



Умные микроконтейнеры

АНАТОЛИЙ ЗАМРИЙ

Исполнительный директор Межотраслевого экспертно-аналитического Центра (МЭАЦ) Союза нефтегазопромышленников России

НАТАЛЬЯ ВИКТОРОВА

Старший советник МЭАЦ Союза нефтегазопромышленников России

Проблема с загрязнением нефти в системе «Транснефти», которая вылилась практически в международный скандал, не только выявила необходимость усовершенствования технологий слежения за системой транспортировки и контроля качества нефти, но и поставила перед российскими учеными и нефтяными технологами вопрос: а как мы вообще можем предотвратить такого рода случайности? Возможно, необходимо внедрять в процессы более совершенные технологии, которые позволят устранить возможность человеческой ошибки на самом раннем этапе. В связи с этим мы решили рассказать о проекте создания подобных новейших технологий двумя научно-исследовательскими группами под началом профессора Глеба Сухорукова и профессора Виктора Ерохина. Этот проект носит название «умные микроконтейнеры» (УМК).

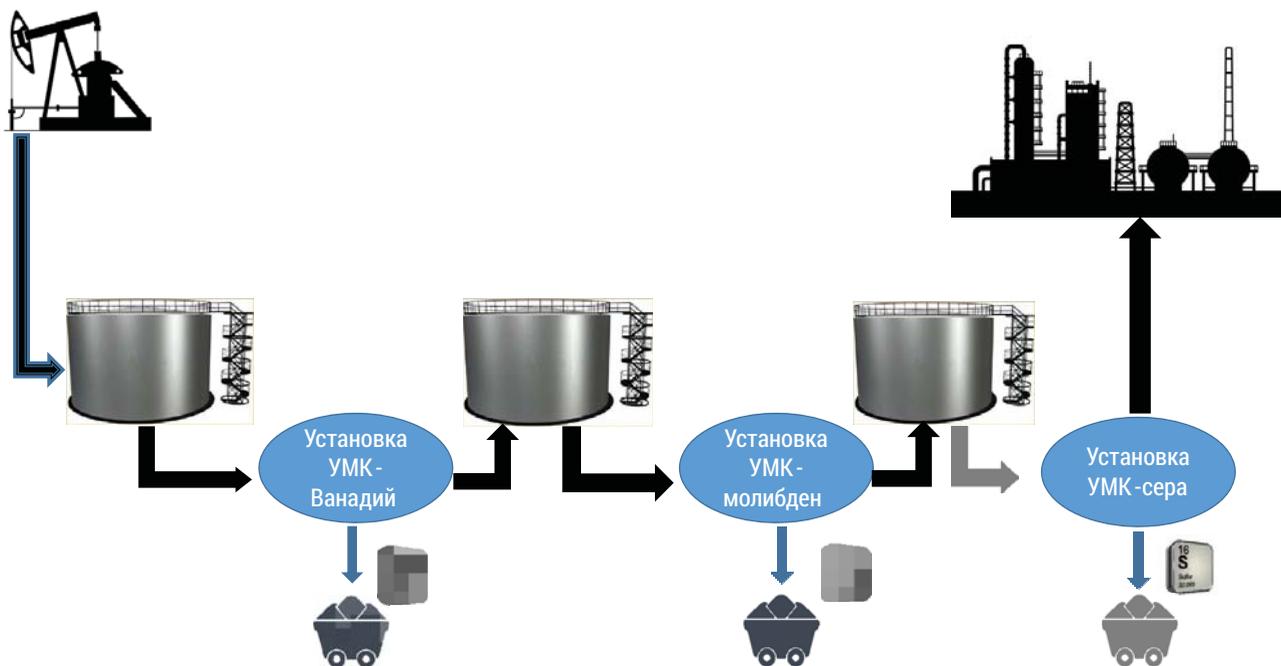
Изобретение «умных микроконтейнеров» (smartpill) – результат многолетних исследований и испытаний российских ученых. Это полая нанокapsула из полимера, молекулярная архитектура оболочки которой позволяет доставить УМК в нужное место и там высвободить запрограммированным способом активное вещество, действующее заданное время и /или на заданном отрезке. Заполнить наноконтейнер можно практически любым веществом.

Диаметр капсулы составляет от 50 нм до нескольких десятков мкм, толщина стенок – 4–1000 нм, при этом содержимым занимается до 99% массы контейнера. Физические свойства капсулы, включая размер и форму, регулируются техническим заданием, а доставка и факторы высвобождения вещества инициируются

Глеб Борисович Сухоруков – физик российского происхождения, профессор Лондонского Университета Королевы Марии, ведущий разработчик в области нанотехнологий, руководитель лаборатории Саратовского государственного университета. В 2016 году получил президентский мегагрант на исследования, автор более трехсот научных статей и 12 патентов. Эксперт инновационного центра «Сколково».

Виктор Васильевич Ерохин – доктор физико-математических наук, профессор Пармского Института материалов для электроники и магнетизма (Италия), член международного совета при Казанском государственном университете, автор около 200 научных работ.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ВЫДЕЛЕНИЯ ВАНАДИЯ, МОЛИБДЕНА И СЕРЫ ИЗ СЫРОЙ НЕФТИ С ПОМОЩЬЮ УМК



Источник: МЭАЦ СНГПР

удаленно. Это следующие факторы: уровень кислотности pH, изменение температуры, изменение химического состава окружающей среды, свет, действие электрического тока, магнитного поля, радиоволны, лазер. Оболочка, в соответствии с техническим заданием, может быть биоразлагаемой и не нанести ущерба продукту или окружающей среде после того, как выполнит свое предназначение.

Изобретение «умных микроконтейнеров» – результат многолетних исследований и испытаний российских ученых, заполнить контейнер можно практически любым веществом

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

«Умным микроконтейнерам» на данный момент уже нашли в применение в медицине для лечения онкологических заболеваний и артрозов (болезней суставов). Реакция медицинского сообщества неоднозначная: некоторые врачи с энтузиазмом берутся тестировать и применять новинку на практике, другие относятся с недоверием и ждут результатов исследований. Однако области использования нано- и микроконтейнеров-

гораздо шире. УМК могут эффективно использоваться в промышленности, так как процессы, происходящие в человеческом организме куда сложнее производственных процессов.

В 2016 году Виктор Ерохин, ведущий научную деятельность в Казанском Федеральном университете, получил запрос от коллег из «Татнефти»: можно ли применить принцип наноконтейнеров в нефтегазовой промышленности, а конкретно – в трубопроводных системах. Подобное прикладное применение научного открытия кажется перспективным, если не сказать революционным. Применение наноконтейнеров заставит отказаться от привычных методов работы, оборудования, но при этом повысит эффективность добычи и увеличит чистоту конечного продукта.

ПРОДВИЖЕНИЕ ПРОЕКТА

Однако разработка и тестирование высокотехнологичной продукции требует серьезных ресурсов: финансовых, производственных, лабораторных, интеллектуальных. Межотраслевой экспертно-аналитический центр (МЭАЦ) Союза нефтегазопромышленников России заинтересовался этой инновационной идеей и начал продвижение проекта совместно с учеными. Первым шагом стало налаживание диалога между учеными, отраслевыми научными учреждениями, академиком, технологами нефтяных компаний, представителями заинтересованных министерств и российскими фондами. В мае 2018 года состоялось совещание, на ко-

ПРОЦЕССЫ UPSTREAM, В КОТОРЫХ ПЕРСПЕКТИВНО ПРИМЕНЕНИЕ УМК

Процесс	Описание	Предложил
Процессы, связанные со сбором ионов металлов, серы и воды	Селективное связывание ионов металлов (Ca, других металлов) с помощью микроконтейнеров, при фильтрации воды для закачки в пласт (альтернатива осмосу)	Газпром нефть
	Очистка от серы	МЭАЦ СНГПР
	Очищение сырой нефти от ванадия (возможно, молибдена) в процессе транспортировки с получением чистого нефтяного ванадия	Транснефть
Процессы, связанные с адресной доставкой и выпуском капсулированного вещества	Доставка катализаторов или реагентов в нефтесодержащие пласты для снижения вязкости, инициирования каталитических реакций и увеличения нефтеотдачи	ИК СО РАН
	Инициация полимеризации составов (цементирования, отверждения) при ремонтно-изоляционных работах под воздействием запрограммированных факторов (ограничение водопритока из пласта избирательного воздействия)	Газпром нефть, Татнефть
	Использование микроконтейнеров с кислотой, создаваемых с помощью технологии коаксиального электроспрея, для обработки призабойной зоны (декольматации и пр.)	Газпром нефть
Процессы ГРП	Капсулирование брейкеров ГРП с заданным временем / фактором срабатывания. Для повышения эффективности операции и достижения полного разрушения геля только после окончания продавки	Газпром нефть
	Создание проппант-контейнеров разной конфигурации для разных условий проведения ГРП. Для повышения эффективности, сокращения времени, предотвращения выноса проппанта и пр.	Газпром нефть
	Капсулирование проппанта – формирование оболочки для уменьшения скорости седиментации	Газпром нефть
Использование УМК в качестве маркеров и трекеров в трассерных исследованиях	Кодирование с помощью уникального флуоресцентного спектра. Кодирование с помощью оптического спектра с использованием комбинации базовых цветов	РИТЭК, Татнефть

Источник: МЭАЦ СНГПР

тором представили результаты первого этапа проекта. Откликнулись компании, заинтересованные в высоких технологиях на производстве. Именно от них, практиков и производственников, было важно услышать о проблемах, решаемых внедрением наноконтейнеров. И, как оказалось, список проблем, требующих решения, – внушителен. Технологии, применяющиеся сейчас, морально устарели, эксперты и производственники признают их неэффективными.

Определилась исследовательская база – НИИ РАН, НИИ при компаниях и научно-технические центры. Производственную базу и площадки для испытаний обещали предоставить заинтересованные нефтяные компании, потенциальные конечные пользователи – «Транснефть», «Татнефть» и другие. Появились варианты финансирования разработок. Первая реакция специалистов компаний – энтузиазм, однако в дальнейшем интерес снизился. Это можно объяснить сложными бюрократическими согласованиями проекта в нефтяных гигантах, поэтому в итоге осталось всего несколько компаний, активно обсуждающих проект. Среди них – компания «Газпром нефть». В конце 2018 года Глеб Сухоруков прочитал лек-

цию об УМК в Томском НИОСТ, которую затем обсудили в Научно-Техническом Центре «Газпром нефти».

Прикладное применение научного открытия в трубопроводных системах кажется перспективным, если не сказать революционным

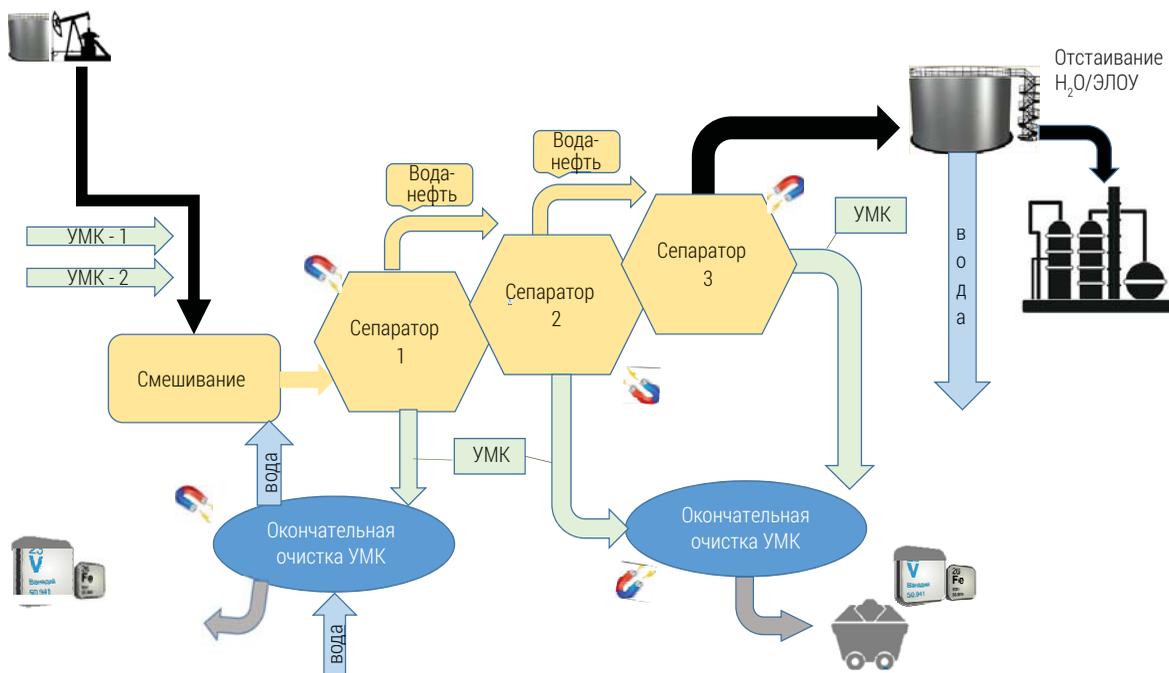
КАКИМ ПРОЦЕССАМ ПОМОГУТ УМК

Главным итогом первого этапа продвижения идеи применения «умных контейнеров» стал целый список процессов в добыче, которые могут быть усовершенствованы.

Практически все предложения воплощаемы. Опишем примеры процессов.

Пример 1. Закапсулировать в УМК брейкеры и запрограммировать время или условия высвобождения. Подавать одновременно с гелем или проппантом,

УПРОЩЕННАЯ БЛОК-СХЕМА ВЫДЕЛЕНИЯ ВАНАДИЯ ИЗ НЕФТЕСОДЕРЖАЩЕЙ ЖИДКОСТИ



Источник: МЭАЦ СНГПР

однако полное разрушение геля произойдет только после окончания процесса продавки. Также возможно создать проппант-контейнеры, уже содержащих в себе брейкер, но срабатывающий только тогда, когда это нужно. Очевидна экономия времени и ресурсов на проведение операции ГРП, при этом гель разрушится полностью.

Пример 2. Маркировать нанокапсулы в трассерных исследованиях возможно следующим образом: поместить в контейнер уникальный комплекс наночастиц либо флуоресцентного, либо оптического спектра, где используются комбинации базовых цветов. Способ применим при исследовании сообщающихся скважин.

НА КАКОМ ЭТАПЕ НАХОДИТСЯ ПРОЕКТ

В декабре 2018 года состоялось совещание на базе МЭАЦ, которое ознаменовало конец первого этапа проекта «Умные контейнеры» и начало следующего. Сомнений нет: проект перспективный. Выгода от использования покрывает затраты на разработку этого проекта, исследование и внедрение. Однако круг участников сузился по сравнению с майским совещанием, так как остались только самые активные нефтяные компании, которые и определили дальнейший план разработок.

ГК «Титан» обнаружил повышенный интерес к программированию сразу нескольких качеств наноcontainers, которые можно использовать как при сб-

ре, так и при отводе нефтепродуктов. Представители «Транснефти» выделили извлечение ванадия из нефти как самое желаемое направление для исследований. «ЛУКОЙЛ» поднял проблему микротрещин и готов участвовать в ее решении с помощью наноcontainers. Первые технические задания от компаний уже сформулированы.

Сомнений нет: проект перспективный. Выгода от использования покрывает затраты на разработку этого проекта, исследование и внедрение

Компания «Татнефть» готова к кооперации с другими промышленниками, имеющими схожие потребности на научной базе Казанского федерального университета, который согласился стать площадкой для разработки прикладных технологий, а конкретно – НОЦ «Моделирование ТРИЗ», где уже проводятся исследования по катализаторным и трассерным технологиям. Главные направления совместной деятельности: гидроразрыв пласта, исследование скважин, водоподготовка, бурильные реагенты, транспортировка нефти и др. В данный момент прорабатываются технические задания.

Президент республики Татарстан Рустам Минниханов уже поддержал проект. Он рекомендовал рассмотреть перспективы сотрудничества в направлении нефтегазохимии

Президент республики Татарстан Рустам Минниханов уже поддержал проект. Он рекомендовал рассмотреть перспективы сотрудничества в направлении нефтегазохимии «Татнефтехиминвест-холдингу».

Открытость республики Татарстан инновациям широко известна. Проект сразу поддержали на всех уровнях: есть научная (университет), производственная (площадки, предоставленные «Татнефтью»), управленческая (помощь властей на самом высоком уровне) база для дальнейшей успешной работы.

О проекте «Умные микроконтейнеры» было доложено Совету при Президенте России. Союз нефтегазопро-

мышленников России активно продвигает перспективную отрасль прикладных нанотехнологий, которые решат насущные проблемы добычи и переработки нефтегазовой отрасли.

МЭАЦ также призывает другие компании присоединиться к разработкам и исследованиям в рамках проекта «Умные микроконтейнеры», особенно тех, кто на декабрьском совещании обозначил важные направления работы, где могут применяться нанотехнологии. Это – «Транснефть» (и их идея сбора ванадия из нефти при транспортировке), «Газпром нефть» (и желание решить конкретные проблемы добычи) и «СИБУР Холдинг». На каждое совещание приглашаются также представители министерств и ведомств.

Межотраслевой экспертно-аналитический центр Союза нефтегазопромышленников России считает, что ученых с мировым именем обязательно нужно поддержать, ведь прикладное использование результатов их работы технологически продвинуто промышленностью сразу на несколько лет вперед. Нельзя допустить очередной утечки идей, «мозгов», технологий и очередного сценария, когда идея появляется здесь, в России, но затем реализуется за рубежом. ❗



Оценки, прогнозы
и рекомендации
топ-менеджеров
нефтегазовых компаний

www.ngv.ru