

П. Н. Михайлов, Л. Ф. Халимов (Стерлитамак, СФ АН РБ).
Температурное поле в изолированном пласте при фильтрации реального газа.

Изучение температурных полей при фильтрации газов в пористой среде представляет огромный интерес как для расчетов оптимальных режимов отбора для предотвращения выпадения газогидратов, так и для интерпретации температурных кривых при исследовании газовых пластов. Решение такого рода задач представляет известные трудности в связи с нелинейностью системы, включающей как термодинамические, так и гидродинамические уравнения. В работе рассмотрен частный случай задачи и исследуется температурное поле, возникающее в пласте в процессе фильтрации однокомпонентного реального газа при отсутствии жидкой фазы.

Задача решается в предположении, что движение газа к скважине обладает осевой симметрией и направлено от периферии к скважине.

Из уравнения энергии, пренебрегая влиянием теплоотдачи в окружающую среду на температуру самого пласта, можно получить уравнение Чекалюка [1] для решения которого необходимо дополнительно решить гидродинамическую задачу. Для описания движения газа воспользуемся квазистационарным уравнением неразрывности. Решение которого строится в баротропном приближении с применением функции Лейбензона [2].

При рассмотрении баротермического эффекта в пластах газ нельзя рассматривать как идеальный, поскольку коэффициент Джоуля–Томсона для идеального газа равен нулю. Поэтому в плотность газа определяется из уравнения состояния для реального газа. Подставив из решения квазистационарного уравнения градиент давления в уравнение Чекалюка, получим уравнение, которое можно решить методом характеристик. Определены пределы применимости решения и показано, что в предельном случае, получим известное решение для несжимаемой жидкости [3]. Изменение температуры подчиняется следующим закономерностям. Линейное нарастание температуры при малых временах сменяется логарифмической стабилизацией при больших временах. Время, при котором происходит смена линейного нарастания на логарифмическую стабилизацию, зависит от барической сжимаемости; с увеличением сжимаемости это время уменьшается.

Величина температурного эффекта также сильно зависит от сжимаемости. С увеличением сжимаемости величина температурного эффекта возрастает. Коэффициент барической сжимаемости приблизительно обратно пропорционален давлению. Реальные значения этого коэффициента в условиях газовых пластов лежат в пределах $3 \cdot 10^{-8}$ Па– 10^{-8} Па. Поэтому величина эффекта находится в пределах (10K, 15K). Это хорошо согласуется с величиной измеряемых в скважинных условиях температурных эффектов. Важно отметить, что согласно разработанной нами теории время установления температурного эффекта при Па, что часто встречается на практике, составляет около суток. Этот факт чрезвычайно важен при практическом использовании баротермического эффекта. Полученные результаты могут быть использованы для решения различных задач нефтегазовой геологии: определения местоположения продуктивного пласта, газонефтяного контакта, определения зон прорыва газа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чекалюк Э. Б. Термодинамика нефтяного пласта. М.: Недра, 1965, 238 с.
2. Лейбензон Л. С. Движение природных жидкостей и газов в пористой среде. М.-Л.: Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1949, 628 с.
3. Филиппов А. И. Скважинная термометрия переходных процессов. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1989, 116 с.