

УДК 622.276

**ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ И РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ
МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ
КОЛЛЕКТОРОВ НА ПРИМЕРЕ ЗАЛЕЖИ I–III ПАЧЕК МЕЖСОЛЕВЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ РЕЧИЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

К. С. Карсеко, А. Л. Липский

*БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение
«Белоруснефть», г. Гомель*

Отмечено, что в условиях истощения традиционных запасов нефти создание новых технологий разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами является важной задачей в поддержании и увеличении текущих уровней добычи. Подчеркнуто, что при разработке нефтяных месторождений с низкопроницаемым коллектором основная проблема – это низкая эффективность системы поддержания пластового давления. Закачка воды и характер заводнения залежи в нетрадиционных коллекторах значительно отличается от таковых в традиционных коллекторах из-за сложных и низких петрофизических свойств пластов. В связи с этим оценена применимость и проведен расчет эффективности использования различных методов увеличения нефтеотдачи на межсолевой залежи нефти I–III пачек Речицкого месторождения.

Ключевые слова: трудноизвлекаемые запасы, низкопроницаемый коллектор, поддержание пластового давления, методы увеличения нефтеотдачи, huff-and-puff.

**ASSESSMENT OF THE APPLICABILITY AND CALCULATION
OF THE EFFECTIVENESS OF ENHANCED OIL RECOVERY
METHODS OF LOW-PERMEABILITY RESERVOIRS
ON THE EXAMPLE OF DEPOSITS OF I–III PACKS
OF INTER-SALT DEPOSITS OF THE RECHITSKOE FIELD**

K. S. Karseka, A. L. Lipski

BelNIPIneft RUF “Production Association “Belorusneft”, Gomel

In conditions of depletion of traditional oil reserves, the creation of new technologies for the development of fields with hard-to-recover reserves is an important task in maintaining and increasing current production levels. When developing oil fields with a low-permeability reservoir, the main problem is the low efficiency of the reservoir pressure maintenance system. Water injection in unconventional reservoirs differs significantly from injection in traditional reservoirs due to the complex and low petrophysical properties of the formations. The paper evaluates the applicability and calculates the effectiveness of enhanced oil recovery methods in inter-salt oil deposits I–III packs Rechitskoe field.

Keywords: hard-to-recover reserves, low-permeability reservoir, reservoir pressure maintenance, enhanced oil recovery methods, huff-and-puff.

Опыт организации систем поддержания пластового давления (ППД) в залежах с низко- и сверхнизкопроницаемыми коллекторами указывает на возникновение ряда проблем:

- снижение приемистости нагнетательных скважин;
- отсутствие влияния нагнетательных скважин на добывающие;
- при повышении давления закачки образование трещин автоматического гидроразрыва пласта (ГРП) и интенсивное обводнение добывающих скважин.

К основным проблемам разработки залежи нефти I–III пачки Речицкого месторождения относятся:

- низкие фильтрационно-емкостные характеристики пласта;
- быстрое снижение энергетики в зоне отбора в первый год эксплуатации скважин и, как следствие, снижение дебитов;
- наличие гидродинамической связи отложений I–III пачек петриковско-елецкого резервуара и отложений IV пачки задонского горизонта.

При планировании ячеек разработки большое внимание уделяется схеме расположения скважин относительно максимального стресса и друг относительно друга. Важнейшим фактором, оказывающим влияние на взаимодействие нагнетательных и добывающих скважин в пределах ячейки разработки, является расстояние между ними.

При проведении расчетов на гидродинамической модели (ГДМ) и для последующего выбора оптимального варианта организации системы ППД на I–III пачках межсолевой залежи Речицкого месторождения опробованы следующие возможные режимы организации ППД:

- постоянной закачки вытесняющего агента через нагнетательные скважины;
- периодических отборов и закачки в пределах ячейки ППД;
- циклической многократной эксплуатации скважин по схеме «huff-and-puff».

Под каждый режим рассмотрены разные схемы организации вытеснения:

- с параллельным расположением стволов скважин (1 : 1 – одна добывающая, одна нагнетательная; 2 : 1 – две добывающие, одна нагнетательная);
- с перпендикулярным расположением скважин (5 : 1 – 5 параллельных добывающих и 1 нагнетательная, перпендикулярная добывающим);
- с расположением стволов в крест простирания максимального стресса и параллельно простиранию максимального стресса;
- с организацией ячейки заводнения путем строительства горизонтальных и наклонно-направленных скважин.

Все горизонтальные и наклонно-направленные скважины заканчиваются многостадийным ГРП. В качестве вытесняющих агентов рассмотрены вода системы ППД, вода системы ППД с поверхностно-активными веществами (ПАВ), карбонизированная вода системы ППД, отбензиненный углеводородный газ. Нагнетание воды системы ППД с ПАВ представляет собой закачку раствора ПАВ (ОП-10, концентрация – 0,5 %) в виде оторочки с последующей продавкой минерализованной водой из системы ППД (объем оторочки – около 1–5 % порового объема участка опытно-промышленных работ (ОПР)). Нагнетание карбонизированной воды (концентрация – 5 %) проводится в виде оторочек с последующей продавкой минерализованной водой из системы ППД. Для приготовления карбонизированной воды потребуется двуокись углерода (объем оторочки – около 1–5 % порового объема участка ОПР). Нагнетание отбензиненного углеводородного газа представляет собой нагнетание сухого отбензиненного газа (метана).

В результате выполненных работ была создана тестовая ГДМ пласта (рис. 1), в основу которой легли усредненные свойства залежи I–III пачек Речицкого месторождения. На основе созданной модели был произведен расчет предложенных вариантов и режимов организации ППД и методов увеличения нефтеотдачи (МУН).

На ГДМ также оценивалась эффективность периодической закачки по технологии «huff-and-puff». В результате расчетов на тестовой модели было установлено, что наилучшей эффективностью при реализации технологии «huff-and-puff» облада-

ют газообразные агенты: углекислый газ и отбензиненный газ. Жидкие агенты (вода с ПАВ и карбонизированная вода) также показали эффективность при сравнении с базовым вариантом без закачки.

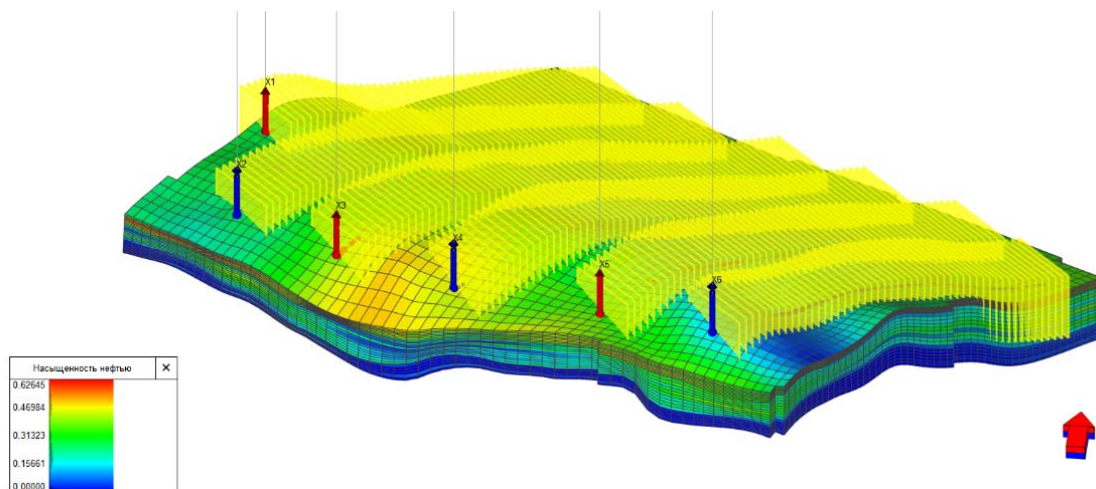


Рис. 1. Тестовая ГДМ залежи I–III пачек Речицкого нефтяного месторождения

Следующим шагом после тестовых расчетов являлся расчет подобранных под предлагаемые рабочие агенты схем расположения скважин на секторной модели залежи. Секторная модель представляет собой участок ГДМ залежи I–III пачек Речицкого месторождения с расположенными на нем фактически пробуренными скважинами. Выбор участка залежи для создания секторной модели очень важен, так как в дальнейшем данный участок будет рассматриваться как полигон для проведения ОПР по внедрению выбранной технологической схемы организации ППД и проведения МУН. Для создания секторной модели был выбран участок в юго-восточной части залежи, включающий горизонтальные скважины 418g, 411g, 41602g, 419g, 464g и 310g.

На секторной модели были просчитаны варианты, признанные наиболее эффективными по результатам расчетов на тестовой ГДМ. Всего рассчитано 6 вариантов разработки (рис. 2):

- 1) базовый (без ППД);
- 2) базовый (с ППД в скважине 310g);
- 3) вариант с закачкой воды ППД по схеме 2 : 1;
- 4) вариант с закачкой карбонизированной воды по схеме 2 : 1;
- 5) вариант с закачкой воды с оторочкой ПАВ по схеме 2 : 1;
- 6) вариант с закачкой отбензиненного газа по схеме 2 : 1.

Единственным вариантом, показавшим свою эффективность по сравнению с базовым вариантом (без ППД), является вариант с закачкой отбензиненного газа (2 : 1). Остальные варианты – с закачкой воды ППД, воды с оторочкой ПАВ, карбонизированной воды – на секторной модели получили очень схожие результаты, продемонстрировав крайнюю неэффективность. Накопленная добыча нефти по данным вариантам более чем в 2 раза ниже, чем по базовому варианту (без ППД). Причина низкой накопленной добычи нефти по вариантам с закачкой агентов на основе воды – это то, что закачиваемая вода не поступает в матрицу (поровый объем) низкопроницаемого коллектора, а движется только по трещинам, быстро достигая забоев добы-

вающих скважин и производя их обводнение. Таким образом, полезной работы по вытеснению нефти из порового объема закачиваемая вода не производит, а лишь негативно влияет на обводненность добывающих скважин. Карбонизация воды ППД и добавление в нее ПАВ никак не влияют на результат. Единственным агентом закачки, показавшим способность производить вытеснение нефти из матрицы породы и поддерживать пластовое давление, является отбензиненный газ. Накопленная добыча нефти по варианту с закачкой отбензиненного газа на 34 % превышает добычу по базовому варианту без ППД (рис. 2).

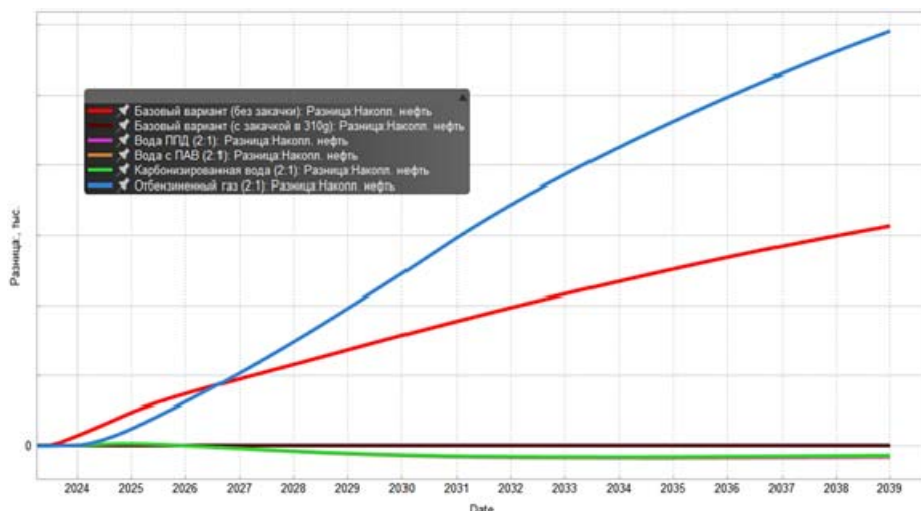


Рис. 2. Разница в накопленной добыче нефти по вариантам разработки. Результаты расчета на секторной модели I–III пачек Речицкого месторождения

Учитывая экономическую нецелесообразность закачки газа, а также принимая во внимание результаты статических и фильтрационных исследований с целью подбора химических композиций для улучшения нефтевытесняющих свойств воды в низкопроницаемых породах, рекомендуется опробовать технологию «huff-and-puff» с применением в качестве рабочего агента воды ППД. При снижении эффективности после нескольких циклов работы необходимо проведение ОПР с использованием подобранного раствора ПАВ – ОП-10 (концентрация – 0,5 %, вода затворения – минерализованная, плотностью 1,128 г/см³).

УДК 622.276(075.8)

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ДОБЫЧЕ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМОЙ НЕФТИ

Ш. М. Алхатиб, Н. А. Демяненко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Отмечено, что нанотехнологии зародились в начале 1980-х гг. прошлого столетия. В последнее время они завоевали популярность в нефтегазовом секторе. Это направление считается одним из самых перспективных в области повышения нефтеотдачи пластов из-за эффективного воздействия наножидкостей на увеличение нефтеотдачи трудноизвлекаемой нефти из пластов. Проведены исследования по вытеснению остаточной нефти наножидко-