

Оценка продуктивности скважин в неоднородных пластах на основе статистических характеристик коллекторов

*А.П. Рошкетаяев, А.В. Якасов (ООО «РН-УфаНИПИнефть»),
В.А. Краснов, Т.Р. Мусабиров (ОАО «НК «Роснефть»)*

Важной особенностью пластов, не однородных как по вертикали, так и по латерали, является более низкая продуктивность скважины по сравнению с ее значением, полученным по усредненной по вертикали проницаемости в скважине. Кроме того, иногда по данным гидродинамических исследований в скважинах таких пластов наблюдается отрицательное значение скин-фактора, несмотря на то, что скважина не была стимулирована. Скважины, вскрывающие подобный пласт, после пуска имеют более продолжительные и значительные снижения дебитов до выхода на установившейся режим (в случае заводнения) по сравнению со скважинами в однородных и слоисто-неоднородных пластах. Использование арифметического усреднения проницаемости по вертикали в таком случае неприемлемо, так как приводит к существенным ошибкам в прогнозе дебита на установившемся режиме.

В работе предложен метод определения эффективной межскважинной проницаемости и скин-фактора скважины в неоднородном пласте в зависимости от статистической информации о неоднородности проницаемости (среднее значение, дисперсия и радиус корреляции) и расстояния между скважинами. Для практических вычислений предложена простая зависимость, построенная на основе обобщения результатов численных экспериментов, выполненных на гидродинамических моделях типовых пластов с различными характеристиками неоднородности и межскважинными расстояниями. Фильтрационно-емкостные свойства в моделях задавались с использованием стохастического моделирования. При этом создавалось несколько случайных реализаций с целью получения усредненных результатов. Для определения проницаемости и скин-фактора применялись традиционные методы, базирующиеся на исследованиях неустановившегося режима фильтрации флюидов в пласте – на основе анализа кривой восстановления давления (КВД) после закрытия скважины.

Анализ результатов численных экспериментов показал, что увеличение дисперсии при любых радиусах корреляций снижает проницаемость по отношению к ее среднему арифметическому значению и, напротив, увеличение радиусов вариограмм уменьшает влияние вариации проницаемости на ее эффективное значение. Показано также, что продуктивность скважин в предельно неоднородном некоррелируемом по проницаемости пласте существенно уменьшается по отношению к однородному или полностью слоистому пласту даже в случае равенства средних по вертикали значений. Экспериментально и теоретически полученные зависимости эффективной проницаемости от дисперсии некоррелируемого поля показали хорошее соответствие. В целом численные эксперименты подтвердили наблюдаемые на практике особенности (отрицательный скин-фактор, заниженные значения эффективной проницаемости).

Новый метод позволяет повысить точность оценки дебита скважин, длительности и величины его снижения после пуска скважины до выхода на установившийся режим при заводнении.