

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОПРОНИЦАЕМЫХ ПРОПЛАСТКОВ, ВЫДЕЛЯЕМЫХ ИНДИКАТОРНЫМ МЕТОДОМ, НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАВОДНЕНИЯ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

³Кузнецова К.И., ¹Хозяинов М. С., ²Чернокожев Д.А.

¹Государственный университет "Дубна", Дубна, mkhoz@mail.ru

²Государственный университет "Дубна", Дубна

³Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ), Дубна

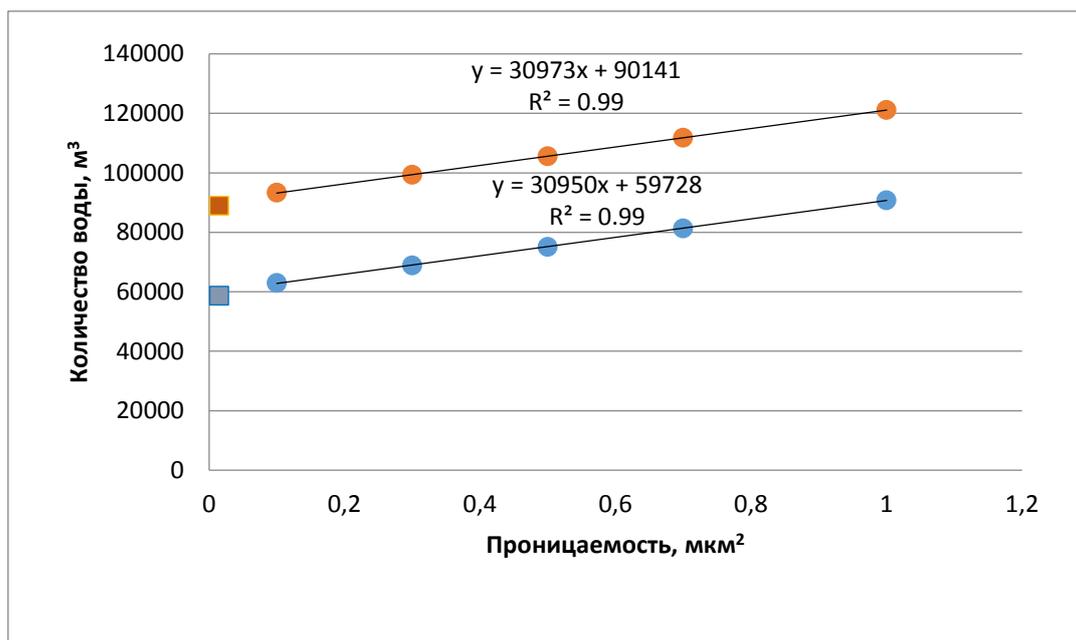
Каждый нефтяной пласт – коллектор имеет высокопроницаемые пропластки (ВП), которые выделяются только индикаторными (трассерными) исследованиями. Такие пропластки имеют очень малую мощность, но высокую проницаемость. Поэтому они не выделяются исследованиями керна и стандартными методами геофизических исследований скважин. Природа таких пропластков не ясна, результаты фильтрации меченой нефти по пласту, который ранее не подвергался заводнению, показывают, что они не носят техногенный характер [Хозяинов и др., 2022]. Возможно, это система природных микротрещин. По таким пропласткам закачиваемая в процессе эксплуатации нефтяного месторождения вода фильтруется с повышенными скоростями. Важным вопросом является вклад этого опережающего заводнения в обводнение добываемой продукции. Если этот вклад незначителен, то наличием ВП можно пренебречь. Если он существенен, то их надо учитывать. Опережающее заводнение приводит к непроизводительной закачке воды и возможному снижению добычи нефти. Было проведено математическое моделирование фильтрации нагнетаемой воды и меченой воды по нефтяному пласту. Целью моделирования являлось установление зависимости между характеристиками ВП и объемом опережающего заводнения. Участок моделирования представлял квадрат, включающий 1 нагнетательную и 4 добывающих скважины для однородного пласта и для пласта с высокопроницаемым пропластком. Параметры участка приведены в таблице.

Общий поровый объем, м ³	111150
Начальная водонасыщенность, отн.ед.	0.3
Объем высокопроницаемого пропластка, %	0.4
Проницаемость основного пласта, мкм ²	0.015
Пористость, %	16
Толщина основного пласта, м	5
Толщина ВП, см	2
Запасы нефти, м ³	77805

Результаты моделирования для высокопроницаемых пропластков с проницаемостями 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 и 1.0 мкм² и однородного пласта (0.015 мкм²) приведены в таблице. В начале моделирования значение средней текущей водонасыщенности составляло 0.3, в конце возросло до 0,57 -0.58.

Проницаемость, мкм ²	0.015	0.1	0.3	0.5	0.7	1,0
Количество добытой нефти, м ³	26389	26387	26388	26387	26388	2638
Количество добытой воды, м ³	58726	62955	68925	75127	81332	9077
Количество закачанной воды, м ³	88942	93359	99349	105562	111764	1212

Конкретные результаты моделирования существенно зависят от используемой функции Баклея – Леверетта. Для выбранной кривой Баклея-Леверетта были построены аппроксимирующие прямые, которые показывают, что увеличение проницаемости ВП при его постоянном объеме приводит к линейному увеличению неэффективно закачиваемой воды.



На рисунке изменение количества добытой по участку в целом (нижняя кривая) и закачиваемой воды (верхняя кривая) от значения проницаемости ВП. Квадратами показаны эти значения для однородного пласта.

Длительность моделирования была выбрана соответствующая трем годам эксплуатации месторождения. Моделирование на более длительный срок представляется нерациональным, так как за это время режимы работы скважин изменятся. Полученные результаты

так же позволяют оценить, как увеличится обводненность продукции на один и тот же день эксплуатации месторождения. Сравним результаты обводненности продукции на 500 день для однородного пласта (0.015 мкм²) и для пластов с высокопроницаемым пропластком. Результаты обводненности продукции на 500 день приведены в таблице.

Проницаемость, мкм ²	0.015	0.1	0.3	0.5	0.7	1
Обводненность продукции, отн.ед.	0.837	0.843	0.853	0.862	0.87	0.88

Таким образом, выявление высокопроницаемых пропластков индикаторными методами и последующая интерпретация полученных результатов позволяет прогнозировать значения неэффективно нагнетаемой воды и вызванное этим увеличение обводненности продукции.

Литература

Индикаторный (трассерный) метод исследования фильтрационных процессов в нефтяном пласте / М.С. Хозяинов, Д.А. Чернокожев, К.И. Кузнецова. — Москва: КУРС, 2022. — 128 с.

THE INFLUENCE OF HIGHLY PERMEABLE INTERLAYERS ON THE OIL FIELD FLOODING EFFICIENCY BY THE TRACER METHOD

³Kuznetsova K.I., ¹Khozyaiov M.S., ²Chernokozhev D.A.

¹ State University "Dubna", Dubna, mkhoz@mail.ru

² State University "Dubna", Dubna

³ Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna

Mathematical modeling of filtration of injected water and filtration of labeled water through an oil reservoir is carried out. The purpose of the simulation was to establish the relationship between the characteristics of highly permeable layers of the oil reservoir and the volume of advanced flooding. For old deposits, it was shown that an increase in the permeability of highly permeable layers with their constant volume leads to a linear increase in inefficiently injected water.