

Трехмерное параметрическое моделирование седиментационных врезов на примере пластов АВ₆₋₇ Ватьеганского месторождения

Э.С. Торопов¹, В.С. Стариков¹, А.А. Калугин¹, А.Д. Алексеева¹

¹ООО «Лукойл-Инжиниринг»

Пласты АВ₆₋₇ Ватьеганского месторождения сформированы прибрежно-морскими песчано-глинистыми отложениями и осложнены многочисленными палеоканалами. На основе созданной новой концептуальной модели меловых отложений и 2D геологического моделирования Ватьеганского месторождения на этих пластах была опробована технология объемного параметрического моделирования седиментационных врезов. Сложность условий осадконакопления и новая концептуальная модель вызвали необходимость изменения стандартных подходов к 3D моделированию. Применение предложенной технологии позволило корректно воспроизвести в объеме седиментационные врезы с точки зрения как геологии, так и последующего расчета фильтрационных моделей. В геологической модели врезы реализованы на уровне распределения коллекторов и фильтрационно-емкостных свойств, сеточная модель отражает особенности структурного каркаса. Это позволило исключить проблемы в процессе ремасштабирования в части появления выклинивающихся и сильно деформированных ячеек, которые традиционно возникают при наличии резкого изменения толщины слоев. Обеспечивается гидродинамическая связь между «руслом» и «поймой» на уровне как геометрии, так и распределения коллектора, которую можно регулировать при настройке гидродинамической модели. Кубы коэффициента нефтенасыщенности построены с учетом модели переходной зоны и принятых уровней водонефтяного контакта.

Пласты группы АВ₆₋₇ Ватьеганского месторождения сформированы прибрежно-морскими песчано-глинистыми отложениями и осложнены многочисленными палеоканалами. Отдельные эрозионные врезы уходят вниз по разрезу, пересекая несколько пластов, формируя между ними «окна» слияния, что влияет на распространение залежей (рис. 1, а). Каналы содержат большую долю песчаного материала по сравнению со вмещающими осадками и могут занимать значительную часть площади. Рассматриваемый интервал разреза вскрыт примерно 900 скважинами. Общая толщина, составляющая около 200 м, в процессе 2D моделирования разделена на 20 продуктивных пластов.

На основе новой концептуальной модели меловых отложений и 2D геологического моделирования Ватьеганского месторождения (А.А. Калугин и др., 2015) на продуктивных пластах АВ₆₋₇ опробована технология объемного параметрического моделирования седиментационных врезов. Сложность условий осадконакопления и новая концептуальная модель потребовали следующих изменений в стандартных подходах к 3D моделированию.

1. Объемный структурный каркас, полностью учитывающий заложенную концепцию, создавался с учетом геометризованных палеоврезов по результатам корреляции скважин (А.Д. Алексеева и др., 2017) (см. рис. 1, а).

2. Тренды эффективных толщин и коэффициента пористости отстраивались по скважинным данным с учетом типизации разреза методом послойной сплайн-ап-

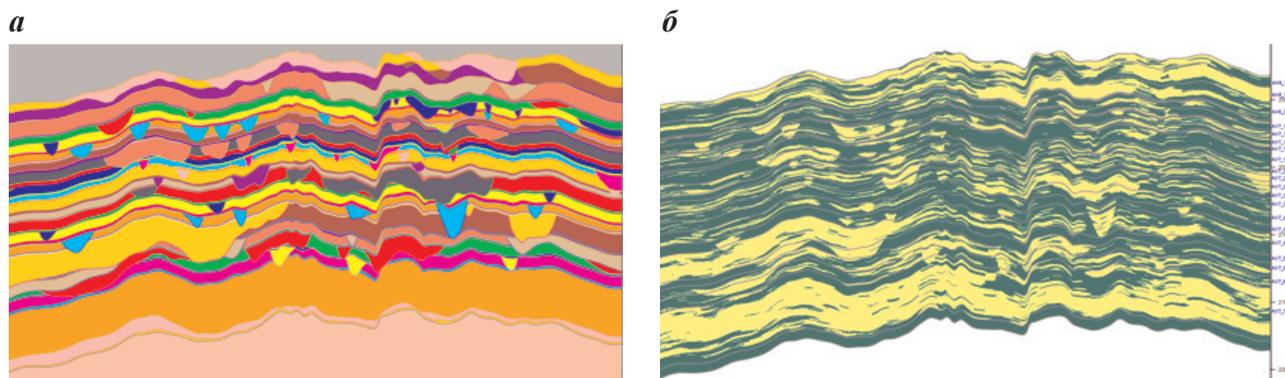


Рис. 1. Структурный каркас пластов АВ₆₋₇ Ватьеганского месторождения (а) и куб распространения коллектора (б)

проксимации. При этом учитывалось изменение фильтрационно-емкостных свойств согласно фациальному районированию.

3. Кубы распространения коллектора строились методом индикаторного моделирования. В зависимости от типизации разреза подбирались различные геологостатистические разрезы и параметры вариограмм, в качестве трендов использовались карты, полученные на предыдущем этапе (рис. 1, б).

4. Кубы коэффициента пористости перестраивались с учетом распространения коллекторов в разных типах разрезов.

5. Построение кубов нефтенасыщенности и моделирование переходной зоны выполнялись следующим образом. По результатам интерпретации материалов геофизических исследований скважин, находящихся в водонефтяной зоне пласта, и кривым капиллярного давления закартированы двухпараметрические зависимости вида $K_v = f(K_{п}, H_{зчв})$ ($K_v, K_{п}$ – коэффициент соответственно водонасыщенности и пористости; $H_{зчв}$ – высота над уровнем зеркала чистой воды) (рис. 2).

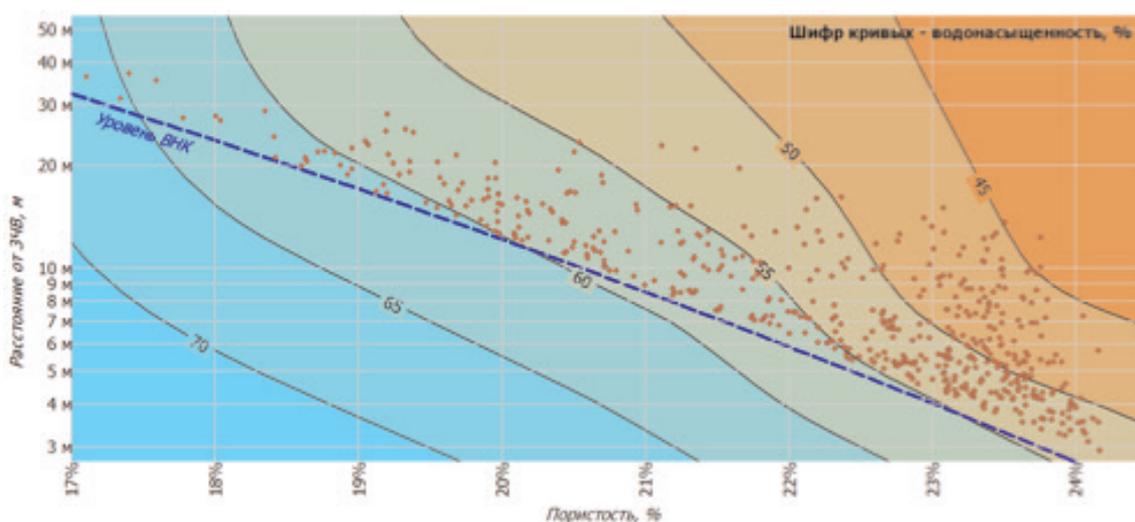


Рис. 2. Зависимость коэффициента водонасыщенности K_v (цифры изолиний) от пористости и высоты над зеркалом чистой воды для пластов АВ₇ Ватьеганского месторождения

Эти зависимости можно рассматривать как модификацию J -функции Леверетта, которая позволяет комбинировать данные электрической и капиллярной моделей и имеет гораздо более гибкую настройку, чем известное уравнение $K_v = aJ^b$. Зависимости строились по группам пластов, на их основе от принятых поверхностей водонефтяного контакта рассчитывались априорные кубы коэффициента нефтенасыщенности, которые затем корректировались по скважинным данным.

Выводы

1. Применение рассмотренной технологии позволило корректно воспроизвести в объеме седиментационные врезы.
2. В геологической модели врезы реализованы на уровне распределения коллекторов и фильтрационно-емкостных свойств, а сеточная модель отражает особенности структурного каркаса. Это позволило исключить проблемы в процессе апскейлинга в части появления выклинивающихся и сильно деформированных ячеек, которые традиционно возникают при наличии резкого изменения толщин слоев.
3. В модели обеспечена гидродинамическая связь между «руслом» и «поймой» как на уровне геометрии, так и при распределении коллектора. Параметры гидродинамической связи можно регулировать при настройке гидродинамической модели.
4. Кубы коэффициента нефтенасыщенности построены с учетом модели переходной зоны и принятых уровней водонефтяного контакта.