

УДК 622.276.1/.4.001.57

## **О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОЛЯ ВОДОНАСЫЩЕННОСТИ В ЯЧЕЙКАХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ НИВЕЛИРОВАНИЯ ЧИСЛЕННОЙ ДИФФУЗИИ**

**В.В. Овчаров**

(ООО «Тюменский нефтяной научный центр»)

Одной из важнейших задач гидродинамического моделирования является локализация остаточных запасов нефти. Точность решения данной задачи зависит от корректности определения водонасыщенности в гидродинамической модели.

Характерные расстояния между скважинами на нефтяных месторождениях равные 200-600 м, что при шаге сетки 50-100 м составляет 2-12 ячеек между скважинами. Для разрывного решения, которым является решение о вытеснении несмешивающихся жидкостей, необходимо минимум пять точек только для построения участка разрыва. Грубая дискретизация в численных моделях усиливает процесс «искусственной» диффузии, что приводит к некорректному определению фронта вытеснения и «размыванию» насыщенностей. Точность решения можно повысить за счет измельчения конечно-разностной сетки (достичь значений шага порядка 1 м), однако число узлов численной схемы возрастает на несколько порядков (с единиц миллионов до десятков миллиардов узлов), поэтому, учитывая ограничения вычислительной техники, рассчитать такие модели на сегодняшний день практически невозможно.

Альтернативным подходом для уменьшения влияния вышеописанного эффекта является использование методов регуляризации численных решений (введение искусственной вязкости, искусственной теплопроводности и т.д.), однако в коммерческих симуляторах для моделирования процессов фильтрации (Tempest, Eclipse и др.) отсутствуют методы регуляризации численного решения.

В данной работе на примере решения одномерной задачи вытеснения нефти водой показано влияние численной диффузии на текущее распределение водонасыщенности в пласте. На основе аналитического решения задачи Баклея-Леверетта предлагается в каждом расчетном блоке корректировать расчет водонасыщенности, что позволяет точнее воспроизводить изменение насыщенностей в моделях с крупными размерами блоков сетки. Работоспособность предложенного подхода подтверждается на конкретных примерах<sup>1</sup>.

Поскольку практический интерес представляют решения, полученные на трехмерных моделях, и в связи с отсутствием возможности строить и рассчитывать мелкочастистые модели крупных месторождений для корректного вычисления текущего насыщения в 2D и 3D моделях предлагается в каждом расчетном блоке использовать процедуру корректировки водонасыщенности. Определение поля водонасыщенности внутри блока численной модели - это трехмерная задача Баклея-Леверетта, которая на сегодняшний день не решена в аналитическом виде. Один из возможных подходов для получения аналитического решения – использование кватернионов для понижения мерности задачи.

Данный способ регуляризации численного решения автором предлагается впервые, в публикациях, касающихся нефтегазовой промышленности и науки, ранее не встречался, по крайней мере автору такие публикации неизвестны.

Алгоритм уточненного расчета водонасыщенности может использоваться в рамках развития гидродинамического симулятора ПК «РН-КИМ» ПАО «НК «Роснефть».

---

<sup>1</sup>Овчаров В.В. Модификация функций относительных фазовых проницаемостей для регуляризации численного решения задачи вытеснения нефти водой. // Нефтяное хозяйство, - 2014. - №3. – С. 102-105.