СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ НА ЗАВЕРШАЮЩЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Б.Ю. Номозов, доцент кафедры «Нефтегазового дело и технология переработки нефти и газа» Каршинский государственный технический университет

Аннотация.

Настоящая работа посвящена систематическому анализу и критическому осмыслению научно-методических материалов в области применения классических и инновационных ГТМ. На основе собранных данных дается оценка технологического потенциала методов МУН, применяемых в условиях глубокой истощенности и высокой обводненности месторождений.

Ключевые слова: *геолого-техническим мероприятиям, остаточные запасы нефти, интенсификация добычи, месторождение.*

COMPARATIVE ANALYSIS AND EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF ENHANCED OIL RECOVERY TECHNOLOGIES AT THE FINAL STAGE OF FIELD DEVELOPMENT

B.Yu. Nomozov, Associate Professor, Department of Oil and Gas Business and oil and gas refining technology" Karshi State Technical University

Abstract

This paper is about a systematic analysis and critical review of scientific and methodological materials on the use of classical and innovative EOR techniques. Based on the collected data, it assesses the technological potential of EOR methods used in conditions of deep depletion and high water cut in reservoirs.

Keywords: *well operation, stage of falling production, well self-suppression, well watering.*

Обоснование актуальности исследования связано с тем, что в процессе освоения месторождений существенная доля запасов переходит в разряд трудноизвлекаемых (ТРИЗ). На фоне естественного падения дебитов на зрелых стадиях разработки это заставляет недропользователей внедрять методы повышения нефтеотдачи (МПН) для сохранения экономической эффективности проектов. Категория ТРИЗ традиционно разделяется на две ключевые группы: геологические (обусловленные низкой проницаемостью, высокой расчлененностью, малой толщиной и невыдержанностью пластов)

и флюидные (связанные с высоковязкими и битуминозными нефтями). Фундаментальной причиной этого выступает геологическая неоднородность сред: уникальность каждого объекта исключает возможность создания единой системы эксплуатации, полностью предотвращающей образование не охваченных выработкой зон. Существенное влияние на коэффициенты извлечения нефти (КИН) оказывает стратегия управления: ошибочный выбор методов МПН на ранних этапах либо приоритет форсирования добычи в ущерб окончательной нефтеотдаче на завершающих стадиях негативно сказываются на итоговой нефтеотдаче. Неравномерность заводнения, колебания темпов отбора и рост вязкости флюида определяют необходимость проведения геолого-технических мероприятий (ГТМ). Данный комплекс работ направлен на интенсификацию добычи и увеличение пластовой нефтеотдачи, что позволяет операторам не только выполнять плановые показатели, но и максимизировать итоговый КИН по объекту разработки.

Ключевым отличием ГТМ от прочих технологических операций является их прямая ориентация на получение прироста дебита нефти. Каждая добывающая компания осуществляет квалификацию видов работ в качестве ГТМ самостоятельно, опираясь на собственную локальную нормативную документацию (ЛНД). В зависимости от степени освоенности и опыта применения методы делятся на традиционные (широко апробированные и долгое время применяемые в отрасли) и инновационные (находящиеся на стадии опытно-промысловых испытаний (ОПИ) либо недавно внедренные в производство).

Традиционные ГТМ реализуются на всех этапах разработки месторождения. На 3-й и 4-й стадиях их проведение позволяет существенно сдерживать темпы падения добычи. В связи с этим ключевой задачей геологических и технологических служб предприятия является подбор наиболее эффективных ГТМ, соответствующих актуальным техническим стандартам и обеспечивающих максимальную нефтеотдачу. Общий план геолого-технических мероприятий утверждается в рамках бизнес-плана компании, однако подвергается ежемесячной оперативной корректировке.

К числу наименее рискованных и наиболее эффективных технологий относятся гидравлический разрыв пласта (ГРП), бурение горизонтально-направленных скважин (ГНС) и зарезка боковых стволов (ЗБС). Анализ исследований показывает, что для коллекторов с низкими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС) проведение ГРП фактически стало обязательной операцией уже на 1-й стадии разработки. Кроме того, данный метод активно применяется для приобщения вышележащих интервалов и объединения объектов разработки.

В научных трудах, посвященных повышению рентабельности и наработки на отказ, сформулирована унифицированная методология

моделирования ГРП [4]. Практические результаты контроля разработки путем заводнения доказывают, что поддержание пластового давления остается одним из наиболее действенных способов повышения нефтеотдачи [5].

Анализ применения ГТМ показывает прямую зависимость успешности заводнения от качества проведения как первичного ГРП, так и повторных обработок (рефраков). Соответственно, грамотное проектирование и численное моделирование ГРП на стартовом этапе эксплуатации позволяет предотвратить возникновение осложнений на поздних стадиях. Данный вывод подтверждается статистическими данными по довыработке запасов.

Строительство горизонтально-направленных скважин также демонстрирует высокую эффективность в части вовлечения запасов в разработку. Согласно статистике:

- Средний прирост дебита при реализации данной технологии составил 42,2 т/скв.-опер.;
- Объемы бурения горизонтальных и наклонно-направленных скважин ежегодно увеличиваются, несмотря на эксплуатационные сложности (низкие притоки, рост фонда осложненных скважин/АПВ).

В сравнении с предыдущими периодами фонд горизонтальных скважин вырос практически вдвое, что привело к кратному (более чем двукратному) увеличению объемов дополнительной добычи [9].

При этом стандартные технологии, включая классический ГРП, не всегда решают проблему падения продуктивности скважин в долгосрочной перспективе, что делает поиск решений по эффективной довыработке крайне актуальным. К основным факторам снижения добычи относятся: солеотложение, образование асфальтено-смоло-парафиновых отложений (АСПО), вынос механических примесей (включая залповый вынос пропанта), а также ухудшение состояния призабойной зоны пласта (ПЗП), сопровождающееся ростом скин-фактора (S).

Решение данной проблемы лежит в плоскости применения инновационных ГТМ. Исследования (в частности, Moritis G.) показывают, что значительная часть мировой запасоемкой базы представлена зрелыми месторождениями, темпы замещения которых снижаются. Для удовлетворения энергопотребления необходима выработка остаточных запасов за счет внедрения передовых технологий [10].

В качестве одного из таких решений был предложен комплексный виброволновой метод воздействия на ПЗП, комбинируемый с химическими и депрессионными обработками. Метод обеспечивает очистку призабойной зоны за счет передачи упругих колебаний низкой частоты и различной амплитуды через радиально-направленные потоки жидкости. Промысловые испытания подтвердили высокую эффективность импульсного воздействия, однако для достижения максимального эффекта

его рекомендуется сочетать с классическими обработками ПЗП (ОПЗ). Виброволновой метод эффективен при водоизоляционных работах (ВИР), на скважинах с низким пластовым давлением, в терригенных коллекторах с низкой проницаемостью, а также на объектах после повторных кислотных обработок или ГРП.

Отдельное внимание уделяется совершенствованию ремонтно-изоляционных работ (РИР) [13]. Основными задачами РИР являются: восстановление герметичности цементного камня для изоляции интервалов от межпластовых перетоков; ликвидация дефектов эксплуатационной колонны, вызывающих резкий рост обводненности; обеспечение надежной изоляции при возврате на вышележащие горизонты. В числе наиболее актуальных инноваций в сфере РИР выделяются современные конструкции мостовых пробок: извлекаемая ПМ-И, электромеханическая ПМЭ, а также заливочная пробка для открытого ствола ПМЗ-ОС.

Данные инженерно-технологические решения применяются при закачке тампонажных составов, установке цементных мостов, проведении МГРП, а также при ликвидации или консервации скважин. Посадка пробок осуществляется с помощью гидравлических установочных компоновок (ГУК) путем создания избыточного давления в НКТ.

Таким образом, систематизация теоретических и практических материалов по применению традиционных и инновационных ГТМ позволяет сформулировать следующие выводы:

- Главным отличительным признаком ГТМ является прямой прирост объемов добываемой нефти;
- ГТМ классифицируются на традиционные и инновационные исходя из степени их освоенности и условий применения;
- К категории наиболее эффективных традиционных методов довыработки относятся ГРП, бурение ГНС и ЗБС;
- Среди инновационных ГТМ высокими перспективами обладают комплексное виброволновое воздействие и технологические решения в области РИР (пробки ПМ-И, ПМЭ, ПМЗ-ОС).

В качестве итогового резюме следует отметить критическую важность качественного планирования ГТМ на самых ранних этапах освоения. Любые технологические решения — от первичного вскрытия до проведения ГРП при освоении — оказывают определяющее влияние на дальнейшую динамику разработки. Форсирование отбора флюида на начальных стадиях вопреки принципам рационального недропользования неизбежно ведет к снижению итоговой нефтеотдачи, КИН и суммарной накопленной добычи.

Литература:

1.Ибатуллин, Р. Р. Теоретические основы процессов разработки нефтяных месторождений: Курс лекций. Часть 2. / Р. Р. Ибатуллин. -

Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2009. — 200 с.

2. Состояние и перспективы развития технологий исследования горизонтальных скважин при испытании и эксплуатации / В. М. Осадчий, В. М. Теленков // НТВ Каротажник, Тверь. 2011. — № 79. — С. 107–119.

3. Попов, В. В. Геолого-технологические исследования в нефтегазовых скважинах: учебное пособие / В. В. Попов, Э. С. Сианисян. — Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2011. — 344 с.

4. Economides, M. J. Unified Fracture Design. Bridging the gap between theory and practice / M. J. Economides, R. Oligney, P. Valko — Texas.: Ora Press. 2014.

5. Satter, A. Integrated Petroleum Reservoir Manegment: A Team Approach. PennWell Publishing Company / A. Satter. Oklahoma. -2014. — P. 335.

6. Мулявин, С. Ф. Основы проектирования разработки нефтяных и газовых месторождений: Учебное пособие / С. Ф. Мулявин. Тюмень: ТюмГНГУ, 2012. — 215 с.

7. Савич, А. Д. Мониторинг разработки нефтяных месторождений геофизическими методами / А. Д.Савич, А. А. Семенцов, Б. А.Семенов // Геофизика. 2018. -Спец. вып. — С. 78–81.

8. Сизов, В. Ф. Управление разработкой залежей нефти с трудноизвлекаемыми запасами: учебное пособие / В. Ф. Сизов. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014. — 136 с.

9. Толстоногов, А. А. Оценка эффективности геолого-технических мероприятий в области нефтедобычи /А. А. Толстоногов // Фундаментальные исследования. — 2018. — № 11–1. -С. 150–154.

10. Moritis, G., Special Report. Enhanced Oil Recovery. / G. Moritis // Oil&Gas Journal. April 15. 2010. -V. 100.15 — P. 71–83.

11. Апасов, Т. К. Комплексные схемы ультразвукового воздействия на пласты на Самотлорском месторождении / Т. К. Апасов // Наука и ТЭК. — 2011. — № 6. — С. 80–84.

12. Латышенко, К. П. Технические измерения и приборы. Часть 1: учебное пособие — 2-е изд. / К. П. Латышенко. — Саратов: Вузовское образование, 2019.

13. Киреев, А. М. Новые разработки для ремонтно-изоляционных работ / А. М. Киреев // Современные технологии капитального ремонта скважин и повышения нефтеотдачи пластов. Перспективы развития: X