

## О ПРИМЕНЕНИИ ТРУБ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

### ON APPLICATION OF PIPES FROM POLYMER MATERIALS FOR FIELD PIPELINES

**Д. А. Гулин**  
**Denis A. Gulin**

Уфимский государственный  
нефтяной технический  
университет,  
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum  
Technological University,  
Ufa, Russian Federation

**Т. Р. Насибуллин**  
**Timur R. Nasibullin**

Уфимский государственный  
нефтяной технический  
университет,  
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum  
Technological University,  
Ufa, Russian Federation

**К. Е. Карпова**  
**Kseniya E. Karpova**

Уфимский государственный  
нефтяной технический  
университет,  
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum  
Technological University,  
Ufa, Russian Federation

**А. С. Глазков**  
**Anton S. Glazkov**

Уфимский государственный  
нефтяной технический  
университет,  
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum  
Technological University,  
Ufa, Russian Federation

Согласно данным ФГБУ «Центральное диспетчерское управление топливно-энергетического комплекса» за 2018 год, в России 92 % инцидентов и аварий с разливом нефти произошли из-за коррозии. При этом около 45 % трубопроводов эксплуатируются в агрессивных грунтах, 30 % — в слабоагрессивных средах, и только 10 % не нуждаются в активной антикоррозионной защите. По данным Ростехнадзора, общая длина промышленных трубопроводов достигает 300 тыс. км. При этом изношенность основного фонда промышленных труб доходит до 70 %. Так как наиболее используемым материалом для сооружения трубопроводов служит сталь, то основной проблемой при транспортировке углеводородов является наружная и внутренняя коррозия трубопроводов.

В связи с этим одним из ключевых моментов является замена металлических трубопроводов на полимерные армированные трубы, сочетающие в себе коррозионную стойкость, низкое влагопоглощение, а также высокие диэлектрические показатели.

Целью работы является анализ применения труб из полимерных материалов для промышленных трубопроводов, используемых для транспортировки углеводородов в России и за рубежом.

Задачи:

- анализ опыта эксплуатации армированных полиэтиленовых труб используемых для транспорта углеводородов в России и за рубежом;
- рассмотрение основных проблем, возникающих при эксплуатации композитных трубопроводов;
- сравнение характеристик труб, применяемых в различных странах.

В процессе исследования изучены нормативные документы по зарубежным и отечественным полимерным трубопроводам и проведен обобщенный анализ данных труб.

Определены проблемы, с которыми сталкивается нефтегазовая промышленности при транспортировке углеводородов. Рассмотрена история западного и отечественного применения полимерных трубопроводов, на основе которой обоснована актуальность применения композитных трубопроводов на основе полиэтилена.

#### Ключевые слова

нефтегазовая промышленность;  
трубопровод; коррозия;  
полимерные материалы;  
композитная труба

According to the Federal State Budgetary Institution «Central Dispatch Office of the Fuel and Energy Complex» for 2018, in Russia 92 % of incidents and accidents with oil spills occurred due to corrosion. At the same time, about 45 % of pipelines are operated in aggressive soils, 30 % — in slightly aggressive environments, and only 10 % do not need active anti-corrosion protection. According to Rostekhnadzor, the total length of the field pipelines reaches 300 thousand km. At the same time, the deterioration of the main stock of production pipes reaches 70 %. Since the most used material for the construction of pipelines is steel, the main problem in the transportation of hydrocarbons is external and internal corrosion of pipelines.

In this regard, one of the key points is the replacement of metal pipelines with reinforced polymer pipes that combine corrosion resistance, low moisture absorption, and high dielectric performance.

The aim of this work is to analyze the use of pipes made of polymeric materials for field pipelines used to transport hydrocarbons in Russia and abroad.

Tasks:

- analysis of the operating experience of reinforced polyethylene pipes used for the transportation of hydrocarbons in Russia and abroad;
- consideration of the main problems arising during the operation of composite pipelines;
- comparison of the characteristics of pipes used in different countries.

In the course of the study, the regulatory documents on foreign and domestic polymer pipelines were studied and a generalized analysis of these pipes was carried out.

The problems faced by the oil and gas industry in the transportation of hydrocarbons are identified. The history of Western and domestic use of polymer pipelines is considered, on the basis of which the relevance of the use of composite pipelines based on polyethylene is substantiated.

В современном мире развитие нефтегазовой промышленности во многом зависит от поиска альтернативных материалов производства. Одним из ключевых является замена металлических трубопроводов на полимерные армированные трубы, сочетающие в себе преимущества, обусловленные уникальными свойствами, такими как коррозионная стойкость, низкое влагопоглощение, а также высокие диэлектрические показатели.

Согласно данным ФГБУ «Центральное диспетчерское управление топливно-энергетического комплекса», за 2018 год было зафиксировано порядка десяти тысяч инцидентов и аварий с разливом нефти, из которых 92 % случаев произошли из-за коррозии. При этом почти половина трубопроводов (около 45 %), находящихся на территории России, эксплуатируются в агрессивных грунтах, 30 % — в слабоагрессивных средах и только 10 % не нуждаются в активной антикоррозионной защите. Всего, согласно данным Ростехнадзора, общая длина промысловых трубопроводов достигает 300 тыс. км. В то же время изношенность основного фонда промысловых труб доходит до 70 % [1].

Следует отметить, что наиболее используемым материалом для сооружения трубопроводов служит сталь. Долгое время она слу-

## Key words

oil and gas industry; pipeline; corrosion; polymer materials; composite pipe

жила компромиссным материалом для нужд нефтегазовой промышленности как в России, так и зарубежных стран, обеспечивая баланс стоимости, прочности, доступности и пригодность к ремонту.

При транспортировке углеводородов мы сталкиваемся с рядом основных проблем, например, такие, как наружная и внутренняя коррозия трубопроводов, завышенная стоимость стальных труб, значительные затраты на сооружение и ремонт трубопроводов. Именно содержание в жидких и газообразных средах на нефтегазовых месторождениях, таких как сероводород, соленая вода, диоксид углерода и различные кислоты, является основной причиной коррозии. В промышленно развитых странах данная проблема влечет за собой значительные экономические убытки, которые в последующем влияют на объем национального валового продукта и постоянно увеличиваются не только из-за высокой стоимости капитального ремонта, но и значительных затрат, связанных с обеспечением экологической безопасности.

Поэтому совершенствование трубопроводного транспорта является первостепенной задачей в нефтегазовой промышленности, а именно повышение сроков службы, стойкости в условиях агрессивных средах и, вследствие этого, улучшение окружающей среды в целом.

Исходя из анализа литературных источников, трубопроводы, изготовленные из полимерных материалов, широко применяются в нефтегазовой индустрии. Они, в основном, используются для создания надежных напорных систем чаще всего для транспортировки газа и нефти, выкидных линий скважин, сборных коллекторов и различных трубопроводных систем инженерной инфраструктуры нефтегазовой отрасли.

Большой процент изношенности трубопроводов и необходимость поддержания эксплуатационной надежности являются основными проблемами на сегодняшний день, следовательно, решением таких задач являются исследование современного состояния трубопроводных систем из композитных материалов на основе полимеров и усовершенствование методов их практического применения.

Тем самым, широкомасштабные исследования в области применения трубопроводов из композитных материалов на основе полиэтилена и интерес крупных отечественных и зарубежных компаний подтверждают их актуальность.

#### *Анализ эффективности применения труб из композитных материалов*

Исходя из исторических данных, применение труб из композитных материалов в нефтегазовой отрасли началось в конце 50-х годов XX века. В начале 60-х годов началось массовое внедрение трубопроводных систем из стеклопластиков на основе эпоксидного связующего с рабочим давлением от 1,5 до 2,0 МПа на месторождениях компаний: Total во Франции, Amoco, ExxonMobil в США, Shell в США и Канаде. Это становилось распространенным решением проблемы предотвращения коррозии трубопроводов на Западе.

В таблице 1 представлены компании, изготавливающие трубы из композитных материалов. Нижеперечисленный список включает зарубежных и отечественных производителей, трубная продукция которых была изучена и сведена в табличный вид. В качестве параметров для классификации были выбраны следующие физические показатели – диаметр производимых труб, максимальное рабочее давление и максимальная температура.

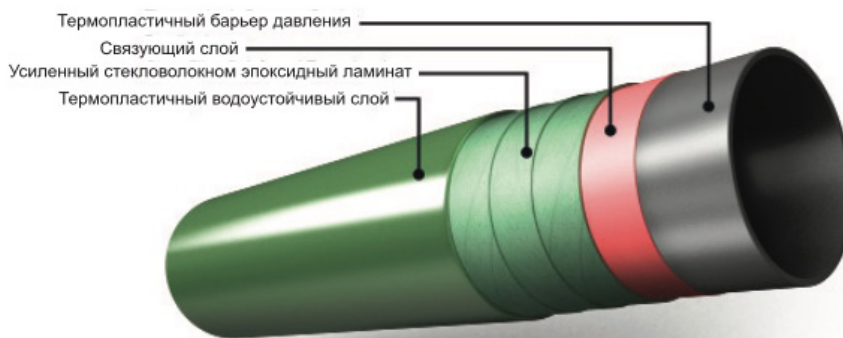
**Таблица 1.** Основные производители композитных труб

Название	Страна	Ассортимент	Давление, МПа	Температура, °С
NOV-Fiberspar	США	Диаметр 50-254 мм, армирование высокопрочными нитями	до 13,8	до 104,4
FlexSteel	США	Диаметр 50-203 мм, стальное армирование	от 5,0 до 20,6	до 80
America Flex	США	Диаметр 50-157 мм, армирование нитями или сталью	от 0,2 до 0,3	до 45
Polyflow	США	Диаметр 101-152 мм, армирование нитями	до 3,5	до 65
Soluforce	Нидерланды	Диаметр 101-177 мм, армирование нитями	до 8,0	до 100
Airborne	Нидерланды	Диаметр 25-101 мм, широкий ассортимент	до 20,2	до 95
IVG	Италия	Инновационные материалы	до 1,0	до 70
ANACONDA	Россия	Диаметр 74-160 мм, армирование трубы полиэфирными малоусадочными нитями с повышенной адгезией	от 1,2 до 4,0	до 65
Геотехнологии	Россия	Диаметр 22-89 мм, армирование нитями с наружной полимерной оболочкой	от 1,0 до 2,0	до 70
СИБМАШ-ПОЛИМЕР	Россия	Диаметр 50-600 мм, армирование с металлическим каркасом	от 1,0 до 4,0	до 80

Рассмотрим несколько труб из вышеперечисленной таблицы 1 подробнее.

1. NOV-Fiberspar, США (рисунок 1) — линейная труба, наматываемая на барабан, состоящая из внутреннего термопластического слоя, армированного высокопрочным стекловолокном, внедренным в эпоксидную матрицу. Является первой гибкой трубой, соответствующей трем стандартам [2]. Данная труба предлагает максимально высокую тем-

пературу на рынке гибких линейных труб: до 104,4 °С. Также возможно расширение диапазона применения гибких линейных труб с новым классом давления, увеличенным до 3,500 psi. Производители данной трубы также предлагают самый большой выбор гибких линейных труб по размерам и характеристикам скорости потока, позволяющий сделать оптимальный выбор необходимого продукта, избегая многочисленных затрат на излишне ус-



**Рисунок 1.** Линейная труба NOV-Fiberspar (США)

ложненные системы трубопроводных линий или ошибок, связанных с упрощением подхода к проектированию.

2. FlexSteel, США (рисунок 2) — преимущество данной трубы заключается в революционной технологии намотки труб, разработанной на основе более чем 30-летнего опыта работы в сложных морских ус-

ловиях. Труба обладает повышенной безопасностью — коррозионной стойкостью и отсутствием деградации, также выдерживает циклические нагрузки в условиях окружающей среды, что обеспечивает значительно более низкие затраты на техническое обслуживание и снижение антикоррозионных мер почти до нуля [3].



**Рисунок 2.** Труба FlexSteel (США)

3. Soluforce, Нидерланды (рисунок 3) — гибкая композитная труба, уникально изготовленная из связующего алюминиевого слоя, что, в свою очередь, не позволяет проникать газам из трубы, тем самым это устраняет возможные проблемы безопасности окружающей среды. Основное преимуще-

ство такой трубы от других конструкций: вентиляция проникших газов не требуется, что снижает затраты на монтаж и техническое обслуживание. Газонепроницаемые решения SoluForce устойчивы ко всем химическим веществам, участвующим в транспортировке жидкости [4].



**Рисунок 3.** Гибкая композитная труба Soluforce (Нидерланды)

4. ANACONDA, Россия (рисунок 4) — гибкая полиэтиленовая высоконапорная труба монолитной конструкции. Обладает высокой коррозионной и гидроабразивной стойкостью, повышенной пропускной способностью. Трубопроводы, транспортирующие сырую и очищенную нефть, многофазные смеси и эмульсии (нефть, газ, вода, в т.ч. с высоким

содержанием  $H_2S$  и  $CO_2$ ), попутный нефтяной газ, под давлением от 1,2 до 4,0 МПа. Наружный и внутренний слои выполняются из трубного полиэтилена с минимальной длительной прочностью MRS 10,0 МПа (ПЭ 100). Армирование трубы производится полиэфирными малоусадочными нитями с повышенной адгезией с пределом прочности 900 МПа [5].

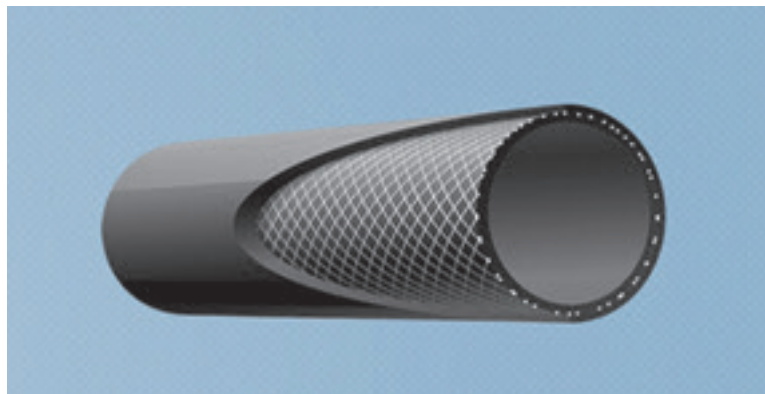


Рисунок 4. Гибкая полиэтиленовая труба ANACONDA (Россия)

Проведя сравнительный анализ труб, представленных в таблице 1, можно сделать вывод о том, что трубы производства США и Нидерландов превосходят трубы производства Италии и России по следующим показателям:

1. диаметр трубопроводов, производимых за рубежом, варьируется в пределах от 25 до 250 мм, а российских — от 20 до 600 мм;

2. максимальное рабочее давление труб, производимых за рубежом, — 20,2 МПа, а российских — 4 МПа;

3. температурный режим: США до 104,4 °С, а в России на данный момент только до 80 °С.

Далее рассмотрим преимущества как материала, так и различных прочностных и экономических характеристик труб российского и зарубежного производства. Гибкая пластиковая труба Fiberspar производства США, армированная стекловолокном, дополняет возможности и преимущества обычных стеклопластиковых труб низкими затратами на монтаж. Как и весь стеклопластик, труба Fiberspar не подвергается коррозии и может использоваться для транспортировки газа, нефти, воды под высоким давлением до 13,8 МПа, тем самым увеличивается производительность, так как превышает дебит обычной стальной трубы одинаковых диаметров. Композитные трубы SoluForce производства Нидерланды, известные как армированные термопластичные трубы, которые также отличаются своими комплексными и экономичными решениями, уникально сочетают в себе коррозионную

стойкость, низкую стоимость материала и преимущества монтажа гибкой трубы с сердечником из стали, что включает в себя отраслевой стандарт долговечности. Ко всему этому сравнению стоит добавить трубу российского производства ANACONDA. В трубе используются полиэтилен ПЭ80, ПЭ100 и полиэфирные нити, обладающие высокой стойкостью к агрессивным транспортируемым веществам. Также присутствует способность выдерживать подвижки грунта, вызванные землетрясениями, пучением и просадкой грунта, что повышает их живучесть. Повороты трубопровода можно осуществлять упругим изгибом — от 1500 до 3200 мм. Также данная труба отличается массой в 3–4 раза меньше чем сталь, поэтому при строительстве трубопроводов не требуется тяжелая грузоподъемная техника, что также снижает стоимость при укладке трубопровода. Главным отличием от вышеперечисленных труб являются габаритные размеры и, конечно же, давление, которое в отличие от труб производства США и Нидерландов значительно ниже (таблица 1).

Таким образом, проанализировав трубы, представленные в таблице 1 по техническим характеристикам, строению и различным показателям, мы можем сделать вывод, что на данный момент производство стеклопластиковых труб в России значительно отстает от промышленных стандартов зарубежных стран. Использование композитов будет возрастать с увеличением потребности нефтега-

зовой промышленности в материалах с уникальными механическими, химическими и физическими свойствами, что обуславливается современными тенденциями в добыче и транспорте нефти и газа. Перспективы полимерных материалов связаны с достижением требуемых промышленных параметров [6].

В общемировом объеме изготовление композитных труб является одной из основных отраслей с совокупным выпуском приблизительно 1 млн т/год (в России эта цифра составила, согласно данным «Текарт», около 8,4 тыс. т за 2018 год). Доля труб из композитных материалов среди всех видов труб в мировом масштабе — 4 % (самая высокая доля для стран Персидского залива — около 20 %, доля в России – меньше 1 %) [7].

В середине 90-х годов ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» начал замену стальных трубопроводов на полимерные. Многие подразделения данной нефтяной компании также последовали его примеру. На сегодняшний день общая протяженность неметаллических трубопроводов в данном подразделении составляет приблизительно 1500 км.

Также компания Petroleum Development Oman (PDO) начала реализацию программы по сокращению потерь нефти и оздоровлению окружающей среды. Два года исследований показали, что в районе Нимр 45 % всех протечек происходят на двух месторождениях – Варад и Сим-Сим. Было принято решение о полной замене на месторождении Сим-Сим всех высоконапорных стальных трубопроводов и коллекторов на полиэтиленовые трубы высокого давления. Для этой цели были выбраны трубы местного производства компании Vorealis [8].

Использование армированных трубопроводов заметно увеличилось — за 7 лет суммарная длина трубопроводов возросла на 11 % с 377,2 до 414,2 тыс. км, при этом протяженность газопроводов возросла лишь на 1,4 % с 225,5 до 237,5 тыс. км [9]. Суммарный рост протяженности трубопроводов из стеклопластика составил 15 %, главным образом за счёт увеличения протяженности труб для транспорта многофазного потока. Для композитных трубопроводов протяженность возросла в 5,8 раза (с 1090 до 7420 км), в том числе протяженность газопроводов увеличилась на 2300 км, или 380 %.

В 2016 году на юго-западе Ирана был введен в эксплуатацию нефтепровод из композитных материалов. Данный трубопровод протя-

женностью 10 км предназначался для перекачки сырой нефти. Нефтепровод был сооружен на месторождении Марун в провинции Хузестан для соединения двух комплексов Марун III и Марун IV. Проект был разработан научно-исследовательским институтом нефтяной промышленности (RIPI) совместно с Национальной иранской южной нефтяной компанией [10].

В России с каждым годом возрастает заинтересованность в отношении композитных трубопроводов, изучается возможность их использования для транспортировки, это обосновывается тем, что множество нефтяных компаний проводят лабораторные и полевые испытания композитных трубопроводов на протяжении нескольких лет.

В многочисленных докладах ПАО «Газпром» отмечалось, что компания ведет достаточно активную работу по испытаниям трубопроводов из композитных материалов. Для таких испытаний был введен в эксплуатацию следующий объект — резервный газопровод-отвод длиной 90 км для поселка Харп, Салехарда и Лабытнанги в Ямало-Ненецком автономном округе. Также были использованы трубы различных наружных диаметров: 300, 700 и 1000 мм, спроектированные на рабочее давление 7,5 МПа. Был спроектирован трубопровод наружным диаметром 1200 мм с таким же рабочим давлением — резервный 14-километровый переход через реку Обь в составе магистрального газопровода Ябург–Тула-2, расположенный в Ханты-Мансийском автономном округе. ООО «Газпром ВНИИГАЗ» определил технические требования к целевым эксплуатационным показателям композитных труб и их соединениям. На основе этих требований в ХК «Композит» были созданы образцы композитных труб и деталей, также разработаны сопутствующие технологии, которые прошли всесторонние испытания. При получении положительных результатов был построен первый опытный газопровод, затем — второй [11, 12].

Согласно данным ОАО «Татнефть», в нефтегазовой промышленности эксплуатируется не более 250 км композитных насосно-компрессорных трубопроводов и обсадных труб, и общая протяженность стеклопластиковых трубопроводов составляет менее одной тысячи километров. Для данных видов трубопроводов обусловлена совокупность организационных и технических проблем, а также

практически полное отсутствие нормативной документации, регламентирующей производство и применение в сферах добычи, хранения и транспортирования углеводородов. Все это является причиной низкой доли применения композитных трубопроводов.

Следовательно, основной задачей предприятий и научных институтов является правильное применение опыта, накопленного за долгие годы в создании композитных материалов для разноплановых отраслей промышленности и в преобразовании этого опыта для использования в сфере транспорта углеводородов. В сочетании с иностранными разработками, в особенности из США, Нидерландов и других стран, достижения отечественной промышленности создадут достаточный потенциал для высоких темпов роста применения композитных трубопроводов в нефтегазовой области.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что на настоящий момент проложены и достаточно успешно эксплуатируются уже десятки тысяч километров композитных трубопроводов различного назначения, но на этом исследования в данной области не прекращаются, так как ключевыми достоинствами таких труб являются: экономичность (в сравнении со стальными), экологичность (отношение к окружающей среде), достаточное разнообразие используемых методов и высокая скорость укладки.

Основываясь на нормативной базе, отметим, что в 2019 году вступил в силу Свод правил [13]. Этот свод правил включает в себе

сооружение и применение трубопроводов из композитных материалов, которые позволят избежать аварий, повысить срок службы трубопроводов, а также сократить расходы на эксплуатацию в нефтегазовых компаниях.

Применение стеклопластиковых труб в России на данный момент регламентируется только двумя сводами правил: СП 40-104-2001 «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов водоснабжения из стеклопластиковых труб» и СП 40-105-2001 «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов канализации из стеклопластиковых труб». При этом данные СП не рассматривают вопросы применения труб в нефтегазовой отрасли [14–16].

#### Вывод

В работе рассмотрены трубы из композитных материалов, произведенные как в России, так и за рубежом. Исходя из проведенной работы можно сделать вывод о том, что применение неметаллических труб имеет большое преимущество — низкая стоимость их производства, снижение сметной стоимости строительства и затрат на эксплуатацию, а также существенное снижение риска загрязнения окружающей среды, что является важнейшей и актуальной задачей в нефтегазовой отрасли. Благодаря передовым научным достижениям и исследованиям в области полимерных армированных трубопроводов, такие трубы широко используются в зарубежной и отечественной практике, где постепенно наращивается опыт, тем самым подтверждая актуальность применения композитных трубопроводов на основе полиэтилена.

#### СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Волков А.С. Методы испытаний и диагностики композитных изделий и стеклопластиковых // Инженерная практика. 2017. № 10. С. 8–14.

2. Гибкая линейная труба, армированная стекловолокном FiberSpar // FiberGlassRus. URL: <https://fg-rus.ru/products/gibkaya-lineynaya-truba-fiberspar> (дата обращения: 04.10.2020).

3. FlexSteel Pipe // FlexSteel Pipeline Technologies. URL: <https://www.flexsteelpipe.com/flexsteel-pipe.html> (дата обращения: 04.10.2020).

4. Advanced Flexible Pipeline Systems for Oil, Gas and Water // SoluForce. URL: <https://www.soluforce.com/content/dam/pipeline/soluforce/marketing/general/brochures/soluforce-general-brochure.pdf> (дата обращения: 11.10.2020).

5. Производство полиэтиленовых труб ANACONDA // Технология композитов. URL: <https://www.tk.perm.ru/anakonda/> (дата обращения: 05.10.2020).

6. Габова М.А. Применение композиционных материалов при добыче нефти и газа // Вестник университета. 2012. № 10. С. 88–92. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-kompozitsionnyh-materialov-pri-dobyche-nefti-i-gaza> (дата обращения: 15.10.2020).

7. Печенина А. Маркетинговое исследование рынка стальных труб (вер. 3): аналитический отчет. М., Текарт, 2015. 140 с.

8. Адхиятмабхатар М., Девеси С. Полиэтиленовые трубы в нефтегазовой отрасли на Ближнем Востоке // Полимерные трубы. 2014. № 1. С. 62–66.

9. Густов Д.С., Любин Е.А. Применение композитных трубопроводов в нефтегазовой промышленности // Инженер-нефтяник. 2016. № 1. С. 72–78.

10. Иран планирует серьезно модернизировать свою трубопроводную инфраструктуру // НефтеРынок. 13.07.2016. URL: <http://www.nefterynok.info/novosti/iran-planiruet-serezno-modernizirovat-svoyu-truboprovodnuyu-infrastrukturu> (дата обращения: 13.10.2020).

11. Алексей Миллер: Сделан важный шаг по использованию композитных труб в «Газпроме» // Газпром. 27.08.2014. URL: <http://www.gazprom.ru/press/news/2014/august/article199561/> (дата обращения: 20.10.2020).

12. Алексей Миллер: Конкретный участок газопровода станет полигоном для испытаний композитных труб // Газпром. 13.02.2014. URL: <https://www.gazprom.ru/press/news/2014/february/article184302> (дата обращения: 20.10.2020).

13. Утвержден Свод правил на стеклопластиковые трубопроводы // ВНИИСТ. 02.11.2017. URL: <http://www.vniist.ru/vniist/news/2017-11-02/668.html> (дата обращения: 14.10.2020).

14. ГОСТ Р 55876-2017. Трубы и детали трубопроводов из реактопластов, армированных стекловолокном. Методы испытаний. Испытания на герметичность подвижных соединений. М.: Стандартинформ, 2017. 16 с.

15. ГОСТ Р 55068-2012. Трубы и детали трубопроводов из композитных материалов на основе эпоксидных связующих, армированных стекло- и базальтоволокнами. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 40 с.

16. ГОСТ Р 55076-2012. Трубы и детали трубопроводов из реактопластов, армированных стекловолокном. Методы определения наработки до отказа под действием постоянного внутреннего давления. М.: Стандартинформ, 2018. 17 с.

## REFERENCES

1. Volkov A.S. Metody ispytaniy i diagnostiki kompozitnykh izdeliy i stekloplastikovykh [Testing and Diagnostics Methods for Composite Products and Fiberglass]. *Inzhenernaya praktika — Engineering Practice*, 2017, No. 10, pp. 8–14. [in Russian].

2. Gibkaya lineynaya truba, armirovannaya steklovolonkom FiberSpar [FiberSpar Fiber Glass Reinforced Flexible Linear Pipe]. *FiberGlassRus*. Available at: <https://fg-rus.ru/products/gibkaya-lineynaya-truba-fiberspar> (accessed 04.10.2020). [in Russian].

3. FlexSteel Pipe. *FlexSteel Pipeline Technologies*. Available at: <https://www.flexsteelpipe.com/flexsteel-pipe.html> (accessed 04.10.2020).

4. Advanced Flexible Pipeline Systems for Oil, Gas and Water. *SoluForce*. URL: <https://www.soluforce.com/content/dam/pipelife/soluforce/marketing/general/brochures/soluforce-general-brochure.pdf> (accessed 11.10.2020).

5. Proizvodstvo polietilenovykh trub ANACONDA [Production of Polyethylene Pipes ANACONDA]. *Tekhnologiya kompozitov*. Available at: <https://www.tk.perm.ru/anakonda> (accessed 05.10.2020). [in Russian].

6. Gabova M.A. Primenenie kompozitsionnykh materialov pri dobyche nefi i gaza [The Usage of Composite Materials in Oil and Gas Extraction]. *Vestnik universiteta — Vestnik Universiteta*, 2012, No. 10, pp. 88–92. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-kompozitsionnyh-materialov-pri-dobyche-nefti-i-gaza> (accessed 15.10.2020). [in Russian].

7. Pechenina A. *Marketingovoe issledovanie rynka stal'nykh trub (ver. 3): analiticheskii otchet* [Steel Pipe Market Research (Version 3): Analytical Report]. Moscow, «Tekart» Publ., 2015. 140 p. [in Russian].

8. Adkhiyatmabkhatar M., Devesi S. Polietilenovye trubyy v neftegazovoi otrasli na Blizhnem Vostoke [Polyethylene Pipes in the Oil and Gas Industry in the Middle East]. *Polimernye trubyy — Plastic Pipes*, 2014, No. 1, pp. 62–66. [in Russian].

9. Gustov D.S., Lyubin E.A. Primenenie kompozitnykh truboprovodov v neftegazovoi promyshlennosti [Application of Composite Pipelines in the Oil and Gas Industry]. *Inzhener-nefyanik — Petroleum Engineer*, 2016, No. 1, pp. 72–78. [in Russian].

10. Iran planiruet ser'ezno modernizirovat' svoyu truboprovodnyuyu infrastrukturu [Iran Plans to Seriously Modernize its Pipeline Infrastructure]. *NefteRynok*. 13.07.2016. Available at: <http://www.nefterynok.info/novosti/iran-planiruet-serezno-modernizirovat-svoyu-truboprovodnyuyu-infrastrukturu> (accessed 13.10.2020). [in Russian].

11. Aleksei Miller: Sdelan vazhnyi shag po ispol'zovaniyu kompozitnykh trub v «Gazprome» [Aleksei Miller: An Important Step Has Been Taken in the Use of Composite Pipes at Gazprom]. *Gazprom*. 27.08.2014. Available at: <http://www.gazprom.ru/press/news/2014/august/article199561> (accessed 20.10.2020). [in Russian].

12. Aleksei Miller: Konkretnyi uchastok gazoprovoda stanet poligonom dlya ispytaniy kompozitnykh trub [Aleksei Miller: A Specific Section of the Gas Pipeline Will Become a Testing Ground for Composite Pipes]. *Gazprom*. 13.02.2014. Available at: <https://www.gazprom.ru/press/news/2014/february/article184302> (accessed 20.10.2020). [in Russian].

13. Utverzhen Svod pravil na stekloplastikovye truboprovody [The Code of Rules for Fiberglass Pipelines was Approved]. *VNIIST*. 02.11.2017. Available at: <http://www.vniist.ru/vniist/news/2017-11-02/668.html> (accessed 14.10.2020). [in Russian].

14. *GOST R 55876-2017. Truby i detali truboprovodov iz reaktoplastov, armirovannykh steklovolonkom. Metody ispytaniy. Ispytaniya na germetichnost' podvizhnykh soedineniy* [State Standard R 55876-2017. Fiberglass-Reinforced Thermosetting Plastic Pipes and Parts of Pipelines. Test Methods for Leaktightness of Flexible Joints]. Moscow, Standartinform Publ., 2017. 16 p. [in Russian].

15. *GOST R 55068-2012. Truby i detali truboprovodov iz kompozitnykh materialov na osnove epoksidnykh svyazuyushchikh, armirovannykh steklo- i bazal'tovolonkami. Tekhnicheskie usloviya* [State Standard R 55068-2012. Glass-Fibre and Basalt-Fibre Reinforced Epoxy Plastic Pipes and Parts of Pipelines. Specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2014. 40 p. [in Russian].

16. *GOST R 55076-2012. Truby i detali truboprovodov iz reaktoplastov, armirovannykh steklovolonkom. Metody opredeleniya narabotki do otказа pod deystviem postoyannogo vnutrennego davleniya* [State Standard R 55076-2012. Fiberglass Reinforced Thermosetting Plastic Pipes and Part of Pipelines. Methods for Determination of Time to Failure under Sustained Internal Pressure]. Moscow, Standartinform Publ., 2018. 17 p. [in Russian].



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ  
ABOUT THE AUTHORS

**Гулин Денис Алексеевич**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Сооружение и ремонт газонефтепроводов и газонефтехранилищ», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

**Denis A. Gulin**, Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of Oil and Gas Pipelines and Storage Facilities Construction and Repair Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: denis.ufa@list.ru

**Карпова Ксения Евгеньевна**, студент кафедры «Сооружение и ремонт газонефтепроводов и газонефтехранилищ», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

**Kseniya E. Karpova**, Student of Oil and Gas Pipelines and Storage Facilities Construction and Repair Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: kseniya.karpova.1998@mail.ru

**Глазков Антон Сергеевич**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Сооружение и ремонт газонефтепроводов и газонефтехранилищ», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

**Anton S. Glazkov**, Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of Oil and Gas Pipelines and Storage Facilities Construction and Repair Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: fatglas@mail.ru

**Насибуллин Тимур Ришатович**, старший преподаватель «Сооружение и ремонт газонефтепроводов и газонефтехранилищ», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

**Timur R. Nasibullin**, Senior Lecturer of Oil and Gas Pipelines and Storage Facilities Construction and Repair Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: necsapphire@mail.ru