

**УДК 621.793.79**

## **УВЕЛИЧЕНИЕ РЕСУРСА НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ**

Тамара Сергеевна Семяшкина

*Магистр 1 года,  
кафедра «Технологии обработки материалов» Московский государственный  
технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: А.Н. Исанбердин, доцент кафедры МТ-13, канд. техн. наук.*

Наиболее часто отказ оборудования при добыче нефти и газа связан с повреждением насосно-компрессорных труб (НКТ). Выход из строя НКТ приводит к снижению эффективности скважины, недобору жидкостей из пласта, авариям и утечкам транспортируемых сред, а, следовательно, к снижению экономических показателей [1].

Чаще всего НКТ выходят из строя по причине коррозии, которой подвергается внутренняя поверхность НКТ. Присутствуют различные виды коррозии, такие как углекислотная коррозия, коррозионное растрескивание под напряжением, сульфидное коррозионное растрескивание под напряжением, мейза-коррозия, язвенная и питтинговая коррозии. Усиливает повреждение НКТ в результате коррозии процесс коррозионно-эрозионного изнашивания. Осложняет работу НКТ образование асфальтосмолопарафиновых и соляных отложений [2-7].

В настоящее время самым распространенным способом защиты насосно-компрессорных труб является применение антикоррозионных покрытий. Широко применяются порошковые полимерные покрытия отечественных и зарубежных марок [8-13], полимерное покрытие Majorpack [14-17], полимерные покрытия Nilong и АРГОФ [18-23], силикатно-эмалевые (стеклоэмалевые покрытия) [24-26] и диффузионные цинковые покрытия [24, 27-31].

Предлагается новый способ защиты насосно-компрессорных труб от коррозии путем ротофутеровки. Полученное покрытие представляет собой ровный, гладкий и бесшовный слой полимерного покрытия толщиной от 0,5 мм до 12 мм [32].

Технология нанесения ротофутеровки включает в себя термическое обезжиривание поверхности для обеспечения адгезии к металлу и абразивоструйную обработку [33]. Далее деталь монтируется на ротационную футеровочную машину. Внутри детали помещают наносимый полимерный материал. После этого отверстия плотно закрывают и помещают деталь в печь. Далее нагревают до температуры выше температуры плавления полимера при одновременном вращении на низких оборотах. Материал покрытия плавится под воздействием температуры и равномерно распределяется по всей покрываемой поверхности, образуя ровный бесшовный слой. Затем деталь медленно охлаждают, во избежание коробления и усадки полимерного покрытия [34-35].

Был разработан комплекс для экспериментальной ротофутеровки образцов-труб (рисунок 1), который включает в себя печь, электродвигатель, держатель образца-трубы и специальную дверь печи.

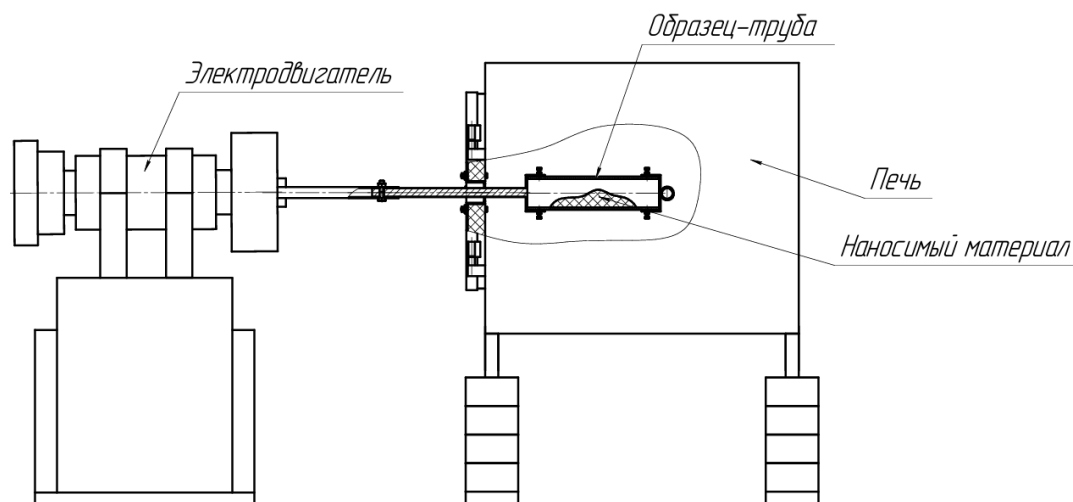


Рис. 1. Комплекс для экспериментальной ротофутеровки образцов-труб

Внутри образца-трубы помещают наносимый полимерный материал, герметизируют и присоединяют к валу. Вал устанавливают в кулачковый патрон электродвигателя. Образец-трубу помещают в печь через отверстие в двери, включают электродвигатель, и труба начинает вращательное движение вокруг своей оси. Наносимый материал плавится и равномерно распределяется под действием вращения по всей внутренней поверхности образца-трубы.

Для оценки полученного покрытия разработана методика испытания, которая включает в себя испытания на коррозионную стойкость в камере соляного тумана, испытания на воздействие температуры и на прочность сцепления.

### Литература

1. Карлыханов Н. В. Защитные покрытия трубопроводов: опыт и перспективы использования / Н. В. Карлыханов, А. В. Румянцева // Уральский федеральный университет. - 2020. - URL: [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/82630/1/sueb\\_2020\\_046.pdf?ysclid=m2szt7c14551440577](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/82630/1/sueb_2020_046.pdf?ysclid=m2szt7c14551440577) (дата обращения 28.10.2024).
2. Канова, О. Г. Коррозия НКТ / О. Г. Канова, О. А. Грибенников // Научный электронный журнал Меридиан. – 2020. – № 19(53). – С. 279-281. – EDN XUDJTG.
3. Гарифуллина, Г. И. Исследование структурно-механических свойств сталей насосно-компрессорных труб / Г. И. Гарифуллина, Х. Н. Ягафарова // Нефтегазовое дело. – 2024. – Т. 22, № 3. – С. 131-140. – DOI 10.17122/ngdelo-2024-3-131-140. – EDN LYPFCK.
4. Симаков М.В. Особенности коррозионного растрескивания под напряжением в сероводородных средах. Трубная продукция для месторождений, содержащих сероводород / М.В. Симаков, К.Б. Конищев, А.М. Семенов, А.С. Чабан. - URL: [https://vniigaz.gazprom.ru/d/textpage/01/513/34\\_simakov.pdf?ysclid=m2ymzjdl2440647643](https://vniigaz.gazprom.ru/d/textpage/01/513/34_simakov.pdf?ysclid=m2ymzjdl2440647643) (Дата обращения 19.11.2024).
5. Юдин П.Е. Особенности эксплуатации насосно-компрессорных труб в условиях скважин коррозионного фонда / П.Е. Юдин, С.С. Петров, А.В. Максимук, Ж.В. Князева, А.В. Прокудин. - URL: [https://npcsamara.ru/userfls/ufiles/pokrytiy3\\_5.pdf](https://npcsamara.ru/userfls/ufiles/pokrytiy3_5.pdf) (дата обращения 19.11.2024).
6. Акрамов, Т. Ф. Борьба с отложениями парафиновых, асфальтосмолистых компонентов нефти / Т. Ф. Акрамов, Н. Р. Яркеева // Нефтегазовое дело. – 2017. – Т. 15, № 4. – С. 67-72. – EDN QJERML.

7. Нефтепромысловая химия: Практическое руководство по борьбе с образованием солей. / Бриков А.В., Маркин А.Н. – М.: Де`Либри, 2018 – 335 с.
8. Низьев, С. Г. О противокоррозионной защите магистральных и промышленных трубопроводов современными полимерными покрытиями / С. Г. Низьев // Территория Нефтегаз. – 2009. – № 10. – С. 34-43. – EDN LAIGNB.
9. Технология изготовления труб с внутренним полимерным покрытием. – URL: <https://energyland.info/analitic-show-24075> (дата обращения 30.09.2024).
10. Шешуков, А. В. Лакокрасочные материалы фирмы "Пигмент" для защиты труб / А. В. Шешуков, Г. Н. Гаринова // Территория Нефтегаз. – 2009. – № 10. – С. 44-45. – EDN LAIGNL.
11. Дедов, С. С. О внутренней коррозии трубопроводов - причинах, механизме и способах защиты / С. С. Дедов, В. В. Емельянов, С. П. Шатило // Опыт, актуальные проблемы и перспективы развития нефтегазового комплекса: материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и ученых, посвященной 35-летию филиала ТИУ в г. Нижневартовске, Нижневартовск, 28 апреля 2016 года. – Нижневартовск: Тюменский индустриальный университет, 2016. – С. 130-140. – EDN YHХNHP.
12. Термостойкие полимерные покрытия для внутренней поверхности труб линейных и насосно-компрессорных. – URL: <http://www.tatnipi.ru/upload/sms/2012/bur/008.pdf> (дата обращения 30.09.2024).
13. Тахавудинова Г.Л. Термостойкие полимерные покрытия для внутренней поверхности труб линейных и насосно-компрессорных // Институт «ТатНИПИнефть». – URL: <http://www.tatnipi.ru/upload/sms/2012/bur/008.pdf> (дата обращения 30.09.2024).
14. Опыт применения решений Majorpack на коррозионном фонде и скважинах системы ППД. – URL: <https://glavteh.ru/majorpack-%D0%BA%D0%BE%D1%80%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%8F-%D1%81%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%B6%D0%B8%D0%BD%D1%8B-%D0%BF%D0%BF%D0%B4/> (дата обращения 19.10.2024).
15. Davis L. Advances in abrasion resistance and mitigating corrosion // Engineer live. -2019. - URL: <https://www.engineerlive.com/content/advances-abrasion-resistance-and-mitigating-corrosion> (дата обращения 30.10.2024).
16. Казаркин К.Г. Применение внутреннего защитного покрытия на ремонтных насосно-компрессорных трубах НКТ 73X5,5 «Л», в условиях добывающего нефтяного фонда // Управление техносферой: электрон. журнал, 2022 Т.5. Вып.4. URL: <https://technosphere-ing.ru> С. 362–374.
17. Шафиков А.Б. Применение труб с внутренним защитным покрытием MPLAG17T для предотвращения образования АСПО на Руссинском месторождении // Вестник науки №6 (27) том 4. С. 256 - 259. 2020 г.
18. Панков В.Д. Покрытия Nilong: эффективная защита насосно-компрессорных и бурильных труб // Инженерная практика №08/2019. – URL: <https://glavteh.ru/%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D1%80%D1%8B%D1%82%D0%B8%D1%8F-hilong-%D0%BD%D0%BA%D1%82-%D0%B1%D1%83%D1%80%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B1%D1%8B/> (дата обращения 20.10.2024).
19. Внутренние покрытия для бурильных труб, НКТ и линейных труб. – URL: <https://inkor-tech.com/catalog/pipes/02/> (дата обращения 20.10.2024).
20. Полимерное покрытие АРГОФ - защита труб НКТ от коррозии и АСПО. – URL: <https://ru.argof-partner.com/pokrytie-argof/?ysclid=m4874bux5923361859> (дата обращения 29.11.2024).

21. Патент РФ 81550. Металлическая насосно-компрессорная труба с защитным покрытием / Ломаев А. А., Летов Е. Ю., Мещеряков Ю. Я. [и др.] Заявл. 10.04.2008. Оpubл. 20.03.2009.

22. Услуги по нанесению защитного полимерного покрытия АРГОФ. – URL: <https://ru.argof-partner.com/produksiya-i-uslugi/truby-s-pokrytiem-argof/?ysclid=m47e223z3a914989399> (дата обращения 01.12.2024).

23. Семенов А.С. Применение НКТ с внутренним полимерным покрытием АРГОФ на осложненном фонде скважин // Инженерная практика №06/2019. – URL: <https://glavteh.ru/wp-content/uploads/2020/02/primenenie-nkt-s-vnutrennim-polimernym-pokrytiem-na-oslozhnennom-fonde-skvazhin.png> (дата обращения 01.12.2024).

24. Защита насосно-компрессорных труб (НКТ). – URL: <https://neftegaz.ru/science/Oborudovanie-uslugi-materialy/332325-nasosno-kompressornaya-truba-retsept-dolgoletiya/> (дата обращения 18.10.2024).

25. Артюшкин В.Н. Применение силикатно-эмалевых покрытий для нефтепромысловых трубопроводов / В.Н. Артюшкин, В.М. Авдеев // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. – 2015. – С. 101-105.

26. Трубы стальные с двухсторонним силикатно-эмалевым покрытием. Технические условия. ТУ 1390-001-01297858-96. Москва, 1996.

27. Чижов И. А. Эффективность диффузионного цинкования резьбовой поверхности муфт насосно-компрессорных труб для добычи нефти. – URL: [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/23619/1/sch\\_met\\_X\\_2009\\_157.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/23619/1/sch_met_X_2009_157.pdf) (дата обращения 21.10.2024).

28. Цинковые покрытия - основные современные системы защиты труб от коррозии / Е. В. Проскуркин, В. А. Геловани, А. Н. Сонк [и др.] // Сталь. – 2018. – № 6. – С. 32-37. – EDN XRHXJR.

29. Усовершенствованное диффузионное покрытие насосно-компрессорных труб / А. С. Нурадинов, Н. С. Уздиева, С. С. С. Ахтаев, М. Р. Исаева // Вестник ГГНТУ. Технические науки. – 2022. – Т. 18, № 3(29). – С. 90-98. – DOI 10.34708/GSTOU.2022.42.88.010. – EDN RGVYEE.

30. Инновационная технология диффузионного цинкования «НЕОЦИНК» - новые возможности для защиты от коррозии длинномерных металлических изделий и конструкций / Е.В. Проскуркин [и др.] // Национальная металлургия. 2009. №9. С. 73 - 77.

31. Скрипко С.А. ДЕЛЬТА 5+ «НЕОЦИНК» – эффективная защита НКТ в коррозионном фонде // Территория Нефтегаз. – 2011. – С. 40-41.

32. Rotational Lining. – URL: <https://unitedpipeline.com/rotational-lining/> (дата обращения 07.12.2024).

33. Roto Lining. – URL: <https://liningcoating.com/roto-lining-of-hdpe-pp-pvdf-halar-etfe-pfa/> (дата обращения 07.12.2024).

34. Rotolining. – URL: <https://www.unitedsts.com/rotolining/> (дата обращения 07.12.2024).

35. Rotational Lining Process. – URL: <https://www.rmbproducts.com/capabilities/rotational-lining/> (дата обращения 07.12.2024).