

# СЕРДЖИО КАПУСТА: SHELL С НАНО ПО ПУТИ



Shell является отраслевым лидером в области проведения исследовательских работ по нанотехнологиям, опережая здесь все остальные крупнейшие нефтегазовые компании. В последние годы благодаря научно-техническому прогрессу появилось значительно больше возможностей для понимания, моделирования и контроля процессов, происходящих на самых элементарных уровнях вещества — молекулярном, атомарном, наноуровне.

Это приводит к тому, что нанотехнологии становятся все более доступными как с технической точки зрения, так и по стоимости. Уже сегодня виден определенный круг задач в нефтегазовой отрасли, решение которых с помощью наночастиц и созданных на их основе новых материалов в ближайшем будущем может оказаться весьма эффективным.

Серджио Капуста, руководитель исследовательских работ Shell Global Solutions, предполагает появление в ближайшие 5–10 лет практически применимых нанотехнологий и в разведке, и в добыче, и в переработке, и в транспортировке углеводородного сырья. Где-то они уже есть, и не только на уровне теории, но в большинстве случаев остаются пока слишком дорогостоящими. Вот над этим «пока» Shell и работает: нанотехнологии могут и должны изменить наш мир...

**Ред.:** Суть нанотехнологий, вроде бы, понятна...

**С.К.:** Нанотехнология — это манипуляция материей с изменением ее свойств на самом элементарном уровне: молекулярном, атомарном, наноуровне. На самом деле нанотехнология не представляет собой что-то очень новое. Например, Shell вот уже на протяжении ста лет производит и приме-

няет катализаторы, в которых все это время фактически были задействованы нанотехнологии.

Просто сто лет назад мы еще не знали о существовании наночастиц. Прогресс заключается в том, что теперь мы знаем об этом, производим наночастицы не случайно, а сознательно, и к тому же научились контролировать их размер при производстве.

Если оглянуться еще дальше назад, то, например, цвет некоторых видов древней китайской керамики был получен благодаря именно наночастицам золота. Кстати, если оно обычно имеет желтый цвет, то наночастицы золота, в зависимости от их размера, могут быть синими, красными, зелеными или желтыми. И технологию окрашивания керамики с

их помощью знали тысячу лет назад! Но тогда к ней пришли случайно, и ее применение было несознанным.

В настоящее время у нас несравненно больше возможностей для того, чтобы заглянуть на молекулярный уровень и детальнее рассмотреть, понять и смоделировать происходящие там, внизу, процессы. К тому же появились технические возможности для того, чтобы манипулировать отдельными атомами с изменением физических свойств веществ.

**Ред.:** Для манипуляции отдельными атомами, молекулами должны быть созданы соответствующие механизмы. Есть ли уже примеры действующих наномеханизмов?

**С.К.:** Да, мы разработали промышленный технологический процесс, позволяющий изготавливать наночастицы того размера, который нам необходим. Например, в косметологии для производства кремов с его помощью изготавливаются частицы оксида титана, размер которых составляет примерно 50 нанометров.

Применительно к нефтегазовой отрасли мы производим алмазные наночастицы размером порядка 20–50 нанометров, используемые в качестве присадок к металлам.

Изначально технологический процесс получения наночастиц был очень сложным и дорогостоящим. Технология подразумевала химическое выпаривание наночастиц в условиях высокого вакуума и высокой температуры. Но теперь мы можем получать наночастицы, в частности, из обычного водного раствора. Так мы изготавливаем наночастицы диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ), просто изменяя кислотность водного раствора. Сегодня мы уже можем выращивать углеродные нанотрубки при обычной комнатной температуре порядка 20°C.

Если еще 20 лет назад для напыления наночастиц на металлы нам требовалась не только высокая температура, но и создание высокого вакуума, то сегодня мы можем делать это очень просто и быстро — с помощью специальной горелки в обычной среде.

**Ред.:** Чем объясняется изменение свойств материалов, полученных с помощью нанотехнологий?

**С.К.:** С помощью наночастиц можно изменять поверхностные свойства материалов, и это значительно важнее, нежели стараться изменить их по всему объему. Наночастицы «работают» именно на поверхности вещества, и это является ключевым моментом в изменении свойств материалов.

Мы можем использовать наночастицы для создания специальных покрытий, имеющих очень высокую коррозионную стойкость, прочность и отличные адгезивные свойства по отношению к металлам. В частности, в промышленности уже применяются алмазные нанопокртия, а также покрытия на основе оксида алюминия и оксида титана.

При производстве катализаторов наночастицы за счет своего сверхмалого размера позволяют многократно увеличить площадь поверхности взаимодействия, благодаря чему значительно возрастает и активность всего катализатора.

При этом результат воздействия наночастиц на материал проявляется на квантово-механическом уровне. Природа наночастиц такова, что они обладают скорее волновыми свойствами, нежели свойствами материальных частиц.

**Ред.:** Насколько это дорогая технология?

**С.К.:** Стоимость в каждом конкретном случае индивидуальна. Конечно, нанотехнологии дороже, например, напыления обычных материалов. Но в ряде случаев они эффективны, даже несмотря на более высокую стоимость, поскольку позволяют решить те задачи, которые невозможно решить с помощью традиционных методов.

**Ред.:** Расскажите, пожалуйста, о таких, на первый взгляд, фантастических вещах, как самовосстанавливающиеся материалы для трубопроводов, получаемые с помощью нанотехнологий, которые «запоминают» свою структуру и

восстанавливают ее при превышении допустимых нагрузок или проявлениях коррозии.

## Технологию окрашивания керамики с помощью наночастиц золота китайцы знали тысячу лет назад!

**С.К.:** Действительно, мы занимаемся созданием самовосстанавливающихся материалов и начали проводить их тестирование. Существует несколько механизмов такого самовосстановления. Конечно, сегодня это значительно более дорогая технология по сравнению с обычными покрытиями, поэтому ее использование экономически оправдано, в частности, в труднодоступных местах, где нет возможности оперативно устранить повреждение материала. Например, на больших глубинах в море, в условиях Арктики, а также в других местах, значительно удаленных от инфраструктуры.

## Мы разработали промышленный технологический процесс, позволяющий изготавливать наночастицы того размера, который нам необходим

Помимо трубопроводов, самовосстанавливающиеся материалы могут стать незаменимыми также при производстве резервуаров, необходимость в регулярном техническом обслуживании внутренних поверхностей которых отпадет на десятилетия.

## Сегодня мы уже можем выращивать углеродные нанотрубки при обычной комнатной температуре порядка 20°C

Также эта технология может успешно работать в стекловолоконных трубах, применяемых для перекачки агрессивных жидкостей и в химической промышленности. Наночастицы обеспечат самовосстановление структуры стекловолокна при появлении небольших трещин.

**Ред.:** Какие еще точки приложения нанотехнологий в нефтегазовой отрасли рассматриваются в перспективе?

**С.К.:** В настоящее время мы прорабатываем возможность использования наночастиц для по-

**Мы можем использовать наночастицы для создания специальных покрытий, имеющих очень высокую коррозионную стойкость, прочность и отличные адгезивные свойства по отношению к металлам**

иска углеводородов, залегающих на больших глубинах, и рассчитываем за счет этого значительно повысить точность разведки и мо-

**Помимо трубопроводов, самовосстанавливающиеся материалы могут стать незаменимыми также при производстве резервуаров, необходимость в регулярном техническом обслуживании внутренних поверхностей которых отпадет на десятилетия**

делирования. В перспективе поиск и определение границ нефтегазовых залежей, коллекторов с

помощью наночастиц может стать одним из главных направлений применения нанотехнологий в нефтегазовой отрасли.

Наши современные технологии обнаружения границ скоплений углеводородного сырья и его количественной оценки работают недостаточно хорошо, особенно на больших глубинах. Мы хотим использовать наночастицы для их нагнетания в коллектор и с их помощью получать более подробную информацию о коллекторе и о находящихся в нем ресурсах нефти, газа, воды.

Наночастицы, попадая в поры и задерживаясь там, на границе нефти и воды, будут отражать посылаемые с поверхности сигналы, благодаря чему можно будет более точно определять границы нефтеносности. Для того чтобы не застревать в порах, наночастицы должны быть примерно в пять раз меньше, чем ширина поры. Поскольку ширина таких пор может составлять порядка 1 микрометра, размер наночастиц должен быть соответственно меньше 200 нанометров.

Эта технология еще не готова к применению в геологоразведке по двум главным причинам. Во-первых, пока это еще слишком дорого. Во-вторых, нам еще предстоит понять, как конкретно доставлять наночастицы в коллекторы, поры. Дополнительно нам предстоит выяснить, сможем ли мы потом забрать эти частицы назад на поверхность.

**Ред.:** А зачем забирать их обратно?

**С.К.:** Во-первых, они достаточно дорогостоящие, и нужно постараться использовать их повторно. Во-вторых, мы не хотим, чтобы эти частицы оказались в пресной питьевой воде. Мы не занимались исследованиями возможных последствий такого попадания. Возможно, что никаких последствий и не будет, но в настоящее время мы настроены извлекать закачанные наночастицы обратно.

Еще одно важнейшее направление, в котором мы планируем задействовать нанотехнологии, — увеличение коэффициента нефтеизвлечения. И соответствующие технологии уже существуют.

Например, уже сейчас можно использовать нанотехнологии для того, чтобы при нагнетании воды для увеличения пластового давления при помощи наночастиц избирательно блокировать каналы поступления воды и направлять воду в нужных нам направлениях.

**Ред.:** По сути, это те же потокоотклоняющие технологии, которые сегодня применяются, например, с использованием полимеров?

**С.К.:** Да, это похожая технология, но она более точная, избирательная и эффективная. Наночастицы, попадая в поры, самоувеличиваются примерно в десять раз и блокируют их.

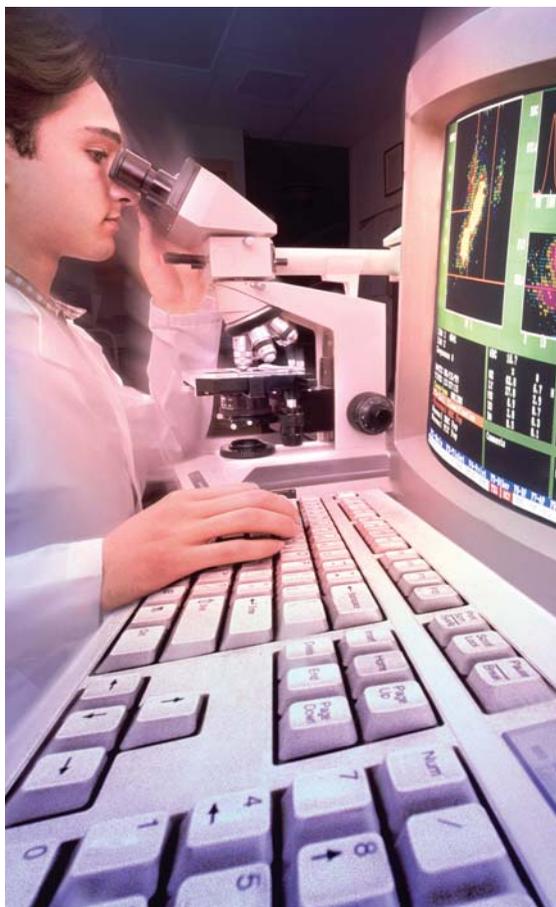
**Ред.:** На каких направлениях, связанных с нанотехнологиями, Shell планирует сосредоточиться в самом ближайшем будущем?

**С.К.:** В первую очередь, мы будем совершенствовать технологии улучшения антикоррозионных свойств материалов и их прочности. Начало промышленного использования наночастиц для их нагнетания в коллекторы при поиске нефтегазовых запасов это все-таки перспектива 5–10 ближайших лет. Что касается использования нанотехнологий в катализаторах для производства нефтепродуктов — это уже свершившийся факт. Так, мы используем их в нашей технологии GTL.

Если еще 20 лет назад разброс размеров производимых наночастиц колебался от 5 до 100 нанометров, то в последнее время мы добились снижения этого диапазона до 10–20 нанометров. Благодаря этому качество производимых катализаторов увеличилось в 4–5 раз.

**Ред.:** Имеют ли, на ваш взгляд, нанотехнологии шанс стать массовыми в ближайшее время?

**С.К.:** В отдельных специфических сферах у них есть очень хорошие шансы стать массовыми. В нефтегазовой отрасли это может произойти, например, в изготовлении высокопрочных и сверхкоррозионностойких деталей устьевого оборудования для добычи нефти и газа, в частности, фонтанных штуцеров.



**Ред.:** Среди уже реализованных проектов Shell — очищение воды с помощью нанотехнологий. Не могли бы вы рассказать об этих проектах?

**С.К.:** Действительно, у нас есть определенные проекты по очистке воды, например на Филиппинах, в США. Сейчас разрабатывается проект по очистке воды в Северном море. Суть технологии заключается в применении наночастиц, особенно эффективных при очистке воды от тяжелых металлов и вредных веществ, таких как селен, мышьяк и других. Обычные фильтры не работают на атомном уровне, а наночастицы могут задерживать определенные частицы, которые вы хотите отсеять.

**Ред.:** Недавно в Хьюстоне прошел международный форум Shell по нанотехнологиям. Кто в нем участвовал и что обсуждалось?

**С.К.:** Этот конгресс мы провели примерно год назад. В нем участвовали 35 ученых из различных университетов и также 35 представителей Shell. Конференция проходила три дня. Мы обсуждали перспективы развития нанотехнологий, возможные области их применения. В результате обсуждения родились некоторые инвестиционные планы, не только для Shell, но и для консорциума, который называется Advanced Energy Consortium и в который, помимо Shell, входят также Total, ConocoPhillips, BP, Marathon, Schlumberger, Baker Hughes, Petrobras, Occidental Petroleum Corp. и другие.

**Ред.:** Как вы считаете, Shell опережает вышеперечисленные компании в исследованиях, связанных с нанотехнологиями?

**С.К.:** Думаю, да. Нам нравится считать, что мы впереди наших конкурентов. Shell очень интенсивно работала в данной области в течение трех последних лет. В частности, наша компания возглавляет исследовательские работы в рамках трех глобальных проектов: Advanced Energy Consortium, SPE (Society of Petroleum Engineers) и голландской ассоциации «Передовая физика для нефти и газа».



**Ред.:** Общеизвестно, что Shell уделяет серьезное внимание разработке и применению технологий возобновляемой энергетики. Каковы перспективы применения нанотехнологий в данной области?

**С.К.:** Здесь наша компания, как и другие энергетические компании, рассматривает несколько возможностей использования нанотехнологий. Например, они могут с большой выгодой применяться в сфере хранения энергии. Например, в аккумуляторах солнечной энергии или энергии, выработанной за счет ветра. Катализаторы, используемые для конвертации биомассы в биотопливо, также могут включать наночастицы.

Проводятся исследования возможного использования наночастиц в аккумуляторах электромобилей и автомобилей на традиционном топливе. Плотность энергии, время подзарядки такого аккумулятора зависят от насыщенности материалов аккумулятора наночастицами. В лабораториях некоторых институтов уже созданы батареи, которые можно заряжать за десять минут, тогда как обычную батарею необходимо заряжать около двух часов.

Мы также предполагаем, что наночастицы можно использовать для поглощения и пред-

отращения распространения CO<sub>2</sub> — углекислого газа. Но на

**Нанотехнологии имеют хороший шанс стать массовыми, например, в изготовлении высокопрочных и сверхкоррозионностойких деталей устьевого оборудования для добычи нефти и газа, в частности, фонтанных штуцеров**

сегодняшний день это очень дорогостоящая технология.

На мой взгляд, нанотехнологии уже оказали большое воздействие на развитие таких областей индустрии, как электроника, фар-

**Наночастицы можно использовать для поглощения и предотвращения распространения углекислого газа. Но на сегодняшний день это очень дорогостоящая технология**

мацевтика, медицина, аэрокосмическая промышленность. И нам, в нефтегазовой отрасли, стоит глубже познакомиться с результатами исследований, которые проводились в этих областях. Думаю, что в ближайшее десятилетие нанотехнологии окажут существенное влияние на развитие многих отраслей промышленности. ■