

Осипов Александр Васильевич

студент

Мустафаев Руслан Фаикович

студент

Трофимов Святослав Николаевич

студент

Голованова Юлия Валерьевна

старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Самарский государственный

технический университет»

г. Самара, Самарская область

ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Аннотация: в данной статье рассматриваются основные задачи компьютерного моделирования нефтегазового пласта и их практическое применение. Выдвинута главная цель исследования пласта – мониторинг состояния в динамике и анализ путей улучшения текущего и конечного КИН углеводородов и других характеристик результативности разработки.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, исследование пласта.

Введение

Современному специалисту необходимо иметь инструмент, который позволял бы оценивать определенные факторы (технологии, технологические задачи и т. д.) и определять их связь между собой с полученным окончательным решением. Такой инструмент должен будет позволять результативно принимать решения и подбирать необходимые средства изменения, улучшения систем и объектов в самом процессе работы. Модельный подход более точно отвечает таким задачам.

Главная цель исследования пласта – мониторинг состояния в динамике и анализ путей улучшения текущего и конечного КИН углеводородов и других ха-

рактеристик результативности разработки. При анализе состояния пласта осуществляется оценка характеристик разработки, а также значений давления, нефтенасыщеностей и т. п.

Сам процесс моделирования пласта представляет воспроизведение поведения всего объекта с помощью построенной модели. Важно заметить, что моделирование не заменяет непосредственного изучения объекта заменяет, которое и служит основным источником информации об объекте, которым пользуются при моделировании. Существуют модели трех типов: физические, математические и аналоговые.

Процесс создания моделирования объекта начинается с ввода исходных данных, после интерпритации которых мы получаем выходные значения.

Эти данные анализируются с точки зрения эффективности влияния случившихся изменений на рабочие характеристики процесса (поведения показателей разработки месторождений). При необходимости, производится коррекция, а затем этот процесс моделирования снова повторяется. Это самая

Гидродинамическое моделирование в процессе разработки нефтегазовых месторождений является одним из основных способов при решении на сегодняшний день следующих основных нефтепромысловых задач:

- 1) примерная оценка геологических и извлекаемых запасов углеводородов;
 - 2) обоснование значений коэффициентов извлечения нефти (КИН), газа (КИГ), конденсата (КИК);
 - 3) прогноз количества добычи нефти и газа;
 - 4) оптимизация в целом системы разработки;
 - 5) исследование поведения движения флюидов в пласте;
 - 6) оценка результативности применения методов улучшения нефтеотдачи пластов, добычи нефти;
 - 7) экономическая оценка динамики нефте- и газоизвлечения.
1. Основные задачи компьютерного моделирования.

Основная цель изучения пласта – определение его состояния и путей увеличения КИН. В классической теории разработки рассматривают осреднённые объекты (балансовая модель), для которых нельзя учесть изменения параметров пласта и флюидов во времени и в пространстве. При моделировании с помощью вычислительных машин и качественных лабораторных исследований можно более детально исследовать пласт путём разбиения его на блоки (иногда на несколько тысяч) и применения к каждому из них основных уравнений фильтрации. Программы для цифровых вычислительных машин, с помощью которых выполняют необходимые расчёты при таких исследованиях, называются машинными моделями. Благодаря успехам, достигнутым в середине XX-ого века в области вычислительной техники и математического обеспечения, в настоящее время стало реальным создание на практике программ для моделирования очень сложных процессов, протекающих при проведении различных проектов разработки. Технология моделирования пластов постоянно совершенствуется. Предлагаются новые модели для все более сложных процессов разработки.

2. Практическое использование моделирования.

Геолого-фильтрационная модель – это объёмная абстракция месторождения, представленная набором исходных данных в виде кубов числовых значений, позволяющая анализировать и прогнозировать технологические показатели разработки.

Последовательность создания геолого-фильтрационной модели состоит в следующем:

- создание цифровой интегрированной базы геологической, геофизической, гидродинамической и промысловой информации;
- создание цифровой геологической модели месторождения;
- создание многомерных изотермических и неизотермических трёхфазных и композиционных гидродинамических математических моделей;
- создание цифровых технологий просмотра результатов расчёта созданной модели.

Целью цифровой модели является прогнозирование технологических показателей на основе следующих данных:

- фильтрационно-емкостные параметры (пористость, проницаемость);
- фильтрационные параметры (относительные фазовые проницаемости, капиллярные давления, данные РВТ);
- данные по скважинам (интервалы перфорации, радиус скважины, забойное давление, дебит).

Фильтрационная модель представляет собой систему нелинейных уравнений, для решения которой используются сложные численные методы. Численная модель должна учитывать следующие факторы:

- неоднородность коллектора;
- многофазность и многокомпонентность фильтрационных потоков;
- капиллярные и гравитационные силы (многомерная фильтрация);
- последовательный порядок разбуривания, систему размещения и режимы работы нагнетательных и добывающих скважин.

Отдельную нишу использования модели является процесс адаптации. Под адаптацией понимается воспроизведение предшествующего периода разработки

- фильтрационно-ёмкостные свойства;
- относительные фазовые проницаемости;
- энергетическая характеристика объекта;
- уточнение геометрических характеристик месторождения (залежи).

Появление в последнее время современных программ гидродинамического моделирования, высокопроизводительных компьютеров с тактовой частотой свыше трёх гигагерц и параллельных кластерных вычислительных систем позволяет создавать и эффективно рассчитывать фильтрационные модели, насчитывающие несколько миллионов ячеек, тем самым, сводя к минимуму процедуру осреднения при преобразовании параметров геологической модели в параметры фильтрационной сеточной модели.

Каждый гидродинамический симулятор имеет несколько определённых модулей:

- модуль трёхфазного моделирования;

- модуль композиционного моделирования;
- модуль PVT;
- модуль неизотермической фильтрации;
- модуль автоматической адаптации;
- модуль визуализации результатов расчёта.

В вышеописанных программных комплексах на расчёт подается текстовый файл с исходными данными. Структура текстового файла модели каждого гидродинамического симулятора имеет схожую структуру.

Вывод

Гидродинамическое моделирование не может дать ответы на все вопросы, возникшие в ходе разработки месторождения, а лишь служит дополнительным инструментом, который позволяет выйти на механизм работы месторождения.

Инженеру по разработке месторождений необходимо понять и спрогнозировать то, что чего он видит и не может потрогать. Таким образом, необходимы косвенные методики, дающие представление об разрабатываемом объекте.

Некоторые направления разработки развиваются достаточно стремительно. Новые подходы также требует совершенствования численного гидродинамического моделирования при постановке новых задач фильтрации. Чтобы добиться хороших результатов в области моделирования пластовых систем необходимо свести воедино много разных дисциплин.

На сегодняшний день возможности коммерческих гидродинамических симуляторов позволяют решать широкий спектр практических задач, однако также с невероятной точностью можно рассчитывать абсолютно невероятные результаты. Можно сделать расчёт на основе исходных данных, однако достаточно сложно определить какие данные нужно ввести. Вследствие данных причин гидродинамическое моделирование как наука становится искусством. Только благодаря опыту и пониманию механизмов и процессов, характерных для каждого конкретного месторождения гидродинамическое моделирование позволяет качественно спрогнозировать технологические показатели разработки.