

УДК 621.793.71
МРНТИ 52.47.27
DOI 10.56525/IMDD5485

**К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ
НЕФТЕДОБЫЧИ И ПОСТРОЕНИЕ
СКОРОСТНОЙ МОДЕЛИ С ЦЕЛЬЮ
УЧЕТА НЕОДНОРОДНОСТЕЙ**

ЗАКЕНОВА А.С.

Атырауский филиал ТОО «КМГ
Инжиниринг», Атырау, Казахстан
E-mail: aminazakenova362@gmail.com

НУРШАХАНОВА Л.К.

Университет Есенова, Актау, Казахстан
E-mail: aitore2010@mail.ru

Автор-корреспондент: aitore2010@mail.ru

Аннотация. Для прогноза степени вытеснения нефти и газа из продуктивных пластов, нефтеотдачи или коэффициента нефтеизвлечения в настоящее время широко используются геолого-гидродинамические трехмерные цифровые модели (геолого-технологические модели).

На основе этих моделей осуществляется оценка геологических и извлекаемых запасов углеводородов, обосновывается оптимальная стратегия доразведки и разработки продуктивных пластов. Создание и применение таких постоянно действующих геолого-технологических моделей является одним из главных направлений повышения качества проектирования, управления и контроля разработки нефтяных и газонефтяных месторождений.

Основными показателями макронеоднородности пласта являются песчанистость, расчлененность, прерывистость пласта. Прерывистость пласта может быть обусловлена как выклиниванием пласта, так и его замещением непроницаемыми породами.

Следствием прерывистости пласта является наличие множества разных по геометрическим размерам как по латерали, так и по горизонтали песчаных тел (линз), в пределах которых возможно движение флюидов. Влияние макронеоднородности пласта имеет большое значение на коэффициент охвата пласта воздействием. Это нужно учитывать при проектировании разработки, как на начальном этапе, так и последующих этапах.

В работе приводятся возможности моделирования как инструмента обоснования технических и технологических решений в процессе нефтедобычи и учета литологической макронеоднородности при построении цифровых геологических моделей нефтяных и газовых месторождений для задач подсчета геологических и извлекаемых запасов углеводородов, прогноза продуктивности пластов и мониторинга их разработки.

Ключевые слова: месторождение, разработка, извлечение нефти и газа, эффективность, моделирование, показатели, неоднородность.

Введение

Разработка месторождений углеводородов представляет собой комплексную проблему, для успешного решения которой требуется привлечение знаний и опыта, накопленных в различных областях науки и инженерной практики.

Применение комплексного мультидисциплинарного подхода стало особенно актуальным на современном этапе, характеризующемся, с одной стороны, существенным ухудшением структуры запасов нефти и газа, а с другой — созданием принципиально новых технологий в области исследования и моделирования геологического строения пласта, бурения и закачивания скважин, использованием новых быстродействующих компьютеров для проведения сложных вычислений, геологического и гидродинамического моделирования.

Одним из основных инструментов для обоснованного принятия стратегических и тактических решений при разработке месторождений углеводородов является моделирование процессов извлечения нефти и газа.

Каждое месторождение уникально, неправильное применение тех или иных методов воздействия на пласт может привести к непоправимым последствиям для разработки, поэтому оценку эффективности различных технологий с учетом особенностей конкретного объекта и прогнозирование поведения этого объекта целесообразно осуществлять с помощью предварительного моделирования [1-4].

Материалы и методы исследования

Процесс моделирования представляет собой воспроизведение поведения объекта с помощью модели. Важно отметить, что моделирование ни в коей мере не заменяет непосредственного изучения объекта, которое и является основными источниками информации об объекте, используемой при моделировании. Модели, как правило, бывают двух видов: физические и математические.

В большинстве случаев физические модели имеют ту же физическую природу, что и изучаемый объект. Эксперименты на физических моделях проводят для исследования закономерностей изучаемого явления.

Масштабные модели строятся с соблюдением принципов подобия. Необходимыми условиями такого моделирования являются геометрическое и физическое подобие модели и природы: значения переменных величин, характеризующих явление для модели и для природы в сходственные моменты времени в сходственных точках пространства, должны быть пропорциональны. Результаты экспериментов, поставленных на масштабной модели, могут быть перенесены на изучаемый объект путем пересчета, т.е. умножения каждой из определяемых величин на постоянный для всех величин данной размерности множитель — коэффициент подобия.

Однако изготовить полностью подобные модели пластов не представляется возможным, поэтому этот метод моделирования не получил широкого распространения при прогнозировании месторождений углеводородов.

Элементарные модели обычно используют для проведения лабораторных экспериментов по изучению свойств пород и насыщающих их флюидов. В этих экспериментах, как правило, используют реальные или смоделированные пластовые породы и жидкости. Результаты лабораторных исследований являются важным источником информации о пласте.

Среди физических моделей отдельную группу составляют *аналоговые* модели, которые воспроизводят процесс физически подобный оригиналу, но подчиняющийся другой группе физических законов. Например, аналогия между характеристиками гидродинамических и электротехнических процессов использовалась в резистивно-емкостных сетках -электроинтеграторах, применяемых для создания электрических

моделей нефтяных пластов. В таких моделях перепад давления моделировался электрическим напряжением, дебит жидкости — силой тока, проводимость электрической проводимостью, объем флюидов — электрической емкостью и т.д. Аналогия между фильтрацией флюидов в пористой среде и потоком ионов в электрическом потенциальном поле использовалась в электролитических моделях пластов. Аналоговые модели обычно были очень громоздкими. Перестройка модели была сопряжена со значительными сложностями. Поэтому с появлением компьютеров и развитием вычислительной техники аналоговые модели были практически полностью вытеснены компьютерными математическими моделями.

Математическая модель представляет собой приближенное описание поведения изучаемого объекта с помощью математических символов. Процесс математического моделирования — изучения объекта с помощью математической модели — можно условно подразделить на четыре взаимосвязанных этапа:

На первом этапе:

1. формулирование в математических терминах законов, описывающих поведение объекта;
2. решение прямой задачи, т.е. получение путем исследования модели выходных данных для дальнейшего сопоставления с результатами наблюдений за объектом моделирования;
3. адаптация модели по результатам наблюдения, решение обратных задач, т.е. определение характеристик модели, которые оставались неопределенными;
4. анализ модели, ее модернизация по мере накопления новой информации об изучаемом объекте, постепенный переход к новой более совершенной модели.

Первый этап моделирования требует глубоких знаний об изучаемом объекте. Для создания модели пластовой системы используются обширные сведения из геологии и геофизики, гидромеханики и теории упругости, физики пласта и химии, теории и практики разработки месторождений, математики, численных методов и программирования. На этом этапе формулируются основные уравнения, описывающие процесс фильтрационного переноса жидкостей и газов в пористой среде и выражающие законы сохранения массы, энергии, закон движения, уравнение состояния. Определяются совокупности начальных и граничных условий, для которых будет решаться сформулированная система дифференциальных уравнений в частных производных. Количество и тип уравнений зависят от особенностей рассматриваемой задачи и геологического строения пласта, свойств фильтрующихся флюидов, моделируемого процесса добычи. Затем разрабатываются численные методы и алгоритмы для решения поставленной задачи. Создается математическая модель фильтрации — компьютерная программа, которая решает уравнения тепло и массопереноса с заданными начальными и граничными условиями.

На втором этапе осуществляется решение прямой задачи для конкретного объекта разработки, т.е. для заданного набора входных данных. Формирование набора входных данных является самостоятельной сложной проблемой. На этом этапе информация о строении и свойствах пласта и насыщающих его жидкостей, о режимах и показателях работы скважин преобразуется к виду, требуемому для ввода в модель фильтрации.

Важнейшим элементом моделирования является построение трехмерной геометрической модели пласта на основе интерпретации сейсмических исследований с последующим насыщением этой модели информацией о распределении основных геолого-физических характеристик пласта (пористости, проницаемости, насыщенности и др.) по данным геофизических и гидродинамических исследований скважин и изучения керна с использованием детерминистических или геолого-статистических методов. Объем пласта рассматривается как упорядоченная совокупность блоков, каждому из которых приписывается по одному значению каждого параметра. Ввод свойств породы и флюидов для каждого расчетного блока, площадь сечения которого в горизонтальной плоскости

определяется сотнями квадратных метров при толщине в несколько метров, является очень сложной и трудоемкой задачей.

Масштаб керна определяется сантиметрами. Геофизические измерения в скважинах, как правило, имеют радиус проникновения в пласт порядка нескольких метров. О строении и свойствах межскважинного пространства можно судить только по данным отраженных сейсмических волн и вертикального сейсмического профилирования, а также по результатам гидродинамических исследований пласта, в частности, пьезометрии (гидропрослушивания).

Однако по данным сейсмике не могут быть непосредственно определены свойства породы и пласта. Результаты гидропрослушивания и т.п. позволяют лишь косвенно оценивать осредненные значения фильтрационно-емкостных параметров, но не могут дать детальной картины распределения свойств.

Поэтому при заполнении массивов данных о свойствах породы и жидкостей необходимо, во-первых, решать проблему интерполяции и экстраполяции данных измерений по скважинам на межскважинное пространство, а во-вторых, проблему усреднения или масштабирования данных, полученных на масштабах керна и геофизических исследований, на масштаб расчетных блоков.

Проблема усреднения проницаемости, и особенно относительных фазовых проницаемостей, является очень сложной и до сих пор остается областью активных научных исследований. Перечисленные факторы в совокупности с ошибками измерений и низким качеством исходных данных, которое иногда имеет место, приводят к неопределенности в описании коллектора. Задача последующего моделирования — по возможности уменьшить эту неопределенность.

В результате решения прямой задачи, т. е. проведения гидродинамических расчетов для заданного набора входных данных, определяются выходные характеристики модели распределения потоков и давлений в пласте во времени, дебиты скважин и т. п. Эти результаты могут быть сопоставлены с данными наблюдений замерами давлений и дебитов, показателями работы скважин.

На третьем этапе моделирования осуществляется адаптация математической модели по данным наблюдений. Путем воспроизведения истории разработки месторождения осуществляется уточнение основных фильтрационно-емкостных параметров пласта, заложенных в модель.

Чаще всего корректируются абсолютные и фазовые проницаемости, объем законтурной области, коэффициент сжимаемости пор, коэффициенты продуктивности и приемистости скважин.

Обратная задача решается итерационно до тех пор, пока модель фильтрации не воспроизведет распределение давления и насыщенностей, которое возникает в результате приложенного воздействия — заданных режимов работы добывающих и нагнетательных скважин. Этот этап моделирования, очень трудоемкий и требующий большого опыта и знаний, является необходимым для достоверного прогнозирования поведения пласта и оценки технологических показателей вариантов разработки. Построенная таким образом модель объекта разработки используется затем для прогнозирования и планирования добычи, оценки запасов, комплексной оптимизации пласта.

На четвертом этапе моделирования по мере накопления информации об объекте модель пласта уточняется, совершенствуется, отражает новую информацию о пласте, технологические решения, применяемые на месторождении, и может использоваться для дальнейшего управления процессом разработки. В этом случае можно говорить о постоянно действующей геолого-технологической модели месторождения.

Математическое моделирование применяется не только для решения проблем прогнозирования, контроля и управления процессом разработки пласта, хотя именно в этом состоит основное коммерческое использование моделей и соответствующих программных продуктов.

Важнейшими сферами применения математического моделирования являются: решение так называемых обратных задач по уточнению строения и свойств пласта путем воспроизведения истории разработки, по обработке результатов исследования скважин, по изучению процессов вытеснения на керне и определению фазовых проницаемостей, решение исследовательских задач теории фильтрации, таких как создание моделей течения в неоднородных и трещиновато-поровых средах, изучение механизмов воздействия на пласт и моделирование новых технологий, исследование процессов конусообразования, притока к горизонтальным скважинам и трещинам гидроразрыва и т. п.

Особое место занимают аналитические решения, полученные в рамках достаточно простых моделей, но важные для понимания механизмов фильтрационных процессов. Кроме того, аналитические решения применяются для тестирования компьютерных моделей фильтрации.

Основными элементами пакета программ для моделирования пласта являются предпроцессор, постпроцессор и собственно модели фильтрации.

На стадии предпроцессора осуществляется ввод данных о строении и свойствах пласта и пластовых жидкостей, в том числе построение и оцифровка разностной сетки, задание скважин, обработка баз данных с информацией о работе скважин, соединение и согласование информации из различных источников, выбор модели фильтрации, характеристик разностной сетки, методов решения системы уравнений.

Постпроцессор осуществляет визуализацию результатов расчетов: построение различных карт, графиков, таблиц, анимацию результатов моделирования фильтрационных процессов в пласте.

Развитый пакет программ включает в себя несколько моделей фильтрации, которые можно использовать по выбору в зависимости от моделируемого объекта и процесса:

- модели двух- и трехфазной фильтрации несмешивающихся жидкостей (модель нелетучей нефти),
- модель многокомпонентной фильтрации (композиционная модель),
- модель неизотермической фильтрации,
- модели физико-химических методов воздействия на пласт (полимерного заводнения, закачки поверхностно-активных веществ, углекислого газа и т. п.),
- модели фильтрации в среде с двойной пористостью и с двойной проницаемостью для моделирования процессов в трещиновато-поровых коллекторах.

На разных стадиях моделирования пласта используются специальные опции, такие как масштабирование сеток при переходе от геологической модели к гидродинамической (осреднения данных геологической модели при построении и оцифровке более грубой сетки для моделирования фильтрации).

- построение сеток различных типов (блочной-центрированной, с распределенными узлами, с геометрией угловой точки, прямоугольной, цилиндрической, криволинейной, полигонов Вороного, гибкой, с локальным измельчением);
- выбор методов аппроксимации и решения уравнений (явный или неявный, прямой или итерационный, упорядочение и решение систем линейных уравнений, контроль за сходимостью);
- инициализация (моделирование начального равновесного распределения флюидов в пласте);
- расчет эффективных фазовых проницаемостей и капиллярного давления;
- контроль за работой скважин (задание дебитов, забойных давлений, ограничений для групп скважин).

Результаты исследования

Структурный каркас представляет собой трехмерную модель геологической структуры месторождения, построенную на основе сейсмических данных. Этот инструмент играет ключевую роль в решении различных интерпретационных задач, таких как создание геологических карт и разрезов, оценка запасов, планирование бурения, моделирование гидродинамических процессов, а также интерпретация сейсмических данных, обеспечивая возможность сопоставления отражающих горизонтов с геологическими границами [5-8].

Нами был использован упрощенный вид 3Д грида с использованием поверхностей входных данных, которыми являются горизонты.

Пространства между горизонтами были разделены на зоны и слои как представлено на рисунках 1 и 2. Представлено на рисунках 3.14. Данная модель необходима для дальнейшей работы со скоростной моделью.

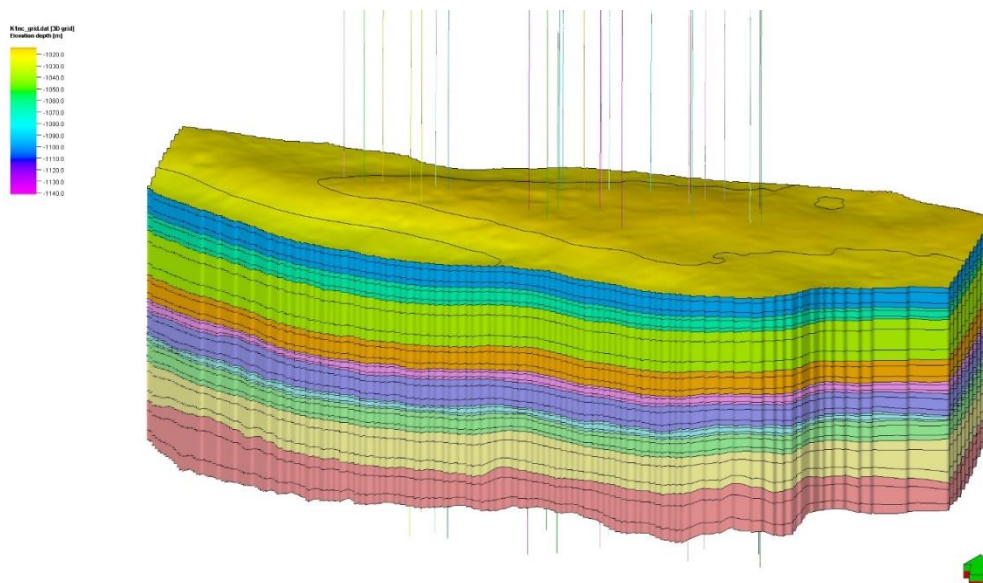


Рисунок 1 - Структурный каркас месторождения

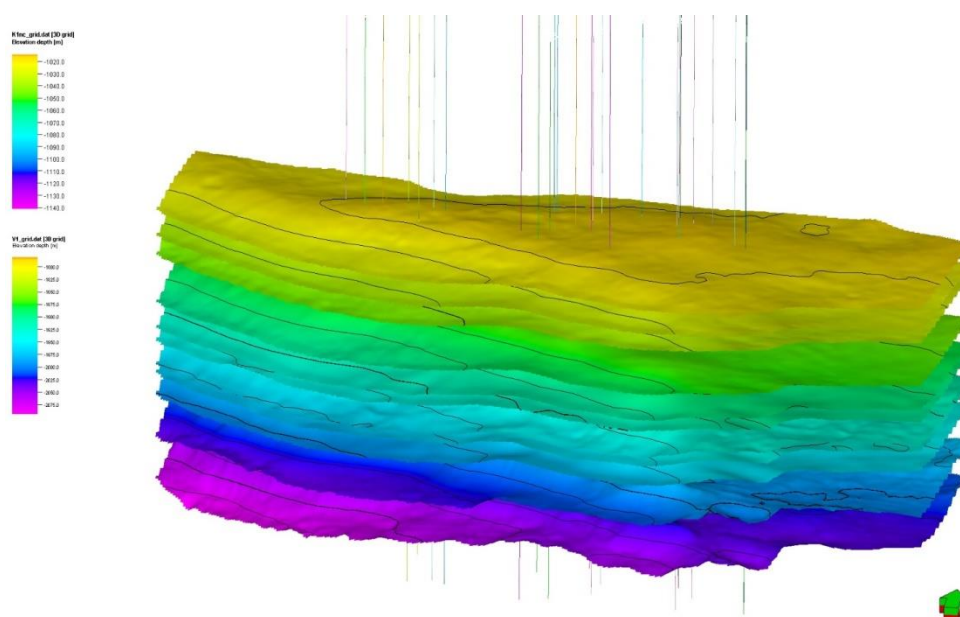


Рисунок 2 - Временные поверхности месторождения в 3Д окне

Скоростная модель представляет собой трехмерное представление скоростей распространения звуковых волн в горных породах. Эти данные критически важны для коррекции временных данных, полученных в процессе сейсмической съемки, с целью определения глубины и структуры подземных формаций.

Без корректной скоростной модели интерпретация сейсмических данных может быть неточной, что может привести к неправильным выводам о структуре залежей углеводородов.

Построение скоростной модели неразрывно связано с геологией и играет ключевую роль в исследовании и понимании геологических структур. Для геолога скоростная модель является важным инструментом, обеспечивающим более точную интерпретацию геологических данных и улучшающим качество геологических моделей.

Скоростная модель позволяет точно определить границы между различными геологическими формациями. Это особенно важно при исследовании сложных геологических областей, где границы могут быть неоднозначными или размытыми.

Так же такая модель представляет информацию о скоростях распространения звуковых волн в различных типах горных пород. Это позволяет лучше понять строение и композицию подземных структур, таких как пласты и разломы.

Знание скоростей распространения акустических волн позволяет точно прогнозировать глубину и характеристики геологических формаций на месторождении. Это помогает оптимизировать планирование и разработку скважин, сокращая затраты и уменьшая риски.

Domain Conversion – это функциональный модуль в программном обеспечении Petrel, предназначенный для преобразования данных между временной областью и глубинной областью. Данный процесс выполняется в два этапа.

Создание слоистой скоростной модели: На первом этапе создается модель скоростей, которая может использовать разнообразные входные данные. К ним соответствуют кубы средней скорости, карты распределения скоростей, скорость в заданном интервале, данные сейсмического каротажа и другие показатели.

Модель скоростей может быть также дополнительно уточнена (откалибрована) с помощью геологических сведений, таких как каротажные диаграммы и известные глубинные горизонты.

Преобразование в глубину: После разработки скоростной модели данные преобразуются из временной области в глубинную область. Этот процесс включает в себя пересчет поверхностей, сейсмические отражающие границы, структурные нарушения, массивов точек, результаты исследований скважин, двумерных/трехмерных сейсмических данных и трехмерных моделей.

Кроме того, этот модуль позволяет конвертировать интервалы времени и глубинных параметров для повышения точности коррекции данных. Ранее манипулирование данными также позволяет изменять скоростные данные для анализа структурных неопределенностей и оценки их влияния на размер структуры и потенциальные запасы.

Процедура "Make velocity model" в программном обеспечении Petrel отвечает за создание скоростной модели, которая работает со слоистой структурой.

В данной модели каждый слой, или скоростной интервал, представляет собой пласт с постоянной скоростью или изменяющейся скоростью по одному закону внутри указанного пласта. Для создания такой модели требуются пределы скоростных интервалов, которые способны быть выражены в форме фиксированных значений, границ или горизонтов структурной модели.

В каждом конкретном случае скоростного интервала требуется определить скоростной закон и исходные данные для анализа скоростей.

Заключение

Широкие возможности для комплексного анализа различных факторов, доступность, способность быстро обрабатывать большие объемы информации делают математическое моделирование незаменимым средством для изучения и управления процессами, происходящими в нефтяных и газовых пластах.

Отметим, что вышеописанные методы математического моделирования должны сопровождать каждую скважину, каждую расчетную сетку, каждый блок и эксплуатационный объект и наконец всю работу месторождения с момента их функционирования до момента их ликвидаций.

При этом модели для каждого объекта постоянно корректируются и уточняются при поступлении новых измерительных данных, при изменении условия эксплуатации изучаемого объекта (постоянно уточняются коэффициенты уравнения, описывающие ту или иную закономерность лежащие на основе математической модели). Иначе, любая модель не будет полной и практической бесполезной.

На основе вышесказанного можно заключить, что при нефтедобывающем предприятии необходимо иметь постоянно действующий субъект, который будет выполнять функции математического моделирования деятельности предприятия предоставлять научно обоснованные расчеты и рекомендации по наиболее рациональной (оптимальной) разработке эксплуатируемого месторождения.

Только тогда могут быть анализированы и исправлены вышеуказанные недостатки и замечания, которые обычно имеют место быть, при проектировании разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. При этом в первую очередь, надо принять во внимание уже вышеизложенные методы их решения, выводы и рекомендаций которые опираются на современные достижения математики и физики. Так как ошибки проектирования разработки могут обернуться многомиллионными убытками для нефтегазового предприятия, все расходы, которые будут выделены на оплату соответствующих услуг, должны окупиться многократно.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Карпова О.М., Ганиев Б.Г., Гумаров Н.Ф. Геоинформационная стратегия разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти//Георесурсы. -2012.- №3(45).-С. 51-54.
- [2]. Бадьянов В.А. Методы компьютерного моделирования в задачах нефтепромысловой геологии. -Тюмень. 2010.- 135 с
- [3]. Мирзаджанзаде А.Х., Хасанов М.М., Бахтизин Р.Н. Моделирование процессов нефтегазодобычи Москва-Ижевск: ИКИ, 2004, 368 стр.
- [4]. Закенов С.Т., Турнияз М.Б., Нуршаханова Л.К. Проблемы моделирования прогнозирования разработки месторождений. Научно-технический журнал «Технологии нефти и газа», Москва, № 4, 2020 г. стр. 25-28.
- [5]. Истомин С.Б., Учет литологической неоднородности терригенных пластов при построении геологических моделей. Журнал «Геофизика», №4, 2007 г, с. 186-190.
- [6]. Рыбников А.В., Саркисов Г.Г. Стохастические геологические модели методы, технологии, возможности. / Нефтяное хозяйство. -2001. - №6. - с.22-25.
- [7]. Кашик А.С., Билибин С.И., Гогоненков Г.Н., Кириллов С.А. Новые технологии при построении цифровых геологических моделей месторождений углеводородов / Технологии ТЭК. 2003. - № 3. - стр. 12-17.
- [8]. Санатова Ж.А., Калиев Д.Т., Обзор методов сейсмостратиграфической привязки в условиях ограниченного или некондиционного набора исходных скважинных данных. - Вестник нефтегазовой отрасли Казахстана. Том 5, №2 (2023), с. 5–16.

REFERENCES

- [1]. Karpova O.M., Ganiev B.G., Gumarov N.F. Geoinformation strategy for the development of fields with hard-to-recover oil reserves // Geo resources . -2012.-№3(45).- Pp. 51-54. [in Russian]
- [2]. Badyanov V.A. Methods of computer modeling in problems of oilfield geology. - Tyumen. 2010.- 135 p. [in Russian]
- [3]. Mirzajanzade A.H., Khasanov M.M., Bakhtizin R.N. Modeling of oil and gas production processes Moscow-Izhevsk: IKI, 2004, 368 p. [in Russian]
- [4]. Zakenov S.T., Turiyaz M.B., Nurshakhanova L.K. Problems of modeling forecasting of field development. Scientific and Technical journal "Oil and Gas Technologies", Moscow, No. 4, 2020, pp. 25-28. [in Russian]
- [5]. Istomin S.B., Consideration of lithological heterogeneity of terrigenous strata in the construction of geological models. Journal of Geophysics, No. 4, 2007, pp. 186-190. [in Russian]
- [6]. Rybnikov A.B., Sarkisov G.G. Stochastic geological models methods, technologies, possibilities. / Oil industry. -2001. - No.6. - pp.22-25. [in Russian]
- [7]. Kashik A.C., Bilibin S.I., Gogonenkov G.N., Kirillov S.A. New technologies in the construction of digital geological models of hydrocarbon deposits / TEK Technologies. 2003. - No. 3. - pp. 12-17. [in Russian]
- [8]. Sanatova Zh.A., Kaliev D.T., Review of methods of seismostratigraphic binding in conditions of a limited or substandard set of initial well data. - Bulletin of the oil and gas industry of Kazakhstan. Volume 5, No. 2 (2023), pp. 5-16. [in Russian]

МҰНАЙ ӨНДІРУ ПРОЦЕСТЕРІН МОДЕЛЬДЕУГЕ ЖӘНЕ БІРТЕКСІЗДІКТІ ЕСЕПКЕ АЛУ МАҚСАТЫНДА ЖЫЛДАМДЫҚ МОДЕЛІН ҚҰРУ

¹Зәкенова Әмина, ²Нұршаханова Ләззат Кульжановна

¹ «КМГ Инжиниринг» ЖШС Атырау филиалы, Атырау қ, Қазақстан

² Есенов университеті, Ақтау қ, Қазақстан

Андатпа. Мұнай мен газдың өнімді қабаттардан ығыстыру дәрежесін, мұнай беруді немесе мұнай алу коэффициентін болжау үшін қазіргі уақытта геологиялық-гидродинамикалық үш өлшемді цифрлық модельдер (геологиялық-технологиялық модельдер) кеңінен қолданылады.

Осы модельдердің негізінде көмірсутектердің геологиялық және алынатын қорларын бағалау жүзеге асырылады, өнімді қабаттарды алдын-ала барлау мен дамытудың оңтайлы стратегиясы негізделеді. Осындай тұрақты жұмыс істейтін геологиялық-технологиялық модельдерді құру және қолдану мұнай және газ-мұнай кен орындарын жобалау, басқару және игеруді бақылау сапасын арттырудың негізгі бағыттарының бірі болып табылады.

Қабаттың макробіртектілігінің негізгі көрсеткіштері құмдылық, бөлшектену, қабаттың үзілуі болып табылады. Қабаттың үзілуі қабаттың сынуына да, оны өткізбейтін жыныстармен алмастыруға да байланысты болуы мүмкін.

Қабаттың үзілуінің салдары-геометриялық өлшемдері бойынша әр түрлі құм денелерінің (линзалардың) бүйірлерінде де, көлденеңінен де болуы, олардың ішінде сұйықтықтардың қозғалысы мүмкін. Қабаттың макробіртектілігінің әсері қабаттың әсер ету коэффициентіне үлкен әсер етеді. Мұны бастапқы кезеңде де, кейінгі кезеңдерде де дамуды жобалау кезінде ескеру қажет.

Жұмыста мұнай өндіру процесінде техникалық және технологиялық шешімдерді негіздеу құралы ретінде модельдеу және көмірсутектердің геологиялық және алынатын қорларын есептеу, қабаттардың өнімділігін болжау және оларды игеру мониторингі

міндеттері үшін мұнай және газ кен орындарының цифрлық геологиялық модельдерін құру кезінде литологиялық макробіртектілікті есепке алу мүмкіндіктері келтірілген.

Түйін сөздер: кен орны, игеру, мұнай мен газды алу, тиімділік, модельдеу, көрсеткіштер, біртектілік.

GRINDING OF THE SURFACE OF RECONSTITUTED HARD-TO-PROCESS POWDER MATERIALS

¹Zakenova Amina, ²Lyazzat Nurshakhanova

¹ Atyrau branch of «KMG Engineering» LLP, Atyrau, Kazakhstan

²Yessenov university, Aktau, Kazakhstan

Abstract. Geological and hydrodynamic three-dimensional digital models (geological and technological models) are currently widely used to predict the degree of displacement of oil and gas from productive formations, oil recovery or oil recovery coefficient.

Based on these models, the assessment of geological and recoverable hydrocarbon reserves is carried out, and the optimal strategy for additional exploration and development of productive formations is justified. The creation and application of such permanent geological and technological models is one of the main directions for improving the quality of design, management and control of the development of oil and gas and oil fields.

The main indicators of the macro-heterogeneity of the formation are sandiness, fragmentation, and discontinuity of the formation. The discontinuity of the formation can be caused by both the wedging of the formation and its replacement by impermeable rocks.

A consequence of the discontinuity of the formation is the presence of many sand bodies (lenses) with different geometric dimensions both laterally and horizontally, within which fluid movement is possible. The influence of the macro-heterogeneity of the formation is of great importance on the coefficient of impact coverage of the formation. This should be taken into account when designing the development, both at the initial stage and subsequent stages.

The paper presents the possibilities of modeling as a tool for substantiating technical and technological solutions in the process of oil production and taking into account lithological macro-heterogeneity in the construction of digital geological models of oil and gas fields for the tasks of calculating geological and recoverable hydrocarbon reserves, predicting reservoir productivity and monitoring their development.

Keywords: field, development, extraction of oil and gas, efficiency, modeling, indicators, heterogeneity.