

Математическая модель фильтрации высоковязких парафиносодержащих нефтей при воздействии высокочастотным электромагнитным полем

Ф.С. Хисматуллина

(ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»),

А.И. Хатмуллина

(РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина)

Рассмотрено влияние высокочастотного электромагнитного нагрева на характеристики вытеснения высоковязких парафиносодержащих нефтей. Предположено, что вытесняющий агент является диэлектрической жидкостью с температурой ниже температуры плавления парафинов. При этом кристаллизованный парафин занимает определенную долю эффективной пористости.

Предложен новый подход, при котором плавление парафина происходит в некотором объеме среды. Поскольку парафин является аморфным веществом, принято, что процессы плавления и кристаллизации парафина описываются заданным кинетическим законом (скорость изменения содержания парафина пропорциональна его концентрации). В уравнении теплопроводности появляется дополнительный член, характеризующий поглощение (выделение) тепла при плавлении (кристаллизации парафина), в уравнении конвективной диффузии – член, характеризующий появление (исчезновение) источников массы при этом.

Расчет фильтрации выполнен на основе численной модели, учитывающей процессы тепло- и массопереноса многокомпонентной системы, а также фазовые превращения парафина. Проведены расчеты в рамках линейной модели фильтрации с принятыми допущениями. Показано, что в процессе высокочастотного нагрева происходит эволюция пространственного распределения начальной концентрации парафина. Установлено, что в пласте можно выделить область улучшения эффективной пористости за счет плавления парафина и две области с ухудшением эффективной пористости (первая – за тепловым фронтом, вторая – на фронте вытеснения за счет переноса и дальнейшего застывания расплавленного парафина в низкотемпературной зоне).

Отмечено, что результаты исследований могут использоваться для выбора оптимальных способов и режимов воздействия на призабойную зону пласта высокочастотным электромагнитным полем и нагнетаемым растворителем.