

Для очистки от отложений парафина в магистральных трубопроводах применяют также шаровые резиновые разделители (РШ), которые используются и для предотвращения смешивания разноразных продуктов в процессе их перекачки. Выпускают шаровые разделители и с магнитным датчиком, который в комплексе со специальным наземным оборудованием позволяет определять местонахождение шара в подземном трубопроводе.

В качестве рабочей жидкости летом применяется вода, зимой – антифриз. Для очистки трубопроводов переменного сечения используются шары типа СРШ, отличительной особенностью которых является наличие в толще стенки шара изолированного эластичного пористого слоя. Благодаря этому шар проходит через задвижки и участки трубопроводов с меньшим проходным сечением.

Вновь вводимые в эксплуатацию трубопроводы очищаются калибровочными поршнями, в передней части которых имеются жесткие металлические диски диаметром, равным 95% внутреннего диаметра труб. Благодаря этому обеспечивается полное удаление посторонних предметов и выявление дефектов трубопровода. Для периодической очистки трубопроводов применяют щелочные скребки.

#### Литература

1. Молчанов Л.С. Подземный ремонт скважин. – М.: Недра, 1986. – 181с.
2. Будников В.Ф., Макаренко П.П. Диагностика и капитальный ремонт нефтяных и газовых скважин. . – М.: Недра, 1997. – 245 с.
3. Басанрыгин Ю.М., Булатов А.И. Технология капитального и подземного ремонта нефтяных и газовых скважин, 2002. – 336 с.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫТЕСНЕНИЯ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ В ЯЧЕЙКЕ ХЕЛЕ-ШОУ

А.В. Степико

Научные руководители доцент В. М. Галкин<sup>1</sup>, ведущий научный сотрудник В.А. Кувшинов<sup>2</sup>

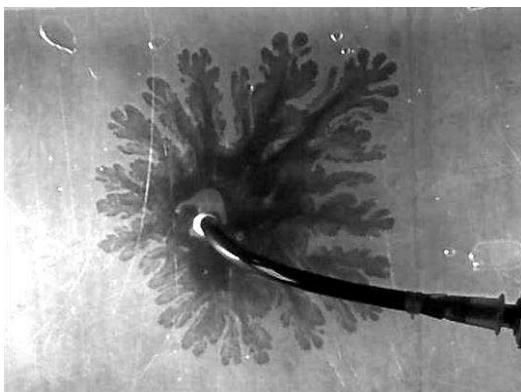
<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Институт химии нефти, СО РАН, г. Томск, Россия

В настоящее время заводнение, как метод разработки нефтяных месторождений применяется повсеместно. Использование воды для вытеснения нефти из пласта целесообразно, когда отношение вязкостей нефти и воды  $\mu_0 = \mu_{\text{нефть}} / \mu_{\text{вода}}$  лежит в диапазоне от одной до пяти единиц. При дальнейшем увеличении данного отношения сильно проявляется неустойчивость Саффмана-Тейлора [2], которая заключается в образовании «пальцев», при вытеснении более вязкой жидкостью менее вязкой, что снижает эффективность заводнения. При высоких значениях параметра  $\mu_0 = 20 - 30$  оправдано применение так называемого полимерного заводнения. При данном виде заводнения в качестве вытесняющих агентов применяются различные полимеры (полиакриламиды, полисахариды). Использование полимеров позволяет получить необходимое соотношение вязкостей  $\mu_0$  среды и агента, а также добиться некоторых других преимуществ.

Для экспериментального исследования нестационарного процесса вытеснения жидкости наиболее часто используются лабораторные установки в виде фильтрационной колонки. В этом случае моделируется одномерный (по пространственной координате) случай. Значительно реже применяется ячейка Хеле-Шоу, изобретенная английским инженером Henry Selby Hele-Shaw, которая представляет собой две параллельные пластины, разделенные небольшим зазором и которая используется для изучения характера обтекания тел жидкостью. Также ячейка используется для моделирования процессов течения и вытеснения жидкости в пористой среде. Ее преимущество в том, что в отличие от колонки, можно моделировать двумерный процесс вытеснения жидкости. В работе [1], при моделировании процессов в нефтяном пласте на ячейке Хеле-Шоу, для регистрации движения жидкости использовались рентгеновские лучи. Такие опыты требуют сложного оборудования и строгого соблюдения техники безопасности. Цель данной работы – сделать экспериментальную установку на основе ячейки Хеле-Шоу и провести опыты, аналогичные [1], используя оптический диапазон для регистрации движения жидкости, а в дальнейшем создать численную модель ячейки Хеле-Шоу используя математическую постановку из [3] и [4].

Лабораторные исследования проводились на базе Института химии нефти Сибирского отделения Российской Академии наук. В качестве ячейки Хеле-Шоу использовались две пластины из оргстекла, одна из которых имела центральное отверстие для подачи в полость жидкости. В качестве вязкой среды использовался водный раствор глицерина с флуоресцирующим веществом (флуоресцеин) и вытесняющий агент – водный раствор комплексного соединения поливинилового спирта и йода (йодиол). В ходе экспериментов получены характерные особенности вытеснения вязкой жидкости менее вязким агентом (неустойчивость Саффмана - Тейлора), которые проявляются визуально наличием четкой фрактальной структуры в виде своеобразных пальцев. На рисунке показан один из характерных опытов.



*Рис. Появление "вязких пальцев"*

При проведении экспериментов, которые проводились совместно с Н. О. Таскиным, получены некоторые особенности технологии проведения данных опытов. В частности, установлено оптимальное соотношение вязкостей среды и агента  $\mu_0$ , которое должно быть в пределах 20 – 30 единиц.

#### Литература

1. Skauge, A., Ormehaug, P.A., Vik, B.F., Fabbri, C., Bondino, I, and Hamon, G. Polymer Flood Design for Displacement of Heavy Oil Analysed by 2D-imaging// EAGE 17 – St. Petersburg, Russian, 16 - 18 April 2013. – С. 3 – 8.
2. Ершов А. П. Неустойчивость «невязкого пальца» в регулярных моделях пористой среды// Прикладная механика и техническая физика. – Новосибирск, 2001. – №2. – С. 129 – 131
3. Механика жидкости и газа. / Под ред. Л. Г. Лойцянский. – М: Дрофа, 2003. – С. 432 – 435.
4. Окендон Дж.Р., Ховисон С.Д. П.Я.Кочина и Хеле-Шоу в современной математике, естественных науках и технике // Прикладная математика и механика, 2002. – Т. 66. – № 3. – С. 515 – 524.

### ОЦЕНКА ДИНАМИКИ СНИЖЕНИЯ СКОРОСТИ КОРРОЗИИ ПО АНАЛИЗУ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ КРИВЫХ

**Д.А. Султанова, Р.Р. Хусаинов**

Научный руководитель доцент А.В. Максютин

*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург, Россия*

Процесс разрушения материала, в результате химического или физико-химического взаимодействия с агрессивной средой, называется коррозией. В нефтегазовой отрасли данный процесс имеет особое значение, так как внутрискважинное оборудование постоянно контактирует с нефтью, минерализованной водой, подвергается воздействию солей и механических, что способствует ускоренному разрушению материала. Коррозионные процессы отличаются широким распространением и разнообразием условий и сред, в которых они протекают.

Коррозия в промышленном оборудовании является общей проблемой практически для всех месторождений, находящихся на поздних стадиях эксплуатации, с повышенной минерализацией среды, концентрацией кислорода, углекислого газа или сероводорода. Проблема коррозии оборудования при добыче нефти характерна не только для России. Уровень ее остается высоким и на месторождениях стран СНГ: Республики Узбекистан, Азербайджана, Казахстана, Беларуси и др. Проблема отмечена при добыче нефти практически во всех крупных нефтяных странах мира - Канаде, Великобритании (в акватории Северного моря), странах Южной Америки, Африки, Юго-Восточной Азии, на Ближнем Востоке (зона Суэцкого залива), и других регионах.

Коррозия является причиной огромных экономических и технологических потерь, поэтому практически во всех нефтегазовых и сервисных компаниях применяются те или иные виды и способы защиты. Основными способами защиты от коррозии являются: химические, физические, технологические [1].

В качестве решения данной проблемы предлагается использование химических методов защиты оборудования, таких как применение ингибиторов коррозии. Как правило, ингибиторную защиту применяют как предупреждающую меру до внедрения более радикальных способов. За счет адсорбции ингибитора или образования с катионами металла труднорастворимых соединений происходит изменение состояния поверхности металла, в результате чего уменьшается площадь активной поверхности или изменяется энергия активации коррозионного процесса. При этом скорость коррозии значительно понижается и ингибитор не оказывает негативного воздействия на сам металл. В зависимости от механизма действия различают ингибиторы коррозии барьерного типа, нейтрализующие, удаляющие и прочие (рис. 1).

Подбор наиболее эффективного ингибитора, для конкретных условий, осуществляется при помощи лабораторного метода определения электрохимических характеристик металлов в средах электролитов. Потенциостат Gill 12 применяется для определения скоростей электрохимических реакций, для исследования коррозионных процессов, для определения скорости коррозии, для определения плотностей токов гальванопар.