



ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ В НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОМ ИСПОЛНЕНИИ И ПЛАНЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ТРУБОПРОВОДНОГО ПАРКА ООО «РИТЭК»

ХАИРОВ Денис Камильевич

Ведущий инженер Управления добычи нефти и газа
ООО «РИТЭК»

Чтобы увеличить срок службы трубопроводов на объектах добычи нефти и газа, минимизировать риски отказов и снизить возросшие инвестиционные затраты на приобретение и строительство стальных трубопроводов, специалисты ООО «РИТЭК» сделали выбор в пользу применения неметаллических стеклопластиковых трубопроводов (СПТ) и гибких полимерно-армированных труб (ГПАТ).

В компании принята программа по реконструкции трубопроводов, отработавших свой нормативный срок эксплуатации и находящихся в неудовлетворительном состоянии. Программа рассчитана на срок с 2020 по 2024 год. По мере замены стальных труб на неметаллические отмечается стабильное сокращение количества отказов на трубопроводах.

ООО «РИТЭК» выполняет функции научно-технического полигона ПАО «ЛУКОЙЛ» и специализируется на разработке, испытаниях и внедрении новых технологий для эффективной добычи нефти.

Трубная продукция из неметаллических (стеклопластиковых, композитных) материалов начала применяться в ООО «РИТЭК» с 2018 года.

Причиной внедрения стеклопластиковых труб послужил рост числа отказов и аварийных инцидентов на стальных трубопроводах со сроком эксплуатации до 10 лет.

В последнее время стальные трубопроводы перестали отвечать заявленным требованиям нормативных документов по техническим и прочностным свойствам, при этом их стоимость остается высокой.

Так, при вводе трубопроводов в промышленную эксплуатацию после окончания строительно-монтажных работ (СМР) первые отказы фиксировались уже через два года эксплуатации, что в свою очередь приводило к дополнительным инвестиционным и операционным затратам компании, связанным с преждевременной заменой и капитальным ремонтом трубопроводов, а также к непредвиденным затратам на ликви-

дацию последствий аварийных разливов в результате разгерметизации и попадания нефтесодержащей жидкости и высокоминерализованной воды на почвенный слой.

При детальной проработке вопроса об увеличении срока службы парка трубопроводов технические специалисты ООО «РИТЭК» сделали выбор в пользу применения неметаллических стеклопластиковых трубопроводов и полимерно-армированных труб.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРУБОПРОВОДНОГО ПАРКА ООО «РИТЭК»

Общая протяженность трубопроводов ООО «РИТЭК» в 2021 году составляла 5 810 км.

В связи с бурением, обустройством новых скважин и строительством новых нефтесборных сетей в компании общая протяженность трубопроводов возрастает в следующей пропорции:

- в 2021 году общая протяженность трубопроводов составляла 5 810 км;
- в 2022 году – 5 825 км;
- в 2023 году – 5 835 км (ориентировочно);
- в 2024 году – 5 850 км (ориентировочно).

Согласно утвержденной Программе реконструкции трубопроводов ООО «РИТЭК» в 2020 – 2024 году планируется произвести замену трубопроводов в следующем объеме:

- в 2020 году – 206,7 км трубопроводов (3,1% от общей протяженности), из них 134,7 км (2% от общей протяженности) трубопроводов из неметаллических материалов, 69,3 км (1,1% от общей протяженности) стальных трубопроводов;
- в 2021 году – 191,5 км трубопроводов (2,9% от общей протяженности), из них 107 км (1,6% от общей протяженности) трубопроводов из неметаллических материалов, 84,5 км (1,3% от общей протяженности) стальных трубопроводов;
- в 2022 году – 152,6 км трубопроводов (2,6% от общей протяженности), из них 108 км (1,8% от общей протяженности) трубопроводов из неметаллических материалов, 45 км (1% от общей протяженности) стальных трубопроводов;
- в 2023 году – ориентировочно 176 км трубопроводов (3% от общей протяженности), из них 109 км (1,7% от общей протяженности) трубопроводов из неметаллических материалов, 76 км (1,3% от общей протяженности) стальных трубопроводов;
- в 2024 году – ориентировочно 160 км трубопроводов (2,7% от общей протяженности), из них 100 км трубопроводов (1,7% от общей протяженности) из неметаллических материалов, 50 км (1% от общей протяженности) стальных трубопроводов с внутренним антикоррозионным покрытием.

Рис. 1. Объемы применения неметаллических трубопроводов по программе реконструкции на 2020-2024 гг., км

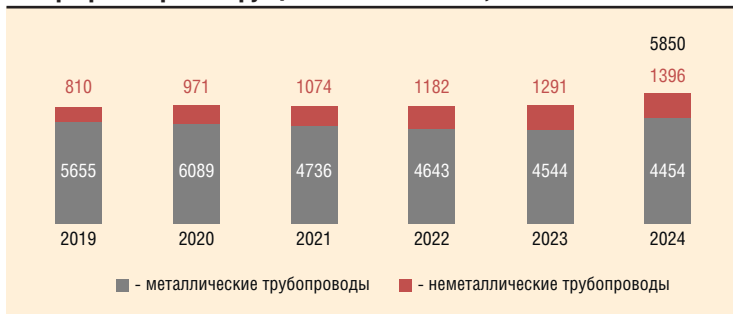
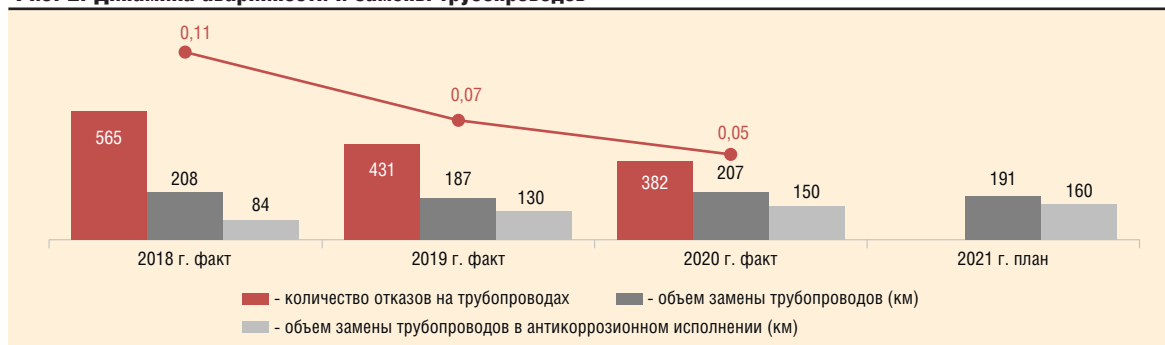


Рис. 2. Динамика аварийности и замены трубопроводов

При реализации запланированных мероприятий по замене трубопроводов в 2020-2024 годах доля трубопроводов неметаллического исполнения увеличится с 810 км (11% от общей протяженности) до 1396 км (24% от общей протяженности) (рис. 1).

ОТКАЗЫ НА СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

Средний срок службы трубопроводов при условии применения внутреннего антикоррозионного покрытия (ВАКП) составляет 20 лет.

Как показывает статистика отказов на трубопроводном транспорте, в период с 2015 по 2018 год наблюдался рост отказов на стальных трубопроводах без ВАКП, на которых первые отказы фиксировались уже на десятом году эксплуатации. Однако с началом реализации Программы по замене трубопроводов, отработавших свой нормативный срок эксплуатации и находящихся в неудовлетворительном состоянии, на трубопроводы в антикоррозионном исполнении и трубопроводы из неметаллических материалов, отмечается стабильное снижение количества отказов в период с 2019 по 2020 год (рис. 2).

Снижению динамики количества отказов трубопроводов способствовала своевременно запланированная реализация Программы по замене трубопроводов в ООО «РИТЭК» в период с 2017 по 2020 год, в рамках которой произведена замена трубопроводов с наибольшим количеством отказов и трубопроводов, отработавших свой нормативный срок эксплуатации.

ЗАМЕНА ТРУБОПРОВОДОВ, ОТРАБОТАВШИХ НОРМАТИВНЫЙ СРОК ЭКСПЛУАТАЦИИ

Общая протяженность трубопроводов, отработавших свой нормативный срок эксплуатации, составляет более 2 000 км, из них более 1700 км трубопроводов эксплуатируются в ТПП «Волгограднефтегаз», их ввод в промышленную эксплуатацию был осуществлен в период с 1960 по 1990 год (см. таблицу).

Также в период с 2017 по 2020 год произведена замена более 560 км трубопроводов, отработавших свой нормативный срок эксплуатации и имеющих недопустимые недостатки. При включении трубопроводов в мероприятия по их замене и Программу реконструк-

Таблица

Сведения о нормативном сроке службы трубопроводов

Параметры	ООО «РИТЭК»	ТПП «ВНГ»	ТПП «ТРН»	ТПП «РСН»	НК «ЮНП»
Общая протяженность трубопроводов, км	5810	3778,9	808,7	991,4	230
Протяженность трубопроводов, отработавших нормативный срок службы, км	2081	1744	331,90	0	5,1
Протяженность трубопроводов, для которых проведено продление срока службы, км	1019,02	793,4	184,99	40,63	0
Протяженность трубопроводов с недопустимыми недостатками, км	381,02	341,67	39,29	0,13	0
Протяженность трубопроводов, по которым в 2017-2020 гг. проведены реконструкция/тех. перевооружение, км	568,22	365,86	86,1	49,84	ТПП «РБН» 66,42

Рис. 3. Реализация программы по замене трубопроводов ООО «РИТЭК» (реконструкция + КРОФ)



ции трубопроводов ООО «РИТЭК» приоритет по замене отдается трубопроводам, находящимся в недопустимом техническом состоянии и отработавшим свой нормативный срок эксплуатации.

Согласно утвержденной Программе реконструкции трубопроводов ООО «РИТЭК» на 2020 – 2022 годы запланировано произвести замену трубопроводов в следующем объеме:

- в 2020 году – 206,7 км трубопроводов (3,1% от общей протяженности), из них 134,7 км (2% от общей протяженности) трубопроводов из неметаллических материалов, 69,3 км (1,1% от общей протяженности) стальных трубопроводов; по Программе капитального ремонта произведена замена 3,75 км трубопроводов;
- в 2021 году – 191,5 км трубопроводов (2,9% от общей протяженности), из них 107 км (1,6% от общей протяженности) трубопроводов из неметаллических материалов, 84,5 км (1,3% от общей протяженности) стальных трубопроводов; по Программе капитального ремонта произведена замена 12,4 км трубопроводов;
- в 2022 году – 152,6 км трубопроводов (2,6% от общей протяженности), из них 108 км (1,8% от общей протяженности) трубопроводов из неметаллических

ских материалов, 45 км (1% от общей протяженности) стальных трубопроводов; по Программе капитального ремонта запланировано выполнить замену 3,31 км трубопроводов.

В рамках реализации мероприятий по замене трубопроводов ООО «РИТЭК» согласно Программе реконструкции трубопроводов в период с 2015 по 2020 год произведена замена более 960 км трубопроводов (13,6% от общей протяженности) (рис. 3).

В период с 2021 по 2022 год запланировано выполнить замену 344 км трубопроводов (5,9% от общей протяженности). Ежегодный объем замены трубопроводов составляет не менее 2,7% от их общей протяженности.

КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ТРУБОПРОВОДОВ

По Программе капитального ремонта в период с 2015 по 2020 год выполнен ремонт более 135 км трубопроводов (2% от общей протяженности).

В 2021 году по Программе капитального ремонта запланировано выполнить ремонт более 13 км внутриплощадочных трубопроводов объектов подготовки нефти и газа.

В период с 2018 по 2020 год выполнена диагностика и ЭПБ более 4 400 км трубопроводов (63% от общей протяженности) (рис. 4).

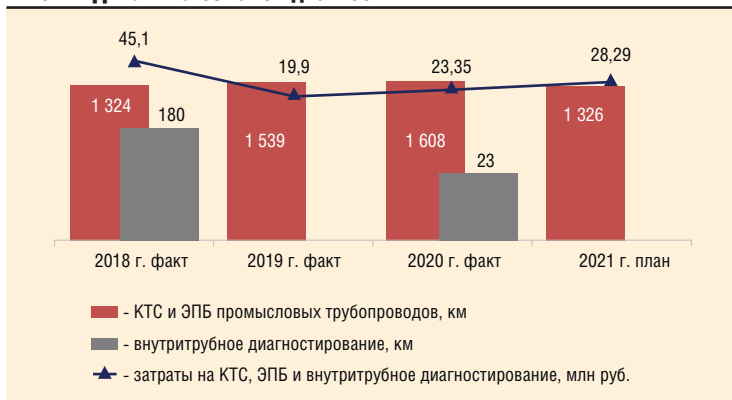
В 2021 году объем проведения работ по выполнению дефектоскопии и экспертизы промышленной безопасности трубопроводов составил 1 326 км.

НЕДОСТАТКИ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

В целях повышения эффективности и надежности эксплуатации стальных трубопроводов и минимизации преждевременных отказов определены основные недостатки трубопроводов в металлическом исполнении:

- подверженность коррозии;
- невысокий срок эксплуатации (10-20 лет);
- дополнительные затраты на приобретение втулок защиты сварного стыка (при применении трубопроводов с внутренним антикоррозионным покрытием);

Рис. 4. Динамика объемов диагностики



- трудоемкость и невысокая скорость монтажа;
- повышенная электропроводность;
- необходимость дополнительных затрат (на приобретение ингибиторов коррозии и реагентов для борьбы с АСПО, станций ЭХЗ, строительство ВЛ).

ПРЕИМУЩЕСТВА НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

Учитывая небольшой срок эксплуатации трубопроводов в металлическом исполнении и значительные инвестиционные вложения ООО «РИТЭК» при реализации мероприятий по модернизации трубопроводного парка, специалисты компании провели работу по поиску новых материалов и технологий, позволяющих решать проблемы высокой стоимости и увеличения срока службы трубопроводов.

Определено наиболее эффективное решение задачи за счет применения трубопроводов в неметаллическом исполнении, что в свою очередь позволит снизить стоимость монтажа трубопроводов за счет исключения сварочно-монтажных работ, отсутствия потребности в применении ингибиторов коррозии и затрат на приобретение и монтаж блоков БДР, строительства станций ЭХЗ и ВЛ.

Кроме того, применение трубопроводов из неметаллических материалов позволит увеличить расчетный срок службы трубопроводов (более 30 лет) за счет отсутствия коррозионных процессов, а также благодаря существенному сокращению отложения парафинов, твердых осадков и солей на внутренних поверхностях труб из-за более низкого коэффициента шероховатости внутренней поверхности и низкой теплопроводности неметаллических труб по сравнению со стальными трубами.

При сравнительном анализе скорости основных этапов строительства и стоимости материалов трубопроводов из неметаллических материалов с металлическими трубами преимущество отдается трубам из неметаллических материалов по причинам более высокой скорости монтажа и невысокой стоимости трубной продукции. Однако не рекомендуется применение стеклопластиковых труб в неустойчивых грунтах и болотистых местностях из-за возможности излома резьбово-муфтового соединения.

При прокладке неметаллических трубопроводов в болотистых местностях и неустойчивых грунтах наибольшую эффективность показали гибкие полимерно-армированные трубы (ГПАТ).

НОРМАТИВНАЯ БАЗА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

Приказом «Росстандарта» утвержден ГОСТ Р 59411-2021 «Трубопроводы промышленные из стекло-

пластиковых труб. Правила проектирования и эксплуатации», ставший первым из серии стандартов, направленных на развитие применения неметаллических труб в нефтегазовой отрасли.

Новый стандарт устанавливает требования к проектируемым, строящимся и реконструируемым промышленным трубопроводам из стеклопластиковых труб, что позволит обеспечить надежность их эксплуатации, а также безопасность для окружающей инфраструктуры и населения.

В ноябре 2021 года Приказом Росстандарта утвержден ГОСТ Р 59834-2021 «Трубы гибкие полимерно-армированные и соединительные детали к ним. Общие технические условия», ставший первым из серии стандартов, направленных на развитие применения гибких полимерных труб в нефтегазовой отрасли. Новый стандарт устанавливает требования к проектируемым, строящимся и реконструируемым промышленным трубопроводам из полимерно-армированных труб, что позволит обеспечить надежность их эксплуатации и безопасность для окружающей инфраструктуры и населения. Применение ГПАТ также позволяет полностью исключить фактор развития внутренней коррозии трубопроводов.

Таким образом, надежность промышленных трубопроводов выйдет на новый уровень и повысит рентабельность добычи нефти, особенно на месторождениях с высокой обводненностью или высокой коррозионной активностью транспортируемых сред.

СПТ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ООО «РИТЭК»

На объектах ООО «РИТЭК» применяются неметаллические (стеклопластиковые) трубы следующих производителей:

- ООО «Завод стеклопластиковых трубопроводов» (г. Казань);
- ООО «ФаберГлассРус» (г. Москва);
- ООО «ТрубопроводСпецСтрой» (г. Пермь)

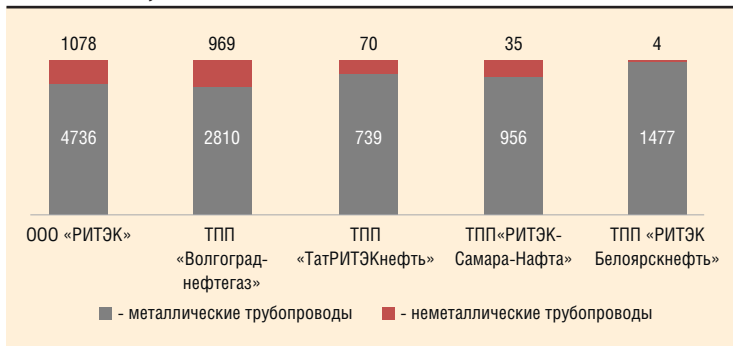
Данная трубная продукция соответствует нормативной документации СТО ПАО «ЛУКОЙЛ» по применению и эксплуатации трубопроводов из неметаллических материалов в НГДО Группы «ЛУКОЙЛ».

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СПТ

Актуальность и экономическая целесообразность применения СПТ определяется рядом их эксплуатационных особенностей по сравнению с трубами других типов:

- стеклопластики характеризуются плотностью 1750-2100 кг/м³, при этом их прочность на растяжение лежит в пределах 150-350 МПа. Таким образом, стеклопластиковые трубы сопоставимы с качественной сталью и значительно превосходят по этому показателю термопластичные полимеры (ПНД, ПВХ);

Рис. 5. Протяженность системы трубопроводного транспорта ООО «РИТЭК», км



- стеклопластик обладает высокой коррозионной стойкостью, так как стекло и отвержденные термоактивные смолы (полиэфирная, эпоксидная), входящие в его состав, обладают низкой реакционной способностью. По этому показателю стеклопластик существенно превосходит черные и цветные металлы и сопоставим с нержавеющей сталью;
- стеклопластик почти не поддается горению, трудно воспламеняется, самостоятельно затухает, так как негорючее стекло составляет в массе стеклопластика значительную долю;
- стеклопластиковые трубы изготавливаются с равным запасом прочности в осевом и кольцевом направлениях;
- предел текучести стеклопластика близок к пределу прочности, по этой причине стеклопластиковые трубы значительно менее эластичны, чем стальные или термопластичные.

К основным недостаткам стеклопластиковых труб можно отнести сложность оборудования, необходимого для их изготовления, и высокие требования к применяемому сырью для изготовления СПТ.

Кроме того, при отказе трубопровода из СПТ в процессе эксплуатации разрушению, как правило, подвергается вся трубная секция, что требует немедленного вывода трубопровода из эксплуатации для проведения замены поврежденного сегмента путем замены ремонтной вставки.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ В ООО «РИТЭК»

В ООО «РИТЭК» по состоянию на 01.12.2021 года (после передачи активов ТПП «РИТЭК Белоярскнефть» в ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь») эксплуатируется 5810 км трубопроводов, на трубопроводы из неметаллических материалов (ПАТ, ПАМ, ТСК, СПТЛ) приходится 1078 км (18,5% от общей протяженности) (рис. 5).

Средний срок эксплуатации трубопроводов из неметаллических материалов в Обществе достигает 18 лет.

В промышленной эксплуатации находятся трубопроводы следующих производителей: ООО «Полимак» (г. Екатеринбург); ООО «ТрубопроводСпецСтрой», ООО «ТСТ» (г. Пермь); ООО «Завод Стеклопластиковых Труб» (г. Казань); ООО «ФаберГлассРус» (г. Москва).

Широкое применение в компании нашли неметаллические трубопроводы производства ООО «ФаберГлассРус». В период с 2017 по 2021 год в ТПП «Волгограднефтегаз» заменено и введено в промышленную эксплуатацию более 470 км трубопроводов (12,6% от парка трубопроводов ТПП «Волгограднефтегаз»).

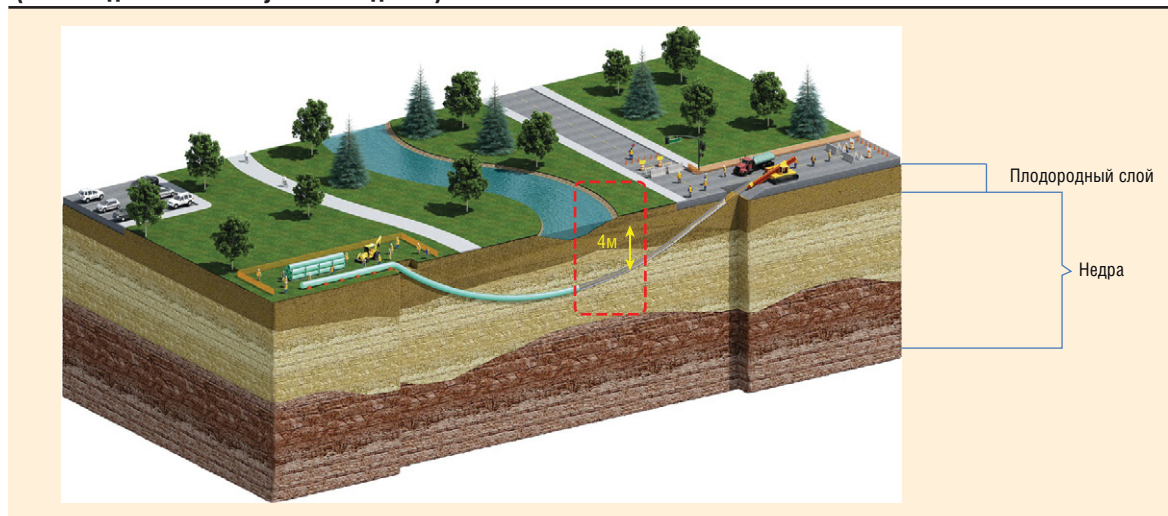
В 2022 году запланировано заменить 108 км трубопроводов из неметаллических материалов в стеклопластиковом исполнении (2,8% от общей протяженности трубопроводов ТПП «Волгограднефтегаз»).

С целью сокращения сроков строительства трубопроводов при реконструкции, техническом перевооружении и строительстве новых сетей сбора с исключением отвода земли на момент проведения строительно-монтажных работ с использованием трубопроводов из

Рис. 6. Труба Fiberspar, используемая в технологии горизонтально-направленного бурения



Рис. 7. Опыт реализации технологии строительства трубопроводов методом ГНБ (без отвода земельного участка под СМР)



композитных материалов в ООО «РИТЭК» в период с 2019 по 2020 год реализованы мероприятия по строительству гибкого неметаллического выкидного трубопровода FS LP 3 750(E) Fiberspar (рис. 6) от скважины №10 до АГЗУ Южно-Красинского месторождения. Протяженность трубопровода составляет 3 993 м, внутренний диаметр – 88 мм, рабочее давление – 4 МПа. Прокладка осуществлялась методом горизонтально-направленного бурения (ГНБ) на условиях ОНР (рис. 7, 8).

В результате выполненных работ был заключен договор «под ключ» с ООО «ФаберГлассРус» на выполнение проектно-изыскательских работ (ПИР), подготовку проектно-сметной документации (ПСД) и получение положительного заключения экспертизы промышленной безопасности, а также на СМР и материалы на общую сумму 39,5 млн руб. без НДС.

Исключение отвода земли при строительстве трубопровода реализовано посредством проведения горизонтально-направленного бурения с проходкой 2000 м и последующей протяжкой гибкого трубопровода без выхода на дневную поверхность и разрушения плодородного слоя земли.

Укладка и протаскивание гибкого армированного трубопровода произведена при возврате колонны бурильных штанг с помощью крепления за фрез-расширитель с последующей стыковкой участка через 2000 м, скорость разработки ствола траншеи для прокладки гибкого трубопровода составила 450 м/сут.

СМР по выполнению ГНБ, испытанию на прочность и плотность, по обвязке с действующими коммуникациями и запуску трубопровода в эксплуатацию в полном объеме были произведены в течение 13 суток.

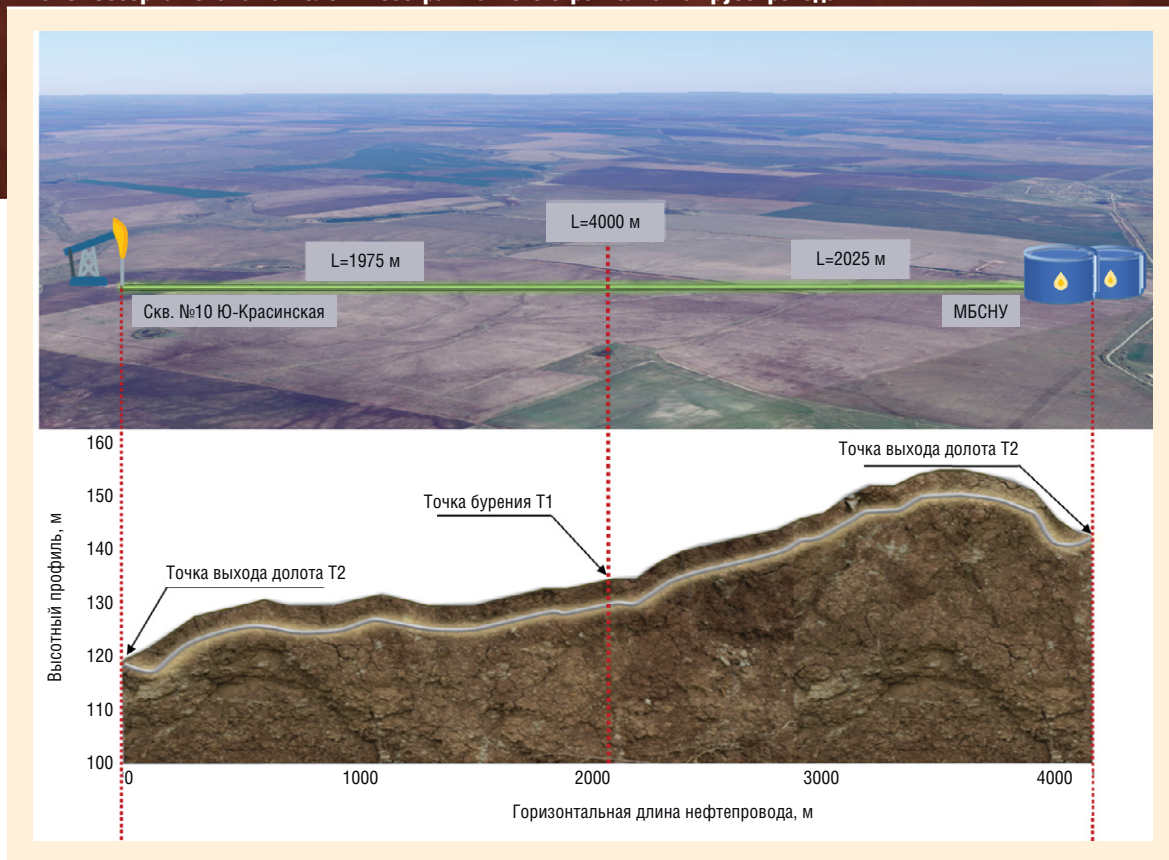
При проведенном сравнительном анализе стоимости выполнения работ по укладке гибкого трубопровода методом ГНБ стоимость строительства гибкого композитного трубопровода бестраншейным методом прокладки на 20% выше, чем классическим методом укладки стального трубопровода (согласно удельным расценкам) в связи с высокой стоимостью гибкого трубопровода.

Однако при более детальной проработке вопроса экономической эффективности строительства трубопровода бестраншейным способом определено следующее:

- исключена арендная плата собственникам земельных участков (ориентировочная стоимость аренды 1 гектара земли составляет 0,25 млн руб.);
- исключено негативное влияние на окружающую среду по причине исключения вскрытия плодородного слоя земли и вырубki лесных массивов;
- исключен травматизм при производстве работ;
- срок службы гибкого трубопровода из композитных материалов достигает 50 лет (срок службы стального трубопровода с внутренним и наружным покрытием – 20 лет);
- строительство 1 км гибкого трубопровода из композитных материалов занимает 8 рабочих смен (строительство 1 км стального трубопровода – 20 рабочих смен).

Таким образом, экономический эффект от реализации мероприятий по прокладке гибкого трубопровода методом ГНБ составил 5,5 млн руб. по сравнению с классическими методами строительства стального трубопровода.

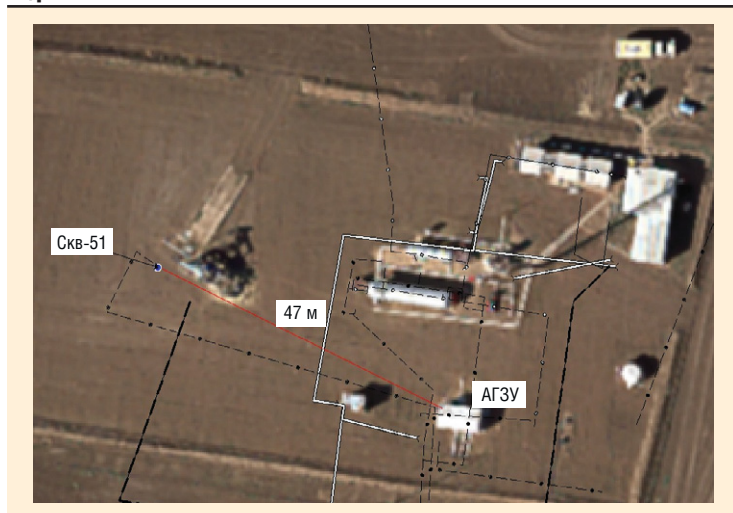
Рис. 8. Обзорная схема технологии бестраншейного строительства трубопровода



ИСПЫТАНИЯ ПОЛИМЕРНО-АРМИРОВАННОЙ ТРУБЫ

Для подтверждения заявленных характеристик полиэтилена повышенной термостойкости PE6PP34 (аналог полиэтилена PE-RT) и XRT70 производства Total petrochemical в ООО «РИТЭК» подготовлена и реализуется Программа испытаний полимерно-армированной трубы производства ООО «Полимак» из сырья ООО «Ставролен».

Рис. 9. Обзорная схема расположения скв. 51 Северо-Романовского м/р М 1:500



Испытания проходят на опытном участке с подземной прокладкой трубопровода из гибких полимерных труб, врезанных в действующую выкидную линию скважины № 51 Северо-Романовского месторождения ТПП «Волгограднефтегаз», на прямом участке между линейной задвижкой и входом в АГЗУ. Протяженность участка трубопровода составляет 47 м (рис. 9).

По окончании испытаний опытные образцы трубной продукции будут переданы в независимую аккредитованную лабораторию для проведения лабораторных испытаний по подтверждению заявленных характеристик трубной продукции в условиях эксплуатации на объектах ООО «РИТЭК».

Срок завершения ОПИ трубной продукции производства ООО «Полимак» – II квартал 2022 года.

ВЫВОДЫ

Учитывая опыт эксплуатации трубопроводов из неметаллических материалов, накопленный ООО «РИТЭК», а также принимая во внимание надежность указанных материалов, их относительно низкую стоимость (по сравнению с металлическими трубопроводами), необходимо продолжать промышленное применение неметаллических трубопроводов в компании.

В целях создания здоровой конкурентной среды и привлечения новой продукции необходимо проводить опытные испытания полимерно-армированных и стеклопластиковых труб от производителей, ранее не поставлявших свою продукцию на объекты ООО «РИТЭК». ♦