



Научно-  
производственная  
фирма «Нитпо»

# Нефть. Газ. НОВАЦИИ

научно-технический журнал

ISSN 2077-5423

№5/2015

16+

ЧЕРНОМОРСКИЕ НЕФТЕГАЗОВЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ  
OIL & GAS BLACK SEA CONFERENCES

10 лет проекту!

iOilGas  
conference

главная тема номера:

Сбор, подготовка  
и транспортировка  
нефти и газа

Стратегический партнер журнала –  
ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо»»,  
организатор «Черноморских нефтегазовых конференций»



МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

## **СБОР, ПОДГОТОВКА И ТРАНСПОРТИРОВКА НЕФТИ И ГАЗА. Проектирование, строительство, эксплуатация – 2015**

/23 – 28 марта 2015 года, г. Сочи/

### **Основные темы конференции:**

- проектирование объектов сбора, подготовки и транспортировки углеводородов;
- строительство промысловых и магистральных трубопроводов;
- техника и технология ГНБ;
- трубы, трубопроводная и запорная арматура;
- инновационные технологии мониторинга технического состояния трубопроводных систем;
- оборудование насосных и компрессорных станций;
- строительство и эксплуатация нефтегазохранилищ, резервуарное оборудование;
- строительство и эксплуатация ПХГ;
- борьба с коррозией, предупреждение и ликвидация АСПО;
- современные технологии, материалы и реагенты в системах сбора, подготовки и транспортировки углеводородов;
- физико-химические методы регулирования структурно-реологических свойств нефтей;
- автоматизация инфраструктур, КИП, ИТ-технологии;
- обслуживание и охрана трубопроводов, обеспечение промышленной, пожарной и экологической безопасности;
- ликвидация аварийных разливов нефти;
- сервисные работы в процессах строительства и эксплуатации объектов сбора, подготовки и транспортировки углеводородов.

# ПОДПИСКА на электронную и печатную версии



научно-технический журнал

|                                  |       |      |
|----------------------------------|-------|------|
| Стоимость одного номера:         |       |      |
| печатная версия .....            | 870   | руб. |
| электронная версия .....         | 1 200 | руб. |
| Стоимость подписки на полугодие: |       |      |
| печатная версия .....            | 5 220 | руб. |
| электронная версия .....         | 7 200 | руб. |

II полугодие 2015 года

Оформить подписку на журнал можно:

- *через ООО «Агентство «РОСПЕЧАТЬ»*  
подписной индекс в каталоге  
«Газеты. Журналы» ..... 46558
- *через ООО «Агентство «Книга-Сервис»*  
подписной индекс в объединенном каталоге  
«Пресса России» ..... 13169
- *через ООО «Агентство «Урал-Пресс»*  
подписной индекс в каталоге  
периодических изданий  
«Газеты и журналы» ..... 46558
- *через редакцию*  
тел.: (846) 979-91-10, 979-91-77, 979-91-45  
тел./факс 979-91-88
- *по e-mail*  
info@neft-gaz-novacii.ru; journal@neft-gaz-novacii.ru
- *на сайте*  
www.neft-gaz-novacii.ru

II полугодие 2015 года



Для того чтобы оформить подписку через редакцию, следует оплатить стоимость подписки (в зависимости от требуемого количества номеров) по реквизитам редакции и отправить заявку с указанием Ф.И.О., наименования организации и адреса получателя (в произвольной форме), а также копию платежного поручения по электронной почте [journal@neft-gaz-novacii.ru](mailto:journal@neft-gaz-novacii.ru) либо по факсу **8 (846) 979-91-88**.

**Реквизиты и адрес редакции:**

ООО «Редакция журнала «Нефть. Газ. Новации»  
443008, г. Самара, Томашевский тупик, За  
Р/с 40702810704130727078 ФКБ «Петрокоммерц» «Приволжский», г. Саратов  
Корр. счет 30101810600000000837  
БИК 046311837; ИНН 6319163850  
КПП 631901001; ОГРН 1126311004533



Журнал выходит под эгидой:

- Министерства промышленности и технологий Самарской области
- НО «Инновационно-инвестиционный фонд Самарской области»



## СОДЕРЖАНИЕ

№ 5 (196) 2015

### МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

Сбор, подготовка и транспортировка нефти и газа: международный форум в Сочи

6

### ОБСУЖДАЕМ ПРОБЛЕМУ

Трубопроводный транспорт нефти и газа: проблемы и пути их решения

14

### ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ НЕФТИ И ГАЗА

**Бунякин А.В., Кунина П.С., Величко Е.И., Шатохин А.А.**

Диагностика гидратообразования в промысловых газопроводах методом анализа колебаний давления

20

**Величко Е.И., Кунина П.С., Музыкантова А.В.**

Практическая реализация математической модели спектров вибрации приводов газоперекачивающих агрегатов

24

**Кунина П.С., Бунякин А.В., Шатохин А.А., Величко Е.И.**

Вычислительная схема гашения низкочастотных вибраций в нагнетательной части магистральной компрессорной станции

27

**Валюхов С.Г., Ярославцев С.В.**

Импортозамещение и локализация производства погружных электронасосных агрегатов для перекачки СПГ на базе ОАО «Турбонасос»

32

**Машуров С.С., Мирзоев А.М.**

Технология комплексного обследования трубопроводов с использованием комбинированного метода ГНПТ/МВЭ/МТМ

36

**Мирзоев А.М.**

Создание систем управления техническим состоянием и целостностью трубопроводов: проблемы и решения

43



- 50 Лазарев Е.В.**  
Пеностекло НЕОПОРМ® – новый импортозамещающий материал для тепловой изоляции трубопроводов, оборудования и резервуаров
- 53 Раммо В.С.**  
Лакокрасочные материалы фирмы «Индустриальные покрытия» для антикоррозионной защиты предприятий нефтегазового комплекса
- 56 Андриянов А.С.**  
Использование специального оборудования на базе двигателей внутреннего сгорания в процессах транспортировки нефти и газа и эксплуатации объектов нефтегазодобычи

- 60 Мавромати В.Д.**  
Подземные хранилища газа Краснодарского края

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

- 64 Максимов А.Е.**  
Производство дизельного топлива как источника для выработки электроэнергии в условиях дефицита попутного нефтяного газа, а также для покрытия нужд при бурении скважин на автономных нефтяных месторождениях

**3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ**

- 68 Тарарухин И.Г.**  
Современные 3D-технологии – наиболее эффективный инструмент создания и управления производственными активами
- 72 Базилевич В.Г.**  
Интерактивные промышленные тренажеры – важное звено эффективного управления производством

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

- 77 Серебренников С.Ю., Прохоренко К.В., Чернов С.В.**  
Критерии выбора и особенности проектирования систем пожаротушения на основе аэрозольно-порошковых модулей МПП ОПАН

**Редакционная коллегия:**

**Алтунина Л.К.**, д.т.н., профессор, директор Института химии нефти СО РАН  
**Белянин Г.Н.**, к.г.-м.н., профессор РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина  
**Боксерман А.А.**, д.т.н., профессор, советник генерального директора ОАО «Зарубежнефть»  
**Быков Д.Е.**, д.т.н., профессор, ректор Самарского государственного технического университета  
**Бриллиант Л.С.**, к.т.н., генеральный директор Тюменского института нефти и газа, член ЦКР «Роснедра», заместитель сопредседателя ТО ЦКР «Роснедра» по ХМАО, эксперт ГКЗ, ЦКР  
**Волков Ю.А.**, к.ф.-м.н., директор Центра совершенствования методов разработки нефтяных месторождений при АН РТ  
**Исмагилов А.Ф.**, к.э.н., генеральный директор ООО «Роснефть-СамараНИПИнефть»  
**Кульчицкий В.В.**, д.т.н., председатель ВОИР РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, директор НИИ буровых технологий  
**Муслимов Р.Х.**, д.г.-м.н., академик АН РТ, консультант президента РТ по вопросам разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений  
**Силин М.А.**, д.х.н., проректор по инновационной деятельности и коммерциализации разработок НИУ РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина  
**Третьяк А.Я.**, д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Бурение нефтегазовых скважин и геофизика» Южно-Российского государственного технического университета  
**Тян В.К.**, д.т.н., доцент, декан нефтетехнологического факультета Самарского государственного технического университета  
**Шашель В.А.**, к.т.н., ОАО «НК «Роснефть»  
**Шайдаков В.В.**, д.т.н., директор ООО «Инжиниринговая компания «Инкомп-нефть», профессор кафедры «Гидравлика и гидромашин» УГНТУ  
**Шмаль Г.И.**, к.э.н., президент Союза нефтегазопромышленников России, член Совета по информации и сотрудничеству предприятий топливно-энергетического комплекса  
**Эпов М.И.**, д.т.н., профессор, академик РАН, заместитель председателя президиума СО РАН, директор Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН

**Редакция:**

главный редактор **Б.Ф. Сазонов**  
 литературный редактор **Е.С. Захарова**  
 научный редактор **И.В. Царьков**  
 дизайн-верстка **Е.А. Образцова**  
 корректор **Г.В. Загребина**

Отдел распространения и подписки:  
 тел. (846) 979-91-10

Отдел рекламы и маркетинга:  
 тел. (846) 979-91-45

Адрес редакции и издателя:  
 443008, г. Самара, Томашевский тупик, За  
 Тел. (846) 979-91-77  
 Факс (846) 979-91-88  
 journal@neft-gaz-novacii.ru  
 info@neft-gaz-novacii.ru  
 red@neft-gaz-novacii.ru  
 redaktor@neft-gaz-novacii.ru  
 www.neft-gaz-novacii.ru

Учредитель  
 ООО «Редакция журнала  
 «Нефть. Газ. Новации»

Журнал зарегистрирован  
 Министерством Российской  
 Федерации по делам печати,  
 телерадиовещания и средств  
 массовых коммуникаций  
 Рег. номер ПИ № 77-7859  
 от 27 апреля 2001 г.  
 Перерегистрирован 4 апреля 2013 г.  
 Рег. номер ПИ № ФС77-53536

Периодичность – 12 номеров в год  
 При перепечатке материалов  
 ссылка на журнал  
 «Нефть. Газ. Новации» обязательна

Тираж 5000 экз.  
 Подписано в печать 31.05.2015  
 Цена: 770 руб. – печатная версия  
 1200 руб. – электронная версия

Отпечатано в типографии  
 ООО «Полиграфика»  
 г. Самара, ул. Мичурина, 23



## СБОР, ПОДГОТОВКА И ТРАНСПОРТИРОВКА НЕФТИ И ГАЗА:

### ЧЕРНОМОРСКИЕ НЕФТЕГАЗОВЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ OIL & GAS BLACK SEA CONFERENCES

*10 лет проекту!*

**iOilGas**  
conference

В 2012 г. организатором проекта «Черноморские нефтегазовые конференции», ООО «НПФ «Нитпо», было принято решение о проведении в его рамках еще одного ежегодного международного научно-практического форума, тематика которого посвящена вопросам оптимизации технологических процессов систем сбора, подготовки и транспортировки нефти и газа.

До этого в рамках проекта уже велась активная работа по организации ежегодных конференций, направленных на решение проблем, связанных со строительством и ремонтом скважин, повышением нефтеотдачи пластов и интенсификацией добычи нефти. Темы эти для отрасли, бесспорно, актуальны, и неудивительно, что ежегодно в России и за рубежом проводится достаточно много мероприятий, на которых они так или иначе затрагиваются. Что же касается организации площадок для делового общения специалистов в области сбора, подготовки и транспортировки нефти, то здесь чувствуется некий пробел. На данный момент конференция, проводимая в Сочи, является в России чуть ли не единственным мероприятием по данной тематике. В чем кроется истинная причина того, что столь важные направления нефтегазовой отрасли обойдены вниманием, можно лишь догадываться, но уж точно не



## международный форум в Сочи

в нежелании обсуждать сложившуюся в данной сфере ситуацию. Проблем и тем для обсуждения более чем достаточно, к примеру: технологические решения в процессе внутрипромыслового сбора и подготовки нефти и попутного нефтяного газа, повышение качества проектирования, строительства и эксплуатации объектов сбора, подготовки и транспортировки углеводородов, выполнение экологической программы по утилизации газа, защита трубопроводов и промышленного оборудования от коррозии, предотвращение и ликвидация АСПО, утилизация попутно добываемой воды, транспортировка высоковязких нефтей, борьба с несанкционированными врезками, ликвидация порывов трубопроводов, особенно в труднодоступных местах, и т.д.

Любопытен тот факт, что ежегодный конгресс «Транспортировка нефти и газа в СНГ», который проводится уже в 16-й раз, в ноябре 2015 г. снова будет проходить за рубежом, на этот раз – в Риме. На конгрессе предполагается встреча представителей Газпрома, ГНКАР, ВР, Транснефти, BOTAS, OMV, Chevron, Европейской комиссии, Wintershall, Статойла и многих других. Следует отметить, что если в первые годы он проводился в Москве, то в последние несколько лет – в Стамбуле, а в этом году – в Италии. Стоит ли говорить о том, что плата за участие в двухдневном конгрессе баснословная и производиться должна не иначе как в фунтах стерлингов. Возникает закономерный вопрос: почему нельзя обсудить проблемы, связанные с транспортировкой российских углеводородов, на территории России? Благо живописных мест и у нас хватает – взять, к примеру, красоты Черноморского побережья Краснодарского края. Тем более что опыт организации подобных мероприятий у нас уже имеется: ООО НПФ «Нитпо» сделали свой собственный проект «Черноморские нефтегазовые конференции», проявив незаурядную энергию и желание создать отечественный продукт не хуже, а в чем-то и лучше зарубежного аналога, но на порядок дешевле. И сегодня, в юбилейный для

### МНЕНИЯ

И.Д. Дударев, технический директор, ООО «Белэнергомаш-БЗЭМ»:

– В этой конференции мы принимаем участие в первый раз. Мероприятие организовано на высоком уровне. Нам как изготовителям и поставщикам продукции для нефтегазового комплекса, работающим на этом рынке уже около 30 лет, важно было услышать информацию о новых материалах. Нас заинтересовали представленные здесь ЗАО «Компания СТЭС-Владимир» новые теплоизоляционные материалы. Интересно было услышать выступление специалистов ОАО «НИПИгазпереработка» о создании с помощью 3D-технологий информационных моделей и их использовании на этапах строительства и эксплуатации объектов.



## МНЕНИЯ

■ А.М. Мирзоев, начальник управления производственных работ, ЗАО «Аэрокосмический мониторинг и технологии»:

– Главный смысл данного мероприятия заложен в самом названии – это научно-практическая конференция, и нацелена она явно на предметное практическое общение по вопросам добычи, эксплуатации, транспорта нефти и газа. Здесь собрались в основном технические специалисты, непосредственные разработчики оборудования и технологических процессов, представители эксплуатационных предприятий нефтегазовой отрасли. Поэтому главным преимуществом данной конференции является то, что именно здесь происходит практический обмен знаниями, информацией между участниками отрасли. Хочется от души поблагодарить организаторов, которые сделали все от них зависящее, чтобы данный обмен был интересным и продуктивным.

этого мероприятия год, можно смело заявить: проект «Черноморские нефтегазовые конференции», официальную поддержку которому оказывает Министерство промышленности и энергетики Краснодарского края, не только состоялся, но и продолжает развиваться и совершенствоваться.

Подтверждением того, что данная тематика оказалась интересной и востребованной, стала IV Международная научно-практическая конференция «Сбор, подготовка и транспортировка нефти и газа. Проектирование, строительство, эксплуатация – 2015», состоявшаяся 23-28 марта 2015 г. Обсудить вопросы, связанные с решением проблем подготовки и транспортировки нефти и газа, познакомиться с достижениями нефтепромышленной химии, новыми методами неразрушающего контроля, борьбы с несанкционированными врезками в нефтепроводы, ликвидации порывов трубопроводов и прочими новшествами собрались специалисты ООО «Газпром добыча Ямбург», ООО «Башнефть-добыча», ООО «Торгово-технический дом Татнефть», ЗАО «Сибирская сервисная компания», ОАО «Турбонасос», ООО «ЧТПЗ-Инжиниринг», НТЦ «НИС-Нафtagас Сербия», ООО «СамараНИПИнефть», ОАО «Гипровостокнефть», ОАО «НИПИгазпереработка», ЗАО «Геотрансгаз», ЗАО «Аэрокосмический мониторинг и технологии», ООО «ИПИГАЗ», ООО «Белэнергомаш – БЗЭМ», ЗАО «Компания «СТ-ЭС-Владимир», ООО «Завод ПСМ» и многих других компаний.

Официальным спонсором конференции выступил научно-исследовательский и проектный институт по переработке газа (ОАО «НИПИгазпереработка») – один из ведущих российских проектных институтов нефтегазовой отрасли, входящий в состав СИБУРа.

Информационную поддержку конференции оказывали отраслевые журналы «Нефтяное хозяйство», «Газовая промышленность», «Нефтегазовая вертикаль», «Нефть. Газ. Новации», «Нефть и Капитал», «OIL&GAS





JOURNAL RUSSIA», «Oil&Gas Eurasia», «Территория Нефтегаз», «Нефть России», «Neftegaz.RU», «Главный метролог», «Нефть. Газ. Промышленность», «Бурение и нефть», «Сфера нефтегаз», «Время колтюбинга», «Геоинжиниринг», «Экспозиция нефть газ», «Георесурсы», «ТехСовет» и другие.

Повестка дня рабочих заседаний форума включала в себя доклады, круглые столы и презентации новейших технологий, оборудования, материалов и химических реагентов.

Уже в прошлом году в рамках конференции поднимался вопрос, касающийся импортозамещения отдельных продуктов и технологий, создания совершенно новых товаров и услуг, не имеющих мировых аналогов.

В этот раз о собственных разработках рассказали специалисты ЗАО «Компания «СТЭС-Владимир». Свое выступление они начали, процитировав первое лицо государства: наша страна должна «снять критическую зависимость от зарубежных технологий и промышленной продукции». В своем докладе они представили теплоизоляционные материалы на основе пеностекла НЕОПОРМ, применяемые для тепловой изоляции трубопроводов и нефтегазового оборудования. По своим техническим характеристикам данный материал не только не уступает зарубежным аналогам, но и имеет ряд неоспоримых преимуществ.

О вкладе в реализацию политики импортозамещения и о своих достижениях аудиторию проинформировали сотрудники ОАО «Турбонасос». Эта компания среди отечественных разработчиков центробежных насосов занимает особое место. Она создана в 1992 г. на базе конструкторского отдела 116, который занимался проектированием



## МНЕНИЯ

■ А.А. Паранук, преподаватель кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет»:

– Я раньше работал в ОАО «Газпром», но это моя первая конференция такого плана. У меня есть с чем сравнивать, поскольку я был участником мероприятий, которые проводились в ОАО «Газпром». Здесь достаточно высокий уровень организации, поднимаются актуальные темы, обсуждаются злободневные проблемы, идет живая дискуссия, т.е. мы приходим к каким-то общим знаменателям, находим пути решения. Мероприятие достаточно интересное.

На конференции надо все эти вопросы озвучивать, информировать присутствующих о том, кто чем занимается, чтобы не получалось так, что мы решаем одни и те же задачи и кто-то ушел вперед, кто-то отстал. Стоит особо отметить высокую компетентность выступающих.



## МНЕНИЯ

■ В.С. Раммо, технический директор, ООО «Индустриальные покрытия»:

– Черноморские нефтегазовые конференции позволяют пообщаться с коллегами, получить от них новую информацию и одновременно представить им основные направления своей работы, познакомиться с интересными людьми и многое другое. Организовано все очень хорошо, настроение отличное.

■ С.В. Ярославцев, ученый секретарь, ОАО «Турбонасос»:

– Я приезжаю на эту конференцию уже второй раз. В прошлом году была проба, нам понравилось, так как мы считаем контакты, налаженные здесь, результативными и надеемся на дальнейшую работу с присутствующими здесь специалистами. Кроме того, мы получили много полезной информации, пришли к пониманию ряда проблем и важных вопросов, смогли поделиться опытом, рассказать о своей продукции и собственных достижениях. Имея большой опыт участия в таких мероприятиях, могу сказать, что конференция проходит на достаточно высоком уровне, никаких нареканий нет, только слова благодарности.



турбонасосных агрегатов жидкостных ракетных двигателей. Специалисты этого инновационного научно-производственного предприятия доказали, что могут решать самые сложные задачи. В этот раз они представили криогенные электронасосы, используемые в процессе транспортировки сжиженного природного газа (СПГ) при осуществлении погрузочно-разгрузочных операций на судах-газовозах и береговых терминалах.

О том, как решить проблему обеспечения электроэнергией объектов обустройства группы отдаленных месторождений с помощью получения дизельного топлива из товарной нефти на нефтеперерабатывающей установке непосредственно на месторождениях, рассказал заведующий группой технологического отдела ОАО «Гипровостокнефть» А.Е. Максимов. Им было представлено несколько типов нефтеперерабатывающих установок (НПУ) различных производителей и определен оптимальный вариант, отвечающий требованиям постепенного увеличения производительности установки.

Научные сотрудники Кубанского технического университета вот уже несколько лет работают над решением проблем, связанных с диагностированием технического состояния приводов газоперекачивающих агрегатов (ГПА) на компрессорных станциях (КС), гидратообразованием в промышленных газопроводах и т.д. В этот раз они рассказали о своих научных изысканиях, представив материал, подготовленный на основе совместной работы со специалистами ООО «Газпром трансгаз Краснодар».

Решение проблемы защиты магистральных трубопроводов от коррозии предложил технический директор ООО «Индустриальные покрытия» В.С. Раммо, представив в своем докладе лакокрасочные материалы Massco, которые отличаются высокими эксплуатационными и технологическими характеристиками.

Обеспечение противопожарной защиты также немаловажно для объектов с повышенной взрыво- и пожароопасностью, какими являются большинство объектов нефтегазового комплекса. Коммерческий директор ООО «ИВЦ Техномаш» К.В. Прохоренко в своем докладе рассмотрел различные способы тушения пожара и типы автоматических установок пожаротушения (АУП): водяная, пенная, порошковая, газовая, аэрозольная и т.д., сделав при этом акцент на критериях их выбора в зависимости от решаемых задач.



Как и на всех форумах, проводимых в рамках проекта «Черноморские нефтегазовые конференции», были отмечены выступления, вызвавшие наибольший интерес у участников. Лучшими докладами конференции «Сбор, подготовка и транспортировка нефти и газа. Проектирование, строительство, эксплуатация – 2015» стали: «Интерактивные промышленные тренажеры» (ОАО «НИПИгазпереработка», докладчик – главный инженер проекта В.Г. Базилевич) и «Система управления техническим состоянием и целостностью трубопроводов как эффективный инструмент обеспечения их надежной и безопасной эксплуатации» (ЗАО «Аэрокосмический мониторинг и технологии», докладчик – начальник управления производственных работ А.М. Мирзоев).

Неудивительно, что эти выступления вызвали особый интерес аудитории. Проблема нарушения целостности трубопроводов сегодня весьма злободневна, поскольку способна нанести значительный вред экологии и даже привести к гибели людей. В докладе представителя ЗАО «Аэрокосмический мониторинг и технологии» были рассмотрены различные модели анализа риска для обеспечения надежности и безопасности эксплуатации магистральных трубопроводов. Описаны основные этапы внедрения программных решений для управления техническим состоянием и целостностью трубопроводов на примере таких компаний, как ОАО «Газпром» и ООО «Запсибтрансгаз», а главное – приведены результаты внедрения программных решений.

Материалы же специалистов ОАО «НИПИгазпереработка» об интерактивных промышленных тренажерах и других разработках института в области информационных технологий были вынесены на дополнительное обсуждение в рамках круглого стола «Инфор-



## МНЕНИЯ

■ А.В. Бунякин, доцент кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов, Институт нефти, газа и энергетики ФГБОУ ВПО «КубГУ»:

– Я принимаю участие в данном мероприятии проекта «Черноморские нефтегазовые конференции» в третий раз. На мой взгляд, оно достаточно актуальное, представлен большой спектр участников – от производителей продукции до научных учреждений, которые занимаются разработками теоретического плана. Прекрасная организация. Конференция еще достаточно молодая, но я не сомневаюсь, что если организаторы сохранят такой же темп, который они сейчас набрали, то в ближайшее время она вырастет в очень масштабное мероприятие.

■ Е.В. Лазарев, заместитель генерального директора по научно-техническому развитию, ЗАО «Компания СТЭС-Владимир»:

– Мы впервые на этой конференции, и для нас несколько необычен такой формат, предполагающий непосредственное неформальное общение между всеми участниками в столь большом объеме. Организация отличная, все проходит хорошо, гладко. Сейчас мы ищем точки соприкосновения с нефтяниками, и думаю, что после этой конференции у нас появятся новые деловые партнеры.



## МНЕНИЯ

**А.А. Чернов**, начальник управления информационных технологий, ОАО «НИПИгазпереработка»:

– На мой взгляд, сейчас все большую популярность приобретает тема, связанная с информационным моделированием применительно к самым разным проблемам – проектированию, строительству, эксплуатации и решению каких-то прикладных задач. Эти вопросы заслуживают большего внимания и освещения. В ближайшие два-три года тема информационного моделирования приобретет еще большую актуальность и станет очень востребованной, поэтому мы и выступили с предложением провести круглый стол «Информационное обеспечение и управление инженерными данными предприятия на разных этапах жизненного цикла».

Любые решения в нефтегазовой отрасли затрагивают целый ряд компаний, целую систему – заказчиков, подрядчиков, проектные, строительные и эксплуатационные организации. Чтобы предложить нефтегазовым заказчикам какое-либо новое интересное решение, нужно понимать точку зрения разных специалистов на эту проблематику, и подобные конференции помогают решить эти задачи.

**И.Г. Тарарухин**, руководитель группы, монтажный отдел СМТ, ОАО «НИПИгазпереработка»:

– Нам было важно увидеть заинтересованность наших возможных заказчиков в разработке проектов с использованием новых технологий, услышать, что именно им необходимо. Ведь на сегодняшний день мы предлагаем то, что, по нашему мнению, считаем нужным, но нам требуется обратная связь, понимание реальных потребностей. На круглом столе по 3D-технологиям были высказаны неплохие предложения, которые будут внесены в график внедрения системы сквозного 3D-проектирования. Одна из таких идей уже обсуждалась в институте, в частности, выделение на общей модели предприятия взрывоопасных зон и нормативных расстояний между установками. В целом, я считаю, формат подобных конференций и круглых столов очень помогает наладить контакты с потенциальными партнерами.

**В.Г. Базилевич**, главный инженер проекта, ОАО «НИПИгазпереработка»:

– Учитывая, что проекту «Черноморские нефтегазовые конференции» в этом году исполнилось 10 лет, можно сказать, что организаторы особенно постарались и провели мероприятие на высшем уровне. Были подобраны интересные темы докладов, приглашены заинтересованные организации – в общем, было очевидно, что люди понимают, для чего они приехали на эту конференцию. Поэтому нам было особенно приятно, что наших выступления были приняты в положительном ключе и вызвали много вопросов, показывающих, что данная тематика многим компаниям интересна и они готовы продолжать обсуждение возможных точек взаимодействия. На данном форуме я присутствую уже второй раз. Надеюсь, что наше участие в «Черноморских нефтегазовых конференциях» станет доброй традицией, поскольку для нас очень важны новые идеи, новые контакты, общение с интересными людьми, обмен опытом, и все это обязательно пригодится в дальнейшей работе.

мационное обеспечение и управление инженерными данными предприятия на разных этапах жизненного цикла».

### Удивили и убедили

Всеобщий интерес вызвал круглый стол, главной темой обсуждения на котором стало использование 3D-моделей при эксплуатации объектов. Инициаторами проведения круглого стола выступили специалисты ОАО «НИПИгазпереработка». Доклады специалистов НИПИГАЗа были посвящены новым технологиям. Игорь Тарарухин, руководитель группы монтажного отдела СМТ, представил презентацию «Современные 3D-технологии – наиболее эффективный инструмент создания и управления производственными активами»; Виталий Базилевич, главный инженер проекта, рассказал об успешном опыте НИПИГАЗа в области разработки интерактивных промышленных тренажеров; Антон Чернов, начальник управления информационных технологий, выступил с докладом на тему использования информационных моделей на этапе строительства и эксплуатации промышленных объектов.

Каждый доклад вызвал много вопросов. С какими компаниями-разработчиками сотрудничает НИПИГАЗ? Какие программы институт использует и как давно сама «НИПИгазпереработка» проектирует в системе 3D-моделирования? На какие регламенты, нормативы и планы ликвидаций аварийных ситуаций опираются специалисты института в разработке тренажерных систем? Как взаимодействуют между собой информационная модель и различные подсистемы, в частности система управления надежностью? И что получают промышленные предприятия, заказывая создание 3D-модели объектов?

Столь ярко выраженный интерес свидетельствовал о том, что доклады специалистов «НИПИгазпереработки» были одними из наиболее актуальных и, по сути, обсуждение каждой презентации проходило в формате круглого стола. Участников конференции впечатлил тот огромный масштаб работы, который выполняют специалисты «НИПИгазпереработки», работая с 3D-технологиями. То, что для НИПИГАЗа является реалиями сегодняшнего дня, для многих предприятий — настоящий технологический прорыв. Приняв участие в научно-практической конференции и инициировав проведе-

ние круглого стола, «НИПИГазпереработка» еще раз подтвердила свою репутацию ведущего отечественного проектного института, предлагающего передовые технологические решения.

### В заключение

Присутствующие отметили высокий уровень организации и значительный успех мероприятия. Интерактивный формат обсуждения позволил задать актуальные вопросы, волнующие участников конференции, и получить практические рекомендации от экспертов. В ходе мероприятия участники имели возможность пообщаться в неформальной обстановке и обсудить варианты совместного бизнеса и выгодного сотрудничества. Остается лишь отметить, что специалисты Газпрома уже давно обратили внимание на отечественный продукт. Представители многих производственных, научно-исследовательских и проектных подразделений ОАО «Газпром» являются постоянными участниками международных форумов, проводимых в рамках проекта «Черноморские нефтегазовые конференции». Не стало исключением и прошедшее мероприятие.

К большому сожалению его участников, среди докладчиков не было представителей ОАО «АК «Транснефть», их мнения не звучали на дискуссионных площадках. А было бы вполне логично, если бы специалисты одной из ведущих в области транспорта нефти отечественных компаний заняли основную позицию на подобных форумах.

## МНЕНИЯ

В.М. Строганов, генеральный директор, ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо»:

– Это первое мероприятие проекта «Черноморские нефтегазовые конференции» в 2015 году. Год для нас юбилейный – проекту исполняется 10 лет. Выработанный нами формат мероприятий для России уникален. Каждая наша конференция является бизнес-процессом – мы создаем площадку и на эту площадку собираем людей, которые интересны друг другу. Наша основная задача – организовать все так, чтобы общение в рамках этой площадки было не только интересным, но и продуктивным для абсолютно всех участников конференции – потенциальных заказчиков, сервисных компаний, проектировщиков, разработчиков и производителей продукции для нефтегазовой отрасли. Свидетельством того, что данный формат является весьма эффективным, является тот факт, что нам начинают подражать, нас начинают копировать.



# Трубопроводный транспорт нефти и газа:

## проблемы и пути их решения



**Г.И. Волкова**,  
ФГБУ «Институт химии нефти» Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск



**А.В. Лужецкий**,  
НОЦ «Промысловая химия» РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, г. Москва



**А.М. Мирзоев**,  
ЗАО «Аэрокосмический мониторинг и технологии», г. Москва



**М.А. Федотенко**,  
ОАО «Гипровостокнефть», г. Самара



**С.В. Александров**,  
ОАО «ПНТЗ», г. Первоуральск



**С.Г. Валухов**,  
ОАО «Турбонасос», г. Воронеж



**С.В. Ярославцев**,  
ОАО «Турбонасос», г. Воронеж

Преимущества трубопроводного транспорта были оценены еще в середине XIX в., когда в США появились первые нефтепроводы. Любопытно, что американцы практически осуществили идею Д.И. Менделеева, считавшего, что «необходимо, и даже крайне, проложить трубы и по ним вести сырую нефть до морских судов или до заводов, расположенных на море». Д.И. Менделеев писал по этому поводу: «Американцы будто подслушали: и трубы завели, и заводы учредили не подле колодцев, а там, где рынки, и сбыт, и торговые пути». Неудивительно, что в современном мире земля как паутиной покрыта сетью нефте- и газопроводов протяженностью в миллионы километров. Это не только самый дешевый вид транспорта, но и самый, пожалуй, простой – в том смысле, что устроен трубопровод достаточно просто. В землю закладывают чаще всего металлические трубы, сваривая их в единую систему, через определенные промежутки строят насосные станции, которые поддерживают в трубопроводе необходимое давление, «подталкивают» из пункта А в пункт Б газ или нефть. Низкая себестоимость транспортировки, возможность повсеместной укладки трубопровода, сохранность качества продукта благодаря полной герметизации трубы – это далеко не все положительные качества данного вида транспорта. Однако и в этой бочке меда есть своя ложка дегтя, к тому же не одна. О проблемах, существующих в данной отрасли, и пойдет речь. В рамках конференции «Сбор, подготовка и транспортировка нефти и газа. Проектирование, строительство, эксплуатация – 2015» обсуждались многие наблюдавшиеся вопросы, связанные с трубопроводным транспортом нефти и газа. Сегодня мы затронем лишь некоторые из них.

**– Если вы занимаетесь решением проблемы, связанной с транспортировкой высоковязких нефтей, то какие технологии, на ваш взгляд, являются наиболее эффективными? Значимой проблемой является высокая температура застывания данного типа нефтей. Как предлагаемые вами технологии (оборудование, материалы, химические реагенты) влияют на этот параметр? Рассматриваете ли вы такой способ транспортировки высоковязких нефтей, как транспортировка в составе высокообводненных эмульсий? Рассматриваете ли вы возможность применения физических процессов (электромагнитного поля, ультразвука, кавитации и прочих) для снижения вязкости нефти в процессе ее транспортировки?**

**Г.И. Волкова, к.х.н., старший научный сотрудник лаборатории реологии нефти, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт химии нефти» Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск:**

– Проблемы добычи и транспортировки тяжелой нефти действительно существуют. В связи с истощением запасов легкого углеводородного сырья становятся востребованными тяжелые нефти, мировые запасы которых составляют более 810 млрд т. Недр России содержат более 6 млрд т высоковязкой и тяжелой нефти. Добыча, подготовка и транспорт тяжелых нефтей часто осложняются из-за их низкой подвижности и высокой вязкости. Методы, применяемые для увеличения текучести нефти, традиционно включают нагрев, использование депрессорных присадок, растворителей различной природы. Подбор разбавителя, как правило, осуществляется чисто эмпирически. Экономически выгодно использовать для

разбавления легкие фракции нефти, нефтепродукты, газоконденсат. Например, внесение в высокосмолистую нефть 10 % мас. газоконденсата позволяет снизить вязкость более чем в 4 раза. Применение растворителей значительно улучшает структурно-механические свойства, но является весьма дорогим способом. Кроме этого, разбавление нефти может быть затруднено в связи с отсутствием близкорасположенных газоконденсатных месторождений. Поэтому в последнее время нефтедобывающие компании проявляют интерес к низкоэнергетическим воздействиям физических факторов на нефтяные дисперсные системы с целью изменения их структурно-механических свойств. В настоящее время проводятся многочисленные исследования, направленные на изучение влияния ультразвукового воздействия на вязкостно-температурные характеристики нефтяной системы.

Основные физико-химические и химические эффекты, которые возникают в жидкости под действием акустических полей, связывают с кавитацией. Характерной особенностью ультразвуковой кавитации является локальное концентрирование относительно невысокой средней энергии акустического поля в очень малых объемах, что способствует созданию исключительно высоких плотностей энергии. Акустические воздействия на дисперсные системы приводят к структурным превращениям компонентов дисперсной фазы, изменению размеров ассоциатов, степени дисперсности и широко используются при подготовке нефти к транспортировке и переработке. Ультразвуковая обработка нефти позволяет эффективно влиять на структурно-механические свойства и увеличивать выход легких фракций за счет их диффузии из состава сложных структурных единиц.

Результат акустического воздействия частотами ультразвукового диапазона зависит от компонентного состава нефти. Для большинства нефтей удается снизить температуру застывания на 10-30 °С и вязкость – в

2-3 раза после 5-15 мин обработки. После обработки высокосмолистой нефти в течение 10 мин наблюдалось снижение вязкости более чем в два раза. Дальнейшее увеличение времени УЗО приводило к дополнительному уменьшению вязкости, достигающей постоянного значения после 15 мин обработки. Депрессорный эффект после УЗО наиболее значимо проявляется в области малых скоростей деформации и при температурах, приближенных к температуре застывания. Например, вязкость обработанной нефти при 20 °С снижается в три раза, а при 10 °С – уже в шесть раз. Депрессия температуры застывания этой нефти постепенно возрастает при увеличении времени обработки и достигает 16 °С после 15 мин воздействия.

При транспортировке высоковязкой нефти можно проводить монтаж ультразвуковых установок на поверхности трубопровода, что обеспечит разогрев пристенного слоя нефти и тем самым снизит трение нефти о внутренние стенки трубопровода. Реологические свойства обработанной нефти релаксируют в течение нескольких суток, что является достаточным для транспортировки сырья до места сбора или нефтеперерабатывающего предприятия.

Немаловажное отличие ультразвуковых обработок от многих других – их абсолютная экологическая безопасность как для недр, так и для окружающей среды.

**А.В. Лужецкий, к.т.н., заведующий лабораторией «Промысловая подготовка нефти и воды» НОЦ «Промысловая химия» РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина; доцент кафедры «Технологии химических веществ для нефтяной и газовой промышленности», г. Москва:**

– Мы занимаемся решением проблем, возникающих при транспортировке нефтей, в том числе и высоковязких.

Существуют различные реагенты для решения данной проблемы. Растворители обычно применяют для очистки нефтепровода и колонн НКТ

от асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО). А для обеспечения бесперебойной транспортировки используют реагенты различного типа и механизма действия.

Основные виды реагентов, используемых при транспортировке высоковязких нефтей:

- депрессорные присадки,
- ингибиторы АСПО;
- противотурбулентные присадки.

Для объяснения механизма действия депрессорных присадок исследователями предлагаются различные теории и гипотезы. Наиболее распространены представления об адсорбции присадок на кристаллах парафина, о совместной кристаллизации депрессоров с молекулами присадок, а также о возможном взаимодействии присадок с твердыми углеводородами с образованием ассоциированных комплексов.

Что касается ингибиторов АСПО, то на данный момент они классифицируются по механизму действия на следующие присадки:

■ депрессоры – реагенты преимущественно депрессорного действия, в процессе образования АСПО они сокристаллизуются с зародышами кристаллов парафино-нафтовых углеводородов, не позволяя смолисто-асфальтеновым веществам их связывать и притягивать к металлической поверхности технологического оборудования;

■ модификаторы – реагенты преимущественно модифицирующего действия, представляющие собой ионогенные ПАВ. Эти реагенты действуют на молекулярном уровне, связывая полярные части молекул АСПО и препятствуя их воздействию на содержащиеся в нефти твердые парафино-нафтенны;

■ диспергаторы – химические реагенты, обеспечивающие образование тонкодисперсной системы, которая уносится потоком нефти, что препятствует отложению кристаллов парафино-нафтеннов на стенках технологического оборудования;

■ реагенты смачивающего действия – образуют на поверхности металла гидрофильную пленку, препят-

ствующую адгезии кристаллов АСПО к поверхности технологического оборудования, что создает условия для выноса их потоком жидкости.

В промышленной практике применяются реагенты комплексного действия, т.е. депрессорно-модифицирующего, депрессорно-диспергирующего, а товарная форма ингибиторов АСПО чаще содержит в себе сам ингибитор, т.е. активную его часть, в растворе вещества, являющегося отмывающим агентом для АСПО.

Противотурбулентные присадки применяются для процессов перекачки углеводородов (нефти, конденсата и нефтепродуктов), в том числе и высоковязких нефтей, с целью снижения внутритрубного давления и увеличения пропускной способности магистральных и межпромысловых нефтепроводов путем эффективного снижения гидравлического сопротивления.

Механизм их действия заключается в следующем: при течении нефтяной системы с присадкой вязкоупругие «капли» полимера, имеющие размеры на 3-4 порядка больше, чем молекулы жидкости, смещаются к стенке трубопровода. Здесь образуется специфический слой гидродинамически активного полимера, являющийся составной частью движущегося объема жидкости. Таким образом, противотурбулентные присадки существенным образом перестраивают течение вблизи внутренней поверхности стенки трубы и создают эффект гидравлически гладкого трубопровода. При этом уменьшается частота образования вихревых структур в потоке жидкости и поглощается часть энергии турбулентных выбросов. Как следствие, снижается турбулентное трение. За счет эффекта воздействия присадки изменяется внутренняя структура потока, а именно происходит возрастание скорости потока в пристеночной зоне и значительное увеличение размера переходной зоны – именно этот эффект позволяет обеспечить увеличение объемов перекачиваемой жидкости.

Разработанные нами реагенты представлены следующими основными марками.

Депрессор «Химекс ДП» – реагент смешанного действия, является композицией поверхностно-активных веществ и полимерных соединений в органическом растворителе. Используется для понижения температуры застывания нефти, обусловленной высоким содержанием парафиновых углеводородов. Понижает температуру застывания и вязкость нефти, увеличивая пропускную способность и понижая давление в трубопроводе. Обладает способностью проявлять свойства ингибитора АСПО и повышать текучесть нефти и водонефтяных эмульсий при добыче, транспорте и хранении. Является модификатором кристаллов парафинов в центрах кристаллизации и предотвращает их дальнейший рост, тем самым снижает температуру застывания и вязкость нефти и удерживает высокомолекулярные парафины во взвешенном состоянии.

Ингибитор АСПО «ХИМЕКО-ИП» представляет собой композицию поверхностно-активных веществ в органическом растворителе. Используется для защиты нефтепроводов, скважинного и нефтепромыслового оборудования от отложений АСПО в процессах добычи и транспорта нефти. Постепенно смывает образовавшиеся на стенках органические отложения, увеличивая пропускную способность и понижая давление в трубопроводе. Обладает способностью понижать вязкость и температуру застывания высокопарафинистых нефтей, улучшая низкотемпературные свойства нефти при добыче, транспорте и хранении.

Диспергатор АСПО «ХИМЕКО-ДС» представляет собой композицию поверхностно-активных веществ в органическом растворителе для удаления существующих парафиновых и асфальтосмолистых отложений (АСПО) в скважинах, нефтепроводах, резервуарах, нефтепромысловом оборудовании. «ХИМЕКО-ДС» обладает высокой проникающей, диспергирующей и моющей способностью по отношению к компонентам АСПО. Формирует на

поверхности металла пленку, предотвращая дальнейшее налипание парафинов и асфальтенов.

К решению проблемы **высокой температуры застывания высоковязких нефтей** мы подходим комплексно. Существует возможность подбора наиболее эффективных реагентов и разработки новых продуктов для транспорта данного типа нефтей благодаря имеющемуся у нас новейшему высокотехнологичному оборудованию. Одним из таких примеров является экспериментальная установка WAX Flow Loop, которая на сегодняшний день не имеет аналогов в России. Оснащенная развитыми системами измерений и поддержания режимов работы, она воспроизводит условия транспорта высоковязких нефтей в трубопроводе. Данная установка позволяет исследовать следующие процессы и параметры:

- динамику отложений (изменение толщины слоя отложений во времени) в различных условиях движения смеси в трубе (P, T, Q) как для исходной нефти (конденсата), так и для нефти с применением различных реагентов, т.е. интенсивность отложений с оценкой эффективности применения реагентов в условиях реального трубопровода;
- температуру начала парафиноотложений в условиях трубопровода – критически важный показатель, достоверное определение которого любыми иными методами не представляется возможным;
- вязкостные свойства смеси в условиях трубопровода;
- пусковое давление после термостатирования при заданных температурах (имитация холодного пуска трубопровода);
- эффективность воздействия физических полей (магнитное поле, ультразвук, любые иные воздействия);
- эффективность защитных и гладкостных покрытий;
- возможности технологии «холодный поток» применительно к условиям заказчика;
- эффективность любых давно известных и новейших методов борьбы с парафинами и методов снижения



вязкостных свойств, которые могут быть реализованы на трубопроводе;

■ эффективность противотурбулентных присадок (ПТП).

Также можно проводить любые иные исследования поведения углеводородных систем в динамике (исследования гидравлических особенностей, особенностей теплообмена, отдельных элементов оборудования подготовки и переработки углеводородного сырья), а также процессов динамики многофазных смесей в трубопроводе.

Что касается **транспортировки высоковязких нефтей** в составе высокообводненных эмульсий, в данной ситуации можно применять реагенты комплексного действия. Чаще всего демонстрирует высокую эффективность смесь ПАВ: один компонент ПАВ разрушает эмульсию (либо не дает ей образовываться), выступая в роли деэмульгатора, а второй, являясь хорошим «смачивателем», гидрофилизирует внутреннюю поверхность трубопровода и формирует на поверхности металла пленку, предотвращая налипание парафинов и асфальтенов (АСПО).

**– При более чем 20-летней эксплуатации магистральных трубопроводов по причине их физического износа, как правило, возникают проблемы, связанные с обеспечением безопасной работы объектов магистрального трубопроводного транспорта. А если учесть, что некоторые из них эксплуатируются с 1960-х годов прошлого века, решение этих проблем приобретает особую актуальность. Предлагают ли специалисты вашей компании современные эффективные технические и технологические решения вышеозначенных проблем? Считаете ли вы необходимым применение робототехники для мониторинга состояния внутренней поверхности трубопроводов в режиме on-line?**

**А.М. Мирзоев, начальник управления производственных работ ЗАО «Аэрокосмический мониторинг и технологии», г. Москва:**

– Обеспечение надежной и безопасной эксплуатации магистральных трубопроводов всегда остается

ключевой задачей для отечественных операторов трубопроводного транспорта. Однако, по моему мнению, главные угрозы целостности трубопроводов в большинстве случаев не связаны с их продолжительным сроком эксплуатации. Примером могут служить введенные в эксплуатацию в 60-х годах прошлого столетия трубопроводы с битумным наружным изоляционным покрытием, которые и по сей день безаварийно выполняют свое функциональное назначение. Аналогичную позицию отражают результаты голосования на международной конференции по трубопроводным технологиям (Pipeline Technology Conference 2015), проходившей в Берлине 8-10 июня 2015 г. На вопрос организаторов конференции «Какие из факторов, по вашему мнению, в наибольшей степени влияют на надежность трубопроводов?» более 500 делегатов из разных стран мира ответили следующим образом: 1. Возраст трубопроводов – 0. 2. Ошибки/упущения при эксплуатации трубопроводов – 60 %. 3. Влияние природных факторов – 11 %. 4. Влияние третьих лиц – 30 %.

Что касается современных эффективных технических и технологических решений перечисленных проблем, то ЗАО «АМТ» активно занимается продвижением современных технологий технического диагностирования трубопроводов на основе применения как внутритрубных средств, так и приборов для наземного обследования. К примеру, в 2012 г. впервые в России мы провели работы по внутритрубному обследованию участка МГ «Грязовец-Ленинград-2» (Ди 1200 мм, толщина стенки 13,6 мм) ООО «Газпром трансгаз Ухта» с использованием дефектоскопа, работающего на основе технологии электромагнитного акустического преобразования (ЭМАП). Главными его достоинствами являются уникальные способности выявления стресс-коррозионных дефектов малых размеров и дефектов изоляционного покрытия.

Еще одним примером предлагаемых нашей организацией современ-

ных технических решений является программное обеспечение по управлению техническим состоянием и целостностью трубопроводов, отвечающее передовым российским и международным методологиям в области риск-ориентированного управления техническим состоянием объектов. Внедрение программного обеспечения позволяет создать основу и прозрачный механизм для принятия решений по обеспечению надежности и безопасности производственных фондов.

С середины 2014 г. ЗАО «АМТ» приступило к разработке новой технологии комплексного наземного обследования трубопроводов, основанной на комбинированном применении усовершенствованных электрометрических методов измерения напряжения постоянного тока и выносного электрода (ГНПТ/МВЭ) и метода магнитной томографии (МТМ).

Комбинированное обследование с применением вышеуказанных методов (ГНПТ/МВЭ/МТМ) позволяет провести оценку состояния металла трубы, напряженно-деформированного состояния, состояния защитного покрытия и защищенности средствами ЭХЗ трубопровода за один «проход», сделать коррозионный прогноз. Наибольший эффект от применения технологии достигается на участках трубопроводов, не приспособленных к внутритрубному диагностированию. Очевидно, что такое обследование позволит инженерам более обоснованно назначать места для шурфования и ремонта, где ранее сделать это было крайне затруднительно в силу недостаточности и/или низкой достоверности диагностических данных. На сегодняшний день ЗАО «АМТ» внедряет эту технологию на объектах ОАО «Газпром», ПАО «Сибур Холдинг» и ряда других предприятий.

Применение роботизированных комплексов для контроля внутренней стенки трубопроводов считаю крайне актуальным. Но, к сожалению, сегодня технология остается весьма дорогостоящей, и поэтому использовать ее целесообразно для объектов, на которых другие методы

диагностики по тем или иным причинам не работают.

К примеру, сегодня накоплен положительный опыт применения робототехники при диагностировании технологических и внутривысочечных трубопроводов компрессорных станций. Согласитесь, что требования к безопасности таких участков крайне высоки в силу их близости к населенным пунктам и промышленным зданиям. В таких случаях роботы незаменимы.

**М.А. Федотенко, ведущий инженер отдела металлоконструкций и прочностных расчетов ОАО «Гипровостокнефть», г. Самара:**

– Повышение надежности и безопасности трубопроводного транспорта является в нефтегазовой промышленности одной из наиболее актуальных задач. Особую роль играет обеспечение надежности (прочности) трубопроводов, эксплуатируемых в сложных инженерно-геологических условиях, например таких, как зоны прохождения трубопровода через многолетнемерзлые породы, термокарсты, бугры пучения. Возникает сложное механическое и тепловое взаимодействие собственно трубопроводов с геологической и гидрогеологической средой на многолетнемерзлых и пучинистых грунтах, заболоченных территориях.

Для трубопроводов, эксплуатируемых в подобных условиях, обязательным требованием должна являться регулярная внутритрубая диагностика, позволяющая обнаружить и измерить различные дефекты внутренней поверхности стенки трубопровода, а также определить пространственное положение инспектируемого трубопровода.

Сами по себе эти данные явно не говорят об уровне напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкции. В настоящее время организациями, проводящими мониторинг трубопроводов, осуществляются расчеты их НДС, однако выполняются они в упругой постановке по приближенным формулам,

указанным в соответствующей нормативной документации (например СНиП 2.05.06), и не учитывают ряда действующих факторов (таких как взаимодействие с грунтом, наличие утяжелителей и других дополнительных нагрузок и т.п.). В связи с вышесказанным данные о НДС, полученные в такой постановке, являются весьма приближенными и не позволяют оценить с достаточной точностью состояние трубопровода.

Для более точной оценки НДС группой прочности ОАО «Гипровостокнефть» была разработана методика математического моделирования подземных трубопроводов, позволяющая учесть указанные дополнительные факторы. Основными входными данными являются исполнительная документация трубопровода (позволяющая смоделировать трубопровод в его изначальном, проектном положении), данные инженерных изысканий, внутритрубая диагностика и при наличии – натурных обследований (в том числе данные по термометрии). Для определения НДС трубопровода моделируется его переход из изначального положения (с учетом наличия упругих напряжений в конструкции, возникающих при укладке прямых трубных секций в траншею) в положение под рабочей нагрузкой и далее – в положение по координатам диагностики. При этом учитывается нелинейное поведение материала трубопровода, взаимодействие трубопровода с грунтом, влияние рабочих нагрузок, нагрузок от утяжелителей, от выталкивающей силы на обводненных участках и т.п. В модели возможен учет приложения дополнительных усилий и перемещений, таких как результаты прогноза осадки грунтов вследствие их растепления, что позволяет прогнозировать состояние трубопровода при дальнейшей эксплуатации.

Разработанные в институте методики моделирования подземных трубопроводов позволяют рассчитывать НДС существующих трубопроводов и прогнозировать его изменение в ходе эксплуатации под воз-

действием различных внешних факторов, выделять наиболее опасные участки с целью их своевременной реконструкции. Подобные расчеты могут служить инструментом для принятия решения о безопасности эксплуатации конструкции.

Эффективное использование данной методики ограничено достоверностью исходных данных, так как зачастую фактически разработанная на строительной площадке траншея слабо соответствует указанной в исполнительной документации. Для снижения негативного влияния неточной информации необходимо выполнять так называемую нулевую диагностику с целью более точного определения положения трубопровода в его изначальном варианте.

**– Занимается ли ваша компания разработкой новых материалов и технологий, дающих возможность предупредить возникновение ряда проблем, связанных с эксплуатацией трубопроводов?**

**С.В. Александров, к.т.н., начальник управления разработки новых видов бесшовных труб и технологических материалов, ОАО «ПНТЗ», г. Первоуральск:**

– Группа компаний «ЧТПЗ» помимо нефтегазопроводных труб из сталей повышенной коррозионной стойкости поставляет различные соединительные детали, изготовленные из сталей аналогичной марки с использованием аналогичных технологий термической обработки. В этом случае потребитель имеет возможность комплектовать трубопроводы из труб и соединительных деталей (отводов, тройников и т.д.) с эквивалентным комплексом не только прочностных, но и антикоррозионных свойств, что позволяет существенно повысить эксплуатационную надежность сети внутривысочечных трубопроводов. Аналогично для магистральных трубопроводов – компания имеет возможность производить все необходимые для монтажа трубопровода соединительные

детали с эквивалентным комплексом свойств, а также осуществлять поставки крупных монтажных узлов, например, для компрессорных станций и т.п.

В настоящий момент группа компаний «ЧТПЗ» выпускает широкий спектр марочного и размерного сортамента нефтегазопроводных труб для внутрипромысловых трубопроводов. Большая часть этих труб обладает необходимым комплексом эксплуатационных свойств – например хладостойкостью и повышенной коррозионной стойкостью. В последние несколько лет компания помимо поставки труб из традиционных для нефтегазопроводных труб сталей типа 20, 20А, 13ХФА и 08ХМФЧА ведет широкомасштабные работы по разработке, проведению испытаний и освоению производства новых марок стали, которые должны обладать комплексом антикоррозионных свойств более высокого уровня по сравнению с существующими. В настоящий момент уже разработаны три группы марок стали, изготовлены опытные партии труб, проведены многочисленные лабораторные испытания и начаты масштабные испытания в промысловых условиях – мы предоставили образцы труб (патрубки) большому количеству нефтегазодобывающих компаний для проведения многолетних байпасных испытаний. По их результатам совместно с нефтегазодобывающими компаниями будет оценена реальная эксплуатационная стойкость нового вида продукции, и уже после этого начнется работа по внедрению нефтегазопроводных труб из новых марок стали.

Кроме того, все новые разработки нефтегазопроводных труб для промысловых трубопроводов, так же как и текущие поставки по желанию потребителя, могут осуществляться с предоставлением специалистами компании рекомендаций по выбору марки стали в зависимости от условий эксплуатации транспортирующего оборудования, состава и характеристик транспортируемого нефтяного флюида. Данные реко-

мендации базируются на разработанной специалистами компании авторской системе выбора труб, которая в течение последних 6-7 лет была отработана на нарезных трубах для нефтегазодобывающих скважин и после доработки распространена на внутрипромысловые нефтегазопроводы.

**– Что вы думаете по поводу политики импортозамещения, проводимой в России, и как, на ваш взгляд, она влияет на процесс, связанный с транспортом нефти и газа?**

**А.М. Мирзоев:**

– В целом я поддерживаю меры по импортозамещению. Но, на мой взгляд, в некоторых случаях этому вопросу уделяют чрезмерно большое внимание, и это приводит к тому, что эксплуатирующие организации ассоциируют импортозамещение с полным неприятием всего зарубежного – технологий, оборудования и даже технических специалистов, желающих работать в России.

Я думаю, что в тех областях, где имеются российские производители с аналогичным оборудованием, имеет смысл заниматься импортозамещением. Но в случаях, когда своего достойного оборудования на рынке нет, импортозамещение может привести к весьма плачевным последствиям.

Также считаю, что необходимо вывести из политики импортозамещения запрет на оказание организациями услуг с использованием зарубежного оборудования. Это российские компании, которые приобрели зарубежное оборудование и оказывают услуги наравне с другими организациями, и если услуги таких компаний более качественные и они побеждают в конкурентной борьбе – применение механизма импортозамещения здесь излишне.

**С.Г. Валюхов, д.т.н., профессор, генеральный директор ОАО «Турбонасос», С.В. Ярославцев, к.т.н., до-**

**цент, ученый секретарь ОАО «Турбонасос»:**

– После упразднения отраслевых министерств и катастрофического сокращения финансирования предприятий ВПК руководство ОАО «Конструкторское бюро химавтоматики» (КБХА) приняло стратегическое решение о создании подразделения замкнутого цикла, занимающегося конверсионными разработками. Так появилось дочернее предприятие «Турбонасос», имеющее свой расчетный счет. Основной продукцией предприятия стали турбонасосные агрегаты для базовых отраслей ТЭК страны. В его составе были организованы конструкторское бюро, служба главного инженера, опытное производство, служба маркетинга и планово-экономические подразделения.

Благодаря грамотной маркетинговой политике компании удалось выйти на рынок общепромышленного оборудования, занятый в основном импортной продукцией. Самоотверженная работа коллектива предприятия позволила освоить необходимый сегмент рынка серийной продукции.

Импортозамещение стало со временем основным направлением деятельности уже самостоятельного предприятия ОАО «Турбонасос». Высокая надежность и качество производимого оборудования являются гарантом успеха при получении заказов от предприятий, занимающихся транспортировкой углеводородов. Еще одним важнейшим фактором является конкурентная величина себестоимости производимого оборудования. Показатель «цена/качество» оборудования ОАО «Турбонасос» превосходит показатели всех конкурирующих фирм.

Следует отметить, что периоды кризиса являются оздоравливающими для отраслей промышленности и всей инфраструктуры нефтегазодобычи, вызывая необходимость модернизации в направлении вынужденного импортозамещения.

*Продолжение дискуссии читайте в следующих выпусках журнала «Нефть. Газ. Новации».*