

Влияние осмотических сил на фильтрационные процессы в низкопроницаемых пластах

***В.А. Байков, А.В. Колонских, И.А. Пшеничнюк
(ООО «РН-УфаниПИНефть»)***

Переход к новым технологиям нефтедобычи для разработки низкопроницаемых коллекторов предполагает учет и контроль все более тонких эффектов, сопровождающих процесс фильтрации. Наряду с гидравлическими силами на фильтрацию в пластах могут влиять электрические поля, градиенты температуры и химического потенциала (или концентрации растворенных веществ). С последним типом сил связано такое явление как осмос – движение частиц растворителя в направлении большей концентрации растворенного вещества. Соленость пластовых жидкостей и неоднородность минералогического состава коллекторов создают благоприятные условия для проявления осмоса в обводненных резервуарах. Очевидно, что наличие таких сил должно быть учтено при моделировании процессов нефтедобычи, а также на всех последующих этапах.

Как было показано, некоторые пористые горные породы могут обладать мембранными свойствами, хорошо пропуская воду и задерживая (по крайней мере, частично), растворенные в ней соли. Такие породы называют геологическими мембранами. Мембранные свойства пород проявляются тем лучше, чем ниже их проницаемость. Способность горных пород задерживать ионы связана с электрическим зарядом стенок пор и существованием так называемого двойного электрического слоя. Известно, что некоторые глины обладают значительным поверхностным зарядом. Как низкая проницаемость, так и наличие глин являются типичными атрибутами низкопроницаемых коллекторов.

Отмечено, что осмотические эффекты неизбежны как при лабораторных исследованиях кернов, так и в полевых условиях. Предложен ряд моделей, демонстрирующих влияние осмоса на фильтрационные процессы. В качестве основных теоретических инструментов для моделирования используются уравнения материального баланса, закон Дарси и теория связанных потоков Онзаггера. Показано, как осмотические силы могут приводить к возникновению порогов фильтрации и нелинейным отклонениям от закона Дарси при малых градиентах давления.