

ТЕХНОЛОГИЯ ТРЕХМЕРНОГО ТЕКТОНОФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФЛЮИДНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД

В.А. Зайцев

Оценка флюидной проницаемости горных пород является, пожалуй, самой востребованной задачей в нефтяной и газовой геологии. Особенно в связи с разработкой газовых и нефтяных месторождений, имеющих трещиноватый коллектор, а также с началом освоения нетрадиционных источников углеводорода, таких как угольный метан и сланцевый газ. Распределение флюида в пределах природного резервуара определяется двумя факторами: степенью проницаемости горных пород и характером их напряженного состояния. Причем, напряженное состояние определяет не только направление миграции флюида, но и оказывает значимое влияние на величину проницаемости самих горных пород. В данной работе представлена разработанная на кафедре динамической геологии технология оценки флюидной проницаемости горных пород, которая включает в себя:

1. оценку напряженного состояния горного массива, выполненную методом тектонофизического моделирования на оптически активных материалах [1];
2. создание аналитической дискретной модели трещиноватости с помощью программного продукта FrackPerm от компании ROXAR;
3. создание 3D модели проницаемости методом двойного пространства (модели с двойной пористостью/двойной проницаемостью).

Разработанная технология была апробирована на следующих объектах – район геопространства Кольской сверхглубокой скважины (Печенгская впадина и ее обрамление) [2], район Талдинского углеметанового месторождения (Южный Кузбасс) [3], район Долгинского нефтяного месторождения (восточная часть Печорского моря) [4].

Моделирование напряженного состояния с помощью оптически активных материалов основано на понимании того факта, что подавляющее большинство деформаций в природе протекают в исходно структурированных средах. Говоря о структурированности среды, мы подразумеваем наличие в ней разномасштабных, часто иерархически соподчиненных, структурно-вещественных неоднородностей типа: первичной расслоенности толщ, разрывных нарушений, кливажа, трещиноватости и т.д.

Подробное описание поляризационно-оптического метода исследований напряжений на прозрачных моделях, а также критерии его применимости изложены в многочисленных публикациях Д.Н. Осокиной и П.М. Бондаренко. Целью моделирования

- выявление фрагментов разреза имеющих минимальные значения напряжений, которые потенциально могут быть ловушками углеводородов.

Одним из современных программных продуктов, позволяющих моделировать вторичную пористость и проницаемость, является разработка компании Roxar под названием FracPerm. Чтобы воспользоваться этой программой необходимо сначала создать трехмерную геологическую модель изучаемого объекта, т.е. используя комплекс математических методов, численно воссоздать топологию, геометрию и физические свойства геологической среды. В рассматриваемой технологии построение 3D геологической модели предлагается выполнить с помощью программного комплекса Reservoir Modelling System (IrapRMS). Затем на ее базе создается 3D геодинамическая модель, которая включает в себя следующие параметры:

1. Величину и ориентировку напряженного состояния.
2. Величины расстояния (близости) от разлома или концов разломов.
3. Величину кривизны каждой структурной поверхности.
4. Дискретную модель систем трещин.

Следующий шаг в технологии прогноза флюидной проницаемости горных пород – это оценка влияние длины и изменчивости параметров трещин. Необходимо добиться наилучшего соответствия между наблюдаемыми и смоделированными системами трещин. При пересечении систем трещин учитывается их взаимодействие. В результате мы должны получить схему размещения систем трещиноватости, где каждая трещина характеризуется длиной, расстоянием до ближайшего соседа, простиранием и апертурой. Используя данную модель в качестве исходной, можно рассчитать значения вторичной пористости и проницаемости. И, наконец, на завершающем этапе моделирования, необходимо выполнить калибровку полученных значений проницаемости с данными полученными эмпирически. Обычно для этой цели используются материалы гидродинамического испытания скважин.

Литература

1. Зайцев В.А., Зайцев А.В. Изучение напряженного состояния земной коры методами тектонофизического моделирования на оптически активных материалах. // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. 2006. Т. 81., Вып. 5. С. 84.
2. Зайцев А.В. 3D модель напряженного состояния района Кольской сверхглубокой скважины (СГ-3). // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. 2008. С. 20-25.
3. Дмитриевская Т.В., Рябухина С.Г., Зайцев. Проблемы добычи метана из угольных пластов и новейшая геодинамика на примере Талдинского месторождения (Южный Кузбасс). // Геология нефти и газа. 2012, №4, С.85-91.
4. Вовк В.С. Дзюбло А.Д. Холодилов В.А. Дмитриевская Т.В. Рябухина С.Г. Зайцев А.В. Прогноз нефтегазоносности Долгинской площади по результатам моделирования на оптически активных материалах. // Геология нефти и газа. 2008, №3, С. 2-5.