

ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ НЕФТЯНЫХ РЕСУРСОВ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.Н. Дмитриевский
ИПНГ РАН, e-mail: a.dmitrievsky@ipng.ru

Создание инновационных технологий добычи нефти является основой эффективного освоения нефтяных ресурсов баженовской свиты. Почти 50-летний опыт разработки залежей баженовской нефти до сегодняшнего дня оставляет много нерешенных фундаментальных, прикладных и практических проблем.

Решение этих проблем невозможно без создания геологической модели строения баженовской свиты, установления характера распределения нефти в толще пород, особенностей преобразования минеральной высокоуглеродистой матрицы и условий формирования очагов и скоплений нефти.

Совершенно очевидно, что создаваемые технологии извлечения нефти должны учитывать особенности размещения ее в толще баженовской свиты. Необходимо обеспечить достаточно четкую локализацию адресного набора научно-технических и технологических решений, учитывающих масштабы и специфику размещения нефти. Подобный подход является основой успешного освоения нефтяных ресурсов баженовской свиты.

Выполненные до сегодняшнего дня исследования позволяют сделать вывод о наличии нескольких вариантов скопления нефти в баженовской толще:

- достаточно равномерное распределение в низкопроницаемых глинисто-кремнистых породах изолированных единичных микроскоплений нефти;
- концентрация легкой нефти в очагах (называемых в американской сланцевой литературе «sweet spots»), при вскрытии которых получены высокие дебиты;
- участки и зоны баженовских пород, обогащенных керогеном;
- размещение нефти в карбонатных породах и толщах кремнисто-глинистых пород, обогащенных карбонатным материалом.

Подобная целевая классификация позволяет рекомендовать соответствующие технологии добычи нефти баженовской свиты.

Эксплуатация опытных участков баженовской свиты проводилась при естественном режиме (Салымское, Ем-Еговское, Правдинское и Маслиховское

месторождения). Обоснованный оптимизм первых лет изучения баженовской свиты был связан с открытием очагов, обогащенных легкой нефтью. Дебит фонтанирующих скважин достигал 300,0–350,0 т/сут., а иногда доходил до 700,0 т/сут.

Низкие притоки нефти из практически непроницаемых пород получены почти по всему разрезу баженовской свиты, что подтверждает широкое распространение микропустотности, а, значит, и высокий потенциал добычи легкой нефти из недренируемых при естественном режиме эксплуатации толщ баженовской свиты. Величина начальных дебитов скважин в значительной мере обусловлена фильтрационными свойствами пород в зоне дренирования, которые, в свою очередь, определяются характером микропустотности. Так, если зоны дренирования характеризуются микротрещиноватостью, то величина притоков нефти составляет 10,0–15,0 м/сут. [1].

Технологические схемы разработки низкопроницаемых коллекторов могут быть в общих чертах заимствованы из американского опыта. Как известно, наиболее распространенной является технология многостадийного гидроразрыва продуктивных сланцевых толщ. Ограничения, связанные с использованием этой технологии обусловлены наличием в баженовской свите глинистых минералов (сметитовая группа), которые разбухают при контакте с водой, что значительно снижает ее эффективность. В связи с этим рекомендуется вместо гидроразрыва пласта использовать плазменно-импульсную технологию, разработанную отечественными учеными и специалистами [2].

В то же время необходимо создание инновационных технологий, обеспечивающих эффективность освоения обогащенных нефтью очагов в толще низкопроницаемых пород. Представляется целесообразным использовать плазменно-импульсную технологию с размещением скважин по периферии очагов («sweet spots»). Подобный подход позволит увеличить зону дренажа разрабатываемого природного резервуара, имеющего по периферии очага более проницаемые породы по сравнению с вмещающими очаги толщами низкопроницаемых пород баженовской свиты.

В настоящее время наиболее привлекательным объектом нефтедобычи являются скопления нефти, приуроченные к прослоям известняков и толщам пород, обогащенных карбонатным материалом. Хорошо зарекомендовала себя технология гидроразрыва карбонатных пород, которые достаточно широко распространены в нижних горизонтах баженовской свиты, приуроченных к границе с абалакской свитой.

Важное значение имеют совершенствование технологии гидравлического разрыва пласта, повышение надежности оборудования, расширение области его применения и создание нового поколения проппантов. Необходимость подобных работ вызвана тем, что в толще баженовской свиты меняется соотношение кремнистой, глинистой и карбонатной составляющих. Увеличение процентного содержания последних вплоть до преобладающего обеспечивает эффективность использования гидроразрыва. Уменьшение содержания карбонатного материала приводит к увеличению пластичности баженовской толщи. Эффективность технологии гидроразрыва зависит от создания более совершенных конструкций оборудования, позволяющих увеличить область его применения, расширить диапазон регулирования и разработать наземную систему управления с каналом связи (имеющим гидравлическое, электрическое или механическое управление). В этой связи специалистами ИПНГ РАН и РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина в рамках задания Минобрнауки РФ были разработаны скважинное оборудование для обработки призабойной зоны пласта, погружная насосная установка, ступень многоступенчатого центробежного насоса (А.Н. Дмитриевский, В.С. Вербицкий и др., 2015 г.).

Отдавая должное развитию технологий гидроразрыва пласта, следует подчеркнуть необходимость активизации исследований научных и производственных организаций по созданию технологий, обеспечивающих масштабный охват продуктивных толщ баженовской свиты эффективным воздействием.

Один из предлагаемых способов добычи нефти из отложений баженовской свиты включает закачку в пласт попутного нефтяного или природного газа и отличается тем, что реализует последовательность технологических операций в чередующихся циклах, каждый из которых состоит из трех этапов [3].

В течение первого этапа высокоподвижный закачиваемый газ растворяет жидкие углеводороды, проникает в керогенсодержащую матрицу баженинов и взаимодействует со связанными углеводородами за счет фильтрационных и диффузионных процессов, что приводит к набуханию УВ и высвобождению их из матрицы.

На втором этапе закачку газа в нагнетательную скважину прекращают. На этом этапе продолжается растворение углеводородов и происходит выравнивание пластового давления, сопровождающееся дальнейшим проникновением газа в низкопроницаемую керогенсодержащую матрицу.

На третьем этапе вводят в эксплуатацию добывающие скважины с целью извлечения нефти как в свободном виде, так и растворенной в закачанном газе.

Продолжительность этапов и дебит скважин будут разными для рассматриваемых залежей в связи с тем, что последние характеризуются неодинаковыми термобарическими условиями, коллекторскими параметрами и физико-химическими свойствами нефти.

Важной особенностью предлагаемой технологии являются вводимые периоды простаивания добывающих скважин. Такое технологическое решение продиктовано наличием в баженитах как подвижной нефти, так и связанных или малоподвижных углеводородов в керогенсодержащей матрице. Периоды простаивания скважин способствуют более полной смесимости закачиваемого газа и подвижной нефти, а также вовлечение в разработку связанных и малоподвижных углеводородов матрицы.

Учеными ОАО «ВНИИнефть» была проведена серия экспериментальных исследований по использованию термогазовых методов воздействия для извлечения нефти из баженовской свиты. Основываясь на этих экспериментах, специалистами ОАО «РИТЭК» была показана возможность добычи нефти из пород баженовской свиты [4].

Термогазовая технология предусматривает закачку в баженовскую свиту воздуха и воды. Вследствие высокой пластовой температуры в баженовской свите самоиницируется процесс горения. Газообразные продукты горения и горячая вода обеспечивают процессы смешивания и вытеснения нефти, находящейся в жидкой фазе. Продвигающийся в пласте фронт горения ведет к прогреву керогенсодержащей матрицы до температуры 250–300 °С, к процессам пиролиза и крекинга керогена с извлечением нефти и газообразных углеводородов.

При термогазовом способе предполагается, что при создании высокой температуры «экстрагируемые» нефть и газ из керогенсодержащей матрицы поступают в прослой с повышенной проницаемостью за счет улучшения коллекторских свойств матрицы под воздействием высокой температуры.

Специалисты ОАО «Новые технологии» в 2014 г. презентовали технологию №5, разработанную инициативной группой «Концепция внутрипластового каталитического ретортинга» (ИГ КВКР), которая решила проблему доставки сверхкритической воды в пласты, залегающие на глубине от 2200 до 4000 м. В предложенной технологии используется экзотермическая реакция окисления органических веществ в сверхкритической воде в присутствии окислителя. Эта реакция реализуется в

подпакерной скважинной зоне, и в результате ее осуществления температура сверхкритической воды возрастает до требуемых 480 °С, а сама вода дополнительно насыщается диоксидом углерода, который, в свою очередь, повышает добычную эффективность технологии, еще более понижая вязкость и плотность углеводородов. Важным является и то, что более 95% всей тепловой энергии, используемой в Технологии № 5 КВКР, генерируется на дневной поверхности скважины за счет утилизации попутного нефтяного газа и лишь до 5-ти процентов – на забое скважины за счет окисления нефти или метанола в сверхкритической воде [5].

Таким образом, в результате многолетних усилий намечены основные направления научных исследований и практических работ по созданию эффективных технологий добычи нефти для разных категорий нефтесодержащих пород баженовской свиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кокорев В.И.* Техничко-технологические основы инновационных методов разработки месторождений с трудноизвлекаемыми и нетрадиционными запасами нефти: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. М., 2010. 46 с.

2. *Пащенко А.Ф., Агеев П.Г.* Плазменно-импульсная технология повышения нефтеотдачи: оценка параметров механического воздействия // Наука и техника в газовой промышленности. 2015. № 3(63). С. 17–26.

3. *Дмитриевский А.Н., Закиров С.Н., Закиров Э.С., Индрупский И.М., Закиров И.С., Аникеев Д.П., Ибатуллин Р.Р., Якубсон К.И.* Пат. 2513963 РФ. Способ разработки залежи нефти в отложениях баженовской свиты. № 2012142692/03; Заявл. 08.10.2012; Опубл. 20.04.2014 // Бюл. 2014. № 11.

4. *Боксерман А.А.* Промысловые исследования внутрипластовых окислительных процессов при термогазовом воздействии на породы баженовской свиты / *А.А. Боксерман, В.Н. Власов, А.С. Ушакова, В.И. Кокорев, О.В. Чубанов* // Нефтяное хозяйство. 2011. № 5. С. 78–82.

5. *Коломийченко О., Чернов А.А.* Концепция внутрипластового каталитического ретортинга. Технология для освоения баженовской свиты // Oil and Gas Journal Russia. 2015. Октябрь. С. 72–81.