

## **Математическое моделирование термогидродинамических процессов в пласте для определения структуры околоскважинной зоны**

*Л.А. Гайдуков (ОАО «НК «Роснефть»),  
А.В. Новиков (МФТИ),  
Д.В. Посвянский, Р.Р. Тухватуллина  
(«Роксар Технолджис АС»)*

---

При формировании околоскважинной зоны (ОЗ) существенную роль играют следующие процессы: коагуляция твердыми частицами, проникающими в пласт вместе с буровым раствором и техническими жидкостями; деформация горной породы; защемление технических жидкостей в порах; образование асфальтосмолопарафиновых отложений и др. Для учета влияния этих процессов на продуктивность скважины используется интегральный параметр – скин-фактор, который определяется по данным гидродинамических исследований скважин и зависит от структуры ОЗ (размера и фильтрационных свойств). Знание структуры ОЗ необходимо для качественного планирования мероприятий по восстановлению/повышению продуктивности скважин. Однако для определения структуры ОЗ данных о динамике забойного давления недостаточно, так как восстановление давления – относительно быстрый процесс, который неинформативен для расстояний около 1 м от скважины. Кроме того, на практике при проведении исследований проявляется эффект влияния ствола скважины, который искажает начальные участки КВД. В последнее время наряду с давлением при исследовании скважин также записывается динамика забойной температуры с высокой степенью разрешения (0,01 С), что позволяет использовать эти данные для получения дополнительной информации о пласте.

При эксплуатации скважин в пласте происходит ряд термогидродинамических процессов, которые приводят к изменению/восстановлению забойной температуры: эффект Джоуля – Томпсона, адиабатическое расширение, выделение тепла при фазовом переходе флюидов, теплопередача. В то же время на динамику восстановления забойной температуры после остановки скважины влияют фильтрационные свойства ОЗ, что позволяет использовать эти данные для идентификации структуры ОЗ.

Использована математическая термогидродинамическая модель двухфазной (нефть – газ) фильтрации в окрестности вертикальной скважины с учетом наличия ОЗ. Математическая модель учитывает эффект Джоуля – Томпсона, адиабатическое расширение, выделение тепла при разгазировании нефти, теплопередачу и позволяет рассчитывать динамику забойных давления и температуры в зависимости от дебита скважины, свойств пласта и структуры ОЗ. Показано, что структура ОЗ существенно влияет на динамику восстановления забойной температуры после остановки скважины (в отличие от давления). Проведен анализ степени влияния различных факторов на динамику забойной температуры. Предложен алгоритм совместной интерпретации данных термогидродинамических исследований скважин, позволяющий наряду со стандартными параметрами определять структуру ОЗ. Представлены примеры реализации разработанных алгоритмов на примере реальных промысловых данных по нескольким скважинам.