

КРИТЕРИИ ВЫБОРА УЧАСТКОВ ДЛЯ СЕКТОРНОГО ГЕОЛОГО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

CRITERIA FOR SELECTING SITES FOR SECTOR GEOLOGICAL AND HYDRODYNAMIC MODELING

Аннотация: В статье рассматриваются ключевые критерии выбора участков для секторного геолого-гидродинамического моделирования (ГГД-моделирования) при разработке нефтяных месторождений, особенно на поздних стадиях эксплуатации. Основное внимание уделено анализу степени выработанности запасов, плотности подвижных запасов нефти, геологической неоднородности и динамики обводнённости как определяющих факторов при планировании геолого-технических мероприятий, включая бурение боковых стволов.

Подчёркивается важность комплексного подхода для повышения точности прогнозирования и снижения рисков неэффективных решений при доработке месторождений.

Abstract: The article discusses the key criteria for selecting sites for sector geological and hydrodynamic modeling (GHD modeling) in the development of oil fields, especially in the late stages of operation. The main attention is paid to the analysis of the degree of reserves depletion, the density of mobile oil reserves, geological heterogeneity and the dynamics of water cut as determining factors in planning geological and technical measures, including drilling sidetracks.

The importance of an integrated approach to improve the accuracy of forecasting and reduce the risks of ineffective decisions in the further development of fields is emphasized.

Ключевые слова: секторное геолого-гидродинамическое моделирование, выработанность запасов, боковые стволы, подвижные запасы нефти, методы увеличения нефтеотдачи (МУН), геологическая неоднородность, обводнённость, фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС), Ватьеганское месторождение.

Key words: sector geological and hydrodynamic modeling, reserves depletion, sidetracks, mobile oil reserves, enhanced oil recovery methods (EOR), geological heterogeneity, water cut, filtration and capacity properties (FCP), Vateganskoye field.

Секторное геолого-гидродинамическое моделирование (ГГД-моделирование) является важным инструментом для оптимизации разработки нефтяных месторождений, особенно на поздних стадиях эксплуатации. В отличие от полномасштабных моделей, секторное моделирование позволяет с высокой детализацией анализировать фильтрационные процессы на локальных участках, что делает его незаменимым при обосновании геолого-технических мероприятий (ГТМ), включая бурение боковых стволов (БС).

Выбор участка для такого моделирования требует комплексного подхода, основанного на анализе степени выработанности запасов, текущей плотности подвижных запасов нефти, геологической неоднородности и динамики обводнённости. В данной статье рассматриваются ключевые критерии, влияющие на эффективность секторного моделирования, а также предлагается методика отбора оптимальных зон для проведения ГГД-исследований.

Одним из основных параметров при выборе участка для секторного моделирования является степень выработанности запасов, определяемая как отношение накопленной добычи нефти к начальным извлекаемым запасам (НИЗ). В зависимости от этого показателя выделяют три категории участков:

Низкая выработанность (<30%) – такие зоны представляют интерес для уточнения модели и корректировки системы разработки с целью оптимизации дренирования запасов.

Средняя выработанность (30–60%) – оптимальный вариант для секторного моделирования, поскольку позволяет оценить эффективность применяемых методов увеличения нефтеотдачи (МУН) и скорректировать дальнейшую разработку.

Высокая выработанность (>60%) – моделирование в таких зонах направлено на поиск остаточных запасов и оптимизацию завершающей стадии эксплуатации месторождения.

Плотность текущих подвижных запасов нефти.

Как показывает практика, при планировании боковых стволов ключевым критерием часто выступает текущая плотность подвижных запасов, определяемая по данным полномасштабной фильтрационной модели.

Анализ фактически пробуренных скважин на месторождении подтверждает, что 86% боковых стволов были заложены в зоны с высокой плотностью запасов, что обеспечило их высокую продуктивность. В то же время, в 14% случаев дебиты новых скважин оказались ниже 10 т/сут, что свидетельствует о необходимости дополнительных критериев отбора, таких как:

- степень выработки запасов;
- геологическая неоднородность;
- динамика обводнённости.

Дополнительные факторы выбора участков.

Участки с высокой изменчивостью коллекторских свойств, наличием тектонических нарушений или литологических экранов требуют особого внимания при моделировании. Это связано с тем, что:

- неоднородность может приводить к неравномерной выработке запасов;
- в таких зонах часто сохраняются значительные объемы остаточной нефти.

Для уточнения фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) и прогнозирования движения флюидов в подобных условиях рекомендуется

применять детализированные секторные модели с учетом данных сейсмики и гидродинамических исследований.

Резкий рост обводнённости может указывать на прорыв воды или неравномерную выработку пласта. Для оценки таких зон используются:

- данные геофизических исследований скважин (ГИС);
- результаты трассерных исследований;
- гидродинамический анализ.

Особое внимание следует уделять участкам с аномально низкой обводнённостью при высокой общей выработке запасов, так как они могут содержать недренируемые остаточные запасы нефти.

Для повышения эффективности проектирования боковых стволов предлагается следующий алгоритм:

1. Первичный отбор на основе плотности подвижных запасов (по данным полномасштабной модели).
2. Статистическая обработка геолого-промысловой информации (ГПИ) для оценки степени выработки и динамики обводнённости.
3. Детализированное секторное моделирование выбранных зон с учетом локальной геологии и истории разработки.

Выбор участков для секторного геолого-гидродинамического моделирования должен основываться на комплексном анализе степени выработанности запасов, плотности подвижных запасов, геологической неоднородности и динамики обводнённости. Внедрение многоэтапного подхода, включающего предварительный отбор зон и их детализированное моделирование, позволяет повысить точность прогнозирования и снизить риски низкоэффективных геолого-технических мероприятий.

Список используемых источников

1. Анкудинов, А. А. Совершенствование методов системы заводнения и повышения эффективности закачки воды в нефтяной пласт: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.17 / Анкудинов Александр Анатольевич. - М. – 2018. – 114 с.
2. . M.S. Teleria, SPE, ITBA; C.J.J. Virues, SPE, ITBA; M.A. Crotti, SPE, Inlab S.A. Pseudo Relative Permeability Functions. Limitations in the Use of the Frontal Advance Theory for 2-Dimensional Systems // SPE 54004 – 1999 – 7 p.
3. Мельников, В. Н. Теоретическое обоснование недовыработки запасов на основании анализа динамики режимов скважин и зависимостей относительных фазовых проницаемостей / В. Н. Мельников, В. В. Вахрушев, А. В. Стрекалов // Нефтепромысловое дело. – 2021. – №5. – С. 26-28.
4. Мельников, В. Н. Выполнение экспресс-расчетов прогноза технологических показателей разработки в условиях ограничено исходной информации/В. Н. Мельников, Л. Д. Рачева, И. С. Соколов, А. А. Лопатко // В сб. Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО-Югры. – Ханты-Мансийск: АУ «НАЦ РН им. В.И. Шпильмана». – 2015. – С. 299-303 с.