

РОЛЬ ГЕОЛОГО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ ВЫРАБОТКИ ЗАПАСОВ

THE ROLE OF GEOLOGICAL AND HYDRODYNAMIC MODELING IN THE ANALYSIS OF RESERVES DEVELOPMENT

Аннотация. В статье рассмотрены ключевые аспекты применения геолого-гидродинамического моделирования (ГГДМ) для анализа выработки запасов углеводородов. Особое внимание уделено различиям между статическими и динамическими моделями, а также практическому применению гидродинамических методов при контроле разработки месторождений. На основе анализа данных промысловых исследований, карт изобар и гидродинамических исследований скважин (ГДИС) показано, как моделирование позволяет оптимизировать систему разработки и повышать эффективность добычи.

Abstract. The article considers key aspects of the application of geological-hydrodynamic modeling (GHDM) for the analysis of hydrocarbon reserves development. Particular attention is paid to the differences between static and dynamic models, as well as the practical application of hydrodynamic methods in field development control. Based on the analysis of field research data, isobar maps and well testing (WT) data, it is shown how modeling allows optimizing the development system and increasing production efficiency.

Ключевые слова: геолого-гидродинамическое моделирование, статические и динамические гидродинамические расчёты, коэффициент извлечения нефти, оптимизация разработки.

Key words: geological and hydrodynamic modeling, static and dynamic hydrodynamic calculations, oil recovery factor, development optimization.

Современные методы управления разработкой нефтяных и газовых месторождений требуют комплексного подхода, включающего анализ геологического строения, фильтрационно-ёмкостных свойств (ФЕС) пласта и динамики флюидов. Геолого-гидродинамическое моделирование (ГГДМ) является ключевым инструментом для решения этих задач, позволяя прогнозировать поведение залежи в различных сценариях эксплуатации.

Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения эффективности добычи на зрелых месторождениях, где традиционные методы разработки уже не обеспечивают достаточный уровень извлечения нефти. ГГДМ позволяет не только оценить текущую выработку запасов, но и оптимизировать дальнейшие решения, такие как бурение дополнительных скважин, применение методов увеличения нефтеотдачи (МУН) и управление заводнением.

В области геологии и разработки месторождений углеводородов выделяются два типа цифровых моделей пласта: статические и динамические. Статические модели характеризуются неизменностью параметров и свойств во времени, что делает их наиболее подходящими для создания геологических моделей. В отличие от них, динамические модели изменяются с течением времени, что позволяет учитывать эволюцию процессов разработки. К примеру, гидродинамические (или фильтрационные) модели представляют собой классы динамических моделей, которые активно используются в исследовании и контроле процессов разработки нефтяных залежей.

Гидродинамические методы занимают центральное место в общем комплексе подходов к изучению и мониторингу разработки нефтяных месторождений. Главные задачи контроля заключаются в отслеживании изменений ключевых показателей разработки, таких как дебит скважин, обводненность, пластовое давление и температура. Сбор и анализ данных о ходе выработки пластов позволяют более эффективно управлять процессами разработки и вносить обоснованные коррективы в эксплуатационный режим.

Эффективность гидродинамических исследований резко возрастает по мере бурения новых скважин и применения геофизических и лабораторных методов. Это способствует накоплению более объемной и достоверной информации о свойствах продуктивных пластов. Важно отметить, что на этапе промышленной разведки месторождений проводятся различные измерения, такие как определение начальных пластовых давлений и температур, отбор проб скважинной жидкости и газа. В рамках разведки также осуществляются гидродинамические и специальные исследования, которые предусмотрены проектом.

Ключевым продуктом гидродинамических исследований является построение карт изобар. Эти карты представляют собой систему линий, соединяющих точки пласта с одинаковыми значениями давления, приведёнными к определённой поверхности. Они позволяют контролировать изменения давления в различных участках пласта и в целом по нему, что в свою очередь дает возможность анализировать процесс вытеснения нефти водой. На основе полученных данных можно разрабатывать мероприятия по регулированию разработки, такие как изменение отборов жидкости из эксплуатационных скважин и объемов воды, закачиваемой в нагнетательные скважины.

Систематический геолого-промысловый контроль является гарантией рациональной разработки залежей нефти и газа. Он включает в себя исследование добывающих скважин, мониторинг водонасыщенности и обводненности. Периодическая обработка и детальный анализ собранных данных позволяют своевременно выявлять отклонения от проектных показателей, что крайне важно для поддержания заданных уровней добычи.

В нагнетательных скважинах основная цель промысловых исследований заключается в оценке основных параметров их работы. Обычно исследования проводятся согласно тому режиму, в котором осуществляется эксплуатация скважин. На основе полученных данных и текущего состояния разработки устанавливается режим работы на следующий период. Гидродинамические

исследования необходимы для оценки фильтрационных параметров пласта как вблизи, так и на значительном удалении от скважины. Они помогают выявить гидродинамическую связь как в пределах одного пласта, так и между различными пластами на разных глубинах. Таким образом, интерпретация гидродинамических исследований предоставляет ценную информацию о фильтрационных характеристиках пласта, что играет важную роль в успешной разработке месторождений.

Геологическая модель формируется на основе данных:

- сейсмических исследований (3D-сеймика, позволяющая определить структуру пласта);
- ГИС (каротажные данные, литология, пористость, проницаемость);
- керновых исследований (лабораторные измерения ФЕС).

Модель включает:

- структурный каркас (поверхности кровли и подошвы пласта);

Распределение коллекторских свойств;

- насыщенность флюидами (нефть, газ, вода).

На основе геологической модели создаётся гидродинамическая, которая учитывает:

- физические свойства флюидов (вязкость, плотность, PVT-анализ);
- режимы работы пласта (водонапорный, газонапорный, упругий);
- расположение скважин и историю их эксплуатации.
- калибровка модели (историческое согласование) проводится путём сопоставления расчётных и фактических данных (дебиты, давления, обводнённость).

Список используемых источников

1. Зиновьева О.А., Зубенко М.А., Попова М.А. (2018). Использование минеральных сорбентов для очистки буровых шламов. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности, 18(3), 300-307.
2. Мазлова Е.А., Мещеряков С.В. Проблемы утилизации нефтешламов и способы их переработки. Москва, 2001.
3. Поварова Л.В. Влияние нефтяных загрязнений на окружающую среду и определение методов борьбы с ними // Вестник студенческой науки кафедры информационных систем и программирования. – 2019. – № 01. – URL : <http://vsn.esrae.ru/pdf/2019/01/34.pdf>