

Моделирование изменения структуры порового пространства при термокислотной обработке насыщенного коллектора¹

Кравченко М.Н.^{**}, Диева Н.Н.^{*}, Вожегов Е.М.^{*}

^{*}РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва

^{**}МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

Проблемы разработки битуминозных пластов и керогеносодержащих коллекторов связаны теснейшим образом в плане сопоставления путей формирования и степени зрелости. Как правило, и те и другие характеризуются повышенной трещиноватостью, низкой проницаемостью, и содержанием органического вещества ОВ в матрице скелета. Возможность генерации жидких углеводородов (УВ) даже для месторождений в поздней стадии разработки подтверждена методами изотопного анализа, Rock-Eval и гидротермальной обработки [1]. Существование «аномальных» скважин, например, на Ромашкинском месторождении, дебит которых самопроизвольно растет, можно объяснить течением процессов преобразования твердых ОВ в «подвижные» УВ. Эксперименты на кернах [2] указывают на выход битуминозных фракций при температурах около 350 °С и рост генерационной активности при температурах свыше 450°С. На практике достичь данных уровней можно с использованием термохимических методов, например при закачке в пласты бинарных смесей на основе нитрата аммония [3]. Промысловые эксперименты такого типа на доманиковых (относимых к нефтематеринским) породах требуют проработки имитационных моделей с учетом межфазных взаимодействий и изменения структуры скелета матрицы. Авторами была создана гидроперколяционная модель, главная особенность которой состоит в учете химических реакций между скелетом и активными реагентами (кислоты, полимеры, сложные химсоставы) и учетом генерации подвижных УВ из матрицы [4]. Авторами проведены вычислительные эксперименты, моделирующие термохимические процессы на реальных кернах: при закачке полимеров и воздействию кислотных растворов на карбонатные пласты и керогеносодержащие породы. Проведена численная имитация процесса гидротермального воздействия на керны Ромашкинских пластов. Перколяционная

часть модели, позволяет учесть микроструктуру керна до обработки, построить распределение пор по размерам, учесть изменение этой вероятностной функции при взаимодействии карбонатов с кислотными составами, раскапсулирование битуминозных фракций при температурах выше пластовых, но ниже генерационных, соотнеся расчет притока массы в подвижный фильтрат с экспериментальными данными по навеске [2], а также рассчитать дальнейшую трансформацию пористого каркаса при стимулировании разложения ОВ твердой матрицы. Математическая модель позволяет в непрерывном режиме рассчитывать все фильтрационно-емкостные параметры пласта (пористость, проницаемость, распределение пор по размерам) с учетом трансформации матрицы скелета и изменения минерального состава и массовых долей компонентов, а также учесть изменение фазового состояния насыщающих пласт флюидов с учетом притока подвижных УВ и фильтрационных свойств, в том числе изменения вязкостей фаз, подвижностей, ОФП, капиллярных давлений, которые существенным образом влияют на нефтеотдачу реальных месторождений при использовании термохимических методов и эффективность разработки.

Список литературы:

- [1] Михайлова А.Н., Каюкова Г.П. Влияние гидротермального воздействия и длительной экстракции на генерацию углеводородов из керогена доманиковой породы // Изв. УНЦ РАН. Химия. 2019. № 4. С. 102–106.
- [2] Каюкова Г.П., Хасанова Н.М., Габдрахманов Д.Т. и др. Изменения нефтегенерационного потенциала доманиковых пород в условиях гидротермальных и пиролитических воздействий // Актуальные проблемы нефти и газа. 2017. Вып. 4(19). <http://oilgasjournal.ru>
- [3] Кравченко М.Н., Диева Н.Н., Мурадов А.В. и др. О переоценке перспективных запасов баженовских отложений с учетом зрелости керогена и его термодеструкции. Материалы международной научно-практической конференции. «Углеводородный и минерально-сырьевой потенциал кристаллического фундамента». Казань. Изд-во: Ихлас, 2019. С.70-73.
- [4] Кадет В.В., Кравченко М.Н., Евтюхин А.В., Ярыш В.В. Перколяционный метод обработки лабораторных экспериментов по течению полимеров в пористой среде. Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики. -Уфа: РИЦ БашГУ. 2019. Т.4. с.353-355.

¹ Грант РФФИ №19-07-00433 А