

НЕФТЕГАЗ

ЕЖЕМЕСЯЧНОЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ. СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ НАЦИОНАЛЬНОГО НЕФТЕГАЗОВОГО ФОРУМА И ВЫСТАВКИ «НЕФТЕГАЗ»



**СТАРТАПЫ И ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ
В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ**



Инновационное развитие: отраслевые приоритеты

В последние годы нефтегазовый комплекс России столкнулся с рядом новых экономических и политических угроз и вызовов, вынуждающих пересмотреть и переформулировать некоторые положения, оценки и ориентиры научно-технологического развития. В частности, на первый план в ряду стратегических целей вышло обеспечение технологической независимости отрасли и достаточных компетенций во всех критически важных для ее устойчивого развития видах деятельности.

Кроме того, следует принимать во внимание и секторальные особенности текущего момента. Так, в нефтепереработке, в условиях стагнации спроса на внутренних и внешних рынках развитие предполагает не рост объемов, а улучшение качества и расширение ассортимента продукции, что обуславливает необходимость технологического рывка для обеспечения конкурентоспособности. В газовой отрасли, где также ограничены возможности расширения присутствия на традиционных рынках, одним из перспективных направлений является развитие внутреннего рынка, в том числе с использованием малых производственно-логистических комплексов СПГ для газификации отдаленных территорий и более широкого применения газомоторного топлива на транспорте.

Современная ситуация осложнена тем, что инновационная система отрасли, как и экономики страны в целом, развита слабо — отсутствует скоординированный механизм последовательной поддержки исследований и разработок на всех стадиях готовности, включая поддержку венчурного инвестирования. Это создает угрозу потери актуальности имеющихся научно-технических заделов и безнадёжного технологического отставания от передового мирового уровня исследований и разработок.

Приходится признать, что, с точки зрения научно-технического потенциала, нефтегазовый комплекс нашей страны наиболее подготовлен к эволюционному сценарию, который во многом сохраняет привычную для российского ТЭК среду с достаточно высокими мировыми ценами и спросом на энергоресурсы. В меньшей степени отрасль готова к сценарию долговременных низких цен на углеводороды и еще меньше — к сценарию энергетической революции.

Неумолимая статистика свидетельствует о том, что на инновационном фронте наши позиции уязвимы. Разработкой и внедрением инноваций в стране заняты менее 10% предприятий, а в секторе малого бизнеса доля инноваторов вдвое ниже. К тому же 3/4 организаций, выполняющих исследования и разработки, находится в государственной собственности.

НЕФТЕГАЗОВЫЙ КОМПЛЕКС РОССИИ СТОЛКНУЛСЯ С РЯДОМ НОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ПОЛИТИЧЕСКИХ УГРОЗ И ВЫЗОВОВ, ВЫНУЖДАЮЩИХ ПЕРЕСМОТРЕТЬ И ПЕРЕФОРМУЛИРОВАТЬ НЕКОТОРЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ОЦЕНКИ И ОРИЕНТИРЫ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

ЕСЛИ УДЕЛЬНЫЙ ВЕС ПРЕДПРИЯТИЙ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ, СОСТАВЛЯЕТ В РОССИИ В СРЕДНЕМ 8–10%, ТО В ГЕРМАНИИ — БОЛЕЕ 65%, В ШВЕЦИИ — 50%, В ВЕЛИКОБРИТАНИИ И ПОРТУГАЛИИ — БОЛЕЕ 40%

Россия значительно отстает и по уровню инновационной активности: если удельный вес предприятий, осуществляющих технологические инновации, составляет в России в среднем 8-10%, то в Германии — более 65%, в Швеции — 50%, в Великобритании и Португалии — более 40%.

В российскую сферу исследований и разработок до последнего времени практически не поступала молодежь, которая могла бы обеспечить преемственность в развитии научных школ и сохранение научной среды организаций. В то же время уровень подготовки отечественных исследователей остается одним из лучших в мире, что подтверждается востребованностью наших специалистов за рубежом. Российские исследователи занимают одно из первых мест по численности среди приглашенных иностранных специалистов в США, Германии и других странах Европы. Соответственно, одной из приоритетных задач является создание комфортных условий для научно-технического творчества внутри нашей страны.

В ПОСЛЕДНЕЕ ВРЕМЯ В РОССИИ СТАЛИ БОЛЬШЕ ВНИМАНИЯ УДЕЛЯТЬ МАЛОМУ ИННОВАЦИОННОМУ БИЗНЕСУ. ОН ДЕЙСТВИТЕЛЬНО ЭФФЕКТИВЕН ПРИ РЕШЕНИИ ЛОКАЛЬНЫХ ЗАДАЧ, ЕСЛИ ДЛЯ НЕГО СОЗДАНЫ ГОСУДАРСТВОМ БЛАГОПРИЯТНЫЕ УСЛОВИЯ

Кстати, в последнее время в России стали больше внимания уделять малому инновационному бизнесу. Он действительно эффективен при решении локальных задач, если для него созданы государством благоприятные условия. Но продукты на глобальные рынки выводят крупные корпорации, которые выступают системными интеграторами, контролирующими сбытовые каналы и, что очень важно, технологические стандарты. В связи с этим в рамках научной и инновационной политики следует развивать не только разнообразные формы поддержки малых и средних инновационных предприятий, но создавать условия для взаимодействия малого и крупного бизнеса.

Государство оказывает российским инноваторам определенную поддержку. Так, госпрограммой «Развитие науки и технологий на 2013–2020 годы» на финансирование НИОКР в отраслях ТЭК в период 2014–2017 гг. было предусмотрено бюджетное финансирование в объеме более 13 млрд рублей.

В рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» в интересах развития ТЭК осуществляется финансирование и выполнение более 75 проектов. В частности, бюджетное финансирование выделяется на комплексное исследование баженоской свиты - оценку характеристик залежей углеводородов и перспективных технологий их разработки.

БОЛЕЕ 2/3 ФИНАНСИРОВАНИЯ НИОКР ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ ЗА СЧЕТ ВКЛЮЧЕНИЯ В ИХ СОСТАВ РАБОТ ПРИКЛАДНОГО СОДЕРЖАНИЯ, ПОДРАЗУМЕВАЮЩИХ АДАПТАЦИЮ СОБСТВЕННЫХ ИЛИ ЗАИМСТВОВАННЫХ РАЗРАБОТОК НА ОБЪЕКТАХ КОМПАНИИ

Значительные объемы НИОКР по созданию новых энергетических технологий выполняются также на средства Российского научного фонда (РНФ), Фонда перспективных исследований (ФПИ), Фонда поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности «Энергия без границ» и др. В частности, РНФ поддерживает большое количество проектов в рамках целевых направлений «Новые технологии добычи и переработки тяжелых нефтей», «Электрохимические и термоэлектрические технологии в энергетике», «Перспективные производственные технологии», «Интеллектуальные технологии в робототехнических и мехатронных системах», «Перспективные промышленные биотехнологии».

ФПИ финансирует проект «Разработка подводных (подледных) технологий освоения месторождений полезных ископаемых арктических морей» в целях обеспечения научных исследований, разработки и создания инновационных технологий и технических средств для освоения подводных (подледных) месторождений углеводородов в акваториях арктических морей с тяжелыми ледовыми условиями.

За рубежом сложилась практика поддержки отраслевыми министерствами разработки технологий на ранних стадиях, когда они еще не представляют интереса для бизнеса, в том числе по причине неприемлемо высоких рисков. В России же часто поддержку получают (в результате лоббирования или низкокачественной экспертизы) уже достаточно продвинутые разработки, но по тем или иным причинам отвергнутые бизнесом и потому заведомо обреченные на неудачу (как не имеющие никаких шансов на внедрение).

Компании отрасли с государственным участием вовлечены в процесс расширения и раскрытия научно-технического потенциала исследовательских центров Федерального агентства научных организаций (ФАНО) и вузов России. С этой целью создаются и финансируются центры компетенций по приоритетным направлениям развития компаний, региональные и инжиниринговые консорциумы, центры трансфера технологий (от НИОКР до внедрения результатов в производство).

У ряда крупных компаний ТЭК уровень расходов на НИОКР сопоставим или даже превышает показатели зарубежных компаний-аналогов при весьма скромных полученных результатах, что может свидетельствовать о том, что выделяемые на инновационную деятельность средства либо тратятся не по назначению (например, на ремонты), либо расходуются крайне неэффективно.

По оценкам Минэнерго России, более 2/3 финансирования НИОКР обеспечивается за счет включения в их состав работ прикладного содержания, подразумевающих адаптацию собственных или заимствованных разработок на объектах компании, то есть поздние стадии исследований и разработок (опытно-конструкторские и технологические работы). С одной стороны, это позитивный результат, однако с другой — «приземление» тематики работ может вызвать снижение их новизны и прорывного характера.

Более трети компаний из числа реализующих программы инновационного развития (ПИР) осуществляют внешнеэкономическую деятельность в форме продвижения и экспорта высокотехнологичной продукции, реализуют совместные проекты в области исследований и разработок с зарубежными партнерами, осуществляют локализацию производства и трансферт технологий на территорию России. Тем не менее, уровень развития данного направления в рамках ПИР оставляет желать лучшего, поскольку основная часть компаний продолжает взаимодействие с уже имеющимися партнерами, участвует в проектах, начатых до реализации ПИР, мало расширяет географию экспорта продукции.

Среди новых перспективных форм развития и повышения эффективности научно-технологического потенциала особенно привлекательны национальные инновационные проекты. Инициаторами соответствующих проектов и драйверами модернизации часто выступают крупные добывающие компании. Они привлекают к сотрудничеству институты РАН, университеты и отраслевые исследовательские центры, обладающие необходимыми научными и технологическими заделами. Они также способны добиться финансовой и законодательной поддержки своих проектов со стороны государства.

СРЕДИ НОВЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ФОРМ РАЗВИТИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ОСОБЕННО ПРИВЛЕКАТЕЛЬНЫ НАЦИОНАЛЬНЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ

Эти же компании заинтересованы в дальнейшем заниматься коммерциализацией полученных результатов, используя их на своих предприятиях для повышения их эффективности либо выводя их на рынок в качестве коммерческого продукта.

Перспективные, значимые для экономики страны проекты иницируют также институты РАН, университеты и крупные отраслевые научные центры, заинтересованные в доведении своих научных и технологических заделов до коммерческих образцов. Они ищут поддержки государства и внешних инвесторов, в качестве которых могут выступать крупные частные компании и госкомпании, работающие в сфере ТЭК. Во многих случаях здесь речь идет о возобновлении НИОКР, начатых в советские времена (нередко еще в 1960–1970-е годы) и остановленных из-за произошедшего в 1990-е годы общего развала сферы прикладных исследований и разработок.

Главными координаторами проектов этого направления и источником государственной поддержки выступают министерства (в первую очередь Минэнерго России), а лейтмотивом таких проектов является импортозамещение.

Для того, чтобы выявить перспективы научно-технического развития и целенаправленно помочь реализации наиболее важных и перспективных направлений, Минэнерго РФ еще осенью 2016 года разработало и утвердило Прогноз научно-технического развития отраслей ТЭК России на период до 2035 года. Значительное место отводится в нем ключевым направлениям инновационного развития нефтегазового комплекса нашей страны.

В ДОЛГОСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ ПРЕДСТОИТ ОБЕСПЕЧИТЬ УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА СТРАНЫ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ КАК НА ВНУТРЕННЕМ, ТАК И ВНЕШНИХ РЫНКАХ

На основе оценки перспектив и возможностей научно-технологического развития нефтегазового комплекса выделены три основных направления исследований, разработок и инноваций:

- разработка, обеспечение внедрения и распространения критически важных для устойчивого функционирования ТЭК оборудования, комплектующих, программного обеспечения и услуг в рамках импортозамещения (краткосрочная перспектива);
- разработка и/или доведение до стадии промышленного освоения отечественных технологий высокой степени готовности, а также трансфер и обеспечение высокой степени локализации передовых зарубежных технологий в интересах модернизации и технического перевооружения предприятий нефтегазового комплекса (кратко- и среднесрочная перспектива);
- фундаментальные исследования, НИОКР, развитие научно-технологического потенциала и повышение эффективности его использования для перехода к энергетике будущего (средне- и долгосрочная перспектива).

Конкретный перечень технологий, отнесенный к приоритетным, адаптирован к различным сценариям развития мировой энергетики: эволюционному («Новая эпоха углеводородов»), сценарию долговременных низких цен на углеводороды, сценарию энергетической революции, характеризующемуся как низкими ценами на углеводородное сырье, так и низким спросом на российские энергоресурсы.

Предполагается, что в кратко- и среднесрочной перспективе основными драйверами инновационного развития будут как необходимость продолжения модернизации устаревшей и неэффективной производственной базы отраслей ТЭК страны, так и потребность в замещении внешних источников технологий, оборудования, материалов и услуг в критически важных для функционирования отрасли видах деятельности на отечественные либо лицензионные с полной локализацией производства критических элементов на территории страны.

В долгосрочной перспективе предстоит обеспечить устойчивое развитие нефтегазового комплекса страны на основе новых отечественных технологий, конкурентоспособных как на внутреннем, так и внешних рынках, обладающих высоким экспортным потенциалом. Последнее является неременным условием для гарантирования возврата немалых средств, требуемых для разработки новых технологий и должно учитываться при принятии решений по НИОКР.

Ситуация, сложившаяся в российской нефтяной отрасли, такова, что не только наращивание, но и поддержание текущего уровня **добычи нефти** невозможно без широкого использования высоких технологий. Это связано прежде всего с ухудшением геологических условий извлечения нефти, которое влечет за собой изменения в структуре используемых способов добычи и рост затрат в отрасли.

СИТУАЦИЯ, СЛОЖИВШАЯСЯ В РОССИЙСКОЙ НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ, ТАКОВА, ЧТО НЕ ТОЛЬКО НАРАЩИВАНИЕ, НО И ПОДДЕРЖАНИЕ ТЕКУЩЕГО УРОВНЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ НЕВОЗМОЖНО БЕЗ ШИРОКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

В самом общем виде можно выделить три основных направления научно-технологического развития отрасли, основанные на трех подходах к развитию добычи, комплементарных при высоком спросе и цене на нефть и в известном смысле альтернативных в противном случае:

- технологии, способствующие поддержанию (или даже восстановлению) рентабельной добычи на существующих традиционных месторождениях, зачастую уже в существенной степени истощенных (увеличивающие КИН);
- технологии добычи нефти нетрадиционных месторождений и нетрадиционной нефти (тяжелая, высоковязкая и сверхвязкая нефть; нефтяные пески и битумы; нефть низкопроницаемых пород, включая сланцы, нефть баженовской свиты и другие трудноизвлекаемые запасы — ТРИЗ);
- технологии добычи нефти на шельфовых месторождениях.

Важнейшей задачей научно-технологического развития отрасли на ближайшую перспективу является повышение эффективности разработки действующих месторождений. Во многих случаях это экономически более приемлемо, чем освоение новых месторождений (особенно со сложными условиями добычи), поскольку действующие месторождения обладают сложившейся инфраструктурой. Уже около 30% нефти на территории России добывается с применением методов повышения нефтеотдачи пластов.

Разнообразие свойств флюидов и вмещающих пород даже в пределах одного месторождения требует применения различных технических средств их добычи. Поэтому необходимо разрабатывать и внедрять разные методы увеличения нефтеотдачи, включая (а) оптимальное вскрытие пласта, (б) поддержание пластового давления, (в) изменение свойств флюида и (г) изменение характеристик вмещающих пород.

Наиболее перспективными представляются следующие технологии:

ВАЖНЕЙШЕЙ ЗАДАЧЕЙ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ НА БЛИЖАЙШУЮ ПЕРСПЕКТИВУ ЯВЛЯЮТСЯ ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ ДЕЙСТВУЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

- горизонтальное бурение по профилю пласта;
- гидродинамические методы воздействия на вмещающие породы (гидроразрыв);
- механические методы вытеснения флюида со смешением (закачка воды, углекислого газа, углеводородных газов и др.);
- тепловые методы воздействия на свойства флюида (закачка перегретой воды, горячих дымовых газов, организация внутрипластового окисления и др.);
- физико-химические методы воздействия на свойства флюида (закачка водных растворов, в том числе с поверхностно-активными веществами и полимерами).

В кратко- и среднесрочной перспективе потребуются разработка новых технологий бурения скважин и вторичного вскрытия продуктивных пластов, а также новых методов диагностики оборудования с выявлением дефектов на ранней стадии их развития и программ расчета остаточного ресурса оборудования и материалов.

Актуальной остается задача разработки и освоения производства отечественными предприятиями новых типов оборудования и материалов для нефтедобычи, включая высокопроизводительное насосно-компрессорное оборудование высокого давления, смесители-диспергаторы, новые типы буровых растворов, включая полимерные и т.д.

В долгосрочной перспективе (особенно в случае реализации сценария «Новая эпоха углеводородов») потребуются новые технологии и оборудование для освоения арктического шельфа и шельфа дальневосточных морей.

Применительно к месторождениям тяжелых и высоковязких сортов нефти использование технологий интенсификации добычи является обязательным элементом, без которого извлечение УВС становится экономически нецелесообразным и часто просто невозможным. Для успешной и экономически эффективной разработки многих месторождений, например, баженновской свиты, доманиковых и ачимовских отложений, природного битума и достижения приемлемых значений КИН потребуется разработка новых технологий.

Базовым направлением в добыче тяжелой и вязкой нефти является разработка технологии типа SAGD (Steam-Assisted Gravity Drainage) — стимулируемый паром самотечный дренаж. В стране имеется опыт их разработки применительно к нескольким месторождениям (Ашальчинскому, Ярегскому). Однако из-за существенных различий физико-химических свойств нефти и вмещающих пород даже в пределах одного месторождения для обеспечения достаточно высокого КИН необходимо дополнительно к данной технологии использовать методы стимуляции нефтеотдачи пласта.

В КРАТКО- И СРЕДНЕСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ ПОТРЕБУЕТСЯ РАЗРАБОТКА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БУРЕНИЯ СКВАЖИН И ВТОРИЧНОГО ВСКРЫТИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ, А ТАКЖЕ НОВЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Основными путями совершенствования данных добычных технологий являются:

- снижение энергоемкости (применение вакуумной тепловой изоляции паропроводов, производство пара в режиме когенерации и др., что особенно актуально в северных условиях при наличии вечной мерзлоты, которая вызывает большие потери тепла);
- повышение эффективности разделения нефти и воды с повторным производством пара для нагнетания в скважину (высокое потребление воды повышает издержки SAGD).

Имеется ряд наукоемких направлений исследований, которые могут обеспечить повышение эффективности добычи тяжелой и высоковязкой нефти, увеличить производительность и улучшить эксплуатационные характеристики оборудования (например, применение микроволнового диэлектрического нагрева и др.).

Требуется проведение исследований применимости разрабатываемых методов добычи к различным условиям залегания, типам имеющихся резервуаров и свойствам нефти. В частности, это касается природных битумов Волго-Уральской битумо-нефтегазоносной провинции, сконцентрированных в пермских отложениях и залегающих на глубине от 50 до 400 м. Эти отложения имеют сложнопостроенную структуру карбонатных и терригенных коллекторов. Добыча тяжелой нефти карбонатных коллекторов имеет свои особенности по сравнению с добычей из слабоконсолидированных песчаников, где накоплен основной опыт российских компаний. Этим обусловлена актуальность проведения соответствующих НИОКР.

КРИТИЧЕСКИЕ ОТРАСЛЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Под критическими технологиями принято понимать технологии, внедрение и распространение которых способно обеспечить крупномасштабный экономический эффект на уровне отраслей ТЭК и необходимо для предотвращения угроз энергетической безопасности и обеспечения технологической независимости страны.

НИУ ВШЭ составлен по заказу Минэнерго РФ перечень из 24 отраслевых критических технологий. В этом перечне 11 технологий относятся к нефтегазовому сектору.

К нефтегазовому сектору относятся технологии:

- добычи трудноизвлекаемых и нетрадиционных запасов углеводородов, в том числе на шельфе арктических и дальневосточных морей;
- гидроразрыва пласта (ГРП), производства специализированного оборудования и материалов для ГРП;
- бурения и строительства скважин сложного профиля, информационные технологии управления бурением;
- производства гибких насосно-компрессорных труб для внутрискважинных работ;
- увеличения нефтеотдачи пластов;
- комплексной разведки месторождений углеводородов, информационные технологии разведки;
- получения катализаторов для нефтеперерабатывающих производств и нефтегазохимии;
- переработки тяжелого нефтяного сырья и гудронов с производством моторных топлив и других продуктов;
- переработки природного и попутного газа в олефины, а также выделения гелия и жирных газов;
- морской и наземной транспортировки СПГ;
- мониторинга и диагностики трубопроводов высокого давления в системах транспорта нефти и газа.

Увеличение объемов добычи тяжелых и высоковязких типов нефти делает актуальной задачу обеспечения их доставки к местам переработки. Трубопроводный транспорт такой нефти очень затруднен из-за создаваемого ими высокого гидравлического сопротивления. Природные битумы при температуре окружающей среды вообще не подлежат трубопроводному транспорту. Поэтому выбор схемы доставки добытой тяжелой и высоковязкой нефти потребителям является технически и экономически сложной задачей.

В качестве одного из вариантов ее решения может рассматриваться строительство специализированных пунктов первичной переработки тяжелой нефти в районах добычи. В этом случае тяжелая нефть перерабатывается (с различной глубиной переработки) в более легкую синтетическую нефть (syn crude). Это облегчит транспортировку, но затруднит дальнейшую переработку, поскольку синтетическая нефть далеко не всегда совместима с режимами переработки традиционных типов нефти.

Технологическое развитие отечественной **нефтепереработки** существенно отстает от мирового уровня. Лишь в последние годы для преодоления технологической отсталости отрасли были предприняты значительные усилия как со стороны государства, так и со стороны перерабатывающих предприятий. Модернизация НПЗ позволила повысить среднюю глубину переработки и создать условия для отказа от обращения на внутреннем рынке моторных топлив низких экологических классов.

В то же время увеличение глубины переработки происходит преимущественно путем вовлечения вакуумного газойля в процессы каталитического крекинга и гидрокрекинга; вне переработки остаются большие объемы гудрона. Недостаточное внимание уделяется развитию производства нетопливных нефтепродуктов. Кроме того, на НПЗ остаются большие не вовлеченные в переработку объемы прямогонного бензина и СУГ, которые являются ценным сырьем для нефтегазохимии.

Одним из важных направлений развития отечественной нефтепереработки в краткосрочной перспективе является ликвидация зависимости от импорта критически важных материалов (катализаторов), технологий и оборудования. Отечественные производители способны заместить до 90 % импорта в короткие сроки.

В среднесрочной перспективе перед сегментом переработки стоит задача завершения модернизации имеющихся в стране НПЗ с целью увеличения глубины переработки нефти и выхода светлых нефтепродуктов, повышения их качества при максимальном использовании отечественных технологий и оборудования. Это может быть достигнуто массовым внедрением процессов глубокой деструкции (каталитический крекинг и гидрокрекинг вакуумного газойля, гидрокрекинг нефтяных остатков, коксование) и облагораживания (изомеризация, алкилирование, риформинг, гидроочистка).

Решение данной задачи потребует разработки новых отечественных катализаторов и технологий, обеспечивающих достижение предельных значений глубины переработки углеводородного сырья и выхода светлых нефтепродуктов, доведение их качества до лучших мировых стандартов, минимизацию негативного воздействия НПЗ на окружающую среду.

В связи с ожидаемым ростом добычи тяжелых и высоковязких нефтей возрастает актуальность разработки отечественных технологий переработки соответствующих видов сырья. Тяжелая нефть и природные битумы характеризуются высоким содержанием ароматических углеводородов, смолисто-асфальтеновых веществ, высокой концентрацией металлов и сернистых соединений, высокими значениями плотности и вязкости, повышенной коксумостью, что затрудняет их переработку. Некоторые сорта тяжелой нефти могут перерабатываться в смеси с обычной нефтью по традиционной технологии, однако большинство требуют специальных технологий и катализаторов.

В кратко- и среднесрочной перспективе актуальной является задача поддержки разработки отечественной технологии гидроконверсии тяжелого нефтяного сырья в моторные топлива и сырье для нефтехимии, инициатором которой стало ПАО «Татнефть».

Освоение данной технологии позволит увеличить глубину переработки нефти в стране, заместить экспорт мазута и вязкой нефти экспортом высококачественных нефтепродуктов. Технология обладает значительным мультипликативным эффектом. При ее разработке и освоении будут задействованы наука, машиностроение, металлургия, инжиниринг и другие отрасли экономики.

В газовой отрасли применяемые технологии и направления их развития во многом аналогичны нефтяной отрасли. В частности, это системы и методы повышения отдачи пластов, включая направленные изменение их коллекторских свойств, в том числе на месторождениях низконапорного газа.

Освоение газовых месторождений в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке и создание в регионе специальной «гелиевой инфраструктуры» предполагает разработку и совершенствование таких технологий и систем, как:

- технологии переработки природного газа с высоким содержанием гелия и азота, а также систем очистки и сжижения гелия;
- системы транспортировки и хранения гелия;

БАЗОВЫМ НАПРАВЛЕНИЕМ В ДОБЫЧЕ ТЯЖЕЛОЙ И ВЯЗКОЙ НЕФТИ ЯВЛЯЕТСЯ РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ТИПА SAGD (STEAM-ASSISTED GRAVITY DRAINAGE) — СТИМУЛИРУЕМЫЙ ПАРОМ САМОТЕЧНЫЙ ДРЕНАЖ

ОДНИМ ИЗ ВАЖНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ В КРАТКОСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ ЯВЛЯЕТСЯ ЛИКВИДАЦИЯ ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИМПОРТА КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ (КАТАЛИЗАТОРОВ), ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ

- технологии газохимических производств высокой единичной мощности.

Важной является задача создания перспективных технологий и оборудования для переработки попутного нефтяного газа, позволяющих исключить его сжигание на факелах и обеспечивающих высокую надежность, компактность, а также высокий уровень автоматизации, позволяющие использовать его в отдаленных районах с суровыми климатическими условиями.

В долгосрочной перспективе востребованными могут оказаться отечественные технологии добычи газовых гидратов, в том числе на внешних рынках.

Важными направлениями технологического развития газотранспортной системы остаются:

- разработка новых высокопрочных материалов для повышения рабочего давления в трубопроводах большого диаметра и увеличения пропускной способности труб;
- разработка новых типов внутренних гладкостных покрытий для снижения гидравлического сопротивления труб и сокращения энергетических затрат на передачу газа;
- разработка новых типов наружных антикоррозионных покрытий для снижения коррозионной опасности трубопроводов и, соответственно, повышения срока службы и надежности ГТС, сокращения затрат на ремонт.

Развитие газодобычи в северных районах должно сопровождаться разработкой оборудования для ГТС, специально предназначенного для длительной эксплуатации в экстремальных полярных условиях (низкие температуры, вечная мерзлота, труднодоступность и т.д.). В таких районах предъявляются повышенные требования к надежности оборудования и систем управления ими, к качеству подготовки персонала, приоритетом становится применение малолюдных технологий.

Развитие средств внутритрубной диагностики трубопроводов позволяет сокращать затраты на ремонт газопроводов, обеспечивая при этом их эксплуатационную надежность. Постоянно появляются новые методы диагностики, позволяющие осуществлять непрерывный контроль состояния газопроводов, что позволяет значительно увеличить их надежность и долговечность.

Задача организации крупномасштабного производства и транспортировки СПГ на базе преимущественно отечественных разработок является комплексной. Ее решение требует создания и освоения выпуска большого количества нового оборудования. В частности, требуется:

- оборудование для очистки газа перед сжижением;
- низкотемпературное теплообменное оборудование для крупнотоннажного производства СПГ;
- компрессорное оборудование большой производительности с высокой степенью сжатия;
- криогенное насосное оборудование, гибкие криогенные трубопроводы для перекачки СПГ, криогенные трубопроводы с экранно-вакуумной и порошково-вакуумной изоляцией;
- транспортные криогенные резервуары для хранения и транспортировки СПГ;
- технологии производства газозовов ледового класса;
- новые типы судовых двигателей на природном газе с высоким КПД и низкими вредными выбросами;
- плавучие заводы по производству и транспортировке СПГ.

Уровень развития **газоперерабатывающей отрасли** России в целом отстает от передовых зарубежных стран. Лишь около 5% добываемого в стране газа используется в качестве сырья для газохимической переработки. Исторически основные газоперерабатывающие мощности создавались с целью обеспечения подготовки добываемого природного газа к подаче в газотранспортную систему. Этим объясняется относительно небольшой объем процессов вторичной переработки компонентов природного газа на действующих газоперерабатывающих заводах (ГПЗ).

Между тем, метан и другие компоненты природного газа являются ценным сырьем газохимического производства, позволяющим получать широкий спектр продукции высокого спроса. В связи с этим актуальность приобретают:

- разработки новых энергоэффективных технологий выделения из газа ценных компонентов;
- создание новых технологий производства широкого спектра газохимической продукции (метанола, полиолефинов, минеральных удобрений и пр.);
- создание инновационных технологий «метан в олефины», дегидрирования пропана, производства АБС-пластиков и т.д.;
- развитие вспомогательных технологий производства катализаторов, адсорбентов и специальных реагентов для нужд газопереработки и газохимии.

В КРАТКО- И СРЕДНЕСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ АКТУАЛЬНОЙ ЯВЛЯЕТСЯ ЗАДАЧА ПОДДЕРЖКИ РАЗРАБОТКИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОКОНВЕРСИИ ТЯЖЕЛОГО НЕФТЯНОГО СЫРЬЯ В МОТОРНЫЕ ТОПЛИВА И СЫРЬЕ ДЛЯ НЕФТЕХИМИИ

РАЗВИТИЕ ГАЗОДОБЫЧИ В СЕВЕРНЫХ РАЙОНАХ ДОЛЖНО СОПРОВОЖДАТЬСЯ РАЗРАБОТКОЙ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГТС, СПЕЦИАЛЬНО ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПОЛЯРНЫХ УСЛОВИЯХ

Практически значимым является создание отечественных технологий получения синтетических жидких топлив (СЖТ) и/или химической продукции из природного газа с целью решения проблем продления использования выработанных месторождений, освоения малых и труднодоступных (удаленных от газотранспортной системы) месторождений.

Перспективной и важной задачей является повышение эффективности переработки серосодержащих газов, решение которой включает разработку и освоение экологически безопасных технологий добычи и переработки сероводородсодержащих газов, производства и использования серы в различных отраслях экономики (дорожном строительстве и др.).

Среди перспективных технологий переработки газа можно выделить следующие:

- мембранные технологии разделения природного газа на ценные компоненты: этан, пропан-бутановую фракцию, гелий, сухой газ с высоким содержанием метана;
- технологии окислительного дегидрирования этана в этилен;
- технологии окислительной димеризации метана в этилен;
- технологии превращения метана в синтез-газ с низкой величиной капитальных затрат;
- технологии получения продукции топливного и химического назначения из синтез-газа;
- технологии получения новых строительных и дорожных материалов с использованием серы.

Важными являются вспомогательные технологии:

- получения катализаторов для нефте- и газогазохимии;
- получения высокопроизводительных и высокоселективных мембранных материалов с контролируемым размером пор для перспективных технологий разделения газов и жидкостей;
- получения адсорбентов, катализаторов и реагентов для газопереработки и газохимии;
- создания АСУТП на базе отечественных компонентов.

Десятилетиями в нашей стране формировалась привычка опираться в решении серьезных научно-технических задач на гигантские инжиниринговые и исследовательские центры. При этом недооценивались и зачастую игнорировались возможности небольших, преимущественно молодежных, мобильных творческих коллективов.

Стартапы — временные структуры, создаваемые для поиска и реализации масштабируемой бизнес-модели, начали завоевывать место под солнцем в российской инновационной системе совсем недавно. Но уже первые шаги показали, что это направление является отнюдь не юношеской забавой. Причем очень многие вопросы развития прогресса значительно быстрее, проще и дешевле решать именно в рамках стартапов. У больших компаний, действующих в системе координат НИОКРов, до решения этих задач попросту не доходят руки.

В России первым значительным шагом на пути возвращения стартапов стало создание Фонда «Сколково». Сегодня нефтегазовый центр энергетического кластера «Сколково» — это сообщество примерно из 120 компаний-разработчиков новых технологий. В смежных кластерах — IT-технологий и новых промышленных технологий — также есть стартапы, которые что-то предлагают для нефтегаза. И суммарно около 150 резидентов «Сколково» работают в интересах НГК (это помимо разработок общего характера — баз данных, оборудования для сетей и т.д., которые также могут быть использованы в отрасли).

Учитывая, что в «Сколково» в общей сложности 1700 резидентов, около 9–10% из них ориентированы на нефтегазовую промышленность. В основном это небольшие компании. Причем из них выручку имеют порядка 30–40% (около 15% предприятий вышли на зарубежные рынки).

Еще примерно 30% уже привлекли инвестиции, проводят исследования и через несколько лет начнут продавать свою продукцию и услуги. Остальные находятся в начальной стадии формирования бизнеса и ищут инвесторов.

Все большую популярность завоевывает конкурс Skolkovo Petroleum Challenge, в котором участвуют нефтегазовые стартапы. Он помогает выявить новые интересные команды инноваторов, свести их с заинтересованными компаниями. Это своего рода витрина новых технологий.

В конце апреля 2018 года будут во второй раз подведены итоги еще одного конкурса нефтегазовых стартапов — Gubkin Innovation Booster, G100K. Его организаторами являются Фонд North Energy Ventures и РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. Победителям помогут перейти от научного проекта по созданию новой технологии для нефтегазовой отрасли к построению бизнеса. Программа акселерации рассчитана на 2,5 месяца. Направления проектов: разведочные и поисковые работы, бурение скважин различного типа, разработка месторождений, скважинная добыча нефти и газа, транспортировка и хранение продукции, оборудование для нефтегазового комплекса, нефтегазопереработка, нефтехимия; новые материалы, ПО и автоматизированные системы управления.

ПРАКТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫМ ЯВЛЯЕТСЯ СОЗДАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ ТОПЛИВ (СЖТ) И/ИЛИ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА

СТАРТАПЫ — ВРЕМЕННЫЕ СТРУКТУРЫ, СОЗДАВАЕМЫЕ ДЛЯ ПОИСКА И РЕАЛИЗАЦИИ МАСШТАБИРУЕМОЙ БИЗНЕС-МОДЕЛИ, НАЧАЛИ ЗАВОЕВЫВАТЬ МЕСТО ПОД СОЛНЦЕМ В РОССИЙСКОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ СОВСЕМ НЕДАВНО

В прошлом году гранты получили два проекта: «Технология снижения капиталоемкости строительства многоствольных скважин» (ADL completions, \$100 тыс.) и «Интегрированные телеметрические системы нового поколения для сопровождения горизонтального бурения» (Axel, \$200 тыс.) Причем первый из названных проектов-победителей уже вышел на пилоты с компаниями «Газпром нефть», Gulf Energy (Oman), KDS (Kuwait), по нему успешно выполнен коммерческий контракт с «Зарубежнефтью» на базе Западно-Хоседаюского месторождения.

Еще одним перспективным направлением с точки зрения содействия инновационному развитию являются опытные полигоны. В прошлом году Минэнерго РФ присвоило статус национального проекту «Газпром нефти» «Создание комплекса отечественных технологий и высокотехнологичного оборудования разработки запасов баженовской свиты».

В ХМАО началось создание технологического центра «Бажен», который уже получил от администрации региона льготную ставку по налогу на имущество. Отдельный пакет льгот и преференций предлагает Фонд развития Югры - это и льготное предоставление площадок для локализации производства, и специальные условия по налоговому режиму, спецтарифы по электроэнергии, аренде, решение различных социальных вопросов (обеспечение сотрудников жильем, размещение детей в учебных заведениях и т. п.). До 50% затрат на выпуск пилотных партий продукции техцентр рассчитывает за счет грантов, выигранных на конкурсах Минпромторга РФ, из этого источника могут субсидироваться и затраты на НИОКР.

Работы на полигоне «Бажен» решено вести по семи направлениям: технологии бурения горизонтальных скважин, технологии многостадийного гидравлического разрыва пласта (МГРП), оборудование для термохимического воздействия на пласт, программные комплексы, оборудование для сбора и подготовки продукции, геофизическое оборудование и оборудование для ГРП.

Ориентируясь на поступательное развитие, нефтегазовый комплекс России генерирует все новые, более сложные и масштабные задачи, решение которых требует мобилизации всех инновационных ресурсов. Это важная предпосылка для развития научно-технического творчества в самых разных его проявлениях. Есть желание и возможности заниматься этим. Значит, будет и результат.

ОРИЕНТИРУЯСЬ НА ПОСТУПАТЕЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ, НЕФТЕГАЗОВЫЙ КОМПЛЕКС РОССИИ ГЕНЕРИРУЕТ ВСЕ НОВЫЕ, БОЛЕЕ СЛОЖНЫЕ И МАСШТАБНЫЕ ЗАДАЧИ, РЕШЕНИЕ КОТОРЫХ ТРЕБУЕТ МОБИЛИЗАЦИИ ВСЕХ ИННОВАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

ИННОВАЦИИ ДЛЯ ШЕЛЬФА

Разработка в промышленных масштабах новых арктических месторождений, особенно на шельфе арктических морей, в настоящее время рассматривается как задача преимущественно на долгосрочную перспективу (конец 20-х — начало 30-х годов). Однако с учетом текущего технического и технологического состояния (в частности, российского бурового флота), масштаба и сложности задач подготовительные работы к возможному широкому освоению арктических месторождений необходимо вести уже сейчас.

В долгосрочной перспективе применительно к добыче углеводородов на арктическом шельфе можно выделить два основных технологических направления:

- развитие технологий глубоководного бурения и добычи углеводородов на основе ледостойких и сейсмически устойчивых платформ;
- создание подводных роботизированных добычных комплексов с длительным ресурсом работы в автоматическом режиме и дистанционным управлением.

Подводная добыча дополнительно потребует создания систем эффективного и надежного энергоснабжения подводных объектов. Кроме того, необходима разработка подводных нефтехранилищ, насосного оборудования для подводной добычи, оборудования для первичной подготовки нефти в подводном исполнении, а также решение задач транспортировки нефти по подводным трубопроводам в условиях ограниченных возможностей по подготовке нефти к транспорту (под водой) и низкой температуры окружающей среды. Критичным является разработка эффективных способов ликвидации разливов нефти в ледовых условиях, в том числе при эксплуатации подводных добычных комплексов.

В краткосрочной перспективе потребуются совершенствование и расширение производства инновационных хладостойких сталей для конструкций, работающих в экстремальных климатических условиях.



ДМИТРИЙ ТОКАРЕВ,
коммерческий директор,
компания «Горизонты
роста»



АРТЕМ РЫЖКОВ,
начальник отдела ИТ,
компания «Газпром
бурение»



ДМИТРИЙ КОЧЕРГОВ,
кандидат экономических
наук, аналитик, компания
«Горизонты роста»

Технологии промышленного интернета вещей как фактор роста эффективности бизнес-процессов буровой компании

В этом десятилетии мы стали свидетелями перемен, настолько масштабных и беспрецедентных, что их повсеместно называют четвертой по счету промышленной революцией. По сути, сегодня происходит переход к новому технологическому укладу в постиндустриальной эпохе, когда последние достижения науки и техники превращаются в средства производства на порядок более эффективного и независимого от ручного труда. Такая цифровая трансформация экономики заключается в автоматизации работы оборудования и прочих типовых процессов предприятия на всех стадиях выпуска продукции с минимальным вмешательством персонала. Здесь выполняется принцип классического разделения труда, следствием которого является рост производительности — вся операционная деятельность распределяется между машинами, освобождая людей для решения нетривиальных бизнес-задач.

Перемены действительно революционные. Согласно исследованию IndustryARC, к 2021 году объем рынка Промышленного интернета вещей (англ. Industrial Internet of Things, IIoT) достигнет \$123,89 млрд. По оценкам IDC, в 2016 году только в сфере промышленного производства расходы на IIoT составили \$102,5 млрд из общемировой суммы расходов на интернет вещей в \$178 млрд. В свою очередь, аналитики ABI Research прогнозируют, что общий доход от использования IIoT-приложений, для работы которых применяется мобильная и спутниковая связь, может составить более чем \$138 млн к концу 2017 года.

Тем не менее, в отличие от характерного для России подхода, ведущие промышленные державы, включая США, Германию, Италию, Японию, Китай, не рассматривают это явление как некую самодостаточную сферу экономической деятельности. Под цифровой экономикой они подразумевают нечто совершенно иное, а именно: процессы создания и использования так называемых сервисно-продуктовых систем (англ. Product-Service System, PSS), то есть продуктов, которые изначально проектируются как единое целое, объединяющее сам физический продукт (материальное) и все процессы, связанные с его производством и эксплуатацией (нематериальное). При этом возникновение IIoT является след-

ствием такого подхода, а не причиной, в чем нередко заблуждаются чиновники и руководители госкорпораций.

Согласно опросу, проведенному Dell, внедрение технологий IIoT дает компаниям-производителям следующие бенефиции:

- 53% руководителей промышленных предприятий сообщили об улучшениях показателей своего бизнеса в результате внедрения цифровых инноваций;
- 50% лидеров производства усилили свои конкурентные преимущества;
- 50% опрошенных также заявили, что сократили общую стоимость владения активами.

По результатам другого исследования от PriceWaterhouseCoopers, крупнейшие компании мира прогнозируют, что в течение ближайших пяти лет инвестиции в промышленные интернет-технологии повысят эффективность их бизнеса в среднем на 18% и сократят затраты на 14%, а также обеспечат рост выручки на 2,9% ежегодно.

При этом также наблюдается лавинообразный рост объема данных для анализа и принятия адекватных решений. Известно, что порядка 90% всей имеющейся в мире информации человечество создало за последние пару лет, и крупный нефтеперерабатывающий завод ежедневно генерирует целый терабайт сырых данных. Поэтому в ближайшей перспективе технологии анализа больших данных (англ. Big Data) и бизнес-интеллекта в сфере промышленного производства останутся одним из ведущих факторов развития IIoT и цифровой экономики в целом.

Согласно мнению специалистов Корус Консалтинг, если ранее огромное число сегментов, в том числе промышленное производство, не уделяли достаточного внимания технологиям IIoT, то сегодня возможность собрать информацию со всех датчиков, радиочастотных меток и другого оборудования завода дает колоссальные возможности. Это позволит существенно оптимизировать работу на самом производстве, повысить эффективность планирования и конвертировать полученную информацию в деньги, которые часто теряются при отклонении от плана или не зарабатываются с точки зрения упущенной выгоды.

Эксперты международного Сообщества инженеров нефтегазовой промышленности (Society of Petroleum Engineers, SPE) утверждают, что сегодня в сфере добычи и разработки углеводородов актуальны и пока не решены следующие вопросы:

- что такое аналитика, управляемая данными, и к чему она относится — к ИТ или к бурению, геологии, добыче;
- в чем специфика применения такой аналитики в нефтегазовой отрасли;
- в каких направлениях отрасли наиболее востребованы технологии IIoT.

Тем не менее, первые шаги в поиске ответов уже сделаны, в том числе в отечественных нефтяной и газовой отраслях. По словам министра энергетики России Александра Новака, Big Data применительно к энергетике имеет возможность не только резко удешевить энергоресурсы, потенциально убрав лишнюю стоимость у производителей, но и оказать подрывной эффект на производственные цепочки и на привычки потребителей.

Управление нефтегазовым предприятием, при рассмотрении в качестве цикла коммуникаций, сводится к сбору данных, в том числе, обратной связи от объектов воздействия и передаче управляющих сигналов. Это информационные процессы — сбор, хранение, обработка и передача данных, которые в общем случае происходят в природе и обществе хаотично и вне зависимости от субъектов управления. Создавая порядок, систему, бизнес-процессы, мы противопоставляем конструктивное начало хаосу, созидание разрушению ради определенного результата — цели такой системы. В этом смысле информационные технологии, включая корпоративные автоматизированные системы, специализированное отраслевое программное обеспечение, служат инструментом регулирования, контроллинга, таких процессов в экономических целях управления предприятием и должны внедряться в соответствии с данной целесообразностью [3].

В структуре затрат предприятия нефтегазовой отрасли традиционно велика доля материально-технической базы, включая добывающее оборудование на буровых, в частности, в силу экстремально-агрессивных сред эксплуатации, краткосрочности ремонтного цикла, высокой стоимости запчастей. Однако критичной проблема подобных затрат становится по причине сложностей контроля над территориально удаленным оборудованием и, как следствие, управления средствами производства в ситуации значительной обводненности и истощения скважин, стремительного снижения рентабельности отечественной нефтегазодобычи [1].

Сохранение целостности цикла управления, высокий приоритет стратегических задач требуют, чтобы информационная система, в которой используется сервисно-продуктовый принцип и технологии IIoT, при минимальных затратах давала быстрый и качественный результат, способствовала дематериализации информационных процессов и, как следствие, сокращению издержек от неадекватных управленческих решений. Это возможно только при условии, что система оперирует надежными и актуальными данными, сбор которых сам по себе достаточно оперативен, результативен и прост. В соответствии с оценками эксплуатации информационных систем управления в нефтегазовых компаниях,

эффективным подходом к аккумуляции данных являются технология и инструменты радиочастотной идентификации — англ. Radio Frequency Identification (RFID) [1].

Пионером RFID-систем на российском нефтегазовом рынке стал программно-аппаратный комплекс Go-RFID, который включает в себя специализированное отраслевое программное обеспечение, содержащее алгоритмы взаимодействия оборудования и данных о нем, инновационные высокозащищенные RFID-метки, патентованную технологию и считывающие устройства. При этом продукт полностью отвечает потребностям добывающих и сервисных компаний с учетом эксплуатации оборудования в агрессивных средах.

В процессах управления буровым предприятием комплекс выполняет следующие функции:

- ищет и отслеживает буровое оборудование, предлагает его аналоги;
- контролирует подлинность объектов, их перемещение и степень износа;
- сопровождает весь жизненный цикл работы оборудования;
- фиксирует инспекционную историю и спецификации оборудования [1].

Комплекс построен на базе принципов открытых систем, клиент-серверной архитектуры и модульности. Благодаря этому основная вычислительная нагрузка ложится на сервер, а пользователи получают доступ ко всем функциональным возможностям через веб-интерфейс или мобильное приложение из любой точки мира. Экономия ручного труда, а также миллионов рублей на обслуживание и контроль оборудования значительно сокращает издержки и увеличивает добычу нефти. Так, средний процент износа буровой трубы на момент планового ремонта составляет около 65%. При внедрении указанного решения на ремонте только одного комплекта буровых труб удается сэкономить от 1,2 до 1,8 млн руб. [1, 2].

В качестве примера можно привести проект внедрения IIoT с использованием комплекса Go-RFID в компании «Газпром бурение» в филиалах в Уренгое, Ухте, Краснодаре, Оренбурге и Астрахани.

Главной задачей проекта, которая напрямую влияет на эффективность эксплуатации, является организация надлежащего учета и движения оборудования, а также оптимизация затрат на его содержание, ремонт и закупку. Ее решение включило в себя масштабный объем работ:

- маркировка оборудования защищенными RFID-метками для последующей идентификации, включая энергооборудование, буровые установки, оборудование для обогрева буровых установок, грузоподъемное, противовыбросовое оборудование, буровой инструмент, контрольно-измерительные приборы;
- систематизация учета бурового оборудования с помощью RFID-меток и кодирования;
- формирование паспортов оборудования и присвоение идентификационных номеров каждому экземпляру для включения в базу данных;
- создание единой базы данных оборудования компании;
- создание электронных технологических карт и карт учета оборудования с привязкой по экземплярам и с учетом места монтажа;
- объединение в единую информационную среду поставщика и потребителя оборудования [3].

Следует отметить, что важным этапом стал правильный выбор типа RFID-меток с учетом условий эксплуатации оборудования. Например, в процессе реализации проекта специалисты пришли к выводу, что надо использовать приварные метки, поскольку они максимально устойчивы к воздействию вибраций, перепадам температур, монтажу/демонтажу оборудования.

По словам Рустема Махмутзянова, руководителя Технического департамента «Газпром бурение», основная выгода в результате внедрения комплекса заключается в том, что буровая компания получает полное представление о наличии оборудования на месторождениях, исчерпывающие сведения по моделям, типам и по количеству оборудования, которым она располагает. «Когда мы имеем полные и точные данные по оборудованию, то мы максимально исключаем ошибки при закупке. Результат — правильные инвестиции, оптимизация затрат, экономия и высвобождение финансовых средств», — отметил эксперт.

Рассмотрим один из возможных сценариев использования комплекса для компаний, которые эксплуатируют свое оборудование в агрессивных условиях крайнего севера. По сценарию программный агент конкретного экземпляра оборудования, спрогнозировав, что через две недели потребуется провести его ремонт, генерирует в программном ландшафте заявку на услугу. Заявка содержит уникальный идентификатор экземпляра и всю исчерпывающую информацию о необходимом ремонте. Она поступает на внешний портал, где может быть принята к исполнению несколькими претендентами, как внутри компании, так и сторонними организациями. Система выбирает оптимального исполнителя, и его сотрудники, приехав на объект, с помощью RFID-идентификации определяют единицу оборудования и проводят ремонтные работы. Факт считывания метки подтверждает прибытие специалистов на объект заказчика и проведение работ с целевым оборудованием, а дополнительные показания, счи-



Рис. 1 — На буровой за полярным кругом



Рис. 2 — Оборудование, маркированное инновационной RFID-меткой



Рис. 3 — Инновационная RFID-метка на нефтегазодобывающем оборудовании

танные после ремонта, подтверждают или опровергают успешность ремонтной операции. Это значительно сокращает участие человека в производственном процессе, помогает ускорить выполнение операций в несколько раз, а следовательно, и себестоимость производства в целом.

Одно из последних исследований НИУ «Высшая школа экономики» указывает на то, что внедрение технологий IIoT в российской промышленности повысит эффективность труда на предприятиях, позволит экономить на плановом ремонте оборудования и общих эксплуатационных затратах, минимизирует аварии на производстве и увеличит предсказуемость промышленных систем. На макроуровне это приведет к росту энергоэффективности и конкурентоспособности экономики, стиранию границ между отраслями и снижению техногенного влияния на окружающую среду.

Оценки результатов внедрения Go-RFID как инструмента Промышленного интернета вещей полностью подтверждают эти выводы. Автоматизация и информатизация технологического управления компании позволяют не только повысить прозрачность процессов жизненного цикла каждой единицы оборудования, но и организовать систему принятия своевременных и адекватных решений. Ключевыми эффектами становятся повышение управляемости производства, сокращение негативного влияния рисков и неопределенностей на менеджмент, и отсюда – усиление устойчивости развития бизнеса.

**КОМПАНИЯ
«ГАЗПРОМ БУРЕНИЕ»**
+7 (499) 580-35-80,
mail@burgaz.ru,
www.burgaz.ru

**КОМПАНИЯ
«ГОРИЗОНТЫ РОСТА»**
+7 (812) 385-05-00,
info@go-rost.ru,
www.go-rfid.ru

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Токарев Д.Н., Нугайбеков Р.А., Баров Ю.Н. и др., «Реализация технологии радиочастотной идентификации нефтепромыслового оборудования», Нефтяное хозяйство, 2012 г., №12, стр. 118 – 120.
2. Токарев Д.Н., «Опыт внедрения RFID для нефтяной и газовой отраслей от компании «Горизонты роста», Деловая Россия: промышленность, транспорт, социальная жизнь, №12, 2014, стр. 108 – 109.
3. Махмутзянов Р.Р., Токарев Д.Н., Кочергов Д.С., «Применение радиочастотной идентификации в управлении технологическими процессами буровой компании», Газовая промышленность, 2017 г., №5, стр. 14 – 17.



АЛЕКСАНДР ФРОЛОВ,
разработчик и
генеральный директор
ООО «Ифотоп»



Функциональная химия для производства бензинов высокого экологического класса

Указом Президента Российской Федерации № 7 от 05.01.2016 года 2017 год объявлен годом экологии, и материалы статьи представлены с учетом этой важнейшей составляющей нашей жизни.

Известно, что влияние выхлопных газов на окружающую нас среду велико. Особенно данное влияние заметно в крупных городах и мегаполисах. Поэтому от качества бензинов и работающих на нем двигателей внутреннего сгорания зависит наше здоровье и здоровье будущих поколений.

История нашего продукта началась в 2002 году, когда мы искали актуальные рынки и продукты. У нас уже были успешные работы в области спецхимии для продукции двойного назначения, наше изобретение вошло в 100 лучших изобретений России. Однако объемы рынка были малы, и направление не имело коммерческого успеха из-за многих факторов. Одним из этих факторов являются невероятные трудности при внедрении инноваций в реальное производство. Кроме того, существует проблема, с которой сталкиваются большинство новых продуктов: невозможность обеспечения конкурентной цены без продаж, а продаж — без конкурентной цены.

Одним из перспективных направлений мы выбрали октаноповышающие присадки к бензинам. Данный сектор экономики развивался быстрее других, и на тот момент сложилась благоприятная ситуация:

- запрет применения ТЭС (тетраэтилсвинец);
- наиболее применяемыми стали металлоорганические вещества (ферроцен) и ММА (N-метил-анилин) — сразу отмечу не самые лучшие решения, однако на то время эти вещества решали проблему производства высокооктановых бензинов, правда, в ущерб качеству и безопасности;
- широкое развитие имело и производство МТБЭ (метил-трет-бутиловый эфир), однако его эффективность в вопросах повышения октанового числа была низкая;
- НПЗ только начинали свою модернизацию.

Тогда мы не могли серьезно изучать мировые тенденции, ситуацию в мире — это был серьезный бизнес, причем как легальный, так и не очень.

К идее пришли быстро, потому что одним из полупродуктов для производства нашего антиоксиданта (стабилизатора химической стойкости и антиоксиданта кормов для животных) IFO-6ET был пара-фенетидин (этиловый эфир анилина). Кроме этого, новочебоксарский «Химпром» прекращал производство базового сырья для нашего антиоксиданта IFO-6ET — сантохина (6-этокси-2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолина), что также ставило под большой вопрос коммерческий интерес в нашей разработке. Было крайне важно найти рынок применения пара-фенетидина, чтобы сохранить базовое сырье для IFO-6ET. У структуры пара-фенетидина были все шансы быть эффективной в вопросе повышения октанового числа, и она имела существенные отличия от существующих решений — пара-фенетид являлся простым смешанным эфиром, то есть содержал в своем составе как эфирную группу, так и ароматическую аминогруппу, что давало синергетический эффект. Помню свой восторг, когда первый же образец прямогонного бензина с пара-фенетидином (около 2,5 %) дал прирост в 26 единиц. Именно этот эксперимент и стал началом долгого и трудного пути по созданию нашей присадки NMPA (N-метил-пара-анизида).

Сразу стало ясно, что главным недостатком пара-фенетидина и пара-анизида (первичных ароматических аминов) была их плохая растворимость в углеводородах, и мы воспользовались известным подходом — синтезировали вторичный амин N-метил-пара-фенетидин и соответственно N-метил-пара-анизидин путем алкилирования по аминогруппе, получив просто отличные данные. Провели патентование в РФ и оформили заявку РСТ. Второй недостаток почти всех ароматических аминов — это цветность, и мы так же успешно справились с этой задачей, отметив дополнительные интересные свойства продукта. Но мы не успели с разработкой выйти на рынок.

Отсутствие российского сырья, а также наличие более дешёвых и доступных решений на российском рынке (ММА и ферроцен), не давало нам шанс на успешное развитие направления в сложившихся условиях.

Вернуться к активному развитию Проекта позволило решение правительств РФ и Таможенного союза о принятии технического регламента ТР ТС 013/2011 года «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту», где были прописаны экологические требования к бензинам и определен срок перехода на 5 класс. ТР ТС запрещал применение зольных (металлосодержащих) присадок и ММА. Мы решили, что Проект имеет коммерческие перспективы и активизировали работу по поиску инвестиций. Нам повезло, и наш проект был принят к развитию Евгением Ройтманом. С 2012 года мы продолжили работу над Проектом. В команду объединились профессионалы, способные решать полный цикл создания нового продукта — от идеи, разработки, синтеза и исследований до промышленного производства, сертификации и внедрения. Были проведены многочисленные исследования свойств вещества и технологий его получения.

В 2015 году наш Проект практически единогласно был поддержан экспертами фонда «Сколково», и мы получили грант на создание пилотной установки и разработки технологии промышленного производства присадки и её международной сертификации. Последовательно и успешно были отработаны все вопросы, связанные с производством и применением нашей присадки.

Возвращаясь к теме экологии, хотелось бы отметить, что в результате сертификационных исследований мы обнаружили ещё одно свойство присадки — значительное снижение токсичных веществ и продуктов неполного сгорания в составе выхлопных газов. Ниже приведены данные исследований бензина с присадкой NMPA на соответствие экологическому стандарту Евро-6. Испытания выполнены сертификационными центрами SGS Germany GmbH и SGS Czech Republic в соответствии с Европейским циклом NEDC.

Испытуемый автомобиль: Skoda Yeti 1,4 TSI 92kW

Режимы испытаний

- 1x измерение эмиссии при холодном пуске - цикл NEDC
- 2x измерение эмиссии при горячем пуске - цикл NEDC

	ЕВРО 6 нормы	95 СУПЕР + НМПА			95 СУПЕР		
		NEDC холодный	NEDC горячий 1	NEDC горячий 2	NEDC холодный	NEDC горячий 1	NEDC горячий 2
CO [г/км]	1,00	0,18	0,03	0,03	0,34	0,03	0,03
THC [г/км]	0,10	0,03	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00
NOx [г/км]	0,06	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
CH4 [г/км]	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00

Результаты соответствуют экологическим требованиям Евро-6, и они лучше, чем результаты качественного европейского бензина.

Следует обратить внимание на результаты эмиссии при холодном цикле. Снижение выбросов CO практически в 2 раза и THC в 2,6 раза. Данные холодного цикла работы автомобиля демонстрируют более высокую полноту сгорания бензина, а следовательно, снижение общей нагрузки на катализатор автомобиля в виде CO, THC и CH4, что особенно актуально при работе автомобилей в режиме «Start-stop» system (Stop&Go), которые популярны в Европе. Учитывая, что катализатор, основной экологический элемент автомобиля, эффективен только при хорошем прогреве, полученные данные говорят в пользу бензинов с присадкой НМПА, так как снижают токсичные выбросы, в то время когда катализатор холодный. Кроме этого, уменьшение твердой фазы в составе газов снижает осмоление его активных центров катализатора.

Важными являются и данные о влиянии присадки на детали двигателя. Приведенные сравнительные исследования SGS на чистоту впускных клапанов по методике CEC F-05-93 также положительны.

Испытуемый двигатель: Mercedes Benz M102.982 100kW

Количественные отклонения в пределах погрешности метода



Визуально НМПА положительно влияет на двигатель



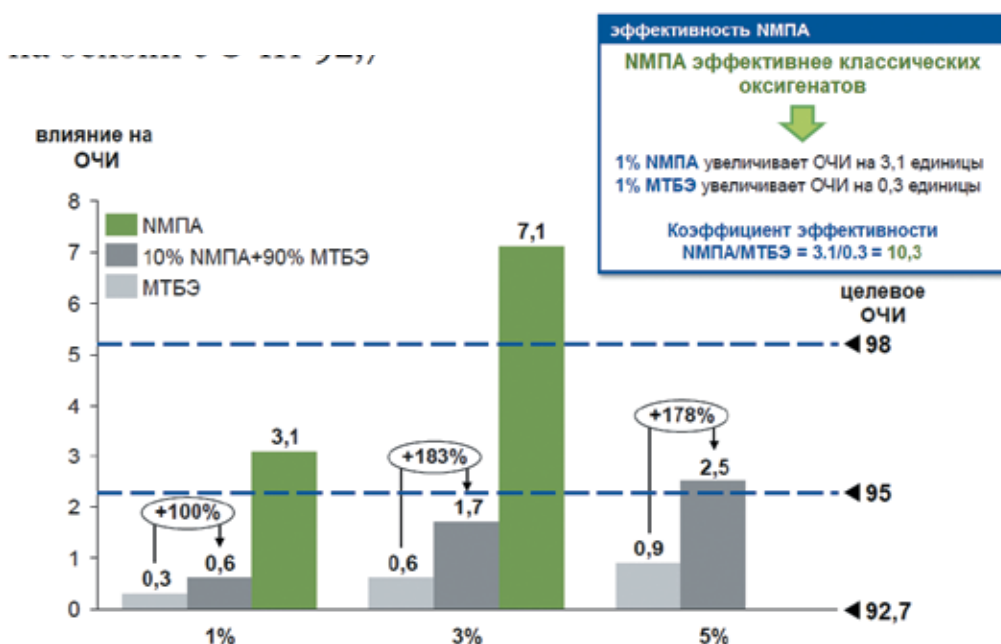
Необходимо учитывать, что исследования проводились в максимально рекомендованных концентрациях присадки — 1,3% масс. В более малых концентрациях НМПА оказывает моющий эффект и снижение абсолютного значения депозита на клапанах, кроме снижения разброса данных по цилиндрам (см. таблицу).

Влияние присадки на детонационные характеристики проводились на высокооктановом бензине АИ-92. Эффективность представлена в сравнении и сочетании с МТБЭ.

Данные демонстрируют очевидные преимущества от применения НМПА и комплексного применения НМПА с МТБЭ (см. диаграмму «Влияние НМПА и оксигенатов на бензин с ОЧИ 92,7»).

Широкому применению НМПА в РФ сегодня мешает общая проблема инновационной продукции — трудности в достижении конкурентной цены на первом этапе. Снижение себестоимости при размещении заказа на производство возможно только при наличии продаж. Цена на продукт в настоящее время, по соотношению цена/эффективность, приблизилась к МТБЭ, но этого явно недостаточно для того, чтобы потребитель принял решение в пользу НМПА. Одним из негативных факторов является зависимость присадки от курса доллара при его производстве за рубежом. Приведу пример из нашей практики. Ввиду отсутствия базового сырья в РФ, мы запустили пилотное производство в Китае последовательно на двух заводах, чтобы определить возможность его производства в про-

Влияние НМПА и оксигенатов на бензин с ОЧИ 92,7



мышленных масштабах, определиться с общими затратами, а также для проведения исследований, которые необходимо вести на промышленных, а не лабораторных образцах присадки. Знакомая многим ситуация 2015 года, когда зарубежная продукция моментально стала в два раза дороже для российского потребителя, явилась «приговором» для быстрой коммерциализации проекта.

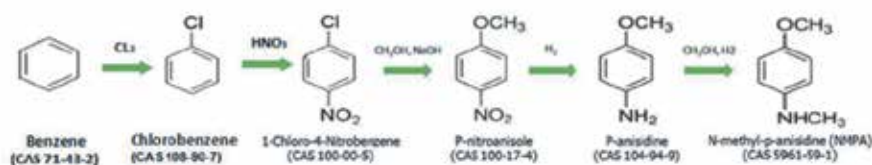
Сегодня, в результате работ над улучшением технологии производства, мы существенно снизили начальную себестоимость производства, решили практически все технические вопросы, однако внедрить продукт на предприятиях РФ пока не удастся. В вопросе инноваций показательна позиция крупных европейских производителей, которые быстро оценили перспективы присадки по двум критериям — экологический (снижение токсичности отработанных газов) и планомерный отказ от применения МТБЭ. Молекула сразу заинтересовала и своей многофункциональностью. Активную работу в этом направлении мы начали только в 2017 году, и уже две крупнейших европейских компании активно тестируют нашу присадку и получают позитивные результаты.

Не секрет, что в представлении российских автомобилистов слово «присадка» сильно дискредитировано. Представленными материалами нам хотелось бы преодолеть существующее мнение, которое сложилось в результате наличия в стране производителей суррогатных топлив, которые, для увеличения октанового числа вводят вещества, «убивающие» двигатель. Такая деятельность незаконна, но как известно, это большой сегмент рынка. Конечно, эти производители совершают преступление по отношению к природе и автомобилистам. В арсенале таких мини-НПЗ, как правило, дешёвые, высокотоксичные, нередко запрещенные вещества, такие как анилин и его гомологи, металлоорганические соединения и всякие отходы производства. Проверка подобных топлив зачастую ведется по минимальному критерию — октановое число.

Пока идет планомерная работа по промышленному внедрению присадки в производство бензинов на НПЗ, мы выпустили модификатор ИФО для розничного рынка. Данным продуктом мы тоже хотим привлечь внимание автомобилистов на заполонившие рынок «волшебные пузырьки с секретными составами», которые рекламируют как эффективные и безопасные. Производители не раскрывают составы этих пузырьков либо по причине использования запрещенных веществ, либо данная информация не совместима с декларациями о качестве и безопасности. Мы честно объявили состав, предоставляем все данные российских и международных исследовательских центров об эффективности и гарантируем безопасность применения.

В год экологии считаю уместным привлечь внимание на данный сегмент рынка и проявить ответственность за экологическое настоящее и будущее, которое усугубляется наличием таких суррогатов.

Успех развития нашего проекта присадки в РФ мы связываем с необходимостью развития отечественного производства. Полупродукты, которые необходимы для локализации производства присадки, востребованы и имеют хороший рыночный потенциал.



Полупродукты получения NMPA являются базовыми при производстве

- | | | |
|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| ✓ ароматических изоцианатов | ✓ арамидных волокон | ✓ гербицидов/фунгицидов |
| ✓ полиуретана | ✓ красителей | ✓ лекарственных препаратов |
| ✓ эпоксидных смол | ✓ антиоксидантов/ингибиторов | |

Представленный производственный кластер имеет отечественную сырьевую базу. На каждом производственном переделе появляется продукт, имеющий спрос в РФ и мире. Одновременно он является полупродуктом для синтеза как товарного продукта, так и последующих веществ для средней и малой тоннажности.

Локализация производства NMPA обеспечит увеличение внутреннего потребления/производства бензола (Б), хлорбензолов (ХБ), дихлорбензола (ДХБ), нитрохлорбензола (НХБ) и других важных для страны полупродуктов для целого спектра многотоннажной продукции и малотоннажной химии.

Производственный кластер стимулирует развитие нефтегазохимии и требует:

- увеличения мощностей производства бензола (внутренний рынок бензола в РФ в настоящее время сбалансирован, но имеет большой потенциал);
- увеличения мощностей производства хлорбензолов (продукции двойного назначения, существующее малотоннажное производство нерентабельно);
- увеличения потребления метанола в более маргинальную продукцию (задача увеличения объемов переработки природного газа в продукцию массового потребления является актуальной задачей).

Цена, которая будет сформирована при массовом производстве, позволит быстро освоить многие рыночные сегменты, в которых NMPA имеет высокую эффективность (повышение октана, ингибитор коррозии, антиоксидант и др.), и обеспечит объем рынка NMPA выше 100 тыс. тонн в год. Себестоимость NMPA при полной локализации производства в РФ может составить около 130 руб/кг, что обеспечит востребованность NMPA на внутреннем и внешнем рынках.

В настоящее время мы делаем попытки инициировать создание данного химического кластера со специалистами Ростеха и ВПК, учитывая необходимость импортозамещения в обеспечении отечественным сырьем продукцией двойного назначения, среди которой высокомолекулярные волокна (например кевлар). Актуальны данные виды сырья для развития промышленности в востребованных сегментах рынка — например, изоцианаты (МДИ), которые внесены в программу Минпромторга по стратегическому развитию химической отрасли до 2030 года. Учитывая потребности в сырье для производства нашей присадки, производитель полупродуктов может снизить себестоимость за счет увеличения объемов производства и сокращения прочих расходов.

Наличие химического кластера даст импульс крупным предприятиям и, что особенно важно, — средним и мелким химическим компаниям/производствам, которые при его наличии могут обеспечить производство широкой номенклатуры малотоннажной продукции и создать дополнительные рабочие места. Это позволит им быть конкурентными на рынках. Производство таких продуктов, как ароматические изоцианаты, полиуретаны, фенилендиамины, арамидные волокна (кевлар, русар и др.), фунгициды, ингибиторы коррозии, субстанции лекарственных препаратов (акрихин, парацетамол и др.), красители, эпоксидные смолы, гидрохинон, пирока-техин, антиоксиданты и антиозонанты и множество другой функциональной химии, не имеет развития в РФ вследствие отсутствия данного химического сырья.

В завершение хотелось бы обратить внимание специалистов, которые отвечают за качество собственной продукции, на необходимость вашего содействия и поддержки в создании условий для системного развития малотоннажной функциональной химии в РФ. Без этого невозможно обеспечить качество и свойства конечной продукции (простой пример — трудно назвать моторное масло без пакета присадок качественным, а учитывая, что это зарубежные разработки и продукты, то и в полной мере отечественным) активнее рассматривать предложения российских разработчиков, производителей и создавать условия для внедрения.



РУСЛАН ХАБИБУЛЛИН,
технический директор
ООО «Петробуст»

Инновационная технология PetroBOOST комплексного воздействия на ПЗП для повышения эффективности разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти и газа



ДМИТРИЙ ВЕЛИГОЦКИЙ,
главный инженер
ООО «Петробуст»

Увеличение добычи углеводородов, особенно на месторождениях с трудноизвлекаемыми запасами, в том числе на завершающей стадии эксплуатации, является актуальной проблемой. Одним из путей решения является внедрение новых технологий, в ходе реализации которых осуществляется интегрированное многофакторное физико-химическое воздействие на призабойную зону пласта, направленное на устранение в течение одной обработки всех основных причин снижения фильтрационной способности коллектора.

Молодая активно развивающаяся компания ООО «Петробуст» разработала и продолжает работы по повышению эффективности инновационной технологии повышения нефтеотдачи пластов месторождений с трудноизвлекаемыми запасами при поддержке фонда «Сколково». Данная технология комплексного водородного термобарохимического воздействия на призабойную зону продуктивного горизонта основана на использовании аномальных свойств водорода в условиях многостадийного термогазохимического процесса, управляемого на каждой стадии. В ходе этого процесса повышается температура, генерируются различные активные газы, в том числе активированный водород, образуются горячие кислоты — азотная и соляная (в отдельных случаях плавиковая), производится обработка поверхностно-активными веществами (ПАВ). Генерируемый на начальной стадии термогазохимического процесса активированный водород улучшает проницаемость коллектора и способствует фильтрации химически активных компонентов в пласт, где происходят их вторичные реакции с его минеральной частью и кольматантами. Снижается вязкость нефти. На высокотемпературной стадии процесса (250–350°C) в условиях высоких давлений, в присутствии активированного водорода и катализаторов реализуется процесс частичного гидрокрекинга асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) с образованием газовых и дистиллятных фракций. Образующаяся на завершающей стадии термогазохимического процесса щелочная среда и последующая ее нейтрализация кислотным составом с ПАВ приводят к дополнительному газообразованию и прогреву ПЗП. Это способствует как увеличению фильтрационной способности коллектора, так и продолжительности эффекта от воздействия.

Работы по повышению эффективности технологии ведутся в направлении оптимизации составов применяемых в ходе химико-технологического процесса горюче-окислительных смесей и гидрореагирующих составов, а также за счет улучшения его управляемости на каждой из температурных стадий.

Промысловые испытания данного метода уже показали его высокую эффективность.

В частности, в марте 2018 года проведены успешные промысловые испытания усовершенствованной технологии на одном из месторождений в вертикальной скважине с высоким содержанием АСПО в нефти. В течение суток после завершения термогазохимического процесса во время освоения скважины свабированием получен фонтан, а расчетное увеличение дебита составило 10 раз. Следует отметить, что до применения технологии скважина эксплуатировалась с применением ШГН.

Контакты:

Тел.: +7 495 2016-432

E-mail: info@petroboost.ru





КИРИЛЛ ФУРМАН



Инновационная технология нефтеизвлечения компании Terratec

До половины всех запасов нефти в мире добывается с использованием системы заводнения. В силу геологических условий строения месторождений и естественных причин, сопровождающих добычу нефти, эффективность работы этой системы снижается и становится неоптимальной. Для эффективного решения задачи интенсификации добычи нефти и повышения нефтеотдачи на зрелых месторождениях с системой заводнения нефтегазовые компании ведут постоянный поиск инновационных разработок.

Компания Terratec занимается созданием и внедрением новых технологий в области повышения нефтеотдачи и интенсификации потоков в нефтеносных коллекторах. Ядром разработок Terratec являются многолетние стендовые и полевые исследования нашей команды в области увеличения приемистости и продуктивности скважин, а также изучения массопереноса флюидов через пористые среды, подвергающиеся быстрым и интенсивным импульсным нагрузкам. В результате проведенных экспериментов на образцах керна был выявлен эффект многократного увеличения скорости перемещения флюидов через пористую среду. На основании полученного эффекта была разработана и успешно апробирована на месторождениях инновационная технология нефтеизвлечения T-Seismo.

Технология T-Seismo состоит из нескольких процессов (рис.1):

- Пневмоудар по жидкости на устье;
- Распространение ударной волны по столбу жидкости в НКТ к забоя;
- При достижении волны забоя скважины происходит гидроимпульсное воздействие на пласт и последующие многократные отражения волны от забоя к устью и обратно.

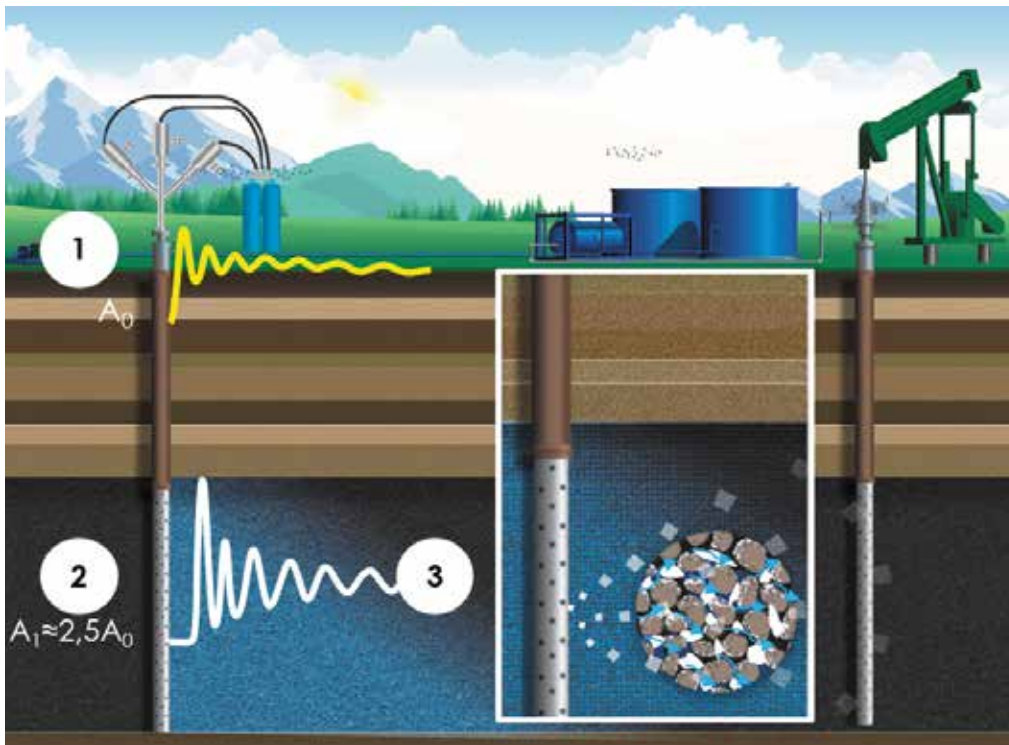


Рис.1 Описание технологии T-Seismo

Оборудование T-Seismo для создания гидроимпульсного воздействия на пласт относится к классу устьевых установок и позволяет генерировать волны сжатия и разрежения с помощью сжатого в ресиверах газа (рис.1 и 2). Возможности оборудования позволяют проводить воздействие в широком диапазоне характеристик в соответствии с конкретными параметрами скважины и пласта. Установка может работать в 3-х основных режимах:

- Гидроимпульсное воздействие (позволяет создать резкий скачок давления, при котором возникает эффект дилатансионного растрескивания породы в интервале коллектора);
- Свабирующее воздействие (позволяет эффективно очистить прискважинную зону пласта от кольматанта или нерастворенных продуктов реакции после применения кислотных композиций);
- Сейсмовоздействие (позволяет создать затухающие сейсмические колебания столба жидкости в скважине, которые благоприятно влияют на перемещение нефти в не охваченных заводнением интервалах пласта).

При реализации технологии отсутствуют длительные остановки скважины и все работы проводятся без привлечения бригады КРС/ПРС. Имеющийся положительный опыт совмещения T-Seismo с закачкой различных химических реагентов подтверждает перспективы комплексирования технологии с химическими методами воздействия для повышения эффективности обработок и расширения возможностей технологии.

Технология T-Seismo предназначена для:

- Улучшения эффективности заводнения и ускорения разработки коллектора благодаря:
- повышению приемистости нагнетательных скважин;
- перераспределению профиля приемистости нагнетательных скважин по вертикали;
- увеличению объемов закачиваемой воды.
- Увеличения дебита окружающих добывающих скважин.
- Вовлечения в работу добывающих скважин, не реагировавших на заводнение ранее.

Преимущества технологии T-Seismo:

- Малоинвазивная технология позволяет сохранить целостность коллектора и обсадной колонны;
- Возможно многократное применение с сохранением высоких результатов;
- Простота реализации и невысокая удельная стоимость по сравнению с конкурирующими методами.

Объектами применения T-Seismo являются терригенные и карбонатные пласты со следующими характеристиками (на основании накопленного полевого опыта работ):

- Коэффициент пористости — от 12%;
- Коэффициент проницаемости — от 1 мД;

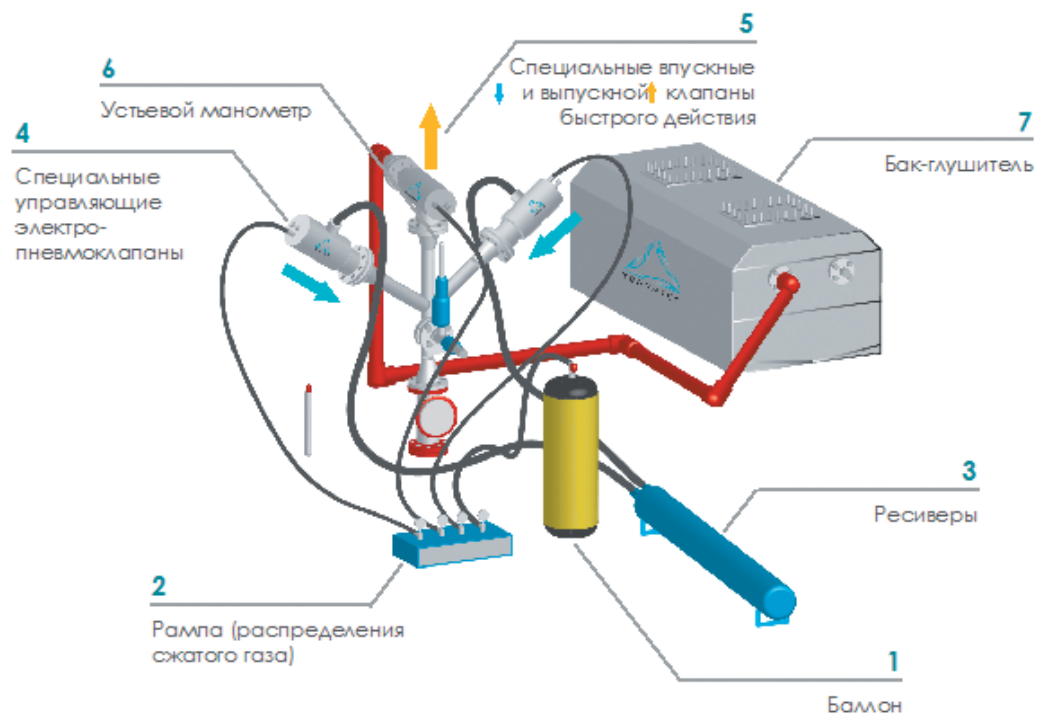


Рис. 2 Оборудование T-Seismo



Рис. 3 Фото оборудования



Рис.3 Динамика работы нагнетательной скважины до и после применения технологии T-Seismo

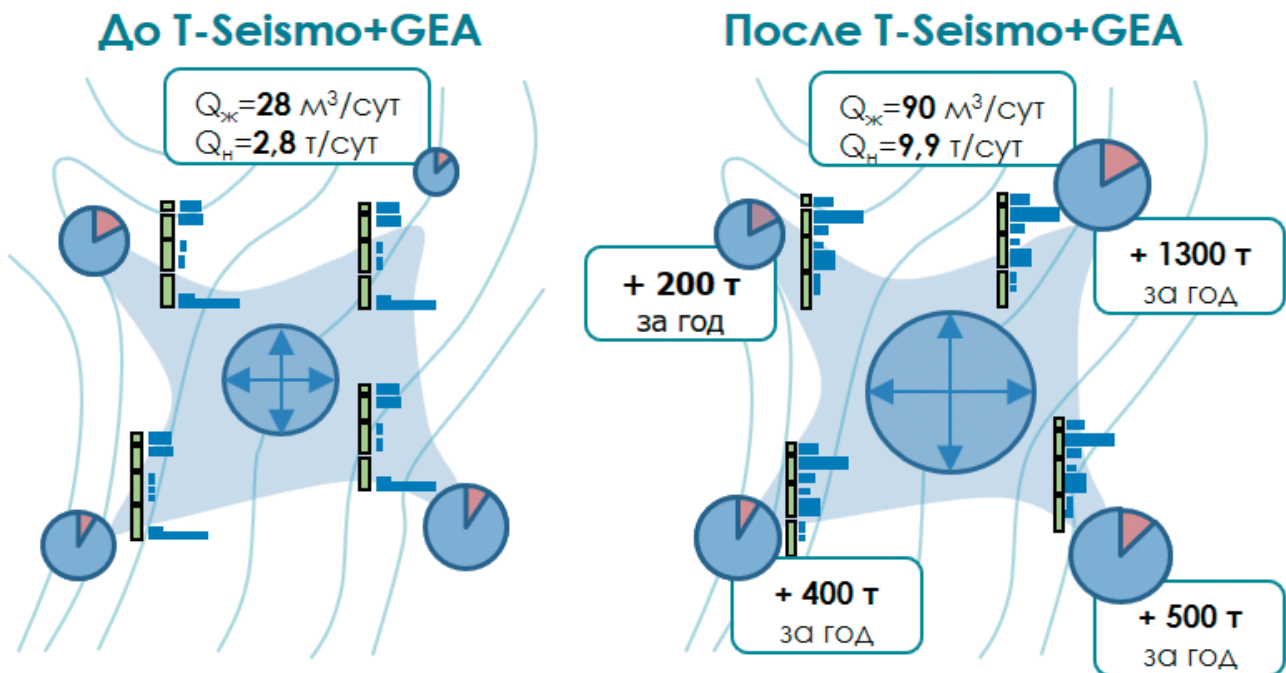


Рис.4 Динамика показателей работы добывающих скважин окружения до и после применения технологии T-Seismo

- Вязкость нефти — до 10 сП;
- Толщина пропластков — от 1 метра;
- Пластовое давление — не ниже давления столба жидкости в заполненной до устья скважине;
- Пластовая температура — выше 36°C.

Технология T-Seismo была успешно применена на **200+** (в России, Европе, Средней Азии) вертикальных и горизонтальных скважинах в основном на зрелых месторождениях.

Средние результаты на одну операцию в нагнетательных скважинах (данные приведены на основании независимой экспертизы):

- Общее увеличение закачки воды: 15700 м³, на **85%** от базы (диапазон 50–220%);
- Увеличение дебитов реагирующих скважин: 11,6 т/сут, на **30%** от базы;
- Дополнительная добыча нефти в реагирующих скважинах: **5980 т**, на **30%** от базы;
- Продолжительность эффекта: **18** месяцев.

В качестве примера на рис.3 и 4 приведены результаты применения технологии T-Seismo на одном из обводненных участков залежи месторождения в Западной Сибири.



**ДМИТРИЙ
ПОНОМАРЕНКО,**
«Октопус», директор
Центра инновационных
технологий строительства
и эксплуатации
нефтегазовых скважин
Института проблем нефти
и газа РАН, ментор Фонда
«Сколково»
octop@yandex.ru

Мобильный метод проведения пассивной сейсморазведки для решения поисковых задач на залежи углеводородов

Возобновление запасов углеводородов (УВ) в настоящее время происходит как за счет мало-размерных и сложнопостроенных залежей УВ, находящихся вблизи от основного месторождения, так и за счет открытия месторождений в новых нефтегазовых провинциях, находящихся в крайне малодоступной местности. Для открытия малых месторождений традиционные методы разведки, в первую очередь структурная сейсморазведка, малоэффективны, а при работе на новых нефтегазовых провинциях — крайне дороги. Рынок остро нуждается в новых поисково-разведочных методах, позволяющих экономически обоснованно проводить геологоразведку для сложнопостроенных геологических сред и в труднодоступной местности, в частности в Восточной Сибири, на Крайнем Севере, на шельфе, а также в труднодоступных районах Южной Америки и Индии. Эти факторы обусловили тенденцию в мировой геологоразведке к разработке новых методов, в том числе и методов пассивной сейсморазведки. Как известно, она существенно менее затратна в части полевых работ, так как в отличие от активной сейсморазведки для полевых работ не требуется тяжелой техники.

ООО «Градиент Технологджи» получило мини-грант Фонда «Сколково» на реализацию проекта «Мобильный метод проведения пассивной сейсморазведки для решения поисковых задач на залежи углеводородов». Соинвестором выступило АО «Октопус». Данный проект предполагает дальнейшее развитие запатентованного поискового метода пассивной сейсморазведки — низкочастотного сейсмического зондирования (НСЗ), показавшего высокую подтвержденность прогноза (около 85%). Разработчики метода поставили перед собой две основные задачи: сформировать скоростную модель среды без использования активной сейсмики и выстроить высокопроизводительную систему решения прямых динамических задач механики сплошной среды, адаптированную к задачам пассивной сейсморазведки и имеющую приемлемую стоимость аппаратной базы. Решая эти задачи, получатели мини-гранта провели комплекс научно-исследовательских работ, направленных на выработку и проверку как математических, так и программно-технических решений.

Была разработана математическая модель распространения упругих волн в упруго-вязкой сплошной среде, апробированы методы адаптивной фильтрации полевых данных микросейсмических записей большого объема, адаптирован алгоритм восстановления скоростной модели среды для Р-волн при использовании трехкомпонентных датчиков. Также были разработаны решения по архитектуре системного программного обеспечения суперкомпьютерного кластера и макетный образец программно-технологической поддержки для обеспечения проведения экспериментов по восстановлению скоростной модели среды и модификации метода НСЗ.

Разработчики инновационного метода провели ряд экспериментов по восстановлению скоростной модели и модификации НСЗ на макетном программно-технологическом стенде. В ходе работ активно использовалось суперкомпьютерное полноволновое 3D-моделирование на базе GPGPU, направленной на проведение геологоразведки для сложнопостроенных геологических сред и в малоизученной труднодоступной местности, в том числе на шельфе. Были проведены научно-исследовательские и экспериментальные работы по методам фильтрации данных полевых изысканий, восстановлению скоростной модели геологической среды по данным полевых наблюдений пассивной сейсмики, тестированию и настройке оборудования и системного программного обеспечения суперкомпьютерного кластера.

По результатам проведенных работ была подготовлена и подана в Федеральный институт промышленной собственности заявка на выдачу патента на изобретение в отношении «Мобильный поисковый метод проведения пассивной низкочастотной сейсморазведки». Был разработан макетный образец программно-технологической поддержки технологии, подтверждена перспективность работ в создании инновационной технологии пассивной сейсморазведки. Таким образом, участники проекта выполнили поставленные перед ними задачи, успешно модифицировав метод НСЗ и адаптировав его к сложнопостроенным средам за счет разработки новых алгоритмов и аппаратно-вычислительных средств.

КЛЮЧЕВОЕ СОБЫТИЕ ОТРАСЛИ:

в центре внимания, в центре Москвы

НАЦИОНАЛЬНЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ ФОРУМ

17-18 апреля 2018
Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.oilandgasforum.ru

18-я международная выставка

НЕФТЕГАЗ-2018



16-19 апреля 2018
Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.neftegaz-expo.ru



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
НЕФТЕГАЗОВЫЙ
ФОРУМ

www.oilandgasforum.ru

18-я международная выставка

НЕФТЕГАЗ-2018

www.neftegaz-expo.ru

