

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НЕФТИ ДЛЯ КОЛЛЕКТОРОВ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ

К.В. Стрижнев¹, В.Т. Литвин²

¹ ООО «Газпромнефть-Ангара», г. Санкт-Петербург, e-mail: Strizhnev.KV@gazprom-neft.ru

² Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург,
e-mail: Litvin_vova@mail.ru

Оценка запасов и ресурсов нетрадиционных углеводородов в мире свидетельствует о значительном потенциале таких проектов для разработки. Пока суммарный объем добычи этих видов углеводородов составляет порядка 1%, но наблюдается его неуклонный рост и возможность конкурировать с проектами по добыче нефти из традиционных запасов. По расчетам аналитиков, к 2020–2025 годам на долю нефти, полученной из альтернативных источников, будет приходиться порядка 5% мировой нефтедобычи. В России приоритетным направлением разработки нетрадиционных запасов углеводородов является сланцевая нефть. Значительное распространение «доманикоидов» и «баженитов» по площади и в разрезе в пределах основных нефтегазовых пластов, а также обилие в них промышленных притоков свидетельствует о потенциальной возможности организации масштабной добычи этой нефти с применением современных технологий. По некоторым оценкам, перспективы добычи нефти из баженовской свиты в России к 2020 году оцениваются в 15–20 млн тонн, а к 2030 году – в 70 млн тонн (Стрижнев, 2013).

Уникальная особенность горизонта, определяющая его промышленную ценность, – высокая насыщенность нефтью. При этом нефть представлена двумя основными фазами – керогеном (твердое полимерное органическое вещество) и жидкой фазой, соотношение между которыми может существенно меняться в пределах распространения свиты. Баженовская нефть жидкой фазы отличается высоким качеством, она легкая, малосернистая, без других вредных примесей, поэтому требует меньше затрат на первичную и глубокую переработку (Калинин, 2012).

На сегодняшний день только несколько отечественных компаний занимается промышленной эксплуатацией залежей баженовской свиты, в их число входят: «Юганскнефтегаз», «Сургутнефтегаз», «РИТЭК» и «Газпром нефть», как в совместных проектах («Салым Петролеум Девелопмент Н.В.»), так и в своих собственных.

Одной из главных причин, по которой многие компании отказываются от разработки баженовской свиты, является получение стабильных притоков нефти в

промышленных масштабах. Сомнения профессионалов небезосновательны – по результатам бурения на Салымском месторождении еще в советские времена около 30% скважин баженовской свиты оказались «сухими». Постепенно выявилась и главная проблема – низкий коэффициент нефтеизвлечения (КИН). В настоящее время для пласта Ю₀ баженовской свиты Салымского месторождения он составляет около 7% (Калинин, 2012). Что касается других компаний, то, по данным (Полоус, 2012), в "Сургутнефтегазе" в течение 30 лет на баженовской свите пробурено более 600 скважин. По результатам работ – в 37% скважин не были получены притоки нефти, в 63% – были (максимальные объемы составляли до 300 т в сутки). По данным на май 2011 года, из баженовской свиты компания добыла свыше 1,2 млн т нефти, а за все время эксплуатации планируется добыть более 5 млн т.

Таким образом, основной целью специалистов является выбор оптимального места заложения скважин, что обеспечит промышленную разработку баженовской свиты.

В течение длительного времени баженовская свита разрабатывается всего на 6 месторождениях: Салымском, Ем-Еговском, Правдинском, Маслиховском, Средне-Назымском, Галяновском.

В рамках начального этапа разработки и повышения эффективности технологии интенсификации притока нефти для коллекторов баженовской свиты был проведен анализ успешности проведения тех или иных методов воздействия на призабойную зону пластов баженовской свиты (Стрижнев, Литвин, 2013).

Из проведенного анализа можно сделать несколько выводов. Для баженовской свиты характерно:

- неравномерное распределение высокодебитных скважин по площади;
- резкое падение пластового давления и, вследствие этого, производительности скважин;
- недостижение проектного КИН;
- отсутствие эффективных методов интенсификации притока и МУН.

Битуминовые, преимущественно глинистые, отложения баженовской свиты занимают внутреннюю депрессионную зону Западно-Сибирской плиты и распространены на территории более 1 млн км² (рис. 1).

Кровля отложений баженовской свиты вскрыта на глубинах 2100–3400 м. Глубина залегания кровли увеличивается к осевой зоне Мансийской синеклизы и на севере

Западно-Сибирской плиты. Наиболее резкое изменение глубин от 2400 до 2700 м происходит в западной и северной частях Нижневартовского свода.

Мощность отложений баженовской свиты на большей части площади ее распространения довольно стабильна и изменяется от 15 до 30 м. Увеличение мощности до 50–95 м отмечается на севере плиты в пределах Надымской и Танловской впадин и западного борта Уренгойско-Пуровского желоба. Наименьшие мощности (до 5 м) наблюдаются на отдельных локальных поднятиях Сургутского, Нижневартовского, Каймысовского сводов, Александровского и Демьянского мегавалов (Филина, Корж, Зонн, 1984).

Главной сложностью разработки баженовской свиты являются ее специфические особенности геологического строения и свойства коллектора, требующие принципиально нового подхода к выбору как конструкции скважины, того или иного метода интенсификации добычи нефти, так и метода увеличения нефтеотдачи.

Специалистами компании «Газпром нефть» были проведены исследования литологического состава баженовской свиты в региональном масштабе. В результате анализа полученных данных были выделены четыре основных литотипа, характеризующих баженовскую свиту:

1. Глинисто-кремнистые породы, обогащенные органическим веществом (ОВ), – слагают основную часть баженовской свиты (около 65%). Тонкослоистые породы, сложенные биогенным кремнеземом (до 50%), глинами (до 30%), остатками организмов с карбонатным скелетом (до 10%): пористость пород колеблется в пределах от 6 до 8%, а значения проницаемости составляют менее 0,01 мД.

2. Карбонатно-кремнистые породы, также обогащенные ОВ, – составляют около 15% баженовской свиты. Это тонкослоистые породы, сложенные биогенным кремнеземом (до 30%), остатками кокколитофорид (до 25%) и глинами (до 10%). Породы этого литотипа характеризуются теми же значениями пористости и проницаемости, что и предыдущие.

3. Радиоляриты – составляют около 15% баженовской свиты. Породы, сложенные остатками радиолярий (до 90%), с незначительной примесью глин (до 5%). Породы могут быть по составу кремнистыми или замещенными кальцитом или доломитом. Радиоляриты характеризуются наибольшими значениями пористости (до 15%) и проницаемости (может быть больше 1–5 мД) в объеме баженовской свиты.

4. Доломиты – составляют не более 5% баженовской свиты. Породы, сложенные перекристаллизованным доломитом. В изученных скважинах пористость пород до 6%, проницаемость – менее 0,01 мД.

Следует отметить, что карбонатные породы, обладающие каверновой емкостью, тяготеют к подошвенной части (зона контакта с абалаком), кремнистые разности чаще всего встречаются в средней части баженовской свиты. Распределение остальных типов коллекторов по разрезу менее закономерно. В кровле свиты преобладает глинистая составляющая с увеличенным содержанием органического вещества (керогена).

Анализ связи распределения продуктивности с литолого-фациальной зональностью баженовской свиты показывает вторичность этого фактора в локальном плане, поскольку выделенные фациальные зоны имеют значительно большие площади, чем намечающиеся участки высокой продуктивности. Как правило, наиболее высокие дебиты отмечаются в скважинах, расположенных в зонах развития карбонатных пород, что связано, по-видимому, с развитием кавернозных коллекторов. С другой стороны, участки с повышенным содержанием в породах органического вещества, коррелирующим с их естественной радиоактивностью, менее продуктивны, что определяется, вероятно, повышенной пластичностью пород, их меньшей подверженностью к формированию трещинной емкости.

Таким образом, ключевым моментом в изучении отложений баженовской свиты является комплексный подход к исследованиям, при котором результаты, полученные разными методами, увязываются между собой, выстраиваются в единую картину, отражающую различные свойства объекта. Это позволяет достоверно и обоснованно разделить разрез толщи на продуктивные и непродуктивные отложения, локализовать коллекторы в разрезе, выявить отличия свойств коллекторов от неколекторов. Эта информация необходима при постановке задачи для проведения сейсмического прогноза свойств свиты в межскважинном пространстве. Чем представлен коллектор в отложениях баженовской свиты и каков его генезис, до сих пор является дискуссионным вопросом. Отчасти это связано с тем, что баженовская свита на территории Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна неоднородна, ее состав и строение меняются в зависимости от условий осадконакопления и произошедших в толще постседиментационных преобразований, свой отпечаток накладывает также история тектонического развития территории, наличие тепловых аномалий и многое другое. Поэтому в каждом районе и на

каждом месторождении очень важно выявлять индивидуальные особенности отложений баженовской свиты. Ведь именно от литологического состава и генезиса коллектора, его отличий от вмещающих пород зависит выбор методики и направленности геологоразведочных работ, а позднее – и разработки залежей углеводородов.

У компании «Газпром нефть» есть самостоятельный проект по оценке потенциала баженовской и абалакской свит Пальяновской площади Красноленинского месторождения.

В результате выполненной типизации разреза по керновому материалу в баженовской свите по шести скважинам выявлено низкое содержание радиоляритов. Сумма прослоев радиоляритов составляет порядка 0,4 м (из всего отобранного керна по баженовской свите) по скважине № 153, а по скважине № 601 – еще меньше. Поэтому связывать прослои радиоляритов и карбонатизированные прослои, которые могут являться потенциальными нефтесодержащими коллекторами, с нефтенасыщенным объемом нет оснований. В качестве объема остается рассматривать трещинную составляющую. Всего в отложениях баженовской свиты (нижней подсвиты), представленных на рис. 2, было выделено семь основных литотипов (Стрижнев, 2013).

Следует заметить, что по скважине № 153 при отборе керна в трубах на поверхность не вынесено около 0,5 м керна. Можно предположить, что этот невынесенный керн является очень сильно трещиноватым и имеет высокую проницаемость – более 1 мД.

На сегодняшний день для Пальяновской площади применима только одна гипотеза распространения продуктивных зон – это формирующие кластеры «коридорных» трещин. В построенной концептуальной модели Пальяновского месторождения (рис. 3) основные проводящие и флюидосодержащие разломные зоны от доюрского комплекса до фроловской свиты направлены параллельно распространению субуральского пакета силовых линий. Выполненный анализ стартовых дебитов и накопленная добыча подтверждает рассматриваемую концепцию.

Тип коллектора и гидродинамические характеристики скважины в призабойной и удаленной зонах определяют требования к реологическим характеристикам и проникающей способности рабочих жидкостей (Гиматудинов, 1983).

В трещиноватых коллекторах предпочтительно использовать вязкие и вязкоупругие системы – кислотные эмульсии и пены. Эти реагенты способствуют

повышению охвата по простиранию и по толщине пласта, так как при их продвижении в трещинах создаются значительные сопротивления, а рост давления способствует проникновению кислот в микротрещины.

Выводы и рекомендации:

1. В первую очередь необходимо разработать и адаптировать технологию ОПЗ с целью увеличения площади дренирования скважин по системе трещин. Это не только позволит увеличить дебиты или получить промышленные притоки нефти в «сухих» скважинах, но и в последующем использовать разработанные технологии для реализации комплексных методов воздействия на баженовскую свиту;

2. Необходимо провести комплексные исследования керогенсодержащих пород, с целью оценки возможности извлечения нефти из керогена.

3. На сегодняшний день перед специалистами и учеными нефтедобывающей отрасли, занимающимися проблемами баженовской свиты, остаются нерешенными ряд вопросов:

1) что является основным «поставщиком» нефти в баженовской свите –

- миграция нефти из выше- и нижележащих горизонтов;
- образовавшееся емкостное пространство в нефтематеринских глинистых породах путем автогидроразрыва, произошедшего из-за превращения рассеянного органического вещества в жидкие и газообразные углеводороды;

- нефть находится в пропластках «традиционных» коллекторов внутри баженовской свиты;

2) на какие литотипы и системы трещин воздействовать и какими способами (для получения нефти из керогена и продления периода эксплуатации залежи) –

- ГРП (многостадийный, кислотный);
- термообработки;
- методы интенсификации притока.

Решение этих вопросов поможет наиболее полно и правильно извлечь колоссальные запасы нефти баженовской свиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ахметов Р.Р., Лицкий В.П., Тепляков Е.А.* Работы по интенсификации притоков в процессе ГРП по Территориальной программе на нераспределенном фонде недр ХМАО // Вестник Недропользователя. 2001. № 7.

2. *Гиматудинов Ш.К.* Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. Добыча нефти. М.: Недра, 1983. 455 с.
3. *Калинин В.* Свита для нефтяных королей // Сибирская нефть. 2012. № 91.
4. *Полоус М.* Режим влечения // Коммерсант. Приложение «Нефть и газ». 2012.
5. *Стрижнев К.В.* Опыт разработки нетрадиционных видов углеводородов на месторождениях «Газпром нефти» // Rogtec. 2013. № 34. С. 40-46.
6. *Стрижнев К.В., Литвин В.Т.* Повышение эффективности технологии интенсификации добычи нефти для коллекторов баженовской свиты // НефтьГазПромышленность. 2013. № 50.
7. *Филина С.И., Корж М.В., Зонн М.С.* Палеогеография и нефтеносность баженовской свиты Западной Сибири. М.: Наука, 1984. 36 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

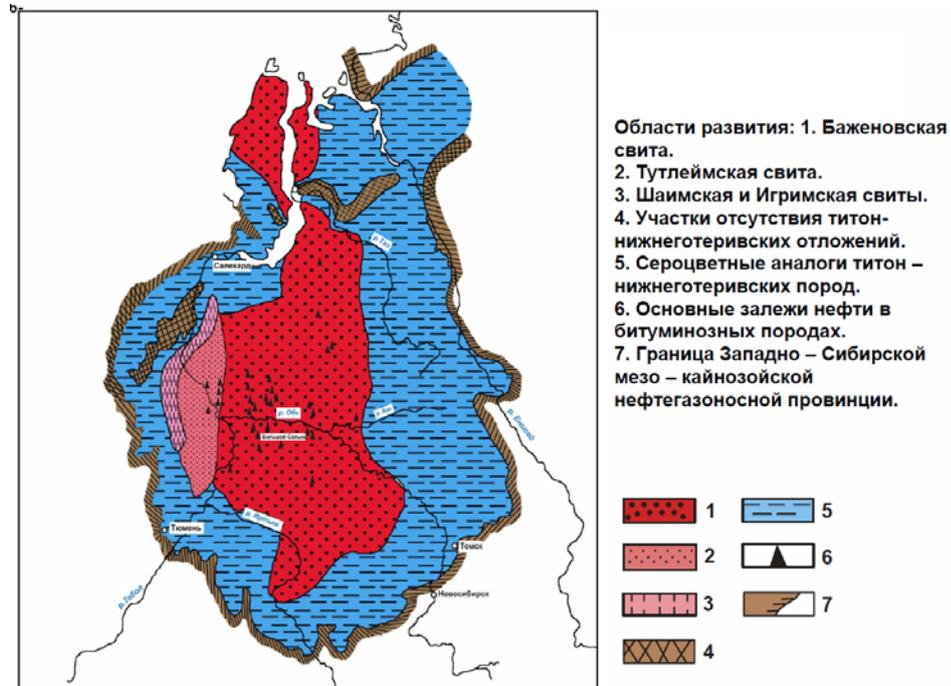


Рис. 1. Распространение битуминозных глинистых пород в Западной Сибири (И.И. Нестеров)

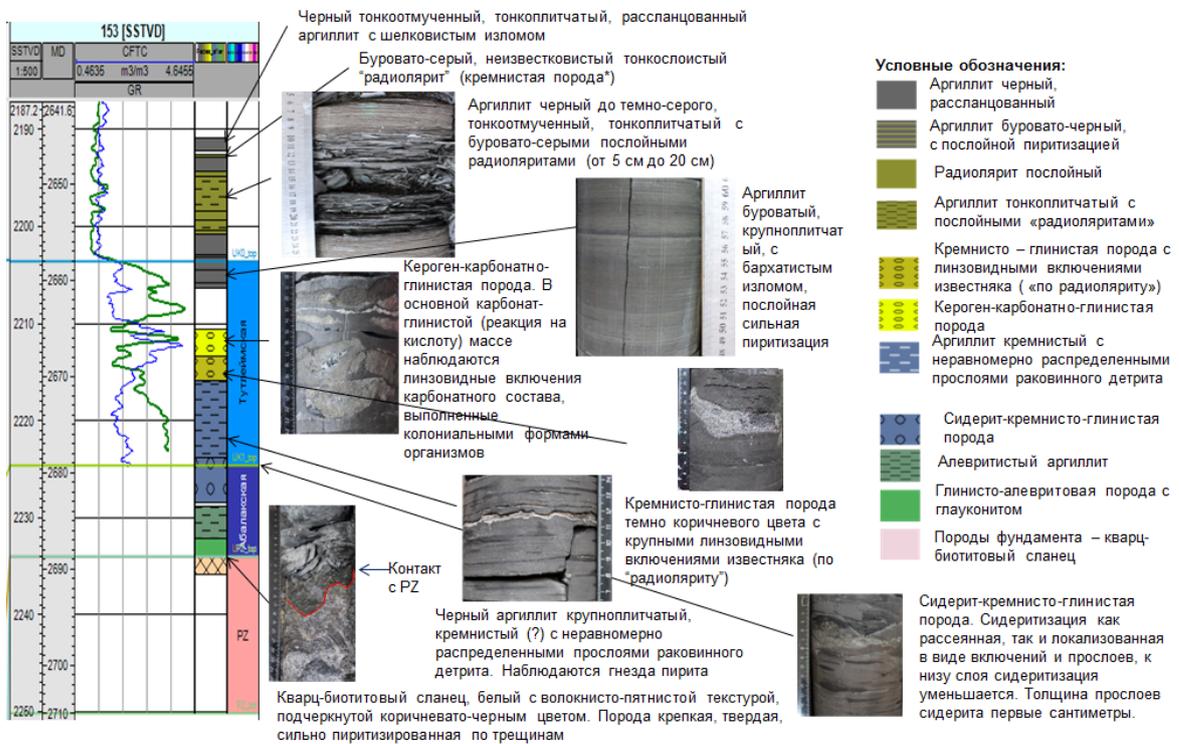


Рис. 2. Литологическая колонка и характеристика литотипов скв. № 153 Пальяновской площади

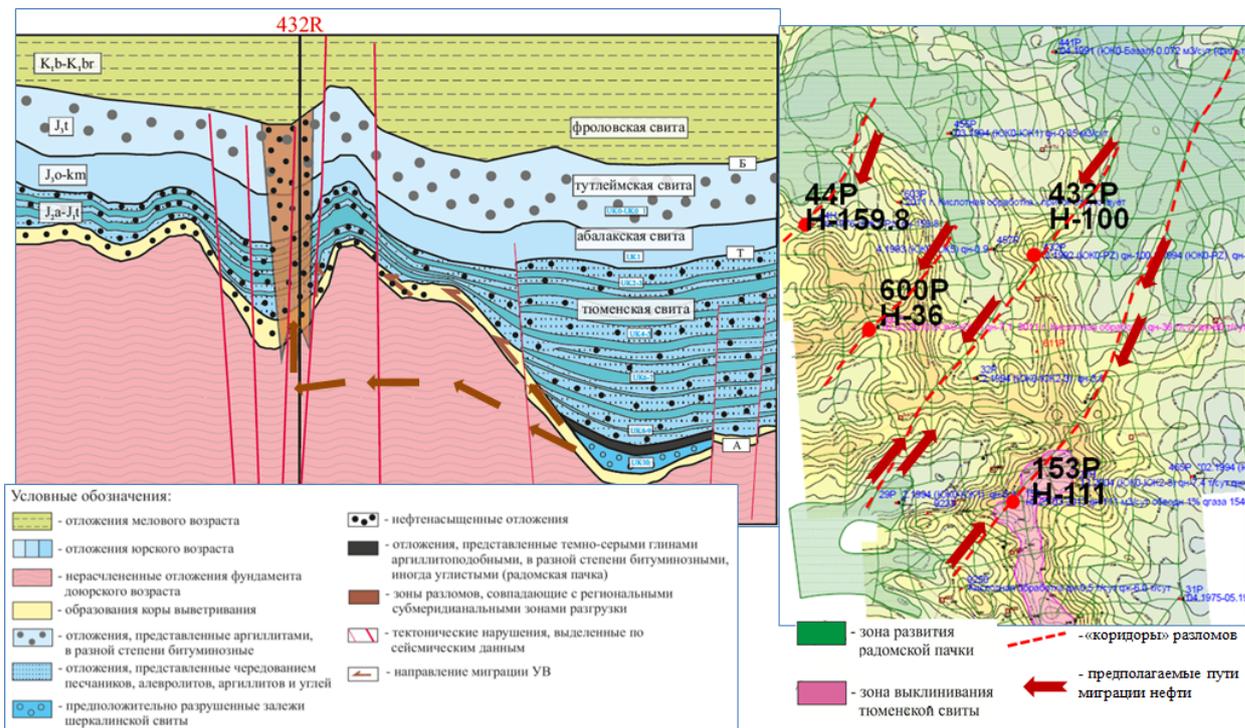


Рис. 3. Концептуальная модель Пальяновского месторождения