	Степень износа, %	
				ОПФ	Систем защиты
Нефтепроводы	50,722	986 млн.т	0,2	35-75	35-64
Газопроводы	141,9	125000 м	0,26	34-40	31-40
Продуктопроводы	23,93	350000 млн.м	0,11	27-40	30-70

Так, одним из факторов возникновения экологической опасности в округе, является аварийность на нефтепромысловых трубопроводах. Основная причина аварий – внутренняя и внешняя коррозия труб, которая неразрывно связана с длительностью эксплуатации трубопровода. Согласно материалам Природнадзора Югры в 2012 г. произошло 3 209 аварий. В результате, в окружающую среду попало 412,22 т загрязняющего вещества на площади 24,63 га [3, 4].

Коррозионно-механические разрушения ограничивают заданный ресурс эксплуатации оборудования, контактирующего с агрессивными средами, если не защищать наиболее ответственные детали конструкций [5]. Основными причинами коррозии металла являются неоднородность состава металла, наличие или отсутствие защитных слоев на поверхности металла, наличие неметаллических включений в стали, состав среды.

В настоящее время активно развиваются методы увеличения механических свойств сталей [6-8]. Для обеспечения более длительного срока службы оборудования, используются метод холодного деформирования – дорнирование. Представляет собой вид обработки заготовок без снятия стружки. Сущность процесса, заключается, в перемещении жёсткого рабочего инструмента дорна в отверстия заготовки с натягом. В процессе обработки, за счет натяга, обеспечивается упрочнение металла в поверхностном слое, сглаживание исходных шероховатостей, изменение форм и размеров поперечного сечения отверстия и заготовки в целом. Дорнирование выполняется по таким схемам, как растяжение, сжатие и комбинация первых двух. При применении сжатия или растяжения, на деталь воздействуют на каком-либо конкретном участке, а комбинированная подразумевает, что нагрузку воспринимает вся длина заготовки (рисунок 1).

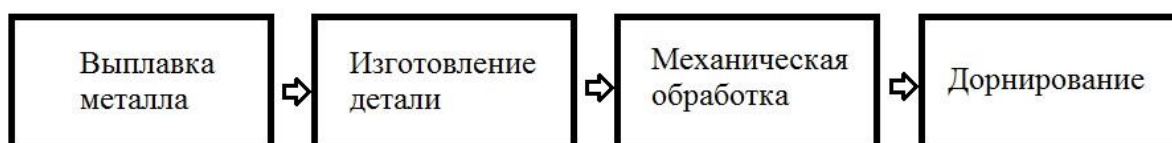


Рис. 1 Технологическая цепочка дорнирования металла

Другой способ – нанесение защитных покрытий на внутреннюю и внешнюю поверхность труб. К металлическим методам относятся:

– горячий метод. Нанесение пленки, погружая деталь в ванну с расплавленным металлом. В этом случае используют металлы с низкой температурой плавления, например, олово и свинец.

– термомеханический метод. На основной лист металла накладывают тонкий лист защитного металла и в горячем состоянии осуществляют прокатку с помощью валков. В результате образуется очень прочное соединение двух металлов, за счет прочной диффузии.

– напыление (металлизация)

– гальванический метод

– химические способы нанесения металлов.

Применяют для защиты коррозии основного металла или сплава, другим металлом или сплавом, достаточно устойчивым к воздействию окружающей среды [9].

Среди полимерных методов, выделяют покрытие дестабилизированным полиэтиленом, напыление эпоксидным порошковым материалом, защитное покрытие на основе каменноугольной смолы, покрытие из поливинилхлорида, покрытие на основе стекловолокна/стеклоткани (рис. 2).



Рис. 2 Технологическая цепочка нанесения покрытия

Все эти способы имеют свои недостатки, такие как, удлинение технологической цепочки производства и увеличение стоимости готового изделия. В сравнении, электрошлаковый переплав обладает рядом преимуществ. Во-первых, возможность получения чистого по неметаллическим включениям металла, во-вторых, однородность стали по химическому составу, в-третьих, отсутствие слоистости и зональной ликвации, также обеспечение такого качества поверхности, которое исключает необходимость в зачистке поверхности при горячей обработке.

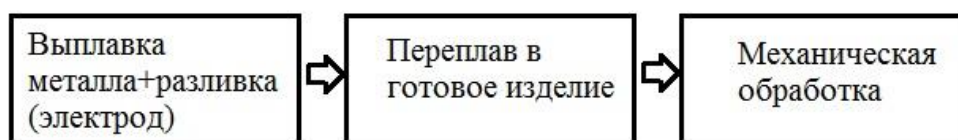


Рис. 3 Технологическая цепочка при применении ЭШП

Стоит отметить и возможность получения изделия готовой формы: проводится множество разработок новых технологий получения труб

(рис.3). Недостатком ЭШП, является его высокая стоимость, однако, на сегодняшний день, уже существуют разработки переплава с вращением расходоуемого электрода, что уменьшает энергетические потери до 30-35%, обеспечивает эффективное рафинирование металла и однородность структуры получаемой заготовки.

Технологией, позволяющей реализовать управление процессом затвердевания, совместно со значительными положительными рафинирующими действиями, является электрошлаковый переплав [10].

Рафинирование и затвердевание при ЭШП, на протяжении многих десятилетий, являются предметом интенсивного изучения. Многочисленные разработки в области оборудования и технологии переплава направлены на повышение его технико-экономических характеристик, прежде всего, повышение коэффициента использования металла, снижение удельных расходов электроэнергии, флюса, сокращение производственного цикла, улучшение экологических параметров [11, 12].

Большой вклад в изучение процессов рафинирования, в том числе при электрошлаковом переплаве, внесли отечественные и зарубежные учёные: Б.Е. Патон, Б.И. Медовар, В.С. Дуб, А.Г. Шалимов, Г.А. Хасин, В.Е. Роцин, В.И. Чуманов, В. Хольцгрубер, У.А. Тиллер, Б. Чалмерс, М. Флемингс, В.А. Фишер и др. Благодаря их трудам, были выявлены важные общие закономерности процессов рафинирования и затвердевания, разработаны технологические приемы, способствовавшие повышению качества слитков ЭШП.

Вопрос о качестве трубопроводов и сопутствующих элементов нефтегазового комплекса является актуальным на сегодняшний день, так как неразрывно связан с благоприятным состоянием окружающей среды и обеспечением безопасности жизни человека. Преимуществом электрошлаковой технологии, является высокие физические и химические характеристики получаемого защитного слоя, хорошее качество, обусловленное отсутствием неметаллических включений, энерго- и ресурсоэкономичность, технологически выполнимый процесс.

Таким образом, электрошлаковый переплав, может служить альтернативой другим методам увеличения срока службы деталей, работающих в условиях сероводородной коррозии.

*"Работа выполнена в рамках Федеральной целевой программы по Соглашению № 14.577.21.0185 от 27.10.2015 (уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEFI57715X0185)."*

### **Библиография**

1. Канева М.П., Протасов А.А., Коровин В.А., Подлеснова В.И./ Формирование системы мониторинга состояния нефтепромысловых

трубопроводов в Ханты-Мансийском автономном округе - Югре// Вестник недропользователя ХМАО-Югры. – 2007 г. – №18.

2. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре в 2012 году: информационное издание / Департамент экологии ХМАО-Югры. – 2013 г. – 177 с.

3. А.П. Хаустов, М.М. Редина. Право и безопасность. // Чрезвычайные ситуации и экологическая безопасность в нефтегазовом комплексе– №2. – 2010. С. 79–83

4. Туркин В.А., Чура Н.Н./ Проблемы анализа риска. Нормирование риска - шаг вперед// Центр безопасности транспортных систем. – Новороссийск. – 2008 г. – №3.

5. Проскуркин. Е.В. Защитные покрытия // Национальная металлургия. – 2003 г. – №5 – С.83-86.

6. Дильдин А.Н., Чуманов В.И., Чуманов И.В. Комплексное использование отходов сталеплавильного производства / /Металлург. – 2010г. – №11 – С. 42-44.

7. Чуманов В.И., Чуманов И.В., Аникеев А.Н., Гарифулин Р.Р., Упрочнение поверхностных слоев при формировании полый заготовки методом центробежного литья. // Электрометаллургия. – 2009 г. – №1, С. 33-36.

8. А.Н. Аникеев, В.И. Чуманов, И.В. Чуманов. Анализ структуры и химического состава дисперсно-упрочненных заготовок, полученных методом центробежного литья. // Вестник. – 2010 – №13. – С. 50-52

9. Харисов Р.А., Хабирова А.Р., Мустафин Ф.М., Хабиров Р.А., Современное состояние защиты трубопроводов от коррозии полимерными покрытиями. // Нефтегазовое дело. – 2005 г. – С.1-12.

10. Чуманов В.И., Чуманов И.В., Повышение эффективности электрошлакового процесса и улучшение качества металла вращением расходуемого электрода. Часть 1 // Электрометаллургия. – 2009 – №8, С.11-17.

11. Комплекс ЭШП – <http://cms.ormeto-yumz.ru/>