

Экспериментальный анализ устойчивости течения при фильтрации с выделением газовой фазы водного раствора кислоты сквозь химически-активный скелет

Научный руководитель – Завьялов Иван Николаевич

Плавник Ринат Александрович

Студент (магистр)

Московский физико-технический институт, Москва, Россия

E-mail: rinat-plavnik@yandex.ru

В мире растёт интерес к разработкам трудноизвлекаемых запасов углеводородов. Наименее изученным методом увеличения нефтеотдачи пластов с научной и практической точки зрения является способ увеличения нефтеотдачи путём закачки в пласт кислот. При таких обработках пласта происходит фильтрация с изменяющимся фазовым составом фильтрующихся агентов. Автором изучаются процессы, происходящие при изотермической кислотной обработке пласта, при которой в пласт закачивают раствор кислот, способных растворять часть скелета с выделением газовой фазы.

В лабораторном эксперименте [1] и численном моделировании [2] было обнаружено, что в ходе изотермического процесса фильтрации с выделением газовой фазы может наблюдаться автоколебательный режим течения, при котором поровое давление и скорость фильтрации колеблются с некоторым характерным периодом. В этом процессе движение газовой фазы и раствора кислоты происходит волнами, названными "кислотными волнами". Целью данной работы являлся лабораторный анализ причин возникновения данных волн.

Для проведения экспериментальной работы использовалась плоская ячейка, образованная двумя прозрачными пластинами из поликарбоната (рис. 1). В верхней части ячейки находятся выходы, соединяющие ячейку с перистальтическим насосом и системой поддержания постоянного давления. Вдоль корпуса ячейки располагаются 15 датчиков давления.

В начале эксперимента внутреннее пространство ячейки заполнялось пористой средой, являющейся смесью мелкого стеклбисера с характерным размером 200-300 мкм и восстановителя (пищевая сода). Далее при помощи насоса происходило насыщение среды минеральным маслом, после чего начиналась подача и последующая фильтрация окислителя - раствора лимонной кислоты. При определенных концентрациях окислителя и восстановителя в пористой среде наблюдались "кислотные волны".

В результате экспериментальной работы было установлено, для возникновения "кислотных волн" необходима некоторая критическая концентрация окислителя и восстановителя (рис. 2), причём, чем больше одного компонента, тем меньше требуется другого.

Источники и литература

- 1) Konyukhov A.V., Zavialov I.N. Numerical investigation of oscillatory multiphase flow in porous medium with chemically active skeleton //Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2016. T. 774. №.1. С. 012059.
- 2) Zavialov I. N., Konyukhov A. V., Plavnik R. A. & Plyashkov E. V. Laboratory study of oscillatory multiphase flow in porous medium with chemically active skeleton //Physica Scripta. – 2019.

Иллюстрации

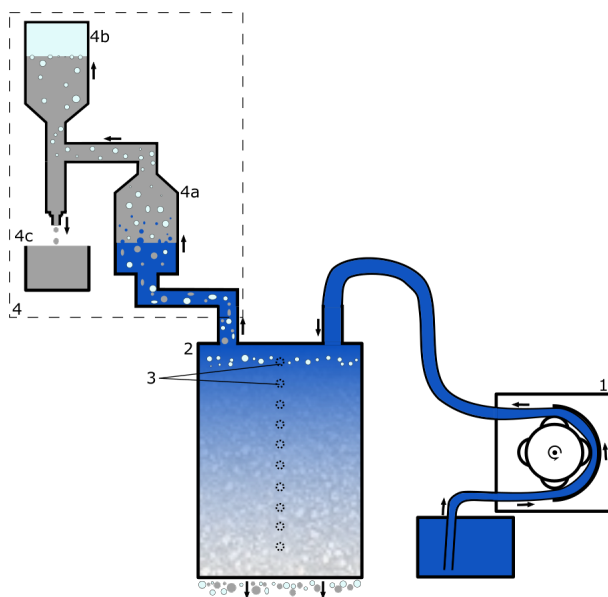


Рис. 1. Схема экспериментальной установки. 1 - перистальтический насос; 2 - ячейка; 3 - датчики давления; 4 - система поддержания постоянного давления: 4а - ёмкость для сбора излишков кислоты, 4b - ёмкость для сбора газа, 4с - ёмкость для сбора излишков масла. Синим цветом обозначен раствор кислоты, серым - масло, голубым - газ.

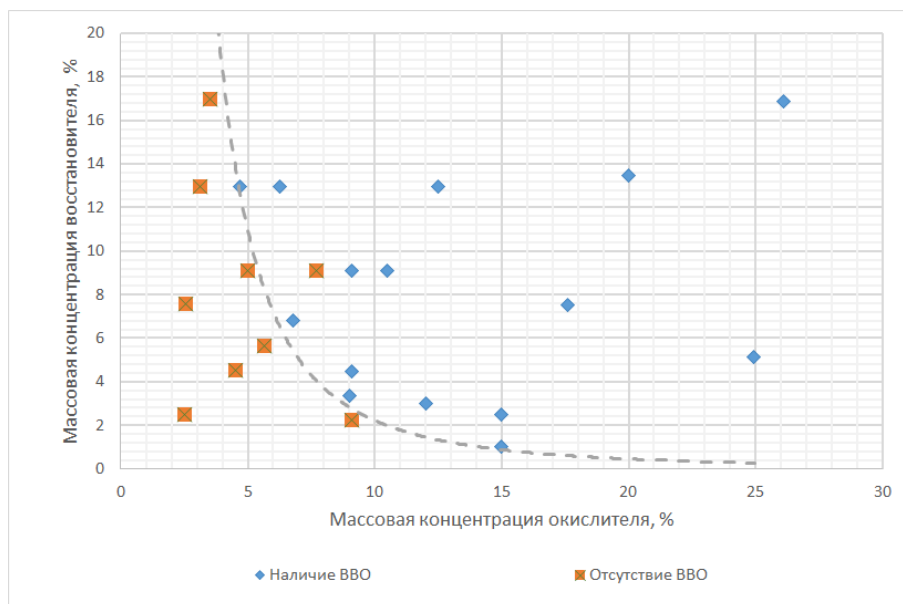


Рис. 2. Кривая перехода между режимами фильтрации: с возникновением «кислотных волн» и без них. Красными точками обозначены эксперименты, в которых «кислотные волны» не наблюдались, синими – эксперименты, когда «волны» возникали.