

П. Н. Михайлов, А. И. Филиппов, М. А. Горюнова
(Стерлитамак, СФ АН РБ). Уточненное аналитическое решение основной задачи термокаротажа.

Нестационарные температурные поля в стволе скважины и окружающей среде оказывают взаимное влияние друг на друга. Естественными граничными условиями, определяющими это взаимодействие, является равенство температур и тепловых потоков на стенке труб. Так как решение таких задач связано с принципиальными трудностями, то, как правило, они заменяются исследователями более простыми. В работах [1], [2], [3] температурное поле в скважинах исследуется на основе математической модели, полученной в предположении постоянства профиля скорости и температуры по сечению скважины, в [4] асимптотическим методом построено приближенное аналитическое решение основной задачи термокаротажа с учетом профиля скорости, которое позволило рассчитать температурное поле только при больших и малых временах и вдали от скважины. В отличие от [4], здесь получено асимптотическое решение основной задачи термокаротажа пригодное для всех значений переменной, позволяющее исследовать влияния тепловых импульсов пласта на температурные возмущения в скважине.

Полученные формулы позволяют построить зависимости температуры от безразмерных времени и вертикальной координаты, исследование которых позволяет сформулировать следующие выводы:

- геотермический перепад температуры сопоставим с величиной температурной аномалии в пласте;
- с увеличением времени зона влияния температурного сигнала пласта возрастает;
- решение задачи в нулевом приближении описывает зависимость от времени средней по сечению температуры и не дает представления о радиальном распределении температуры в скважине, зависимость же температуры от расстояния до оси скважины описывается первым приближением;
- перепад температуры при малых временах растет со временем, затем достигает максимума и в дальнейшем уменьшается; физически это соответствует формированию температурного перепада и последующему его уменьшению, вызванному прогревом окружающей скважину среды, что приводит к закономерному уменьшению теплового потока из скважины в окружающую среду;
- с увеличением расстояния до пласта, как следует из анализа кривых, время достижения максимума как и величина относительного перепада возрастают;
- при удалении от центра скважины величина перепада температуры естественно уменьшается, а время достижения максимума приблизительно остается тем же;
- при достижении определенного времени скорость роста температуры существенно возрастает, что соответствует подходу фронта температурного сигнала пласта;
- при малых удалениях от пласта наблюдается влияние погранслоя и такое поведение кривой объясняется ошибками модели а не физическими причинами; построенные погранслойные функции уточняют решение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чекалюк Э. Б. Термодинамика нефтяного пласта. М.: Недра, 1965, 238 с.
2. Пудовкин М. А., Саламатин А. Н., Чугунов В. А. Температурные процессы в действующих скважинах. Казань: 1977, 166 с.
3. Филиппов А. И., Михайлов П. Н., Ахметова О. В. Температурное поле в действующей скважине. — Сибирский ж. индустр. матем., 2004, т. VII, № 1(17), с. 135–144.
4. Филиппов А. И., Михайлов П. Н., Ахметова О. В. Основная задача термокаротажа. — ТВТ, 2006, т. 44, № 5, 748 с.