

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИ ВЫСОКОЙ ВЫРАБОТАННОСТИ ЗАПАСОВ НЕФТИ С УЧЕТОМ ЭКОНОМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ

Рассмотрены возможности использования экономических критериев позволяющих рассчитать вариант максимального охвата фонда скважин комплексом геолого-технических мероприятий для интенсивного развития нефтедобычи.

Ключевые слова: добыча, обводненность, методы увеличения нефтеотдачи (МУН), геолого-технические мероприятия (ГТМ), фонд скважин, выработанность запасов.

1. Прогноз развития экономики Республики Татарстан в перспективе до 2020 года ориентирован на ежегодную добычу более 30 млн. т углеводородного сырья, поэтому велика государственная ответственность ОАО «Татнефть» в стабилизации добычи нефти на уровне 25 – 26 млн. т.

В соответствии с концепцией развития ОАО «Татнефть» принят интенсивный вариант развития нефтедобычи, который достигается выполнением комплекса передовых технологий воздействия на трудноизвлекаемые запасы и расширенного применения геолого-технических мероприятий (ГТМ) в добывающих скважинах для обеспечения стабилизации добычи в перспективе.

Поставленная цель является сложнейшей с точки зрения эффективной, рентабельной разработки месторождений ОАО «Татнефть» при высокой выработанности запасов нефти в поздней стадии.

2. Месторождения ОАО «Татнефть» с выработанностью запасов более 80 % обеспечивают 16,1 млн. т добычи и месторождения с выработанностью 70 – 80 % 4,4 млн. т из общей добычи 25,7 млн. т.

Средний дебит нефти скважин Ромашкинского месторождения составляет 4,1 т/сут., в целом средний дебит действующего фонда ОАО «Татнефть» – 4,2 т/сут.

3. Основным резервом добычи нефти, являются трудноизвлекаемые запасы. Ввиду высокой выработанности базисных пластов большая доля остаточных запасов таких месторождений как Ромашкинское, Бавлинское, Сабанчинское, Ново-Елховское, Первомайское, Бондюжское уже относятся к категории трудноизвлекаемых.

Общая тенденция разработки месторождений ОАО «Татнефть» – доля добычи нефти из категории трудноизвлекаемых запасов будет возрастать. **Сегодня это та ресурсная база, которую необходимо разрабатывать на всю оставшуюся перспективу.**

Добыча нефти на участках месторождений с трудноизвлекаемыми запасами водонефтяных зон и заводненных коллекторов имеет свои отличительные особенности и требует применения индивидуальных технологических и экономических решений для оптимизации процесса нефтедобычи. Поэтому основная задача акционерного общества – технологическое освоение трудноизвлекаемых запасов низкопроницаемых коллекторов, остаточных запасов нефти обводненных зон.

Планируемая нефтеотдача неизменна лишь в рамках

определенного периода времени. С развитием технологического прогресса, совершенствованием средств освоения запасов, разработке новых технических решений появляется возможность вовлечения ранее недоступных ресурсов нефти (Муслимов, 2003). Это определяет главную стратегию ОАО «Татнефть» – внедрение прогрессивных технологий по всему циклу нефтедобычи: бурение, эксплуатация, капитальный ремонт скважин, методы увеличения нефтеизвлечения, методы заводнения.

Основные задачи управления разработкой на выработанных месторождениях:

- выделение комплекса ГТМ, от результатов которых в наибольшей степени зависит эффективность разработки месторождения в целом и на перспективу;

- определение набора современных технологий и технических средств, обеспечивающих увеличения нефтеизвлечения на выработанных месторождениях;

- своевременная компенсация снижения добычи на выработанных месторождениях путем регулирования и замещения части падения добычи вводом в активную разработку трудноизвлекаемых запасов.

Проблемы текущего периода в области разработки месторождений: стабилизация обводненности или отборов жидкости без снижения объемов добычи по старым месторождениям; активизация выработки запасов заводненных коллекторов при существующих благоприятных ценах и налогах по высоковыработанным месторождениям; увеличение темпов отборов трудноизвлекаемых запасов нефти (ТЗН) из глинистых и карбонатных коллекторов.

Для обеспечения полной отработки активных запасов ВНЗ устанавливается регулирование отбора жидкости и закачки при непрерывном контроле количественных параметров циклического заводнения.

Применяются современные технологии: бурение горизонтальных и многозбойных скважин, технология создания боковых зарезок из строго фонда, гидроразрывы пластов, кислотные обработки.

Выполняется дополнительная инвестиционная программа за счет средств по дифференциации НДС для обеспечения добычи 300 – 350 тыс. т.

Сокращение отбора жидкости за счет регулирования отборов составляет до 12 млн. т в год. Добыча жидкости на 1 тонну нефти за период 1999 – 2008 гг. составляет 5,8 – 6 т.

4. Целесообразность применения комплекса техноло-

гий в части стимуляции дебитов нефти, водоизоляции с целью сокращения отбора попутной воды, совершенствования системы заводнения не вызывает сомнения ввиду единственности разработанных методов для коллекторов, содержащих трудноизвлекаемые запасы нефти. Однако текущая экономическая ситуация всегда находится в противоречии к потребностям в проведении опережающих ГТМ долговременного действия.

Устойчивое функционирование системы разработки месторождений нефти обеспечивает выполнение требования: **эффективность любого короткого периода разработки должна благоприятно влиять на последующий процесс разработки.** Поэтому необходима непрерывная оценка реакции эксплуатационного объекта на различные ГТМ и расчеты их эффективности.

Основная цель поздней стадии разработки – добиться продления периода рентабельной разработки месторождения или отдельного участка.

Принципиальные решения зародились и формировались по мере накопления опыта разработки уникального, многопластового Ромашкинского месторождения.

Несмотря на критические периоды в экономике ОАО «Татнефть» удалось сохранить принципы управления разработкой путем комплексного воздействия на пласт разнообразными ГТМ, физическими, химическими методами повышения нефтеизвлечения (Муслимов, 2003).

За период с 1990 по 2008 год на 73,8 % фонда проведены ГТМ.

За последние 8 лет достигнута стабилизация и даже рост добычи благодаря управлению разработкой путем воздействия комплексом ГТМ, современных технологий: ежегодный прирост от всех мероприятий составляет 1,2 – 1,3 млн. т.

В настоящее время в ОАО «Татнефть» утверждены общепризнанные критерии применения до 40 – 50 различных МУН, но возможности известных технологий для трудноизвлекаемых запасов по большинству из них снижаются. За счет технологий МУН ежегодная дополнительная добыча составляет более 11500 тыс. т нефти или 44,8 % общей добычи ОАО «Татнефть», в том числе: за счет третичных методов МУН – 5100 тыс. т, гидродинамических методов 6400 тыс. т.

Совершенствование технологии заводнения необходимо продолжать за счет изменения условий воздействия на пласт или регулирования разработки.

Под регулированием следует понимать выполнение комплекса мероприятий, обеспечивающих поддержание определенного заданного режима, целенаправленное изменение условий дренирования продуктивных пластов (Хисамов, 2008).

При этом необходимо учитывать целый ряд особенностей, это:

- процесс разработки при анализе рассматривается как некий средний для залежи в целом или её части. В действительности каждый отдельный элемент залежи, каждая скважина работает с отступлением от среднего;
- часто нет возможности воздействия на пласт из-за технических причин или воздействие неоптимальное;
- оптимальное регулирование за пределами наших возможностей, пласт неоднороден, возни-

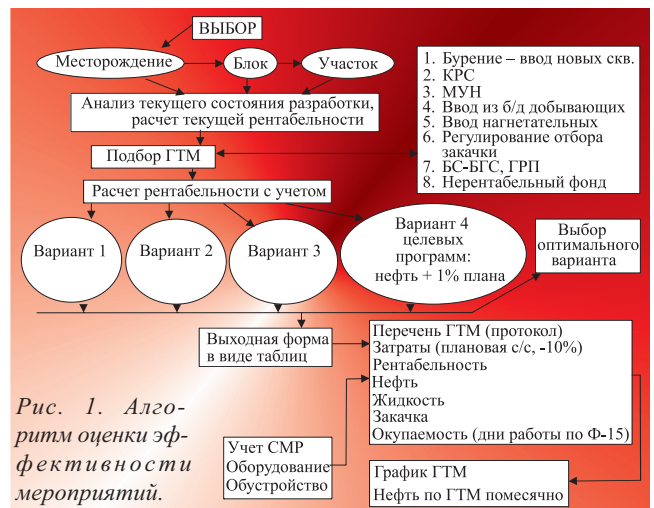


Рис. 1. Алгоритм оценки эффективности мероприятий.

кают трудности технологического характера, режим не устанавливается, это затрудняет контроль процесса.

На каждой стадии разработки объемы закачки воды должны быть строго регламентированы и взаимосвязаны с темпами отбора жидкости. Неконтролируемая закачка на участках месторождения способствует опережающей выработке отдельных, наиболее продуктивных пластов, что приводит к неравномерной выработке запасов, уменьшению объемов добычи нефти и снижению конечной нефтеотдачи.

Финансовый ущерб от излишних объемов закачки воды исчисляется многими миллионами рублей, что с очевидностью свидетельствует о необходимости более детального подхода к контролю заводнения, проведения дифференцированных расчетов по отдельным участкам пластов с различными геолого-физическими свойствами и обязательного контроля за реализацией принятых решений.

5. Совершенствование заводнения в настоящем и в будущем останется основной задачей при выработке остаточных запасов нефти.

В истории развития разработки линейная внутриконтурная система заводнения дополнялось очаговым нагнетанием, поперечным разрезанием и сегодня в зависимости от геолого-физических условий преобразилась во множество модификаций нестационарного, циклического методов регулирования в сочетании с технологиями увеличения нефтеотдачи (МУН), переменной направления фильтрационных потоков. В осуществлении метода участвует до 87 % нагнетательных скважин.

За счет метода нестационарного заводнения ежегодно дополнительно добывается 2,8 – 2,9 млн. т нефти.

Эффект от внедрения метода с неизменной технологи-

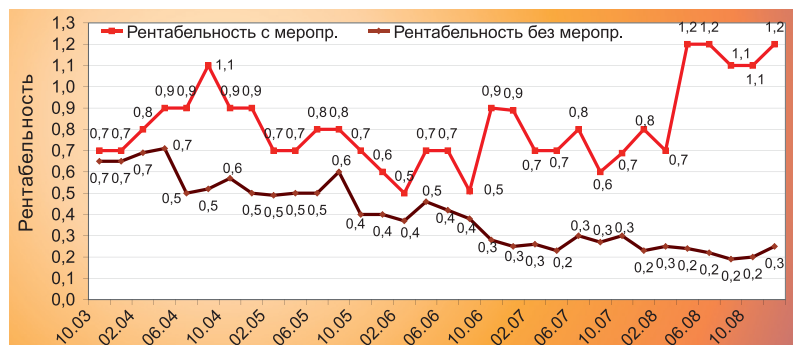


Рис. 2. Показатели по рентабельности вариантов эксплуатации залежи Пионерского месторождения.

ей со временем падает, в этом случае необходимо оперативно внедрять другие модификации нестационарного заводнения, непрерывно усиливать систему ППД, продолжать системное применение технологий МУН при нестационарном заводнении (Хисамов, 2008).

6. Нужно сформулировать принципы регулирования разработки нефтяных месторождений:

– Отбор нефти из пластов надо производить там, где сосредоточены наибольшие остаточные запасы; мы имеем дело со сложными многопластовыми объектами, чисто нефтяные зоны остаются вблизи полностью обводненных скважин, нельзя гарантировать отбор нефти из удаленных от скважин зон и необходимо бурить эксплуатационные и нагнетательные скважины там, где сосредоточена нефть.

– Интенсификация разработки менее продуктивных пластов и участков должна служить основой регулирования разработки нефтяных месторождений с неоднородными пластами и объектами, тогда эффективность разработки нефтяных месторождений существенно улучшается. Обработка пластов скважин реагентами с целью восстановления или повышения их продуктивности, усиление перфорации отдельных интервалов или дополнительного вскрытия пластов – это способы регулирования фильтрации жидкости и разработки различных зон, позволяющие повышать охват пластов или объектов дренированием.

– Только изменение направления потоков жидкостей может позволить вовлечь в разработку застойные зоны пласта, стационарные условия фильтрации жидкости приводят к образованию зон слабого дренирования.

К динамическим методам регулирования относятся все способы воздействия на пласты, которые можно свободно и многократно повторять в течение процесса разработки: изменение режима работы скважин, изменение отборов, объемов нагнетания, перенос нагнетания с одних скважин на другие и т.д. Способ регулирования режимов отдельных обводненных скважин необходим, его нужно развивать. Многолетняя практика показала, что целесообразно обводненную скважину эксплуатировать непрерывно на умеренных режимах до высокой (85–90%) обводненности. Неэффективно резко форсировать высокообводненные скважины, потому что они забирают на себя значительную долю пластовой энергии, рабочего агента, а в основной зоне залежей замедляется разработка.

Скважины выключаются при разной обводненности, и за критерий оптимальности принимается получение максимальной добычи нефти не только на данном этапе, но и за весь период разработки месторождений.

8. Основными принципами совершенствования и комплексного воздействия на остаточные запасы нефти истощенных месторождений является выделение обособленных участков с максимальной концентрацией остаточных запасов, организация самостоятельной системы разработки; регулируемое воздействие на зоны с различными типами остаточных запасов. Вовлечение в разработку запасов из отдельных песчаных линз, малопродуктивных и глинистых коллекторов может производиться по одной и той же схеме: организация самостоятельной замкнутой или очаговой системы заводнения (Хисамов, 2008). Сегодня каждая залежь месторождения требует индивидуального подхода в организации системы разработки по схеме:

– последовательный ввод скважин под нагнетание с

последующим созданием системы разработки отдельных элементов, участков;

– осуществление программы довыработки остаточных запасов по результатам геолого-гидродинамического моделирования путем внедрения комплекса ГТМ по выбранному участку, совершенствование разработки всего участка в длительной перспективе.

В настоящих условиях одной из задач управления разработкой становится оперативная оценка эффективности разработки нефтяного месторождения, залежи, блоков, используя экономические нормативы. Анализ за ходом эксплуатации добывающих скважин является важным инструментом обеспечения финансовой устойчивости компании, так как эксплуатация высокообводненных скважин приводит к резкому увеличению затрат.

9. Участок, залежь, месторождение должны рассматриваться в качестве объекта оценки результатов ГТМ при условии: участок залежи условно изолирован. При площадном заводнении рекомендуется выделить участок как самостоятельный элемент системы разработки, используя граничные условия закачки, границы глинистых коллекторов и неколекторов.

Для быстрой оценки экономической эффективности проведения различных мероприятий используется показатель «рентабельность» – отношение чистой прибыли, полученной за весь срок проявления технологического эффекта, к полным производственным затратам. Применение технологии не предусматривается, если её расчетная рентабельность ниже заданной, и затраты не окупаются.

10. Оперативная оценка эффективности разработки нефтяных залежей, отдельных блоков, участков, как условно обособленных геологических объектов разработки, производится по нижеследующему алгоритму (Рис. 1).

Исходными параметрами для расчетов являются себестоимость добычи нефти по НГДУ за месяц, технологические показатели работы скважин по объектам разработки.

На основании показателя рентабельности по НГДУ последовательно вычисляется рентабельность по месторождениям, блокам, участкам. Выбирается залежь одного нефтяного горизонта, один из ее блоков или участок. Производится расчет текущей рентабельности на основании показателей разработки за периоды: текущий месяц, квартал, год.

Определяются низкорентабельные блоки, участки, залежи. Проводится оптимизация разработки объекта путем подбора комплекса ГТМ, задавая разные величины отборов, объемы закачки.

Выбирается следующий участок месторождения и по аналогичной схеме оптимизируется работа скважин, которые на нем эксплуатируются.

Рассчитывается прогнозная рентабельность по всему эксплуатационному объекту предприятия.

Сопоставительный анализ вариантов использования новых технологий на конкретных месторождениях при различных экономических условиях позволяет получить ответ – выгодно ли предприятию внедрение данного процесса, возможно ли управление разработкой для выполнения показателей реального проекта разработки (Рис. 2).

Расчеты позволяют сделать вывод о возможности применения комплекса технологий воздействия на пласт в управлении процессом разработки конкретных участков, залежей, месторождений, при различных наборах ГТМ и

ИССЛЕДОВАНИЯ АНОМАЛИЙ ВЯЗКОСТИ ПЛАСТОВЫХ НЕФТЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Статья посвящена оценке интенсивности проявления аномально-вязких свойств пластовых нефтей месторождений Республики Татарстан. Следствием проявления нефтями аномально-вязких свойств является образование в пласте зон пониженной фильтрации или застойных зон, уменьшение полноты вытеснения нефти и увеличение затрат на добычу. Вязкости нефтей с неразрушенной пространственной структурой до десятка и более раз превышают вязкости этих же нефтей с полностью разрушенной структурой. Интенсивность проявления аномалий вязкости и подвижности нефтей во многом зависит от количества и состава растворенного газа. Даны количественные оценки реологических и фильтрационных характеристик пластовых нефтей, учет которых повысит надежность проектирования разработки и промышленного обустройства месторождений с неьютоновскими нефтями.

Ключевые слова: нефть, вязкость, аномалия, напряжение, асфальтены, фильтрация, разработка.

Эффективность процесса разработки нефтяных залежей, эксплуатация технологического оборудования скважин во многом зависят от состава и свойств нефти, в частности от содержания в ней высокомолекулярных компонентов – смол, асфальтенов, парафина. Эти компоненты

являются основными структурообразующими соединениями и обуславливают проявление нефтями аномально-вязких свойств. Последнее оказывает заметное влияние на фильтрацию нефти, на полноту ее вытеснения из породы.

При разработке месторождений парафинистых неф-

Окончание статьи А.С. Султанова «Регулирование процесса разработки ...»

контролируемых экономических показателях.

Масштабы применения тех или иных технологий увеличения извлекаемых запасов нефти определяются в зависимости от поставленных целей и экономической целесообразности.

Использование экономических критериев позволяет рассчитать вариант максимально возможного охвата фонда скважин комплексом ГТМ, для интенсивного развития нефтедобычи.

Выводы

1. Интенсификация добычи нефти заводненных зон, трудноизвлекаемых запасов возможна при регулировании процесса разработки с применением комплекса технологий воздействия, использовании новых технологических и технических средств.

2. Необходимо создание регулируемой, контролируемой по технологической и экономической эффективности системы разработки при исходной предпосылке: объект разработки, состоящий из множества элементов самостоятельной разработки.

3. Необходимо непрерывное совершенствование, усиление системы заводнения путем организации самостоятельных участков в пределах ранее выделенных эксплуатационных объектов. Создание интенсивной системы разработки с бурением горизонтальных, многозабойных скважин, резки боковых ответвлений, скважин малого диаметра, гидроразрыва пласта, одновременно-раздельная эксплуатация пластов установкой ОРЭ. Управляемое, циклическое воздействие на пласт, в т.ч. с применением МУН, изменения фильтрационных потоков.

4. Организация участков самостоятельной разработки и системы воздействия в пределах линз, создание 5 – 7 точечных элементов с очаговым заводнением исходя из геологических особенностей. Выделение самостоятельных

участков разработки с организацией заводнения пластовой водой (глинистость > 3 – 5%).

5. Благоприятным экономическим условием для стабилизации добычи для «старых», выработанных месторождений и для сверхвязкой нефти на ближайшие три года является снижение налоговой нагрузки и другие стабилизационные программы на Федеральном уровне.

Литература

Муслимов Р.Х. *Современные методы управления разработкой нефтяных месторождений с применением заводнения*. Казань: КГУ. 2003. 596.

Хисамов Р.С. *Эффективность выработки трудноизвлекаемых запасов нефти*. Альметьевск: ТатАСУнефть. 2008. 177.

A.S. Sultanov. **Regulation of the process of oil field development with high depletion level of oil reserves with respect to economic criteria.**

The author studies possibilities of using economic criteria allowing calculation of the option of the maximal coverage of the well stock by a set of geological and technical actions in order to intensify oil production.

Key words: production, enhanced oil recovery (EOR), geological and technical actions (intervention), well stock, depletion of oil reserves.

Альфат Салимович Султанов

К.т.н., зам. главного геолога по производству – начальник технологического управления по разработке нефтяных и газовых месторождений ОАО «Татнефть». Научные интересы: совершенствование разработки системы эксплуатации нефтяных и нефтегазовых месторождений, внедрение технологий повышения нефтеотдачи пластов.

423450, Россия, Республика Татарстан, г. Альметьевск, ул. Ленина, 75. Тел.: (8553) 307-245, Факс: (8553) 307-485.