энергии и дополнительных потерь мощности в распределительной сети 0,38 кВ.

Физическая модель 0,38 кВ состоит из семи участков различной длины и сечения. Параметры элементов физической сети пропорциональны соответствующим параметрам действующей сети.

Исследования проводились в четырёх различных точках модели сети: на шинах ТП, а также в трёх наиболее характерных узлах схемы. Задачей проведения эксперимента являлось установление влияния несимметрии напряжений на шинах 10 кВ ТП на изменение показателей несимметрии напряжений в сети 0,38 кВ.

В результате проведённых исследований установлено следующее. При увеличении коэффициента обратной последовательности напряжений ( $K_{2U10}$ ) на шинах 10 кВ ТП коэффициенты обратной ( $K_{2U}$ ) и нулевой ( $K_{0U}$ ) последовательности напряжений в линии 0,38 кВ также увеличиваются. Так, например, в узле 1 при  $K_{2U10}$ =0 % коэффициент нулевой последовательности напряжений  $K_{0U}$  составляет 2,52 %; при  $K_{2U10}$ =2% – 6,35 %; при  $K_{2U10}$ =4% – 11,44 %; при  $K_{2U10}$ =6% – 14,83 %.

На изменение коэффициента обратной последовательности напряжений  $K_{2U}$  в линии 0,38 кВ увеличение коэффициента обратной последовательности напряжений  $K_{2U10}$  на шинах 10 кВ ТП оказывает влияние следующим образом:  $K_{2U}$  в узле 1 при  $K_{2U10}$ =0 % составляет 0,76 %; при  $K_{2U10}$ =2% – 2,48 %; при  $K_{2U10}$ =4% – 4,30 %: при  $K_{2U10}$ =6% – 6,86 %.

На шинах 0,4 кВ ТП, а также в узлах 2 и 3 линии 0,38 кВ изменение коэффициентов несимметрии напряжений носят аналогичный характер.

Таким образом, в результате проведенного эксперимента и анализа полученных зависимостей показателей несимметрии напряжений на физической модели сети 0,38 кВ при различных значениях несимметрии напряжений источника питания, можно сделать следующие выводы:

- 1. Уровень несимметрии напряжений на шинах 0,4 кВ потребительских ТП 10/0,4 кВ и в узлах распределённой нагрузки в значительной степени зависит от степени несимметрии напряжений на стороне высокого напряжения источника питания.
- 2. Параметры устройств симметрирования для повышения качества электрической энергии в распределительной сети 0,38 кВ необходимо рассчитывать, учитывая влияние несимметрии напряжений на стороне 10 кВ источника питания.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Наумов И.В. Оптимизация несимметричных режимов системы сельского электроснабжения. Иркутск, 2001, 217 с.
- 2. Караев Р.И., Волобринский С.Д., Ковалёв И.Н. Электрические сети и энергосистемы. М.: Транспорт, 1988, 326 с.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ, КОТОРЫЕ НЕОБХОДИМО УЧИТЫВАТЬ В ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ СИММУЛЯТОРЕ ПРИ АДАПТАЦИИ РАБОТЫ СКВАЖИН НА ИСТОРИЮ РАЗРАБОТКИ

Лазарева В.Г.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень

Роль трехмерного гидродинамического моделирования очень велика. Создание постоянно-действующих гидродинамических моделей необходимо для восстановления текущей структуры запасов углеводородов, оценки дальнейших способов разработки объекта, выявления пропластков по которым происходит обводнение скважин, конусообразование, оценки эффективности планируемых мероприятий на скважинах

Цель работы – рассмотреть аспекты моделирования, которые оказывают влияние на адаптацию технологических показателей работы скважины.

Основные аспекты: построение геологической модели, проведение апскелинга и адаптация фильтрационной модели на историю разработки.

1. Построение геологической модели.

Геологическая модель строится на основе сбора, обобщения и обработки геолого-промыловых данных. Необходимо учитываться качество и количество исходной информации. Модель должна восстанавливать детальность геологического строения, выделять основные фациальные тела, сохраняться гидродинамическую связанность коллекторов в межскважном пространстве. Куб начальной нефтенасыщенности должен быть построен с учетом гравитационного равновесия системы.

## 2. Апскелинг.

Проведение апскелинга направлено на уменьшение числа ячеек в модели. Результатом проведения апскелинга является фильтрационная модель в первом приближении. В которой осредненя параметря геологической модели с сохранением структуры, распределения фильтрационно-емкостных свойств и запасов в пространстве как в геологической модели.

3. Фильтрационная модель.

Для расчета гиродинамической модели необходимо обосновать фунции относительной фазовой проницаемости, капиллярные давления, кубы остаточной водо- и нефтенасыщенности. При обосновании абсолютной проницаемости необходимо учитывать данные гидродинамических и геофизических исследований, а также определение проницаемости по керновым образцам. Необходимо учитывать изменение охвата залежи вытеснением в процессе эксплуатации объекта.

После обоснования основных параметров области фильтрации, начальных и граничных условий особое внимание следует уделить моделированию обводнения скважин и проведенных геолого - технологических мероприятий на скважинах.

В зависимости от типа залежи добывающая скважина может обводняться приконтурной и подошвенной водой, возможен прорыв воды от соседней

нагнетательной скважины в результате самопроизвольного гидравлического разрыва пласта или по высокопроницаемому пропластку, обводнение добывающих скважин из-за несовершенства вскрытия пласта при бурении скважины, конусообразования, заколонных перетоков и негерметичности насоснокрмпрессорных труб.

От выбора способа моделирования гидравлического пласта на скважине и обработки призабойной зоны, также зависит результат настройки скважины на историю разработки. При различных способах моделирования этих мероприятий из залежи может извлекаться одинаковый объем жидкости и нефти, но в пласте выработка запасов нефти будет происходить из разных пропластков.

Гидродинамические симулятор не учитывает качество закачиваемой жидкости при формировании и поддержании системы постоянного пластового давления объекта.

## СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ВЫБОРЕ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНОЙ ЗАЛЕЖИ

Лазарева В.Г.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень

Открытие новых залежей нефти и уточнение геологического строения экономически нерентабельных нефтеносных объектов приводит к изменению и уточнению структуры запасов углеводородов. Для ввода таких залежей в промышленную эксплуатацию проектируются их технологические процессы разработки и эксплуатации. Решаются задачи разнообразного профиля. Одна из них — выбор оптимальной плотности сетки скважин и системы заводнения. Которая должна обеспечить равномерную выработку и наибольшее извлечение запасов нефти при наименьших капиталовложениях.

Геологическое строение большинства крупных высокопродуктивных месторождений хорошо изучено. Они разрабатываются по сформированной плотности сетки скважин и системе заводнения. В разработку вводятся месторождения с низкопродуктивными коллекторами и трудноизвлекаемыми запасами.

В связи с этим, актуальность и научнопрактическое значение приобретает возможность систематизации и научного обоснования алгоритма для выбора оптимальной плотности сетки скважин и формирования системы заводнения низкопроницаемых коллекторов.

Цель работы. Научно обосновать и сформировать алгоритм для выбора оптимальной плотности сетки скважин и системы разработки.

Для того чтобы ответить на этот вопрос в работе был выделен и рассмотрен ряд задач.

Основные задачи исследований:

1. Анализ особенностей геологического строения месторождений с трудноизвлекаемыми запасами.

- 2. Анализ систем разработки и применяемых методов повышения нефтеотдачи пласта.
- 3. Анализ текущего состояния разработки рассматриваемых месторождений.
- 4. Решение модельных задач о выборе плотности сетки скважин и системы заводнения залежи в гидродинамическом симуляторе. Средние фильтрационно-емкостные свойства и тип модельной залежи должны совпадать с аналогичными параметрами объекта, для которого решается данная задача.
- 5. Научно обосновать методику построения и адаптации трехмерной фильтрационной модели.
- 6. Научно обосновать выбора плотности сетки скважин и систем заводнения месторождения.
- 7. Исследовать затраты и прибыль при реализации различных вариантов разработки залежи.

Решение данных задач в указанной последовательности позволит определить оптимальный вариант разработки залежи.

Данный алгоритм был использован для выбора эффективной плотности сетки скважин и формирования системы заводнения на нескольких объектах юрских отложений в Западной Сибири. Залежи рассматриваемых объектов являются пластово-сводовыми с элементами литологического экранирования. Объекты относятся к низкопродуктивным коллекторам с трудноизвлекаемыми запасами. В пределах месторождений выделено два пласта  $\mathrm{IOB}_1^{\ 1}$  и  $\mathrm{IOB}_1^{\ 2}$ . Пласт  ${\rm IOB_1}^1$  является нефтенасыщенным, а  ${\rm IOB_1}^2$  на первом месторождении водонасыщенным. На втором выделена залежь, на долю которой приходится 0.15 % запасов нефти всего объекта. На первом месторождении пласты  ${\rm IOB_1}^1$  и  ${\rm IOB_1}^2$  разделены между собой глинистой перемычкой, минимальная толщина которой 10 м. На втором месторождении толщина глинистой перемычки изменяется в интервале от 3.2 до 32.8 м. Доля запасов нефти, содержащихся в водонефтяной зоне объектов, изменяется от 9 до 12 %. Пласты являются сильно расчленёнными, заглинизированными, обладают низкой пористостью, проницаемостью и начальной нефтенасыщенностью.

Для выбора системы разработки объектов, было проанализировано геологическое строение, текущее состояние разработки, системы разработки и применяемые методы повышения нефтеотдачи пластов на соседних эксплуатационных объектах, относящихся к юрским отложениям.

Этот анализ позволил из всех объектов, выделить те объекты, которые обладают схожим геологическим строением и средними фильтрационно-емкстными свойствами с исследуемыми залежами. А также определить эффективные методы воздействия на пласт и призабойную зону скважин, которые позволяют дренировать дополнительные запасы углеводородов и увеличить коэффициент вытеснения нефти водой на объектах.

Проведенный анализ показал, объекты обладающие перечисленными свойствами, разрабатываются на юрских отложениях по обращенной девятиточечной системе заводнения. Эффективным методом воздействия на пласт является гидравлический разрыв пласта, который позволяет кратно увеличить дебит скважин по жидкости и нефти.