DOI: 10.17122/ntj-oil-2019-6-67-86

УДК 622.692.4.053(571+510)

Вэй Бэй, Э.В. Мамлиев, Ф.М. Мустафин, Е.А. Лобова (Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация),

О.Ф. Мустафин (Университет международного бизнеса и экономики, г. Пекин, Китайская Народная Республика)

НАДЕЖНЫЙ И БЕЗОПАСНЫЙ ТРАНСПОРТ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ИЗ РОССИИ В КИТАЙ

Wei Bei, Emil V. Mamliiev, Fanil M. Mustafin, Elizaveta A. Lobova

(Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation),

Oskar F. Mustafin (University of International Business and Economics, Beijing, People's Republic of China)

RELIABLE AND SAFE ENERGY RESOURCES TRANSPORTATION FROM RUSSIA TO CHINA

Введение

Важнейшая роль трубопроводного транспорта в поставках углеводородного сырья в страны ближнего и дальнего зарубежья очевидна и является предметом не только научных и экономических исследований, но и политических в том числе.

Очевидным является заинтересованность России и Китая в развитии двухсторонних взаимовыгодных отношений в области добычи, транспорта и потребления энергоресурсов.

В первую очередь это трубопроводный транспорт нефти и газа. Построен и успешно функционирует нефтепровод Восточная Сибирь - Тихий Океан (ВСТО). Завершается строительство газопровода Сила Сибири-1 (восточный маршрут). Главами наших государств В.В. Путиным и Си Цзиньпином дано указание на проектирование и строительство газопровода Сила Сибири-2, или «Алтай» (западный маршрут).

Background

The most important role of pipeline transport in hydrocarbon raw materials supply to the countries of near and far abroad is obvious and is the subject not only of scientific and economic researches, but also of political research.

The interest of Russia and China in the development of bilateral mutually beneficial relations in the field of production, transportation and consumption of energy resources is obvious.

First of all, it is oil and gas pipeline transport. The East Siberia - Pacific Ocean (ESPO) oil pipeline has been built and is successfully operating. Construction of the Siberia-1 Power Pipeline (Eastern route) is being completed. The leaders of our countries V. Putin and Xi Jienping have indicated the design and construction of the Siberian-2, or Altai Power Pipeline (Western route).

Весьма перспективным для ближайшего будущего является транспорт сжиженного природного газа и нефти новыми кораблями ледового класса через Северный Ледовитый океан (Северный маршрут). Важным объектом сотрудничества является завершающееся строительство Амурского газоперерабатывающего завода, который будет поставлять в Китай гелий и переработанный газ. Имеются между нашими странами также долгосрочные соглашения в области строительства новых электростанций в России для обеспечения нужд северных регионов КНР.

Цели и задачи

Изучить современное состояние трубопроводного транспорта России и Китая, выявить существующие проблемы и предложить способы их решения, позволяющие существенно повысить надежность и безопасность работы трубопроводных магистралей, провести обзор перспективных идей в области диагностики и ремонта линейной части трубопроводов, предложить рекомендации для дальнейших исследований и внедрения научных инноваций.

Результаты

Разработана научно-техническая концепция повышения надежности и безопасности транспорта нефти и газа из России в Китай, представлены направления данной концепции, перечень проблем, на решение которых она направлена. Эти решения предполагают высокую эффективность технических и организационных мероприятий применения современных технологий по строительству и эксплуатации трубопроводных систем.

Концепция обеспечивает рациональное использование природных ресурсов, создание систем диагностики и контроля за состоянием объектов, проектирование и строительство на мировом уровне, а также защиту окружающей среды, улучшение экологического состояния объектов трубопроводного транспорта и повышение экологической безопасности населения.

The liquefied natural gas and oil transportation by new ice class ships across the Arctic Ocean (Northern Route) is very promising for the near future. An important object of cooperation is the construction completion of the Amur Gas Processing Plant, which will supply helium and processed gas to China. Our countries also have long-term agreements for the construction of new power plants in Russia to meet the needs of the northern regions of China.

Aims and Objectives

To study the current state of pipeline transport in Russia and China, to identify existing problems and to propose ways of their solution, which allow to significantly increase the reliability and safety of pipelines, to review promising ideas in the field of diagnostics and repair of linear part of pipelines, to offer recommendations for further research and implementation of scientific innovations.

Results

There have been developed a scientific and technical concept of increasing the reliability and safety of oil and gas transport from Russia to China, presented the directions of this concept, a list of problems to be solved. These decisions assume high efficiency of technical and organizational measures for application of modern technologies for pipeline systems construction and operation.

The concept ensures rational use of natural resources, creation of diagnostic and control systems for facilities, design and construction at the global level, as well as environmental protection, improvement of environmental conditions of pipeline transport facilities and increase of environmental safety of the population.

Ключевые слова: трубопровод; энергоресурсы; Россия и Китай, надежность; трубопроводный транспорт

Key words: pipeline; energy resources; Russia and China; reliability; pipeline transport

Надежность и безопасность транспорта энергоресурсов из России в Китай имеет стратегические, политические и научно-технические аспекты. Эти страны декларируют стратегическое партнерство во всех областях двухстороннего и международного сотрудничества.

Как известно, политические и экономические интересы государств лежат в одной плоскости. Большое количество подписанных договоров между Россией и Китаем позволяет убедиться во взаимовыгодном экономическом сотрудничестве. Отдельные чисто экономические вопросы успешно решаются за столом переговоров.

Можно констатировать: развитие двухсторонних отношений идет планомерно и неизменно, шаг за шагом, а решение отдельных конкретных вопросов происходит по мере их поступления.

На последнем Международном энергетическом форуме, который недавно проходил в России, было отмечено, что инновационный переход от традиционного способа получения и использования энергоресурсов к новой цифровой энергосистеме будущего - это наиболее перспективный тренд в сфере энергетики будущего. Новейшие технологии искусственного интеллекта способны решить многие проблемы глобальной энергетики и перейти к новому этапу технологического развития. Цифровые технологии ближайшего будущего позволят уменьшить потери при передаче электрической энергии от электростанции к потребителю, повысить безопасность и надежность энергоснабжения, оптимально и эффективно перераспределить энергетические потоки, а в конечном итоге сократить себестоимость энергоресурсов до 30 %.

Генеральный секретарь Международного энергетического форума Сун Сяньшень (КНР) отметил, что проекты по объединению энергетических мощностей разных государств обеспечат стабильное развитие стран-участниц и послужат долгосрочным целям энергетического, экологического и экономического развития. Проект «Суперсети» стран «Шелкового пути» способен устранить энергодефицит слаборазвитых регионов. Концеп-

ция программы подразумевает передачу возобновляемых источников энергии по странам проекта «Один пояс - один путь». Эта инициатива была предложена Китаем с целью создания новых эффективных торговых и транспортных путей, а также стратегического экономического коридора, всесторонне связывающего Китай и страны Азии с Россией и Европой.

*Научно-техническая концепция
повышения надежности и безопасности
транспорта нефти и газа из России в Китай*

Магистральный трубопроводный транспорт - важная и неотъемлемая составляющая топливно-энергетического комплекса страны. На территории РФ и Китая создана разветвленная сеть магистральных газопроводов, нефтепроводов и продуктопроводов.

Степень надежности трубопроводов во многом определяет стабильность обеспечения регионов важнейшими топливно-энергетическими ресурсами.

Одним из путей решения проблемы повышения надежности газонефтепроводов (ГНП) является использование новых эффективных научно обоснованных технологий строительства и ремонта трубопроводных систем. Основной особенностью строительства и ремонта трубопроводов является разнообразие природно-климатических и гидрологических характеристик местности вдоль трассы, что требует значительного разнообразия конструктивных и технологических решений при прокладке и эксплуатации линейной части трубопроводов.

Не зря называют систему трубопроводного транспорта «кровеносными сосудами» страны, ведь они обеспечивают, например, для России, более 20 % ВВП, что в конечном итоге дает экономике более половины доходов бюджета, 44 % валютных поступлений.

В настоящее время в системе добычи и использования энергоносителей можно выделить четыре главных направления развития систем транспорта нефти, нефтепродуктов и газа из России: Балтийское, Черноморское, Северное и Восточное (преимущественно транспорт в Китай).

Строительство нефтепровода Восточная Сибирь – Тихий океан (ВСТО) – это самый крупный трубопроводный коммерческий проект начала XXI века. На Балтийском направлении успешно реализованы нефтепроводные объекты Балтийской трубопроводной системы – БТС-1 и БТС-2.

Крупнейший проект транспортировки газа на Балтийском направлении – Северо-Европейский газопровод (СЕГ-1) диаметром 1067 мм с рабочим давлением 20 МПа, 1089 км которого проложено по дну Балтийского моря на глубинах до 180 м с выходом на проектную мощность поставки газа 30 млрд м³. В активной стадии идет строительство второй очереди СЕГ-2. Указанные трубопроводные трассы по своей технической сложности не имеют аналогов в мировой практике строительного проектирования.

Ведутся нелегкие переговоры с западными партнерами, и завершается строительство газопровода «Турецкий поток», который необходим России и Европейским странам для стабильной транспортировки углеводородного сырья без зависимости от политических настроений и экономических претензий транзитных государств.

Имеются и дальнейшие грандиозные планы по сооружению газопроводов Сила Сибири-1 (восточный маршрут – две очереди) и Сила Сибири-2, или «Алтай» (западный маршрут) и др.

Учитывая старение и высокий износ основных фондов нефтегазотранспортных систем на ближайшие годы, поставлены крупномасштабные задачи в области диагностики и ремонта линейной части трубопроводов, позволяющие существенно повысить надежность и безопасность работы трубопроводных магистралей.

Научно-техническая концепция надежности и безопасности совместных систем трубопроводного транспорта наших стран (рисунок 1) включает в себя базовые и инновационные опытно-конструкторские, экономические, правовые, организационно-хозяйственные мероприятия, направленные, в конечном итоге, на решение экономических и экологических задач участников. Концепция ориентирована на повышение эффективности

эксплуатации совместных систем трубопроводного транспорта со снижением аварийности ниже среднемировых.

Системы магистральных трубопроводов являются одним из важнейших факторов экономической интеграции различных государств.

Совместная эксплуатация, совершенствование и развитие газонефтепроводов может обеспечить научно-техническое развитие и экономический рост каждой из сторон на базе взаимовыгодного экономического сотрудничества.

Данной концепцией предлагается решение следующих важных проблем:

- осуществление полномасштабного анализа технического и экологического состояния ГНП, а затем на этой основе определение ресурса их работы в различных природно-климатических условиях;
- научное обоснование совершенствования проектных решений, повышения технического и технологического уровня ремонта и реконструкции трубопроводов;
- разработка современной техники;
- повышение надежности выпускаемых труб и сварных соединений;
- разработка и внедрение нового оборудования и способов диагностики трубопроводных систем.

Основными направлениями концепции надежности и безопасности трубопроводного транспорта являются:

- анализ действующих нормативно-технических документов России и Китая и сближение со стандартами наиболее развитых стран мира;
- на базе исследований обосновать требования к металлу и сварным соединениям труб для дальнейшего достижения высокого уровня их качества на трубных заводах;
- разработка нового оборудования и технологий для строительства, ремонта и реконструкции ГНП;
- совершенствование системы защиты от коррозии труб и оборудования, приме-

нение новых изоляционных материалов и систематизация коррозионного мониторинга;

- совершенствование технологии диагностики ГНП;
- разработка новой техники и технологий для прокладки газопроводов и нефте-

проводов на морских шельфах для перспективных совместных проектов.

Эти решения предполагают высокую эффективность технических и организационных мероприятий применения современных технологий по строительству и эксплуатации трубопроводных систем.

Рисунок 1. Научно-техническая концепция повышения надежности и безопасности транспорта нефти и газа

Функционально концепция является научно-технической и инновационной, объясняющая необходимость разработки и внедрения новых способов и средств, обеспечивающих рациональное использование природных ресурсов, создание систем диагностики и контроля за состоянием объектов, проектирование и строительство на мировом уровне, а также защиту окружающей среды, улучшение экологического состояния объектов трубопроводного транспорта и повышение экологической безопасности населения.

Концепция предлагает улучшить организационно-экономический механизм использования результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, конкурсного отбора и экспертизы новых разработок.

В настоящее время в нефтегазовой промышленности актуальными задачами повышения надежности эксплуатации объектов является решение технических и эксплуатационных проблем, связанных с напряженно-деформированным состоянием (НДС) отдельных сложных участков, которое зависит от многих факторов, нагрузок и воздействий. Среди них следует отметить температурный перепад Δt , воздействия от криволинейного очертания продольной оси трубы в пространстве, технологические, природные факторы, коррозию, неучтенные на стадии проектирования нагрузки, а также реакцию окружающего грунта. Все вышеперечисленное существенным образом отражается на надежности и долговечности объектов, при этом на ремонт и эксплуатацию таких сложных участков затрачиваются большие экономические и производственные ресурсы.

В трубопроводах по мере увеличения продолжительности эксплуатации происходят процессы старения, накопления дефектов и повреждений в металле трубопроводов, что является источниками усталостных и коррозионных трещин.

Возможное применение некачественных изоляционных материалов, брак строительно-монтажных работ приводят к развитию коррозионных повреждений наружной поверхности трубопроводов. Присутствие воды и других примесей в составе нефти или

газа способствуют образованию внутренней коррозии.

Эти факторы увеличивают риск отказов и крупных промышленных аварий, снижают надежность и безопасность работы трубопроводных систем, а быстро произвести ремонтные работы или модернизацию парка магистральных трубопроводов невозможно.

Ужесточение экологических требований к трубопроводным системам требует постоянного совершенствования материалов, технологий, оборудования и методов работы с целью исключения аварий и отказов эксплуатирующихся, проектируемых и строящихся трубопроводных проектов.

Это требует дополнительных инвестиций, и прежде всего, в научно-исследовательской и инженерной областях, т.е. именно там, где проводятся современные научно-технические разработки.

Задача повышения эффективности и надежности трубопроводных систем состоит в необходимости совершенствования структурных и технологических процессов диагностики, ремонта, технического обслуживания и реконструкции трубопроводных систем.

Трубопроводный транспорт является одним из важнейших факторов экономической интеграции наших государств, и только его совместная эксплуатация, совершенствование и развитие могут обеспечить развитие и экономический рост всех сторон.

Основными целями и задачами концепции являются: повышение надежности и безопасности строящихся и эксплуатируемых совместных объектов трубопроводного транспорта и разработка для них единых нормативно-технических документов.

Интеграция ранее упомянутых государств в этой области обусловлена необходимостью согласования научно-технологических решений в области повышения надежности функционирования трубопроводного транспорта; дальнейшего развития научно-технических связей для эффективного решения актуальных задач внедрения достижений научно-технического прогресса в области строительства и эксплуатации совместных трубопроводов; согласования мероприятий по технической стандарти-

зации, сертификации, лицензионной деятельности и реализации научно-технической продукции.

Объединение научно-технического потенциала наших стран на решение проблем трубопроводного транспорта позволит эффективно использовать научно-технический задел России и Китая, будет способствовать развитию широкой кооперации в сфере проектирования, строительства и эксплуатации систем трубопроводного транспорта, эффективному внедрению научно-технических разработок и результатов научных исследований.

Инновации и наука

Основные направления развития научно-исследовательской работы специалистов

и экспертов России и Китая неразрывно связаны с решением отдельных задач, стоящих в системе трубопроводного транспорта.

Проблемы снижения пропускной способности и коррозии труб решаются за счет применения новых систем защитных покрытий (рисунок 2), которые наносятся на внешнюю и внутреннюю поверхности труб, описанных, например, в последних наших книгах [1, 2], а также имеется патент [3]. На новые конструкции защитных покрытий получено три патента на изобретения (рисунок 3) [4-6]. На основании наших новых исследований получены патенты по эффективной защите от коррозии промысловых трубопроводов и трубопроводов городской инфраструктуры, а также по определению долговечности покрытий [7-9].

- 1 - подземный промысловый трубопровод;
- 2 - защитный заземлитель;
- 3 - условно показана электрическая цепь;
- 4 - источник блуждающего тока;
- 5 - станция катодной защиты магистрального трубопровода;
- 6 - анодный заземлитель;
- 7 - соединительные провода;
- 8 - магистральный трубопровод

- а) пересечение с магистральным трубопроводом, имеющим систему электрохимзащиты;
- б) пересечение с высоковольтными линиями электропередачи

Рисунок 2. Новые системы пассивной защиты промысловых трубопроводов

- 1 - трубопровод;
2 - изоляционное покрытие с переменной толщиной;
3 - дополнительный слой из более прочного и твёрдого материала [5]

Рисунок 3. Защитные покрытия трубопроводов с переменной толщиной

Весьма актуальной проблемой остается балластировка трубопроводов, прокладываемых на периодически обводняемых, водонасыщенных грунтах и под водой. Наиболее надежным способом балластировки является применение чугунных и бетонных пригрузов, а также сплошное обетонирование труб. Однако нашими специалистами разработаны и совершенно новые экономичные технологии с применением методов технической мелиорации грунтов и с применением анкерных устройств с повышенной удерживающей способностью, на которые получено шесть патентов на изобретения и разработано четыре отраслевых инструкции и руководящих документов [10-12].

На сегодняшний день продолжают исследования в этой области. Мы считаем, что на стадии проектирования недоучтены гидродинамические усилия потока среды и продольные силы в трубопроводах, что во многих случаях приводит к выходу подводных участков трубопроводов из проектного положения и к последующей необходимости их переукладки [13].

Одним из забытых проектов, предложенных нашими экспертами в начале 1980-х

годов, является изобретение по использованию воздушного транспорта, а именно дирижаблей, для доставки длинномерных труб и других материалов в труднодоступные болотистые места на север Западной Сибири и другие регионы для сооружения, капитального и аварийного ремонтов газонефтепроводов. На сегодняшний день наука ушла далеко вперед и уровень отечественного и зарубежного дирижаблестроения позволяет надеяться на внедрение данного изобретения в реальную работу строителей. Дирижабли стали экономичными и рентабельными, имеют большую полезную нагрузку и длительный полетный ресурс, не требуют специальных аэродромов, безопасны и просты в управлении (рисунок 4).

Начиная с 1980-х годов наши специалисты для надежного выполнения транспортных работ в болотистой местности начали внедрять в производство разработанные дорожное армирующее полотно и конструкции подъездных и вдольтрассовых дорог для прохождения тяжелой строительной техники [14, 15].

Сейчас при строительстве газопровода Сила Сибири-1 применяются подобные кон-

струкции дорожной одежды с применением геотекстильных материалов (рисунок 5).

Сооружение трубопроводов в сложных инженерно-геологических условиях в горах, на переходах через естественные и искусственные препятствия на сегодняшний день имеет большие трудности и высокую стои-

мость. С целью повышения эффективности строительно-монтажных работ и экономии затрат при эксплуатации трубопровода может использоваться совместная разработка новой конструкции скального листа для предохранения от разрушения защитных покрытий и стенок труб.

Рисунок 4. Возможное применение дирижаблей

Рисунок 5. Дорожное армирующее полотно с применением геотекстильных материалов

Вопросы охраны окружающей среды всегда находятся под пристальным вниманием руководителей строительных, эксплуатирующих организаций и научных центров. У нас имеются изобретения и целый ряд внедренных объектов на территории Западной Сибири, Урала и Поволжья по обустройству берегоукреплений и защиты от размыва берегов рек и склоновых участков с использованием методов технической мелиорации грунтов и применением антиэрозийного решетчатого покрытия из армированного полиэтилена [16, 17], разработаны вяжущие: ВМТ-Л [18], ВМТ-З [19], [20-29].

Продолжаются исследования по взаимодействию трубопроводов с грунтами при строительстве, капитальном ремонте и эксплуатации. По результатам исследований получен патент на изобретение [30].

Большой вклад внесли наши специалисты и выпускники в разработку новых конструкций резервуаров и технологию их сооружения [31-35]. В последние годы разработаны и успешно внедрены четыре изобретения новых конструкций водосливов плавающих крыш резервуаров [36-39]. Изобретение и патенты новой конструкции затвора плавающих крыш [40-45] внедрены в ОАО «ММЗ».

Наши сотрудники разработали программу BCP Optimize, предназначенную для расчета напряженно-деформированного состояния и оптимизации многопролетных балочных переходов трубопроводов, выполненных по неразрезной схеме [46]. В частности, в рамках проведения экспертизы промышленной безопасности балочного трубопроводного перехода магистрального газопровода Челябинск - Петровск через реку Юрюзань произведена оценка его напряженно-деформированного состояния, даны рекомендации по снижению напряжений в наиболее нагруженных сечениях, а также разработаны компенсирующие мероприятия.

Также хорошим примером реального применения теоретических исследований ученых является разработка отраслевых методик определения остаточного ресурса защитных покрытий трубопроводов и определения остаточного ресурса промысловых трубопроводов и головных сооружений [47], по ко-

торой работают все нефтегазодобывающие управления в России.

Опытные специалисты работают по заданиям нефтегазовых предприятий над решением актуальных задач определения остаточного ресурса защитных покрытий по параметрам катодной защиты трубопроводов; балльной оценки состояния трубопроводов; внедрения новых конструкций понтонов и плавающих крыш резервуаров с повышенной устойчивостью; определения напряженно-деформированного состояния трубопроводов на периодически обводняемых территориях и т.д.

В настоящее время в нефтегазовой промышленности актуальными задачами повышения надежности эксплуатации объектов является решение технических и эксплуатационных проблем, связанных с НДС отдельных сложных участков, которое зависит от многих факторов, нагрузок и воздействий. Среди них следует отметить температурные перепады, воздействия от криволинейного очертания продольной оси трубы в пространстве, технологические, природные факторы, коррозию, неучтенные на стадии проектирования нагрузки, а также реакцию окружающего грунта. Все вышеперечисленное существенным образом отражается на надежности и долговечности объектов, при этом на ремонт и эксплуатацию таких сложных участков затрачиваются большие экономические и производственные ресурсы.

Наиболее экономически эффективными способами снижения НДС сложных участков трубопроводов, в том числе на выпуклых и вогнутых рельефах, на переходах через водные преграды, на отводах и байпасных линиях являются способы, предложенные и запатентованные нашей кафедрой (рисунки 6-9) [48-55].

Наши эксперты имеют большой опыт работы по разработке новых технологий по сооружению объектов газонефтепроводов, по разработке проектов производства работ, расчетам отдельных элементов конструкций, напряженно-деформированного состояния и надежности трубопроводных систем. И не удивительно, что именно нам поступило престижное предложение на разработку и подго-

товку к изданию нового учебника [56]. Разработанный способ прокладки трубопроводов в сейсмических районах применялся при строительстве нефтепровода ВСТО и применяется при строительстве новых трубопроводов [57].

Наиболее универсальным и эффективным способом является применение

S-образных компенсаторов, которые без дополнительных технологий устанавливаются на участках присоединения отводов и байпасных линий, горизонтальных и вертикальных поворотах, вогнутых и выпуклых участках трассы, перед переходами через водные преграды, на береговых переходах с морской к наземной укладке и т.д. (рисунок 10).

- 1 - основной трубопровод;
- 2 - прокладочный материал;
- 3 - упругодеформируемые элементы;
- 4 - отвод

Рисунок 6. Компенсатор для трубопровода с упругодеформируемыми элементами

- 1 - трубопровод-отвод;
- 2 - основной трубопровод;
- 3 - свободно-подвижные опоры

Рисунок 7. Компенсатор для трубопровода на свободно-подвижных опорах

- 1 - железобетонный блок;
- 2 - муфтовые, бандажные или хомутовые соединения;
- 3 - основной трубопровод;
- 4 - тройниковый узел;
- 5 - отвод

Рисунок 8. Бетонный стабилизатор продольных перемещений трубопровода

- 1 - трубопровод;
- 2 - скальный лист;
- 3 - упругопластичный элемент;
- 4 - упругодеформируемый элемент;
- 5 - грунт засыпки (щебень)

Рисунок 9. Способ прокладки трубопроводов в сейсмических районах

- 1 - трубопровод-отвод;
- 2 - основной трубопровод;
- 3 - упругодеформируемые элементы;
- 4 - упругодеформируемый грунт;
- 5 - прокладочный материал

Рисунок 10. S-образный компенсатор для трубопровода

По результатам собственных научных исследований и аналитического обзора новейших разработок в нефтегазовой отрасли за последние годы опубликовано около 400 работ, из них 20 уникальных и не имеющих аналогов монографий, учебников и учебных пособий для студентов вузов и широкого круга специалистов и инженерно-технических работников отрасли. Двенадцать наших патентов по шести инновационным договорам приобретены ведущими предприятиями нефтегазовой отрасли.

Выводы

Авторами статьи разработана научно-техническая концепция повышения надежности и безопасности транспорта нефти и газа

из России в Китай, представлены направления данной концепции, перечень проблем, на решение которых она направлена. Эти решения предполагают высокую эффективность технических и организационных мероприятий применения современных технологий по строительству и эксплуатации трубопроводных систем.

Концепция обеспечивает рациональное использование природных ресурсов, создание систем диагностики и контроля за состоянием объектов, проектирование и строительство на мировом уровне, а также защиту окружающей среды, улучшение экологического состояния объектов трубопроводного транспорта и повышение экологической безопасности населения.

Список литературы

1. Мустафин Ф.М. и др. Защита трубопроводов от коррозии. СПб.: Недра, 2005. Т. 1. 620 с.
2. Мустафин Ф.М. и др. Защита трубопроводов от коррозии. СПб.: Недра, 2007. Т. 2. 708 с.
3. Пат. 148603 РФ, МПК В 05 С 7/08. Устройство для нанесения защитного покрытия на внутреннюю нижнюю поверхность трубопровода / М.Р. Фаткуллин, В.Ф. Гришанова, Ф.М. Мустафин. 2014126002/05, Заявлено 26.06.2014; Опубл. 10.12.2014. Бюл.34.
4. Пат. 2183785 РФ, МПК F 16 L 58/10. Способ изоляции стальных магистральных трубопроводов / Ф.М. Мустафин, Ю.И. Спектор, О.П. Квятковский, И.Ш. Гамбург, Г.И. Колтунов. 2001103708/06, Заявлено 12.02.2001; Опубл. 20.06.2002. Бюл.17.
5. Пат. 125673 РФ, МПК F 16 L 58/04. Защитное покрытие подземного трубопровода / Ф.М. Мустафин и др. 2012108350/06, Заявлено 05.03.2012; Опубл. 10.03.2013. Бюл.7.
6. Пат. 146246 РФ, МПК F 16 L 58/00. Устройство для защиты трубопроводов от коррозионного разрушения под воздействием токов молнии / Ф.М. Мустафин, К.В. Куценко, Б. Вэй, И.А. Шестаков, Р.С. Смаков, Р.Ф. Мустафина. 2013158379/06, Заявлено 26.12.2013; Опубл. 10.10.2014. Бюл. 28.
7. Пат. 106714 РФ, МПК F 16 L 58/00. Сооружение для защиты промышленного трубопровода

References

1. Mustafin F.M. *Zashchita truboprovodov ot korrozii* [Pipeline Corrosion Protection]. Saint-Petersburg, Nedra Publ., 2005, Vol. 1, 620 p. [in Russian].
2. Mustafin F.M. *Zashchita truboprovodov ot korrozii* [Pipeline Corrosion Protection]. Saint-Petersburg, Nedra Publ., 2007, Vol. 2, 708 p. [in Russian].
3. Fatkullin M.R., Grishanova V.F., Mustafin F.M.. *Ustroistvo dlya naneseniya zashchitnogo pokrytiya na vnutrennyuyu nizhnuyu poverkhnost' truboprovoda* [Device for Applying a Protective Coating on the Inner Bottom Surface of the Pipeline]. Patent RF, No. 148603, 2017. [in Russian].
4. Mustafin F.M., Spector Yu.I., Kvyatkovskiy O.P., Hamburg I.Sh., Koltunov G.I. *Sposob izolyatsii stal'nykh magistral'nykh truboprovodov* [Method of Isolation of the Steel Trunk Pipelines]. Patent RF, No. 2183785, 2002. [in Russian].
5. Mustafin F.M. *Zashchitnoe pokrytie podzemnogo truboprovoda* [Underground Pipeline Protective Coating]. Patent RF, No. 125673, 2013. [in Russian].
6. Mustafin F.M., Kutsenko K.V., Vey B.V., Shestakov I.A., Smakov R.S., Mustafina R.F. *Ustroistvo dlya zashchity truboprovodov ot korroziionnogo razrusheniya pod vozdeistviem tokov molnii* [Device for Protection of Pipelines Against

от коррозии / А.М. Шаммазов, Ф.М. Мустафин, Р.И. Габдрахманов, А.С. Глазков, Э.В. Мамлиев, Д.Д.Х. Наваретте. 2010129664/06, Заявлено 15.07.2010; Опубл. 20.07.2011. Бюл. 20.

8. Пат. 111665 РФ, МПК G 01 N 17/04. Сооружение для защиты подземных металлических конструкций от коррозии / Ф.М. Мустафин, А.М. Шаммазов, К.В. Куценко, А.С. Глазков, Ц. Чэнь, Т.Р. Мустафин, Э.В. Мамлиев, А.Э. Остапчук. 2011132401/28, Заявлено 01.08.2011; Опубл. 20.12.2011. Бюл. 35.

9. Пат. 2570531 РФ, МПК F 16 L 1/00. Способ определения ресурса защитного покрытия подземного трубопровода по силе тока катодной станции / Ф.М. Мустафин, И.А. Шестаков, С.М. Файзуллин, Ц. Чэнь, Б. Вэй, Б.С. Файзуллин, Б.Р. Шайбаков. 2014152307/06, Заявлено 23.12.2014; Опубл. 10.12.2015. Бюл. 34.

10. РД 39Р-00147105-029-02. Инструкция по балластировке трубопроводов с применением винтовых анкерных устройств с повышенной удерживающей способностью. М., 2002. 75 с.

11. РД 39Р-00147105-028-02. Инструкция по балластировке трубопроводов с применением анкер-инъекторов. М., 2002. 74 с.

12. РД 39Р-00147105-026-02. Инструкция по применению полимерных изоляционных лент и обертот с двусторонним липким слоем. М., 2002. 48 с.

13. Пат. 2630624 РФ, МПК F 16 L 1/06. Способ стабилизации проектного положения трубопровода / Ф.М. Мустафин, Р.Н. Бахтизин, С.М. Файзуллин, Ю.И. Спектор, А.М. Короленок, А.Ю. Машин, М.Р. Галлямов. 2015151559, Заявлено 01.12.2015; Опубл. 11.09.2017. Бюл. 26.

14. ТУ 8397-001-02069450-2003. Дорожное армирующее полотно. Уфа: ССП ХНИЛ УГНТУ «Трубопроводсервис», УГНТУ, 2003. 11 с.

15. Пат. 2379423 РФ, МПК E 02 D 17/18. Насыпь для прокладки технологической дороги на слабом основании / Ф.М. Мустафин, Н.Ф. Щепин, Н.В. Абдуллин, Ю.И. Спектор, С.Л. Кириллов, М.В. Мумриков, И.М. Юлмухаметов, В.Н. Зинатуллин, А.Ю. Сольев, Д.Н. Веселов. 2008101763/03, Заявлено 16.01.2008; Опубл. 20.01.2010. Бюл. 2.

16. ТУ 8397-002-02069450-2005. АЭРП. Антиэрозионное решетчатое покрытие. Уфа: ССП ХНИЛ УГНТУ «Трубопроводсервис», УГНТУ, 2005. 16 с.

17. РД 39Р-00147105-027-02 Инструкция по прокладке трубопроводов в обсыпке из гидрофобизированных грунтов. Уфа, 2002. 44 с.

18. ТУ 0258-001-02080196-2000. Вяжущее нефтяное летнее ВМТ-Л. Уфа: УГНТУ, 2001. 31 с.

19. ТУ 0258-002-02080196-2003. Вяжущее нефтяное зимнее ВМТ-З. Уфа: УГНТУ, 2003. 24 с.

20. Пат. 2184299 РФ, МПК F 16 L 1/06. Способ закрепления трубопровода / Ф.М. Мустафин, Ю.И. Спектор, О.П. Квятковский, И.Ш. Гамбург, Г.И. Колтунов, С.К. Рафиков. 2001103707/06, Заявлено 12.02.2001; Опубл. 27.06.2002. Бюл. 18.

21. Пат. 2184303 РФ, МПК F 16 L 58/10. Конструкция изоляционной ленты для трубопроводов /

Corrosion Damage under the Influence of Lightning Currents]. Patent RF, No. 146246, 2014. [in Russian].

7. Shammazov A.M., Mustafin F.M., Gabdrakhmanov R.I., Glazkov A.S., Mamliiev E.V., Navarette D.D.H. *Sooruzhenie dlya zashchity promyslovogo truboprovoda ot korrozii* [Structure for Corrosion Protection of the Field Pipeline]. Patent RF, No. 106714, 2011. [in Russian].

8. Mustafin F.M., Shammazov A.M., Kutsenko K.V., Glazkov A.S., Chen T.R., Mustafin T.R., Mamliiev E.V., Ostapchuk A.E. *Sooruzhenie dlya zashchity podzemnykh metallicheskih konstruksii ot korrozii* [Structure for Corrosion Protection of the Underground Metal Structures]. Patent RF, No. 111665, 2011. [in Russian].

9. Mustafin F.M., Shestakov I.A., Faizullin S.M., Chen Ts., Wei B., Faizullin B.S., Shaibakov B.R. *Sposob opredeleniya resursa zashchitnogo pokrytiya podzemnogo truboprovoda po sile toka katodnoi stantsii* [Method of Determination of the Underground Pipeline Protective Coating Resource by the Current Strength of the Cathode Station]. Patent RF, No. 2570531, 2015. [in Russian].

10. PD 39 P-00147105-029-02. *Instruktsiya po ballastirovke truboprovodov s primeneniem vintovykh ankernykh ustroystv s povyshennoi uderzhivayushchei sposobnost'yu* [PD 39 P-00147105-029-02. Instructions for Ballasting Pipelines with the use of Screw Anchors with Increased Retention Capacity]. Moscow, 2002. 75 p. [in Russian].

11. PD 39R-00147105-028-02. *Instruktsiya po ballastirovke truboprovodov s primeneniem anker-in'ektorov* [PD 39R-00147105-028-02. Instruction on Pipeline Ballasting with the use of Anchor-Injectors]. Moscow, 2002. 74 p. [in Russian].

12. PD 39 P-00147105-026-02. *Instruktsiya po primeneniyu polimernykh izolyatsionnykh lent i obertok s dvustoronnim lipkim sloem* [PD 39 P-00147105-026-02. Instruction on Application of Polymeric Insulating Tapes and Wraps with Double-Sided Adhesive Layer]. Moscow, 2002. 48 p. [in Russian].

13. Mustafin F.M., Bakhtin R.N., Faizullin S.M., Spector Yu.I., Korolenok A.M., Machine A.Yu., Gallyamov M.R. *Sposob stabilizatsii proektnogo polozheniya truboprovoda* [Method of Stabilization of the Pipeline Design Position]. Patent RF, No. 2630624, 2017. [in Russian].

14. ТУ 8397-001-02069450-2003. *Dorozhnoe armiruyushchee polotno* [ТУ 8397-001-02069450-2003. Road Reinforcing Roadway]. Ufa, USPTU, 2003. 11 p. [in Russian].

15. Mustafin F.M., Shchepin N.F., Abdullin N.V., Spector Y.I., Kirillov S.L., Mumrikov M.V., Yulmukhametov I.M., Zinatullin V.N., Solyev A.Yu., Veselov D.N. *Nasyt' dlya prokladki tekhnologicheskoi dorogi na slabom osnovanii* [Embankment for Laying the Technological Road on a Weak Base]. Patent RF, No. 2379423, 2010. [in Russian].

16. ТУ 8397-002-02069450-2005. *Antierozionnoe reshetchatoe pokrytie* [ТУ 8397-002-02069450-2005.

Ф.М. Мустафин, Ю.И. Спектор, О.П. Квятковский, И.Ш. Гамбург, Г.И. Колтунов. 2001108351/06, Заявлено 27.03.2001; Оpubл. 27.06.2002. Бюл. 18.

22. Пат. 2183783 РФ, МПК F 16 L 1/028. Способ ремонта антикоррозийной изоляции подземных трубопроводов / Ф.М. Мустафин, Н.В. Абдуллин, С.К. Рафиков, О.П. Квятковский, Г.И. Колтунов. 2001103709/06, Заявлено 12.02.2001; Оpubл. 20.06.2002. Бюл. 17.

23. Пат. 2183785 РФ, МПК F 16 L 58/10. Способ изоляции стальных магистральных трубопроводов / Ф.М. Мустафин, Ю.И. Спектор, О.П. Квятковский, И.Ш. Гамбург, Г.И. Колтунов. 2001103708/06, Заявлено 12.02.2001; Оpubл. 20.06.2002. Бюл. 17.

24. Пат. 2191312 РФ, МПК F 16 L 1/028. Способ прокладки подземного трубопровода / Ф.М. Мустафин, Р.Ф. Гильметдинов, О.П. Квятковский, И.Ш. Гамбург, Ю.И. Спектор, Г.И. Колтунов. 2001103767/06, Заявлено 08.02.2001; Оpubл. 20.10.2002. Бюл. 29.

25. Пат. 2197668 РФ, МПК F 16 L 1/028. Способ ремонта изоляционных покрытий / Ф.М. Мустафин, Ю.И. Спектор, С.К. Рафиков, Р.Ж. Ахияров, О.П. Квятковский, Г.И. Колтунов. 2001103710/06, Заявлено 12.02.2001; Оpubл. 27.01.2003. Бюл. 3.

26. Пат. 2205315 РФ, МПК F 16 L 1/024. Способ прокладки трубопровода / Ф.М. Мустафин, О.П. Квятковский, И.Ш. Гамбург, И.Р. Фархетдинов, Р.А. Харисов, И.М. Гареев. 2002114021/06, Заявлено 30.05.2002; Оpubл. 27.05.2003. Бюл. 15.

27. Пат. 2205324 РФ, МПК F 16 L 58/10. Конструкция изоляционной ленты трубопроводов / Ф.М. Мустафин, О.П. Квятковский, И.Ш. Гамбург, Р.А. Харисов, М.С. Квицинская, И.Р. Фархетдинов. 2002114022/06, Заявлено 30.05.2002; Оpubл. 27.05.2003. Бюл. 15.

28. Пат. 2205317 РФ, МПК F 16 L 1/06. Способ закрепления трубопровода / Ф.М. Мустафин, О.П. Квятковский, И.Ш. Гамбург, Р.А. Харисов, М.С. Квицинская, И.Р. Фархетдинов. 2002114023/06, Заявлено 30.05.2002; Оpubл. 27.05.2003. Бюл. 15.

29. Пат. 2205316 РФ, МПК F 16 L 1/028. Способ прокладки трубопровода / Ф.М. Мустафин, О.П. Квятковский, И.Ш. Гамбург, И.Р. Фархетдинов, Р.А. Харисов, И.М. Гареев. 2002114024/06, Заявлено 30.05.2002; Оpubл. 27.05.2003. Бюл. 15.

30. Пат. 2389930 РФ, МПК F 16 L 1/028. Способ вскрытия траншеи и подъема подземного трубопровода при демонтаже и капитальном ремонте / А.М. Мухаметшин, С.К. Рафиков, С.М. Кудакеев, Р.Р. Усманов, Р.М. Аскаров, Г.Г. Мазитов. 2008111408/06, Заявлено 24.03.2008; Оpubл. 20.05.2010. Бюл. 14.

31. Пат. 2302365 РФ, МПК B 65 D 88/34. Плавающее покрытие для резервуара / Ф.М. Мустафин, И.Э. Лукьянова, В.П. Рябинин. 2005140873/12, Заявлено 26.12.2005; Оpubл. 10.07.2007. Бюл. 19.

32. Пат. 79534 РФ, МПК B 65 D 88/28. Устройство для испытаний уплотняющего затвора и его функциональных элементов для плавающих крыш резервуаров / Ф.М. Мустафин, Г.Б. Шней-

Antierosion Lattice Coating]. Ufa, USPTU, 2005. 16 p. [in Russian].

17. RD 39R-00147105-027-02. *Instruktsiya po prokladke truboprovodov v obsypke iz gidrofobizirovannykh gruntov* [RD 39R-00147105-027-02. Instructions for Pipeline Laying in Hydrophobic Soils]. Ufa, 2002. 44 p. [in Russian].

18. TU 0258-001-02080196-2000. *Vyazhushchee neftyanoe letnee VMT-L* [TU 0258-001-02080196-2000. Knitting Oil Summer VMT-L]. Ufa, USPTU, 2001. 31 p. [in Russian].

19. TU 0258-002-02080196-2003. *Vyazhushchee neftyanoe zimnee VMT-3* [TU 0258-002-02080196-2003. Aggressive Oil Winter VMT-3]. Ufa, USPTU, 2003. 24 p. [in Russian].

20. Mustafin F.M., Spector Y.I., Kvyatkovsky O.P., Hamburg I.Sh., Koltunov G.I., Rafikov S.K. *Sposob zakrepleniya truboprovoda* [Method of Fixing the Pipeline]. Patent RF, No. 2184299, 2002. [in Russian].

21. Mustafin F.M., Spector Yu.I., Kvyatkovsky O.P., Hamburg I.S., Koltunov G.I. *Konstruktsiya izolyatsionnoi lenty dlya truboprovodov* [Structure of an Insulating Tape for Pipelines]. Patent RF, No. 2184303, 2002. [in Russian].

22. Mustafin F.M., Abdullin N.V., Rafikov S.K., Kvyatkovsky O.P., Koltunov G.I. *Sposob remonta antikorrozionnoi izolyatsii podzemnykh truboprovodov* [Method of Repair of the Anticorrosive Insulation of the Underground Pipelines]. Patent RF, No. 2183783, 2002. [in Russian].

23. Mustafin F.M., Spector Yu.I., Kvyatkovsky O.P., Hamburg I.S., Koltunov G.I. *Sposob izolyatsii stal'nykh magistral'nykh truboprovodov* [Method of the Steel Trunk Pipelines Insulation]. Patent RF, No. 2183785, 2002. [in Russian].

24. Mustafin F.M., Gilmetdinov R.F., Kvyatkovsky O.P., Hamburg I.S., Spector Yu.I., Koltunov G.I. *Sposob prokladki podzemnogo truboprovoda* [Method of Underground Pipeline Laying]. Patent RF, No. 2191312, 2002. [in Russian].

25. Mustafin F.M., Spector Yu.I., Rafikov S.K., Ahiyarov R.J., Kvyatkovsky O.P., Koltunov G.I. *Sposob remonta izolyatsionnykh pokrytii* [Method of Repair of the Insulating Coverings]. Patent RF, No. 2197668, 2003. [in Russian].

26. Mustafin F.M., Kvyatkovsky O.P., Hamburg I.S., Farkhetdinov I.R., Kharisov R.A., Gareev I.M. *Sposob prokladki truboprovoda* [Pipeline Laying Method]. Patent RF, No. 2205315, 2003. [in Russian].

27. Mustafin F.M., Kvyatkovsky O.P., Hamburg I.S., Kharisov R.A., Kvitsinskaya M.S., Farkhetdinov I.R. *Konstruktsiya izolyatsionnoi lenty truboprovodov* [Pipeline Insulation Tape Design]. Patent RF, No. 2205324, 2003. [in Russian].

28. Mustafin F.M., Kvyatkovsky O.P., Hamburg I.S., Kharisov R.A., Kvitsinskaya M.S., Farkhetdinov I.R. *Sposob zakrepleniya truboprovoda* [Method of Fixing the Pipeline]. Patent RF, No. 2205317, 2003. [in Russian].

29. Mustafin F.M., Kvyatkovsky O.P., Hamburg I.S., Farkhetdinov I.R., Kharisov R.A.,

дер, В.А. Симаков, В.Х. Юлдашев, Г.Г. Садыков. 2008124341/22, Заявлено 16.06.2008; Опубл. 10.01.2009. Бюл. 1.

33. Пат. 80834 РФ, МПК В 65 D 88/34. Резервуар с устройством для предотвращения перекоса плавающей крыши и ее потопления / Ф.М. Мустафин, Г.Б. Шнейдер, Г.Г. Садыков, В.А. Симаков, М.С. Ишкинин, В.Х. Юлдашев. 2008129296/22, Заявлено 16.07.2008; Опубл. 27.02.2009. Бюл. 6.

34. Пат. 82742 РФ, МПК Е 04 Н 7/00. Леса для монтажа стенки резервуара / Ф.М. Мустафин, Г.Б. Шнейдер, В.А. Симаков, Г.Г. Садыков, М.С. Ишкинин, В.Х. Юлдашев. 2008150890/22, Заявлено 22.12.2008; Опубл. 10.05.2009. Бюл. 13.

35. Пат. 95715 РФ, МПК Е 04 Н 7/04, В65D 88/34. Устройство для монтажа резервуара / Ф.М. Мустафин, Г.Б. Шнейдер, В.А. Симаков, Г.Г. Садыков, М.С. Ишкинин, В.Х. Юлдашев, М.Э. Дусалимов. 2009149760/22, Заявлено 31.12.2009; Опубл. 10.07.2010. Бюл. 19.

36. Пат. 2109669 РФ, МПК В 65 D 88/38. Водослив плавающих крыш резервуаров / А.М. Шаммазов, В.В. Любушкин, Н.И. Коновалов, А.М. Вахитов. 96107816/13, Заявлено 22.04.1996; Опубл. 27.04.1998. Бюл. 12.

37. Пат. 2119880 РФ, МПК В 65 D 88/38. Водослив плавающих крыш резервуаров / А.М. Шаммазов, В.В. Любушкин, Н.И. Коновалов, А.М. Вахитов. 97116233/13, Заявлено 29.09.1997; Опубл. 10.10.1998. Бюл. 28.

38. Пат. 2120902 РФ, МПК В 65 D 88/38. Водослив плавающих крыш резервуаров / А.М. Шаммазов, В.В. Любушкин, Н.И. Коновалов, А.М. Вахитов. 97116870/13, Заявлено 30.09.1997; Опубл. 27.10.1998. Бюл. 30.

39. Пат. 101024 РФ, МПК В 65 D 88/38. Водослив плавающих крыш резервуаров / А.М. Шаммазов, Ф.М. Мустафин, Д.Б. Нурмухаметов, М.Э. Дусалимов, Н.И. Коновалов, И.М. Юлмухаметов. 2010125751/12, Заявлено 23.06.2010; Опубл. 10.01.2011. Бюл. 1.

40. Пат. 2307777 РФ, МПК В 65 D 88/34. Уплотняющий затвор плавающих крыш резервуаров / Г.Б. Шнейдер, Ф.М. Мустафин, Н.В. Абдуллин, Г.Г. Садыков, С.Л. Кирилов, Ю.Ю. Файзулина. 2005140890/12, Заявлено 26.12.2005; Опубл. 10.10.2007. Бюл. 28.

41. Пат. 2344061 РФ, МПК В 65 D 88/34. Уплотняющий затвор плавающих крыш резервуаров / Г.Б. Шнейдер, Ф.М. Мустафин, Н.В. Абдуллин, Г.Г. Садыков, В.А. Симаков, В.В. Куликов, В.Х. Юлдашев, И.Ф. Макулов, Ф.Ф. Багаутдинов. 2007122146/12, Заявлено 13.06.2007; Опубл. 20.01.2009. Бюл. 2.

42. Пат. 2346874 РФ, МПК В 65 D 88/34. Уплотняющий затвор плавающих крыш резервуаров / Г.Б. Шнейдер, Ф.М. Мустафин, Н.В. Абдуллин, Г.Г. Садыков, В.А. Симаков, В.Х. Юлдашев, И.Ф. Макулов, Ф.Ф. Багаутдинов, В.С. Юшков. 2007130970/12, Заявлено 13.08.2007; Опубл. 20.02.2009. Бюл. 5.

Gareev I.M. *Sposob prokladki truboprovoda* [Pipeline Laying Method]. Patent RF, No. 2205316, 2003. [in Russian].

30. Mukhametshin A.M., Rafikov S.K., Kudakaev S.M., Usmanov R.R., Askarov R.M., Mazitov G.G. *Sposob vskrytiya transhei i pod"ema podzemnogo truboprovoda pri demontazhe i kapital'nom remonte* [Method of Opening a Trench and Lifting an Underground Pipeline during Dismantling and Overhaul]. Patent RF, No. 2389930, 2010. [in Russian].

31. Mustafin F.M., Lukyanova I.E., Ryabinin V.P. *Plavayushchee pokrytie dlya rezervuara* [Floating Coating for the Tank]. Patent RF, No. 2302365, 2007. [in Russian].

32. Mustafin F.M., Schneider G.B., Simakov V.A., Yuldashev V.H., Sadykov G.G. *Ustroistvo dlya ispytaniy uplotnyayushchego zatvora i ego funktsional'nykh elementov dlya plavayushchikh krysh rezervuarov* [Device for Testing the Sealing Gate and its Functional Elements for Floating Tank Roofs]. Patent RF, No. 79534, 2009. [in Russian].

33. Mustafin F.M., Schneider G.B., Sadykov G.G., Simakov V.A., Ishkinin M.S., Yuldashev V.H. *Rezervuar s ustroystvom dlya predotvrashcheniya perekosa plavayushchei kryshi i ee potopleniya* [Tank with a Device to Prevent Distortion of the Floating Roof and its Sinking]. Patent RF, No. 80834, 2009. [in Russian].

34. Mustafin F.M., Schneider G.B., Simakov V.A., Sadykov G.G., Ishkinin M.S., Yuldashev V.H. *Lesa dlya montazha stenki rezervuara* [Tank Wall Scaffolding]. Patent RF, No. 82742, 2009. [in Russian].

35. Mustafin F.M., Schneider G.B., Simakov V.A., Sadykov G.G., Ishkinin M.S., Yuldashev V.H., Dusalimov M.E. *Ustroistvo dlya montazha rezervuara* [Tank Installation Device]. Patent RF, No. 95715, 2010. [in Russian].

36. Shammazov A.M., Lyubushkin V.V., Konovalov N.I., Vakhitov A.M. *Vodosliv plavayushchikh krysh rezervuarov* [Water Discharge of the Floating Tank Roofs]. Patent RF, No. 2109669, 1998. [in Russian].

37. Shammazov A.M., Lyubushkin V.V., Konovalov N.I., Vakhitov A.M. *Vodosliv plavayushchikh krysh rezervuarov* [Water Discharge of the Floating Tank Roofs]. Patent RF, No. 2119880, 1998. [in Russian].

38. Shammazov A.M., Lyubushkin V.V., Konovalov N.I., Vakhitov A.M. *Vodosliv plavayushchikh krysh rezervuarov* [Water Discharge of the Floating Tank Roofs]. Patent RF, No. 2120902, 1998. [in Russian].

39. Shammazov A.M., Mustafin F.M., Nurmukhametov D.B., Dusalimov M.E., Konovalov N.I., Yulmukhametov I.M. *Vodosliv plavayushchikh krysh rezervuarov* [Water Discharge of the Floating Tank Roofs]. Patent RF, No. 101024, 2011. [in Russian].

40. Schneider G.B., Mustafin F.M., Abdullin N.V., Sadykov G.G., Kirilov S.L. *Uplotnyayushchii zatvor*

43. Пат. 88652 РФ, МПК В 65 D 88/34. Пружина скребкового устройства уплотняющего затвора плавающих крыш резервуаров / А.М. Шаммазов, Г.Б. Шнейдер, Ф.М. Мустафин, Н.В. Абдуллин, М.Э. Дусалимов. 2009111346/22, Заявлено 27.03.2009; Оpubл. 20.11.2009. Бюл. 32.

44. Пат. 89502 РФ, МПК В 65 D 88/34. Скребок-устройство уплотняющего затвора плавающих крыш резервуаров / А.М. Шаммазов, Г.Б. Шнейдер, Ф.М. Мустафин, Н.В. Абдуллин, М.Э. Дусалимов. 2009111347/22, Заявлено 27.03.2009; Оpubл. 10.12.2009. Бюл. 34.

45. Пат. 100505 РФ, МПК В 65 D 88/34. Уплотняющий затвор плавающих крыш резервуаров / Г.Б. Шнейдер, Ф.М. Мустафин, В.А. Симаков, Г.Г. Садыков, М.С. Ишкинин, В.Х. Юлдашев, М.Э. Дусалимов. 2010111462/12, Заявлено 25.03.2010; Оpubл. 20.12.2010. Бюл. 35.

46. Программа для расчета балочных трубопроводных переходов BCPOptimize: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013611326 от 09.01.2013 / Л. И. Быков, М. Ю. Котов, Ф. М. Мустафин, С. К. Рафиков, Т. Т. Мурсов.

47. ОСТ 153-39.4-010-2002. Методика определения остаточного ресурса нефтегазопромысловых трубопроводов и трубопроводов головных сооружений. М.: Минэнерго РФ, 2002. 57 с.

48. Пат. 1122860 СССР, МПК F 16 L 1/028, F 16 L 1/00. Способ прокладки подземного газопровода / Ю.А. Фролов, Ф.Ш. Ахметов, П.Н. Григоренко, Л.А. Бабин, Е.М. Муфтахов. 3580042, Заявлено 15.04.1983; Оpubл. 07.11.1984. Бюл. 41.

49. Пат. 96212 РФ, МПК F 16 L 1/024. Стабилизатор механических напряжений / А.М. Шаммазов, С.М. Султанмагомедов, Ф.М. Мустафин, Р.Р. Хасанов. 2010107996/22, Заявлено 04.03.2010; Оpubл. 20.07.2010. Бюл. 20.

50. Пат. 95058 РФ, МПК F 16 L 51/00. Компенсатор для трубопровода с упругодеформируемыми элементами / А.М. Шаммазов, Ф.М. Мустафин, А.И. Гаскаров, В.Н. Зинатуллин, Р.Х. Нафиев, А.А. Бахтигарев. 2009148359/22, Заявлено 24.12.2009; Оpubл. 10.06.2010. Бюл. 16.

51. Пат. 95059 РФ, МПК F 16 L 51/00. S-образный компенсатор для трубопровода / А.М. Шаммазов, Ф.М. Мустафин, Ф.Ш. Ахметов, А.И. Гаскаров, Р.Х. Нафиев, Д.Н. Веселов, Ю.И. Спектор, Р.Р. Хасанов. 2009148360/22, Заявлено 24.12.2009; Оpubл. 10.06.2010. Бюл. 16.

52. Пат. 89659 РФ, МПК F 16 L 51/00. Компенсатор для трубопровода / Ф.М. Мустафин, Ф.Ш. Ахметов, Н.В. Абдуллин, Д.Н. Веселов, В.Н. Зинатуллин, Р.Р. Усманов, Р.Х. Нафиев. 2009120661/22, Заявлено 02.06.2009; Оpubл. 10.12.2009. Бюл. 34.

53. Пат. 88763 РФ, МПК F 16 L 51/00. Компенсатор для трубопровода / Ф.М. Мустафин, Н.В. Абдуллин, Д.Н. Веселов, В.Н. Зинатуллин, Р.Р. Усманов, Р.Х. Нафиев. 2009120662/22, Заявлено 02.06.2009; Оpubл. 20.11.2009. Бюл. 32.

54. Пат. 116947 РФ, МПК F 16 L 1/00. Стабилизатор продольных перемещений трубопровода / Ф.М. Мустафин, А.М. Шаммазов, В.М. Файрузов,

plavayushchikh krysh rezervuarov [Sealing Gate of the Floating Tank Roofs]. Patent RF, No. 23077777, 2007. [in Russian].

41. Schneider G.B., Mustafin F.M., Abdullin N.V., Sadykov G.G., Simakov V.A., Kulikov V.V., Yuldashev V.H., Makulov I.F., Bagautdinov F.F. *Uplotnyayushchii zatvor plavayushchikh krysh rezervuarov* [Sealing Gate of the Floating Tank Roofs]. Patent RF, No. 2344061, 2009. [in Russian].

42. Schneider G.B., Mustafin F.M., Abdullin N.V., Sadykov G.G., Simakov V.A., Yuldashev V.H., Makulov I.F., Bagautdinov F.F., Yushkov V.S. *Uplotnyayushchii zatvor plavayushchikh krysh rezervuarov* [Floating Tank Roof Seal]. Patent RF, No. 2346874, 2009. [in Russian].

43. Shammazov A.M., Schneider G.B., Mustafin F.M., Abdullin N.V., Dusalimov M.E. *Pruzhdina skrebkovogo ustroystva uplotnyayushchego zatvora plavayushchikh krysh rezervuarov* [Spring of the Scraper Device of the Floating Tank Roof Sealing Gate]. Patent RF, No. 88652, 2009. [in Russian].

44. Shammazov A.M., Schneider G.B., Mustafin F.M., Abdullin N.V., Dusalimov M.E. *Skrebkovoe ustroystvo uplotnyayushchego zatvora plavayushchikh krysh rezervuarov* [Scraper Device of the Floating Tank Roof Sealing Gate]. Patent RF, No. 89502, 2009. [in Russian].

45. Schneider G.B., Mustafin F.M., Simakov V.A., Sadykov G.G., Ishkinin M.S., Yuldashev V.H., Dusalimov M.E. *Uplotnyayushchii zatvor plavayushchikh krysh rezervuarov* [Sealing Gate of Floating Tank Roofs]. Patent RF, No. 100505, 2010. [in Russian].

46. Bykov L.I., Kотов M.Y., Mustafin F.M., Rafikov S.K., Mursov T.T. *Programma dlya rascheta balochnykh truboprovodnykh perekhodov BCPOptimize: Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM* [Program for Calculation of BCPOptimize Beam Pipeline Crossings: Certificate State of Registration of the Program for Computers]. Certificate No. 2013611326, 2013. [in Russian].

47. OST 153-39.4-010-2002. *Metodika opredeleniya ostatocnogo resursa neftegazopromyslovykh truboprovodov i truboprovodov golovnykh sooruzhenii* [OST 153-39.4-010-2002. Methodology for Determination of Residual Life of Oil and Gas Pipelines and Pipelines of Head Structures]. Moscow, Ministry of Energy of the Russian Federation, 2002. 57 p. [in Russian].

48. Frolov Yu.A., Akhmetov F.Sh., Grigorenko P.N., Babin L.A., Muftakhov E.M. *Sposob prokladki podzemnogo gazoprovoda* [Method of the Underground Gas Pipeline Laying]. Patent RF, No. 1122860, 1984. [in Russian].

49. Shammazov A.M., Sultanmagomedov S.M., Mustafin F.M., Khasanov R.R. *Stabilizator mekhanicheskikh napryazhenii* [Mechanical Stress Stabilizer]. Patent RF, No. 96212, 2010. [in Russian].

50. Shammazov A.M., Mustafin F.M., Gaskarov A.I., Zinatullin V.N., Nafiev R.H., Bakhtigarev A.A. *Kompensator dlya truboprovoda s uprugodeformiruemyimi elementami* [Compensator for the Pipeline with the Elastically Deformed

Ц. Чэнь, Т.Р. Мустафин, Э.В. Мамлиев, Э.И. Нуриахметов, А.А. Бахтигареев, Д.А. Терехов. 2011146003/06, Заявлено 11.11.2011; Оpubл. 10.06.2012. Бюл. 16.

55. Пат. 116958 РФ, МПК F 16 L 51/00. Линзовый стабилизатор продольных перемещений трубопровода / Ф.М. Мустафин, А.М. Шаммазов, В.М. Файрузов, Ц. Чэнь, Т.Р. Мустафин, Э.В. Мамлиев, Э.И. Нуриахметов, А.А. Бахтигареев, Д.А. Терехов. 2011146004/06, Заявлено 11.11.2011; Оpubл. 10.06.2012. Бюл. 16.

56. Мустафин Ф.М., Быков Л.И. Технология сооружения газонефтепроводов. Уфа: Нефтегазовое дело, 2007. 632 с.

57. Пат. 2447348 РФ, МПК F 16 L 1/028. Способ прокладки трубопроводов в сейсмических районах / Ф.М. Мустафин, А.М. Шаммазов, А.И. Гаскаров, Д.Д.Х. Наваретте, А.Д.С. Ромеро, Д.Н. Веселов, Ю.И. Спектор. 2010111591/06, Заявлено 25.03.2010; Оpubл. 10.04.2012. Бюл. 10.

Elements]. Patent RF, No. 95058, 2010. [in Russian].

51. Shammazov A.M., Mustafin F.M., Akhmetov F.S., Gaskarov A.I., Nafiev R.H., Veselov D.N., Spektor Y.I., Khasanov R.R. *S-obraznyi kompensator dlya truboprovoda* [S-Shaped Compensator for the Pipeline]. Patent RF, No. 95059, 2010. [in Russian].

52. Mustafin F.M., Akhmetov F.S., Abdullin N.V., Veselov D.N., Zinatullin V.N., Usmanov R.R., Nafiev R.H. *Kompensator dlya truboprovoda* [Compensator for Pipelines]. Patent RF, No. 89659, 2009. [in Russian].

53. Mustafin F.M., Abdullin N.V., Veselov D.N., Zinatullin V.N., Usmanov R.R., Nafiev R.H. *Kompensator dlya truboprovoda* [Compensator for Pipelines]. Patent RF, No. 88763, 2009. [in Russian].

54. Mustafin F.M., Shammazov A.M., Fairouzov V.M., Chen T., Mustafin T.R., Mamliiev E.V., Nuriakhmetov E.I., Bakhtigareev A.A., Terekhov D.A. *Stabilizator prodol'nykh peremeshchenii truboprovoda* [Stabilizer of Longitudinal Pipeline Movements]. Patent RF, No. 116947, 2012. [in Russian].

55. Mustafin F.M., Shammazov A.M., Fairouzov V.M., Chen T., Mustafin T.R., Mamliiev E.V., Nuriakhmetov E.I., Bakhtigareev A.A., Terekhov D.A. *Linzovyi stabilizator prodol'nykh peremeshchenii truboprovoda* [Lens Stabilizer for Longitudinal Pipeline Movements]. Patent RF, No. 116958, 2012. [in Russian].

56. Mustafin F.M., Bykov L.I. *Tekhnologiya sooruzheniya gazonefteprovodov* [Technology of Construction of Oil and Gas Pipelines]. Ufa, Neftgazovoe delo Publ., 2007. 632 p. [in Russian].

57. Mustafin F.M., Shammazov A.M., Gaskarov A.I., Navarette D.D.H., Romero A.D.S., Veselov D.N., Spector Yu.I. *Sposob prokladki truboprovodov v seismicheskikh raionakh* [Method of Pipeline Laying in the Seismic Regions]. Patent RF, No. 2447348, 2012. [in Russian].

Авторы

• Вэй Бэй

Уфимский государственный нефтяной технический университет
Аспирант кафедры «Сооружение и ремонт газонефтепроводов и газонефтехранилищ»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
e-mail: weibei2012@mail.ru

• Мамлиев Эмиль Венирович

Уфимский государственный нефтяной технический университет
Аспирант кафедры «Сооружение и ремонт газонефтепроводов и газонефтехранилищ»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
e-mail: mamlievemil@mail.ru

The Authors

• Wei Bei

Ufa State Petroleum Technological University
Postgraduate Student of Gas and Oil Pipelines and Storage Facilities Construction and Repair Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
e-mail: weibei2012@mail.ru

• Mamliiev Emil V.

Ufa State Petroleum Technological University
Postgraduate Student of Gas and Oil Pipelines and Storage Facilities Construction and Repair Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
e-mail: mamlievemil@mail.ru

• Мустафин Фаниль Мухаметович, доктор технических наук, профессор
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Профессор кафедры «Сооружение и ремонт газонефтепроводов и газонефтехранилищ»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1
e-mail: st@rusoil.net

• Mustafin Fanil M., Doctor of Engineering Sciences, Professor
Ufa State Petroleum Technological University
Professor of Gas and Oil Pipelines and Storage Facilities Construction and Repair Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062, Russian Federation
e-mail: st@rusoil.net

• Лобова Елизавета Алексеевна
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Магистрант кафедры «Сооружение и ремонт газонефтепроводов и газонефтехранилищ»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1
e-mail: elisabethlobova@gmail.com

• Lobova Elizaveta A.
Ufa State Petroleum Technological University
Undergraduate Student of Gas and Oil Pipelines and Storage Facilities Construction and Repair Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062, Russian Federation
e-mail: elisabethlobova@gmail.com

• Мустафин Оскар Фанилевич
Университет международного бизнеса и экономики
Студент
г. Пекин, Китайская Народная Республика
e-mail: ioskar@gmail.com

• Mustafin Oskar F.
University of International Business and Economics
Student
Beijing, People's Republic of China
e-mail: ioskar@gmail.com