

# Изменение скорости фильтрации флюида в образцах песчаника при воздействии электрическим током

---

Майбук З.Я., Киреевкова С.М., Пономарев А.В., Соболев Г.А.

Федеральное бюджетное государственное учреждение науки Институт физики Земли им.О.Ю.Шмидта  
Российской академии наук, Москва, Россия

e-mail: avp46@mail.ru

В работе экспериментально исследовано воздействие постоянного электрического поля на фильтрацию водных растворов NaCl, KCl, лимонной кислоты и суспензии с наночастицами оксида алюминия (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) в песчанике. Исследования выполнены на цилиндрических образцах кварц-полевошпатового песчаника (диаметр 30 мм, длина 60 мм), пористость 13 - 15%, размер зерен 0.5 -1.5 мм. Основным породообразующим минералом является кварц, сцементированный глинистыми и железистыми минералами. Высокая пористость позволила пропускать растворы при атмосферном давлении. Образцы песчаников в термоусадочной трубке закреплялись вертикально на кронштейне. На торцах образца устанавливали платиновые электроды, конструкция которых обеспечивала смачиваемость более 90% площади торцов образца. Большинство экспериментов было выполнено при последовательном ступенчатом возрастании приложенных напряжений от источника постоянного тока в диапазоне 12 ÷ 100 В.

Предварительно каждый образец насыщался раствором заданного состава, причём состояние насыщения поддерживалось в течение всего эксперимента. Далее измерялось время, за которое объем раствора 0.23 мл (5 капель) просачивался через образец при заданном напряжении. Затем напряжение снижалось до нуля, и цикл повторялся при более высоком напряжении. Каждый эксперимент состоял из 6-ти циклов.

Мы использовали различные составы флюида (суспензии) с разной концентрацией входящих в него компонентов от 0.0025% до 0.02%. Основными типами флюида были дистиллированная и природная (водопроводная вода), в которую добавлялись лимонная кислота (ЛК), наноразмерные частицы Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> размерами от 20 до 80 нм, KCl и NaCl.

Установлено, что скорость фильтрации растворов с добавками NaCl, KCl, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и лимонной кислоты с концентрацией 0.01%, в разных сочетаниях и по отдельности, увеличивается при воздействии постоянного электрического тока определенной полярности, причем при перемене полярности скорость фильтрации не возрастает.

Кроме того, при увеличении напряжения наблюдается значительное увеличение тока в растворах с NaCl и KCl по сравнению с раствором лимонной кислоты и оксидом алюминия. Скорость увеличения фильтрации в растворе дистиллированной воды с лимонной кислотой и оксидом алюминия была одинаковой при относительном возрастании силы тока от его начального значения.

Оценка затраченной энергии для увеличения скорости фильтрации растворов при воздействии постоянным током показала, что доля этой энергии для раствора электролитов с KCl возрастает почти на порядок, а для раствора лимонной кислоты с оксидом алюминия в 6.5 раз по сравнению с водой.

Неожиданным результатом оказалась независимость скорости роста фильтрации от величины силы тока.

Обсуждаются подходы для возможного объяснения наблюдаемых эффектов.