

Экспериментальное изучение влияния акустического поля на несмешивающееся вытеснение в поровом дублете¹

Замула Ю.С., Батыршин Э.С., Питюк Ю.А.

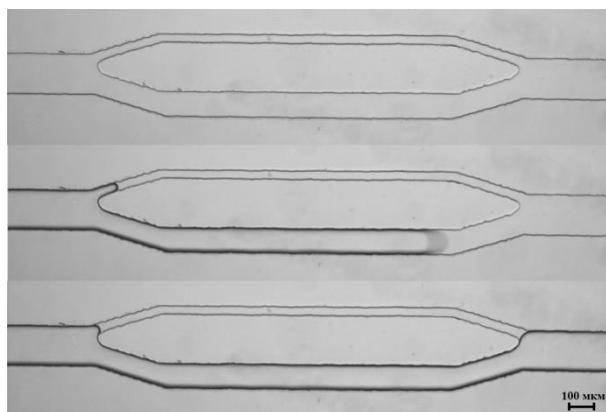
Башкирский государственный университет, Уфа

Свойства многофазных течений в пористых средах определяются значительным количеством параметров, которые характеризуют структуру и свойства поверхности порового пространства, свойства флюидов, свойства межфазных границ, внешние воздействия на систему и др. Очень часто для детального изучения некоторых механизмов, влияющих на течение, используются упрощенные физические модели. Примером такого упрощения является использование идеализированных физических моделей порового пространства. Примером такой модели является модель порового дублета [1-2], которая представляет собой капилляр, расходящийся на два капилляра различного сечения, которые затем сходятся обратно в один. Данная модель позволяет наглядно изучать влияние вязких и капиллярных сил на процесс вытеснения флюида из порового дублета другим несмешивающимся флюидом. Модель часто используется для решения практических задач важных для нефтегазовой промышленности, индустрии композитных материалов и др.

В настоящей работе модель порового дублета была использована для изучения закономерностей вытеснения жидкости другой несмачивающей жидкостью, газом и пеной. Изучена возможность интенсификации вытеснения при воздействии акустического поля. Сделано сравнение эффективности вытесняющих флюидов.

Для проведения эксперимента было изготовлено полимерное (полидиметилсилоксан - ПДМС) микрофлюидное устройство, содержащее поровый дублет, с использованием стандартных методик [3]. Геометрические параметры порового дублета были следующими: ширина узкого микроканала – 50 мкм, широкого - 100 мкм, высота обоих микроканалов - 32 мкм. Подача флюидов в микроканалы производилась при постоянном давлении, поддерживаемом контроллером давления Parker Benchtop. Визуализация течений в модели производилась с использованием оптического микроскопа Olympus IX-71. Акустическое поле создавалось с помо-

щью пьезоэлемента, приклеенного к микрофлюидному устройству. Питание пьезоэлемента осуществлялось с помощью высокочастотного широкополосного источника T&C Power Conversion AG 1021. Видеорегистрация процессов велась на высокоскоростную камеру Photron FASTCAM SA5.



Поровый дублет предварительно заполнялся силиконовым маслом вязкостью 5 сСт. Вытеснение производилось тремя различными агентами вытеснения: водой, воздухом и пеной. На рисунке показана характерная картина вытеснения силиконового масла водой. Эксперименты с вытеснением проводились при наличии и отсутствии акустического поля. Характеристики вытеснения оценивались из анализа изображений. Сделано сравнение эффективности агентов вытеснения при различных скоростях движения межфазной границы, изучены особенности воздействия акустического поля на процесс вытеснения.

Список литературы:

- [1] Lundström T. S. et al. Wetting dynamics in multiscale porous media. Porous pore-doublet model, experiment and theory //AIChE journal. – 2008. – Т. 54. – №. 2. – С. 372-380.
- [2] Chatzis I., Dullien F. A. L. Dynamic immiscible displacement mechanisms in pore doublets: theory versus experiment //Journal of Colloid and Interface Science. – 1983. – Т. 91. – №. 1. – С. 199-222.
- [3] Xia Y., Whitesides G. M. Soft lithography //Annual review of materials science. – 1998. – Т. 28. – №. 1. – С. 153-184.

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-20102