KL13

A Novel Approach of Horizontal Wells Accounting in Geology and Hydrodynamics Modeling for Accuracy Improvement in Estimation of the Wells Starting and Cumulative Performance

S.G. Gorunov* (Roxar Services LLC), I.V. Evdokimov (Roxar Services LLC)
& S.G. Evdokimova (Roxar Services LLC)

SUMMARY

The work represents a novel approach for constant updating and monitoring of the geological and hydrodynamic models during the period of an active infill drilling by horizontal wells. More than 150 wells were designed and supported during geosteering using 3D models. Moreover the strategy of the infill drilling program was optimized every time new data was available after drilling and set into production each new well. Applying the current approach, efficiency of net sand penetration was increased from 65 to 80% of the borehole length and average starting oil rate increased from 40 to 52 t/day.

Учет горизонтальных скважин при геолого-гидродинамическом моделировании с целью повышения точности оценки пусковых и накопленных показателей работы скважин

И.В. Евдокимов*, С.Г. Горюнов, С.Г. Евдокимова (ООО «Роксар Сервисиз»)

Введение

Значительное увеличение доли горизонтальных скважин (ГС) и зарезок боковых горизонтальных стволов (ЗБГС) в эксплуатационном фонде месторождений, в последние годы, приводит к необходимости их точного учета при построении цифровых трехмерных геолого-гидродинамических моделей (ГГДМ).

Трехмерные цифровые геологические модели (ГМ) следует разделять по типу решаемых задач.

К первой группе следует отнести модели, построение которых необходимо для подсчета запасов и в качестве основы для проектирования разработки и оценки КИН на гидродинамических моделях (ГДМ). ГГДМ первой группы, как правило, строятся на определенную дату и к моменту завершения работ по моделированию, не всегда отражают текущее состояние моделируемого объекта. В качестве скважин, используемых для построения основного структурного каркаса, используются условно вертикальные скважины и скважины с гироскопической инклинометрией. При построении карт кровель и подошв целевых объектов, дополнительно используются скважины с удлинениями более 30 м [1].

Ко второй группе относятся постоянно действующие геолого-технологические модели (ПДГМ) находящиеся в непрерывном мониторинге, то есть модели строятся по историческим и текущим геолого-промысловым данным, на них планируется размещение новых скважин, сопровождается бурение текущих скважин, после завершения каждой пробуренной скважины выполняется обновление модели и планирование новых скважин.

Учет горизонтальных скважин в ГГДМ

Если ранее, при построении моделей первой группы, горизонтальные стволы подсаживали в основном на этапе гидродинамического моделирования для адаптации скважин на историю разработки, то в настоящее время, существует острая необходимость оперативного обновления моделей с учетом вновь пробуренных горизонтальных скважин, поскольку результаты их бурения зачастую уточняют структуру и ФЕС и необходимы для планирования и сопровождения каждой следующей скважины с кустовой площадки. Выработанный на практике подход отражен на рис.1.

1 сутки	Планирование скважины №1
	Подготовка геологического проекта с оценкой пусковых и накопленных показателей
2-15 сутки	Бурение до Т1. Сопровождение бурения до Т1
16-17 сутки	Уточнение ГМ и целей на ГС. Спуск ЭК и цементаж
18-24 сутки	Геологическое сопровождение бурения ГС
25-26 сутки	Регистрация и интерпретация ГИС
27-28 сутки	Обновление ГГДМ по результатам бурения ГС
	Уточнение пусковых показателей для подбора ГНО
	Уточнение стратегии разбуривания и планирование скважины №2

Рисунок 1. Последовательность работ по моделированию при разбуривании залежи с кустовой площадки.

На рис.2 представлены разрезы по кубу литологии до и после обновления модели по результатам бурения скважины.

Рисунок 2. Разрез по кубу литологии вдоль траектории горизонтальной скважины и структурная карта по кровле пласта: А – до бурения, Б – после бурения.

Как видно на рис.2А, по модели до начала бурения горизонтальной секции, предполагался интенсивный рост структуры пласта. При геологическом сопровождении бурения, при наборе зенитного угла в интервале 2880-2960 м, произошло приближение и выход в вышележащие высокорadioактивные породы, в связи с чем, выдана рекомендация о сбитии угла и дальнейшая корректировка траектории (рис.2Б). Дальнейшее бурение с зенитным углом близким к 90 градусов и достижение подошвенных глин показало, что структура росла менее интенсивно, чем предполагалось ранее, до начала бурения.

Для учета горизонтального ствола в структурной модели выбран метод гамма каротажа (ГК), как метод, который наилучшим образом расчленяет разрез. В качестве опорных, для расчета синтетического каротажа, выбраны ближайшие наклонно-направленные скважины. Синтетический каротаж ГК создается из каротажа ГК окружающих скважин, путем переноса данных с опорных скважин и осреднения их на горизонтальный участок ствола “подсаживаемой” скважины. Значение синтетического каротажа рассчитанного из скважин окружения, переносится согласно структурной модели на горизонтальный участок ствола “подсаживаемой” скважины. Значения, полученные из нескольких опорных скважин, усредняются и взвешиваются на расстояние от ГС до опорных скважин. Если синтетический каротаж не совпадает с фактическим, то в этих участках структурная модель корректируется с помощью фиктивных скважин. После перестроения, синтетический каротаж пересчитывается с учетом обновленной структуры. При корректировке структурной модели необходимо контролировать результат перестроения на разрезе, чтобы не допустить “негеологичность” структурной модели (углы падения структуры).

В процессе бурения выполнялось геологическое сопровождение бурения в режиме реального времени (геонавигация). После завершения бурения горизонтальной скважины и проведения интерпретации ГИС автономной аппаратурой, геологическая модель обновлена по результатам бурения горизонтального ствола.

Геофизические методы исследования скважин являются основным источником информации в процессе бурения и эксплуатации скважины. Комплекс геофизических исследований горизонтальных скважин постоянно развивается и совершенствуется. В настоящий момент, в большинстве горизонтальных скважин Западной Сибири, используется комплекс ГИС регистрируемый автономной аппаратурой и включающий модули: ГК+2ННКт, ВИКИЗ+ПС, ГГКп и инклинометрию.

При соблюдении технических характеристик в процессе записи окончательного каротажа, высока вероятность получения качественных данных в интервале горизонтального ствола скважины, которые позволяют с большей долей достоверности провести количественную оценку параметров и рассчитать ФЕС пород [2]. По результатам комплексного анализа данных инклинометрии и ГИС можно определить пространственное положение ствола горизонтальной скважины относительно геологического разреза.

Следующим этапом, после учета горизонтального участка ствола в структурной модели, выполнено осреднение данных РИГИС (литология, Кп, Кпр, Кнг и др.) с ГС на ячейки трехмерной геологической сетки, с последующим учетом этих данных при моделировании кубов геологических и петрофизических параметров.

После обновления геологической модели, кубы литологии и свойств обновлены в гидродинамической модели.

Критерием достоверности оценки количественных параметров по ГИС и обновления ГГДМ по этим параметрам, принимается соответствие пусковых параметров работы скважины оцененных на ГДМ - фактическим.

Так, по рассматриваемой скважине, при оценке пусковых показателей на ГДМ на 30 сутки планировали $Q_{ж}=106$ м³/сут, $Q_n=52$ т/сут, обв.=41%, при $P_{заб}=90$ атм.

Фактические показатели на 30 сутки эксплуатации составили $Q_{ж}=126$ м³/сут, $Q_n=54$ т/сут, обв.=49%, при $P_{заб}=76$ атм.

Незначительное отличие в дебите жидкости может быть связано в незначительном отличии в созданной депрессии.

Кроме того, для оценки подтверждаемости расчетов на ГДМ, выполнено сопоставление накопленной добычи нефти за первый год эксплуатации. По ГДМ накопленная добыча нефти составила 16 350 тонн, по факту – 17 643 тонны.

Выводы

Корректный учет в ГГДМ информации по всем пробуренным скважинам, в том числе ГС и ЗБГС, позволяет повысить точность построения ГМ и как следствие, повысить точность расчета пусковых и накопленных показателей проектных скважины на ГГДМ.

Использование ПДГТМ позволяет оперативно корректировать стратегию бурения при уточнении геологического строения месторождения при бурении каждой новой скважины.

При непосредственном участии авторов доклада выполнено планирование, сопровождение бурения и оптимизация разработки на постоянно-действующих ГГДМ более 150 скважин с горизонтальным окончанием. С использованием авторского подхода, эффективность проводки скважин по коллекторам возросла с 65 до 80% от длины ствола, средний запускной дебит нефти новых скважин возрос с 40 т/сут до 52 т/сут.

Список литературы:

1. Методические указания по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений (Часть 1. Геологические модели). – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ». – 2003. – 164 с.
2. А.А. Молчанов, Э.Е. Лукьянов, В.А. Рапин. Геофизические исследования горизонтальных нефтегазовых скважин: учебное пособие. – С.-Петербург: Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ), 2001, 298 с.