

Научная статья
УДК 621.644.07
<https://doi.org/10.24143/1812-9498-2025-2-65-70>
EDN UAOFCH

Анализ применения неметаллических стеклопластиковых труб на месторождениях Западной Сибири

Жанна Ибрагимовна Нурмакова^{1✉}, Руслан Григорьевич Невгод², Вадим Вадимович Невгод³

^{1, 3}Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия, nurmak@yandex.ru✉

²ООО «НК «Югранефтепром»,
Когалым, Россия

Аннотация. Приведена историческая справка появления и выпуска неметаллических стеклопластиковых труб. Показано, что в нефтедобывающей промышленности в настоящее время стеклопластиковые трубы все больше находят свое применение по причине высокой коррозионной стойкости в агрессивных средах (пластовые воды, сырая нефть, буровые и технологические растворы) по сравнению со стальными трубами и высокой удельной прочности по сравнению с термопластичными полимерами. Проведен анализ применения трубопроводов в металлическом и неметаллическом исполнении. Рассмотрен опыт использования неметаллических труб из инновационных альтернативных материалов на месторождениях компании групп «ЛУКОЙЛ» ООО «РИТЭК» и сделан вывод об увеличении срока эксплуатации таких трубопроводов с соответствующим снижением динамики отказов. Проведен обзор применения стеклопластиковых труб на Сергинском месторождении и отмечены положительные результаты при их эксплуатации.

Ключевые слова: трубопровод, неметаллические стеклопластиковые трубы, коррозионно-стойкие трубы, коррозия

Для цитирования: Нурмакова Ж. И., Невгод Р. Г., Невгод В. В. Анализ применения неметаллических стеклопластиковых труб на месторождениях Западной Сибири // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. 2025. № 2. С. 65–70. <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2025-2-65-70>. EDN UAOFCH.

Original article

Analysis of the non-metallic fiberglass pipes application in the deposits of Western Siberia

Zhanna I. Nurmakova^{1✉}, Puslan G. Nevgod², Vadim V. Nevgod³

^{1, 3}Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia, nurmak@yandex.ru✉

²Yugraneftprom, LLC,
Kogalym, Russia

Abstract. The historical background of the appearance and production of non-metallic fiberglass pipes is given. It is shown that fiberglass pipes are increasingly being used in the oil industry due to their high corrosion resistance in aggressive environments (reservoir water, crude oil, drilling and process fluids) compared with steel pipes and high specific strength compared with thermoplastic polymers. The analysis of the use of pipelines in metallic and non-metallic designs is carried out. The experience of using non-metallic pipes made of innovative alternative materials at the deposits of the LUKOIL Group company RITEK LLC is considered and a conclusion is made about an increase in the service life of such pipelines with a corresponding decrease in the dynamics of failures. A review of the use of fiberglass pipes at the Serginsky deposit has been conducted and positive results have been noted during their operation.

Keywords: pipeline, non-metallic fiberglass pipes, corrosion-resistant pipes, corrosion

For citation: Nurmakova Zh. I., Nevgod R. G., Nevgod V. V. Analysis of the non-metallic fiberglass pipes application in the deposits of Western Siberia. *Oil and gas technologies and environmental safety*. 2025;2:65-70. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2025-2-65-70>. EDN UAOFCH.

Введение

Появление и выпуск неметаллических стеклопластиковых труб стало возможным в середине 1950-х гг., когда был освоен промышленный выпуск реактопластичных связующих (прежде всего, эпоксидных смол) и стеклянных волокон. Уже тогда стали очевидными преимущества этих труб: малая масса и высокая коррозионная стойкость. Однако в указанный период завоевать какую-либо долю рынка трубной продукции не было возможным по причине низкой цены на «традиционные» трубные материалы: сталь (в т. ч. нержавеющую), медь и алюминий. В середине 1960-х гг. ситуация начала меняться. Впервые, резко подорожали легированная сталь и алюминий. Во-вторых, начало добычи нефти на морских шельфах и в труднодоступных районах суши потребовало применения легких и коррозионно-стойких труб. В-третьих, технологии производства стеклопластиковых труб были усовершенствованы, а характеристики продукции улучшены. В 1980-х гг. начались эксперименты по применению стеклопластиковых труб и в СССР.

В настоящее время в нефтедобывающей промышленности стеклопластиковые трубы все больше находят свое применение по причине высокой коррозионной стойкости в агрессивных средах (пластовые воды, сырая нефть, буровые и технологические растворы) по сравнению со стальными трубами и высокой удельной прочности по сравнению с термопластичными полимерами.

Специализируясь на разработке, испытаниях и внедрении новых технологий, для эффективной добычи нефти с 2018 г. широко начала применяться трубная продукция (из стеклопластиковых) неметаллических композитных материалов на месторождениях компаний групп «ЛУКОЙЛ» ООО «РИТЭК».

Причиной внедрения стеклопластиковых труб послужило ежегодное увеличение отказов и аварийных инцидентов на металлических трубопроводах со сроком эксплуатации до 10 лет. По данным Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзору), ежегодно происходит около 50–70 тыс. нарушений герметичности и разрывов труб [1]. Одна из основных причин аварий – это коррозия, 90 % отказов нефтегазотранспортных сетей являются следствием коррозионных повреждений [2]. Кроме этого, технические и прочностные свойства стальных трубопроводов не отвечают заявленным требованиям нормативных документов. Так, при вводе трубопроводов в промышленную эксплуатацию, после окончания строительно-монтажных работ, фиксировались первые отказы после двух лет эксплуатации, что, в свою очередь, привело к дополнительным инвестиционным и операционным затратам, а также к непредвиденным затратам по ликвидации последствий аварийных разливов [3].

При рассмотрении вопроса по увеличению срока службы парка трубопроводов, минимизации рисков увеличения количества отказов на трубопроводах и снижения возросших инвестиционных затрат на приобретение и строительство трубопроводов по обустройству объектов добычи нефти и газа, техническими специалистами был сделан выбор в пользу применения неметаллических стеклопластиковых трубопроводов.

Основными преимуществами неметаллических трубопроводов по сравнению со стальными являются:

- стойкость к коррозии (не требует дополнительной внутренней и внешней защиты от нее);
- короткие сроки по монтажу;
- не требуются сварные работы (длинные отрезки трубы без соединений и фитингов до 8 км);
- минимизация согласования землеотвода;
- сокращение затрат на строительство при саниации в стальной трубопровод;
- стойкость к транспортировке агрессивных нефтяных жидкостей с высоким содержанием CO_2 ;
- низкая теплопроводность;
- улучшенные характеристики пропускной способности трубы: коэффициент шероховатости у стеклопластиковой трубы – 0,0015 (у стального трубопровода – 0,012);
- возможность повторной эксплуатации на другом объекте;
- высокая устойчивость к подвижным грунтам;
- устойчивость к ударам;
- небольшой вес трубы, что делает процесс монтажа более безопасным.

Стеклопластиковые трубы по прочности и надежности занимают лидирующие позиции среди материалов, применяемых в строительстве трубопроводного транспорта, срок службы трубопроводов из неметаллических материалов в 2 раза выше срока службы стальных трубопроводов и составляет от 40 до 50 лет.

Кроме того, стоимость смонтированных неметаллических стеклопластиковых трубопроводов ниже на 25–50 % в сравнении с трубами из стали, отсутствует необходимость в проведении сварочных и изоляционных работах, электрохимической защите и дефектоскопии.

Экологической составляющей неметаллических труб является возможность применения собственных продуктов нефтепереработки (полиэтилена, выпускаемого заводом группы «ЛУКОЙЛ» ООО «Ставролен») при производстве неметаллических трубопроводов.

Анализ применения трубопроводов в металлическом и неметаллическом исполнении

Проведем сравнительный анализ технических и трудовых ресурсов, задействованных при строи-

тельстве трубопроводов в металлическом и неметаллическом исполнении.

Строительство 2 км трубопровода в неметаллическом исполнении диаметром 100 мм

Этапы строительства:

- 1) разработка траншеи – 3 смены;
- 2) монтаж трубопровода – 3,5 смены;
- 3) обратная засыпка – 2 смены.

Персонал, задействованный в исполнении работ:

- 1) специалист по монтажу – 4 человека;
- 2) разнорабочий – 2 человека.

Техника, задействованная при выполнении работ:

- 1) тягач с полуприцепом – 1 единица;
- 2) экскаватор – 1 единица.

Строительство 2 км трубопровода в металлическом исполнении диаметром 100 мм

Этапы строительства:

- 1) разработка траншеи – 3 смены;
- 2) монтаж трубопровода – 15 смен;
- 3) обратная засыпка – 2 смены.

Персонал, задействованный в исполнении работ:

- 1) монтажник – 2 человека;
- 2) сварщик – 2 человека.

Техника, задействованная при выполнении работ:

- 1) тягач с полуприцепом – 1 единица;
- 2) экскаватор – 1 единица.

Исходя из представленного анализа можно сделать вывод, что строительство трубопроводов в металлическом исполнении более затратный и трудоемкий процесс по причине привлечения высококвалифицированных специалистов для сварочных работ и сроков реализации.

Приказами Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандартом) в 2021 г. утверждены ГОСТ Р 59411–2021 «Трубопроводы промышленные из стеклопластиковых труб. Правила проектирования и эксплуатации», ГОСТ Р 59834–2021 «Промысловые трубопроводы. Трубы гибкие полимерные армированные и соединительные детали к ним. Общие технические условия», ставшие первыми из серии стандартов, направленных на развитие применения неметаллических труб в нефтегазовой отрасли. Введенные в действие стандарты устанавливают требования к проектируемым, строящимся и реконструируемым промышленным трубопроводам из стеклопластиковых и полимерных армированных труб, что позволит исключить риски в отказе получения отрицательного заключения проектной документации в ФАУ «Главное управление государственной экспертизы» и минимизировать риски выставления штрафных санкций от контролирующих органов.

В ООО «РИТЭК» эксплуатируется 7 060 км трубопроводов, из них доля трубопроводов из неметаллических материалов (ПАТ, ПАМ, ТСК, СПТЛ) составляет 971 км (13,7 % от общей протяженности).

ТПП «Волгограднефтегаз» – парк трубопроводов 3 779 км, из них 862 км трубопроводов из неметаллических материалов.

ТПП «ТатРИТЭКнефть» – парк трубопроводов 808,7 км, из них 70 км трубопроводов из неметаллических материалов.

ТПП «РИТЭК-Самара-Нафта» – парк трубопроводов 991,4 км, из них 35 км трубопроводов из неметаллических материалов.

Средний срок эксплуатации трубопроводов из неметаллических материалов достигает 20 лет.

В промышленной эксплуатации находятся трубопроводы следующих производителей: ЗАО «Полимак», г. Екатеринбург; ООО «Трубопроводспецстрой», г. Пермь; ООО «ТСТ», г. Пермь; ООО «Завод Стеклопластиковых Труб», г. Казань; ООО «Фабер Гласс Рус», г. Москва.

Широкое применение нашли неметаллические трубопроводы производства ООО «ФаберГлассРус». В период 2017–2020 гг. в ТПП «Волгограднефтегаз» заменено и введено в промышленную эксплуатацию более 370 км трубопроводов (10 % от всего парка трубопроводов ТПП «Волгограднефтегаз»). В 2021 г. планировалось заменить 106 км трубопроводов из неметаллических (стеклопластиковых) материалов (2,8 % от общей протяженности трубопроводов ТПП «Волгограднефтегаз»).

При реализации запланированных мероприятий по замене трубопроводов ООО «РИТЭК» в 2020–2023 гг. доля трубопроводов неметаллического исполнения увеличилась с 971 км (11 % от общей протяженности) до 1 295 км (18,5 % от общей протяженности).

Опыт применения стеклопластиковых труб на Сергинском месторождении

После проведения положительных опытно-промышленных испытаний стеклопластиковых труб на Сергинском месторождении на участке от куста № 6 до куста № 7 нормализовалось рабочее давление снизилось с 31–37 до 16–18 атм при объеме перекачиваемой жидкости 182 м³/сут, обводненности w – 81,6 %, добыче нефти q_n – 28 т (рис. 1) [4]. За 3 года эксплуатации участка со стеклопластиковой трубой не было ни одного отказа, давление в коллекторе нормализовалось, химические обработки не проводились.

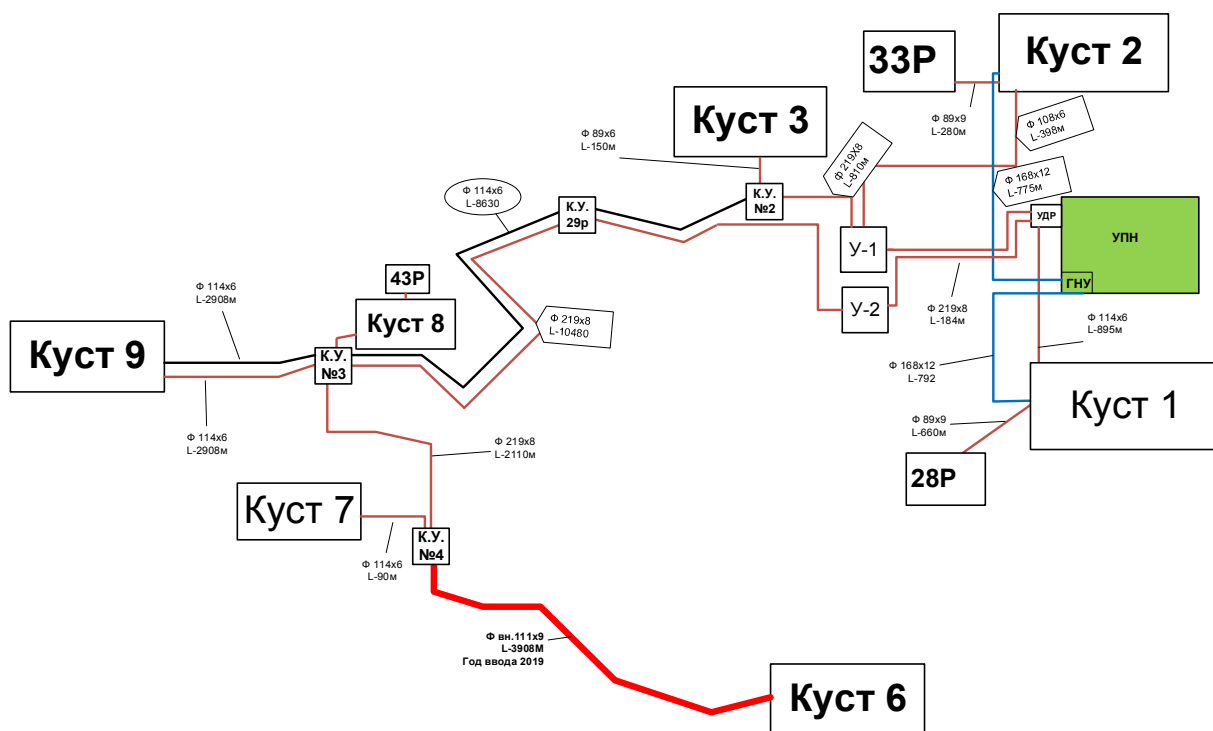


Рис. 1. Схема района проведения работ

Fig. 1. The scheme of the area of work

Так, снижение инвестиционных затрат при строительстве стеклопластикового трубопровода составило 1,4 млн руб. относительно запроектиро-

ванного металлического трубопровода, снижение операционных расходов (отказ от антикоррозионной обработки) – 300 тыс. руб (рис. 2).

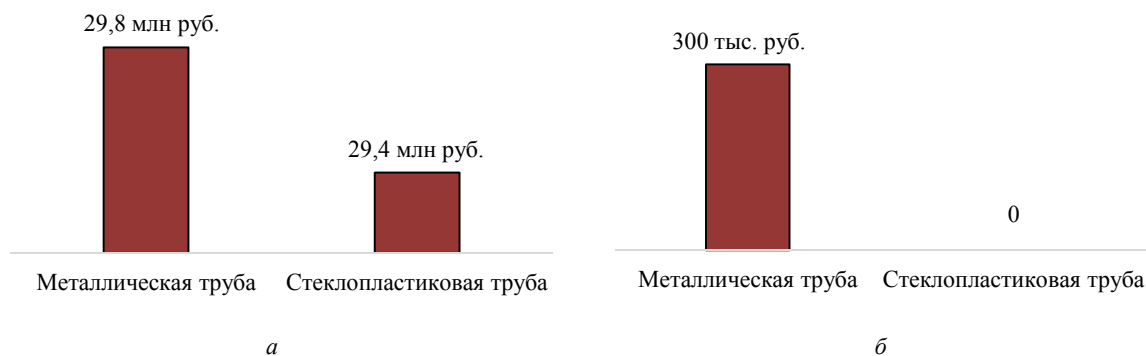


Рис. 2. Сравнительный анализ применения металлических и стеклопластиковых труб:

а – инвестиционные расходы на приобретение труб;

б – операционные расходы на антикоррозионную обработку

Fig. 2. Comparative analysis of the use of metal and fiberglass pipes:

а – investment costs for the purchase of pipes;

б – operating costs for anti-corrosion treatment

Кроме этого, необходимо отметить оперативность замены участка трубопровода (опережение составило 6 месяцев относительно запланирован-

ного металлического трубопровода) в связи с тем, что компания-производитель проводила все работы, включая проектно-изыскательские, строитель-

но-монтажные и поставку, контролируя полностью все процессы, минимизируя все риски. Таким образом, за счет оперативности замены участка трубопровода дополнительное снижение операционных расходов при строительстве трубопровода составит 3,8 млн руб. [5].

Выводы

Подводя итоги по применению трубопроводов из неметаллических материалов, фиксируется следующее:

1) снижение динамики отказов на нефтепромысловых трубопроводах;

2) отказ от антикоррозионной обработки, отсутствие воздействия высоко агрессивных жидкостей на внутреннюю поверхность;

3) минимальные трудовые ресурсы при монтаже неметаллических трубопроводов;

4) сокращение отвода земельных участков при строительстве.

5) на объектах реконструкции трубопроводов наблюдается экономия инвестиционных затрат на приобретение трубной продукции и строительно-монтажные работы по замене трубопроводов.

Список источников

1. Нурмакова Ж. И., Фильчев Д. П., Мамыкин П. А. Обоснование и выбор методов диагностики морских промысловых трубопроводов // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем Каспийского шельфа: материалы X Международ. науч.-практ. конф. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2019. С. 98–100.

2. Барычев С. В., Нурмакова Ж. И. Конструкции по защите стыкового соединения труб с тепловой изоляцией и балластным покрытием при прокладке морского трубопровода // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем Каспийского шельфа: материалы XI Международ. науч.-практ. конф. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2020. С. 26–29.

3. Нурмакова Ж. И., Барычев С. В. Технологические решения по защите от внутренней коррозии подводного

трубопровода от БК до МЛСП месторождения им. Ю. Корчагина // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем Каспийского шельфа: материалы XI Международ. науч.-практ. конф. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2020. С. 88–92.

4. Заключение № 140/20. Проведение исследования стеклопластиковых труб производства NOV Fiber Glass Systems L.P. после опытно-промышленных испытаний на Сергинском месторождении ТПП «РИТЕКБелоярск-нефть». Самара, 2020. 25 с.

5. Заключение экспертизы промышленной безопасности документации на техническое перевооружение опасного производственного объекта «Система промысловых трубопроводов Сергинского месторождения». Оренбург, 2019. 15 с.

References

1. Nurmakova Zh. I., Filchev D. P., Mamykin P. A. Obosnovanie i izbor metodov diagnostiki morskix promyslovix truboprovodov [Justification and selection of diagnostic methods for offshore field pipelines]. *Novejshie tekhnologii osvoeniya mestorozhdenij uglevodorodnogo syrja i obespechenie bezopasnosti ekosistem Kaspijskogo shelfa: materialy X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Astrakhan', Izd-vo AGTU, 2019. Pp. 98-100.

2. Barychev S. V., Nurmakova Zh. I. Konstrukcii po zashhite stykovogo soedineniya trub s teplovoj izolyaciej i ballastny'm pokrytiem pri prokladke morskogo truboprovoda [Structures for the protection of butt joints of pipes with thermal insulation and ballast coating during the laying of an offshore pipeline]. *Novejshie tekhnologii osvoeniya mestorozhdenij uglevodorodnogo syrja i obespechenie bezopasnosti ekosistem Kaspijskogo shelfa: materialy XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Astrakhan', Izd-vo AGTU, 2020. Pp. 26-29.

3. Nurmakova Zh. I., Barychev S. V. Teknologicheskie resheniya po zashhite ot vnutrennej korrozii podvodnogo truboprovoda ot BK do MLSP mestorozhdeniya im. Yu. Korchagina [Technological solutions for protection

against internal corrosion of the underwater pipeline from PK to MLSP of the Y. Korchagin field]. *Novejshie tekhnologii osvoeniya mestorozhdenij uglevodorodnogo syrja i obespechenie bezopasnosti ekosistem Kaspijskogo shelfa: materialy XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Astrakhan', Izd-vo AGTU, 2020. Pp. 88-92.

4. Zaklyuchenie № 140/20. Provedenie issledovaniya stekloplastikovyx trub proizvodstva NOV Fiber Glass Systems L.P. posle opytnopromyslovyx ispytaniy na Serginskom mestorozhdenii TPP «RITEK'Beloyarsk-nefti» [Conclusion No. 140/20. Conducting a study of fiberglass pipes manufactured by NOV Fiber Glass Systems L.P. after pilot field tests at the Serginsky field of the RITEKBeloyarskneft Chamber of Commerce and Industry]. Samara, 2020. 25 p.

5. Zaklyuchenie ekspertizy promyshlennoj bezopasnosti dokumentacii na texnicheskoe perevooruzhenie opasnogo proizvodstvennogo ob'ekta «Sistema promyslovyx truboprovodov Serginskogo mestorozhdeniya» [The conclusion of the industrial safety expertise of the documentation for the technical re-equipment of the hazardous production facility "The system of field pipelines of the Serginsky field"]. Orenburg, 2019. 15 p.

Статья поступила в редакцию 21.04.2025; одобрена после рецензирования 29.05.2025; принята к публикации 19.06.2025
The article was submitted 21.04.2025; approved after reviewing 29.05.2025; accepted for publication 19.06.2025

Информация об авторах / Information about the authors

Жанна Ибрагимовна Нурмакова – кандидат биологических наук; доцент кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений; Астраханский государственный технический университет; nurmak@yandex.ru

Janna I. Nurmakova – Candidate of Biological Sciences; Assistant Professor of the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields; Astrakhan State Technical University; nurmak@yandex.ru

Руслан Григорьевич Невгод – ведущий инженер группы трубопроводного транспорта; ООО «НК «Югра-нефтепром»; vnevgod@mail.ru

Ruslan G. Nevgod – Leading engineer of the Pipeline transport group; Yugranefteprom, LLC; vnevgod@mail.ru

Вадим Вадимович Невгод – студент кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений; Астраханский государственный технический университет; vnevgod@mail.ru

Vadim V. Nevgod – Student of the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields; Astrakhan State Technical University; vnevgod@mail.ru

