

9. Википедия – свободная энциклопедия. Иониты. Электронный ресурс. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%82%D1%8B> (Дата обращения 20.01.2015г.).
10. ПНД Ф 14.1:2:4.50-96 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации общего железа в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой. – М: ФБУ «ФЦАО», 2011. – 22 с.

Исследования вытеснения вязкой жидкости в ячейке Хеле-Шоу

Степико А. В.
stepikoa@gmail.com

*Научные руководители: доцент, кандидат физико-математических наук Галкин Владислав Михайлович, Томский политехнический университет;
старший научный сотрудник, кандидат химических наук Кувишинов Владимир Александрович, институт химии нефти;*

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 [1], 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 μ_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 [2], 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.

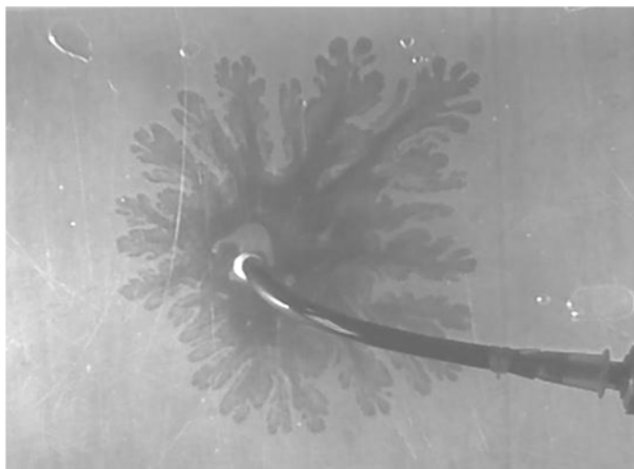


Рисунок 1. Появление "вязких пальцев"

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 μ_0 , которое должно быть в пределах 20 – 30 единиц.

Список литературы:

1. Ершов А. П. Неустойчивость «невязкого пальца» в регулярных моделях пористой среды // Прикладная механика и техническая физика. – Новосибирск, 2001. – №2. – С. 129 – 131
2. 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.
3. Л. Г. Лойцянский. Механика жидкости и газа. – 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.