

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МАСШТАБНЫХ ЭФФЕКТОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВУХФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Н.Н. Михайлов¹, И.П. Гурбатова²
1 – ИПНГ РАН, 2 – «ПермНИПИнефть»

Фазовая проницаемость является решающим параметром для оценки динамики эксплуатации пласта. Для адекватного воспроизведения фильтрационных процессов, происходящих в продуктивных пластах, и последующего анализа эффективности добычи углеводородов из недр необходимо лабораторное изучение фильтрационных характеристик с использованием в опытах керна и жидкостей, отобранных с изучаемого эксплуатационного объекта.

Для изучения влияния масштабных факторов были проведены потоковые исследования на моделях пласта из образцов керна стандартного размера (диаметр и высота 30 мм) и полноразмерных образцов керна (диаметр и высота 100 мм) сложнопостроенного карбонатного коллектора (рис. 1). Как видно из рис. 1, полноразмерный керн четко иллюстрирует направленность поровых систем. Проницаемость образцов стандартного размера зависит от точки выпиливания образца. Фазовые проницаемости определяли в соответствии с отраслевым стандартом, экспериментальные исследования проводились на установке «УИК-4» производства «Гло-Белнефтесервис».

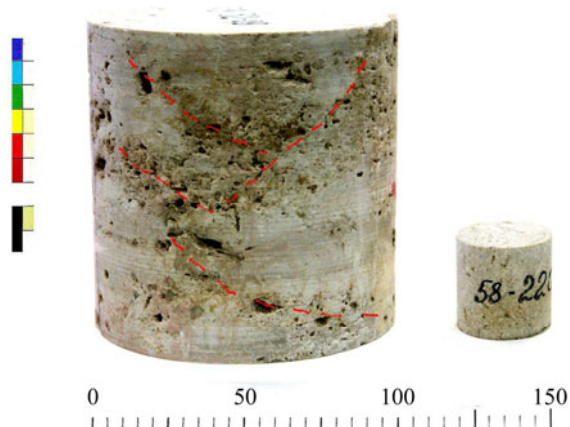


Рис. 1. Полноразмерные образцы стандартного керна.

Результаты экспериментальных исследований представлены на рис. 2 (доломиты) и 3 (органогенно-детритовые известняки) в линейных и нормированных координатах. Ранее

авторами отмечалось, что размер образцов, отобранных для исследований, оказывает заметное влияние на фильтрационно-емкостные свойства (свойства образцов стандартного размера значительно отличаются от свойств полноразмерных образцов керна).

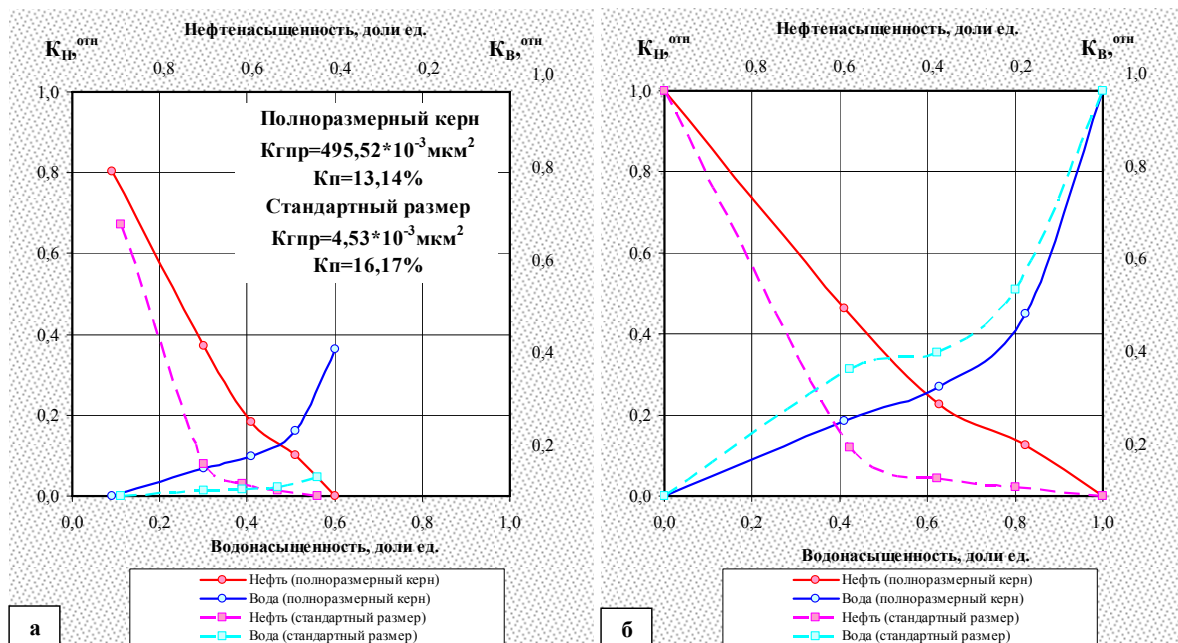


Рис. 2. Сравнение кривых ОФП для нефти и воды для полноразмерных образцов керна и модели пласта из образцов стандартного размера в линейных (а) и нормированных (б) координатах. Доломит вторичный с реликтовой органической структурой, пористо-кавернозный, локально трещиноватый. На полноразмерном образце имеются крупные каверны

Структуру пустотного пространства карбонатного коллектора в общем случае можно рассматривать как систему крупных пустот (каверны, крупные трещины, очаги крупных пор), сообщающихся за счет системы более мелких пустот (микротрещины, мелкие поры). Характер кривых относительной фазовой проницаемости (ОФП) зависит от соотношения этих систем в единице объема образца. Как видно по графикам, во всех случаях проницаемость по нефти снижается более интенсивно для образцов стандартного размера (пунктирные линии). Точка пересечения кривых ОФП нефти и воды на полноразмерном образце керна смещается вправо, в сторону больших значений водонасыщенности.

В нормированных координатах сближение кривых ОФП наблюдается для образцов с преимущественно поровым типом пустотного пространства (рис. 3). Это означает, что пластовые жидкости как в полноразмерном, так и в стандартном образце фильтровались

по сходной системе каналов. Расхождение возникает в случае усложнения структуры пустотного пространства (рис. 2).

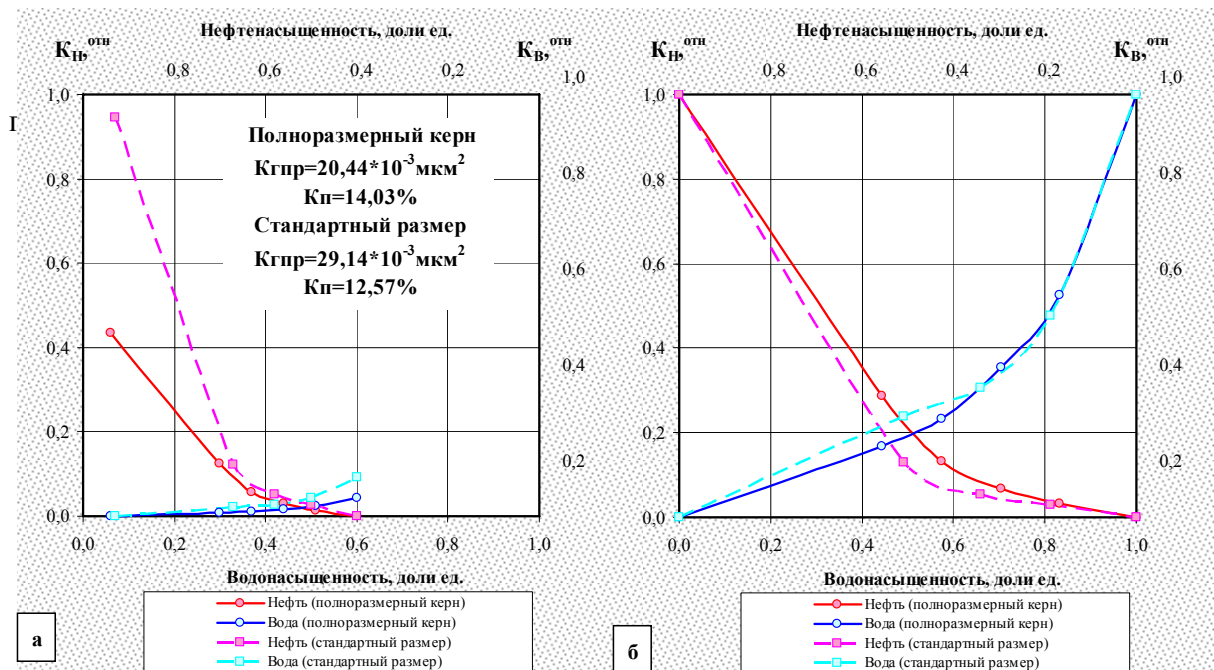


Рис. 3. Сравнение кривых ОФП для нефти и воды для полноразмерных образцов керна и модели пласта из образцов стандартного размера в линейных (а) и нормированных (б) координатах. Известняк органогенно-детритовый

В соответствии с требованием ОСТ 39-235-89 в пределах составного образца (модели пласта) отклонение величины проницаемости отдельных образцов стандартного размера не должно превышать 50% от среднего ее значения. Однако вследствие высокой неоднородности сложнопостроенного карбонатного коллектора разница в значениях проницаемости стандартных образцов, выпиленных из одного полноразмерного керна, может достигать нескольких порядков.

В результате исследований установлено, что модели пласта, составленные из образцов стандартного размера, не отражают взаимосвязанности поровых систем при проведении потоковых исследований. Для корректного определения относительных фазовых проницаемостей необходимо использовать образцы керна и модели пласта максимального диаметра.