



Пошли в свиту

Татьяна Яковлева-Устинова
обозреватель OGJRussia

Российские компании все больше инвестируют в сланцевые проекты

Оценочные цифры по запасам сланцевой нефти в России разнятся в десятки раз. Однако объем таких углеводородов, которые, как считается, в основном сосредоточены в нефтематеринской породе баженовской свиты, может во много раз превышать объем традиционных запасов. Поэтому российские ВИНК все активнее инвестируют в сланцевые проекты и ищут способы извлечения баженовской нефти. Одни компании — «Роснефть», «Газпром нефть» и «ЛУКОЙЛ» — привлекают западных партнеров, другие — «Сургутнефтегаз» и «Татнефть» — пытаются справиться собственными силами.

Ключевые слова: баженовская свита, сланцевая нефть, ресурсы, эксплуатационные скважины.

Отложения баженовской свиты распространены в центральной части Западно-Сибирской низменности на площади более 1 млн км². Особенность бажена состоит в том, что процесс преобразования органического вещества в нефть еще не завершен, поэтому в коллекторе наряду с легкой нефтью содержатся углеводороды вместе с породообразующей частью — керогеном. Они залегают на глубине в среднем 2500–

3000 м, мощность колеблется от 10 м на окраине до 44 м в наиболее погруженных частях фундамента платформы. В зонах развития аномальных разрезов баженовская свита может достигать 100 м. Температура пласта по площади изменяется от 80°C до 134°C.

По данным НАЦ рационального недропользования имени В. И. Шпилемана, на территории Югры в бажене было открыто 135 залежей нефти и газа



RUSSIAN COMPANIES INVESTING MORE IN SHALE PROJECTS

Estimates of Russian shale oil reserves differ greatly, but these reserves, which are thought to be concentrated in the Bazhen shale formation's source rock, are many times bigger than conventional reserves. Therefore Russia vertically integrated oil companies are investing more actively in shale projects and looking for ways to recover the Bazhen oil. Some companies — Rosneft, Gazprom Neft and Lukoil — are bringing in western partners to help, while others — Surgutneftegas and Tatneft — are trying to do this on their own.

Key words: Bazhen suite, shale oil, resources, production wells.

Tatyana Yakovleva-Ustinova

на 54 месторождениях. По данным «РИТЭКа», суммарные геологические ресурсы такой нефти оцениваются от 0,8 до 2,1 трлн т.

Сейчас добычу на баженовской свите ведут «Роснефть», «Сургутнефтегаз» и «ЛУКОЙЛ».

Свой путь «Сургута»

В России системную добычу баженовской нефти начал «Сургут» в 2005 году. Сейчас на месторождениях в ХМАО пробурено более 1000 поисково-разведочных скважин на бажен. Свита залегает на глубинах 2,7–3,1 км, нефтенасыщенная мощность пласта оценивается в пределах 16–40 м. По предварительным оценкам, площадь развития высокоперспективной и перспективной баженовской зоны составляет 16,8 тыс. км² с ресурсами 20,3 млрд т.

При этом, по словам заместителя генерального директора, главного геолога «Сургутнефтегаза» Вячеслава Чиркова, сказанным им на февральском совещании по вопросам создания при Минприроды координационного центра по изучению и освоению нетрадиционных видов и источников углеводородного сырья, после проведения работ по оценке перспектив нефтеносности баженовской свиты компания расширила ареал деятельности. «Сургут» изучает перспективы Красноленинского месторождения и северную часть Сургутского свода, Фроловскую впадину и другие участки.

Сейчас компания добывает баженовскую нефть на 10 месторождениях, до 2018 года их число планируется увеличить до 13. Добыча постепенно растет. В прошлом году удалось получить свыше 0,5 млн т нефти, что на 60% больше, чем в предыдущем. Всего же с начала разработки бажена извлечено примерно 2,5 млн т нефти.

Согласно инвестиционной программе «Сургут» с 2014 по 2018 год пробурит 79 поисково-разведочных скважин и углубит 26 эксплуатационных, проведет сейсмику 2D на 789 пог. км, 3D на площади около 3,6 тыс. км². Работы на бажене будут вестись по нескольким направлениям. Во-первых, будут уточняться перспективы нефтеносности. Как считает Вячеслав Чирков, ареал действий компании постоянно увеличивается и затрагивает перспективные области,

где могут быть запасы по бажену. В течение ближайших двух лет компания планирует создать региональные карты перспектив нефтеносности с количественной и качественной оценкой ресурсов углеводородов.

Во-вторых, будут разрабатываться три методики — по оценке локальной продуктивности пластов дистанционными методами, выделения подсчетных параметров пород по данным ГИС и построения геолого-гидродинамической модели пласта.

До 2018 года число эксплуатационных скважин на бажен у «Сургута» должно увеличиться вдвое: компания планирует вводить по 24–39 скважин на каждом из разрабатываемых участков ежегодно. И добыча, ожидается, возрастет также в два раза. К концу 2018 года накопленная добыча баженовской нефти должна превысить 5,7 млн т.

Однако пока проекты «Сургута» далеки от рентабельности. По словам Вячеслава Чиркова, на разработке сланцевой нефти «Сургутнефтегаз» потерял 3 млрд рублей. И это при том, что «Сургут» пользуется услугами собственных сервисных и буровых «дочек». «Компания идет на это, потому что в целом экономика тянет этот проект и он перспективен. И это перспектива на будущее», — сказал главный геолог.

Недовольство компании вызывает и закон, по которому льготы на разработку бажена предоставляются, если выработка запасов на таких активах составляет 3%. «Сургут», который стал первопроходцем в отрасли, выигрывает меньше от налоговых послаблений по сравнению с участниками рынка, которые начали осваивать бажен позже.

«Несправедливо, что те компании, которые ранее не занимались освоением бажена, сейчас на волне, а кто занимался в ущерб себе, сегодня в результате ничего не получает. Но государство это поняло, мы ждем по крайней мере изменения закона в области разработки по бажену, что эти 3% должны быть увеличены», — считает Вячеслав Чирков.

Дорогой наш сервис

Разработка нетрадиционной нефти требует бурения гораздо большего количества скважин, чем для традиционной, поэтому одной из причин успеха «сланцевой революции» в США стала доступность сервисных услуг. Так, по словам главы «ЛУКОЙЛ Оверсиз» Андрея Кузьяева, в России строительство горизонтальной скважины 1,5 км глубиной обходится в \$15–20 млн, а в США в последние годы стоимость упала с \$8 млн до \$3–3,5 млн.

Кроме того, по мнению генерального директора ОАО «Газпром нефть» Александра Дюкова, международные сервисные организации на российском рынке работают хуже, чем на Западе, в Россию направляются менее квалифицированные работники. Такое мнение глава компании высказал на Петербургском международном экономическом форуме–2014.

Ряд экспертов предполагают, что массовая разработка бажена потребует большего количества буровых станков, что приведет к их дефициту, и буровые компании не справятся с возрастающим объемом работ.



Доманикиты и доманикоиды

Доманикиты — тонкозернистые, часто тонкоплитчатые осадочные породы черного, реже бурого цвета, обогащенные сапропелевым органическим веществом (ОВ). Доманикиты часто именуется битуминозными глинами, аргиллитами или черными сланцами. Такие названия ошибочны, так как содержание глинистой фракции, как правило, не превышает 30%, а нередко вообще отсутствует.

Содержание ОВ колеблется от 5 до 20%. Если в горной породе содержание ОВ > 20%, они переходят в горючие сланцы, если < 5 — в глинистые и глинисто-карбонатные породы (доманикоиды при $C_{орг}$ 0,5–5%). Доманикиты и доманикоиды — типичные нефтематеринские породы, где углеводороды содержатся часто без видимой покрывки, не приурочены к поднятию, у которых нет газонефтеводяного контакта.

И правительство, очевидно, пойдет навстречу.

На Петербургском международном экономическом форуме замглавы Минэнерго Кирилл Молодцов сказал, что процент по выработанности планируется увеличить до 13. Сейчас Минэнерго обсуждает с профильными ведомствами такую возможность.

Пилоты «Роснефти»

Самые большие инвестиции в бажен, похоже, привлечет «Роснефть». Сейчас на балансе госкомпании порядка 300 млн т извлекаемых запасов категорий $C_1 + C_2$. Промышленную эксплуатацию бажена компания пока ведет только на Салымском месторождении.

В 2010 году «Роснефть» приняла целевую инновационную программу по разработке технологий освоения карбонатно-глинисто-кремнистых толщ баженской свиты, которая предусматривала работы до 2012 года не только на Салымском, но и на других месторождениях «РН-Юганскнефтегаза», где была доказана продуктивность пласта ЮС₀. Для построения геологической модели пласта компания проводила сейсмику 3D.

В 2009–2010 годах на Салымском месторождении были пробурены четыре вертикальные скважины, причем одна из них оказалась сухой. Остальные три вышли на стабильный дебит в 20–30 т в сутки. Комплекс ГИС проводила Schlumberger. Кроме того, «Роснефть» углубляла скважины Правдинского, Приобского, Приразломного, Мало-Балыкского месторождений до баженского горизонта. В 2011 году «Роснефть» впервые испытала на Приобском месторождении американский метод по добыче сланцевого газа — горизонтальное бурение с многозонным гидроразрывом пласта (МГРП). На отрезке горизонтальной части ствола длиной 1 км было выполнено семь операций ГРП. Полученные стартовые дебиты превысили 246 т/сут, и метод был признан наиболее перспективным.

Однако, очевидно, «Роснефть» так и не нашла эффективной технологии добычи, поэтому в 2012 году привлекла в проект ExxonMobil. При этом компании договорились, что «Роснефть» получит 30% от доли ExxonMobil в провинции Альберта в двух проектах по разработке

сланцевой нефти. В конце прошлого года компании создали СП «Тризнефть Пилот САРЛ», в котором «Роснефть» принадлежит 51%, американцам — 49%. Предприятие должно оценить возможности коммерческой добычи на 17 участках «РН-Юганскнефтегаза» на ачимовских отложениях и на 20 — по баженским. По соглашению финансировать исследования будет ExxonMobil, который вложит до 2015 года порядка \$300 млн. В зависимости от результата опытных работ партнеры примут решение о переходе к полномасштабной разработке трудноизвлекаемых запасов.

Кроме того, на Петербургском международном экономическом форуме в этом году «Роснефть» договорилась с ВР о создании СП по разработке доманиковых отложений в Оренбургской области с долями 51% и 49% соответственно (см. «Доманикиты и доманикоиды»).

ВР оплатит часть исторических затрат «Роснефти» по работам на доманиковых отложениях, а также предоставит финансирование на условиях «керри» в размере до \$300 млн. Пилотная программа работ будет осуществляться в два этапа.

Подобное соглашение «Роснефть» подписала в декабре прошлого года со Statoil по доманиковым отложениям на 12 участках Самарской области, где иностранный партнер также профинансирует этап оценки потенциала коммерческой добычи. Компании планируют создать СП, в котором доля «Роснефти» будет 51%, остальное — у норвежцев. В течение трех лет предприятие будет заниматься сбором данных, бурением опытных скважин, а также проведением операций по ГРП. По завершении пилотного проекта «Роснефть» и Statoil совместно выберут лицензионные участки в Самарской области, на которых будет организована коммерческая разработка.

Эксперименты «Газпром нефти»

У «Газпром нефти» четыре проекта по разработке бажена. Два из них компания ведет самостоятельно. В прошлом году была пробурена первая оценочная скважина на бажено-абалакском горизонте на Пальяновской площади Красноленинского месторождения в ХМАО с извлекаемыми запасами нефти по категориям $ABC_1 + C_2$ 38,6 млн т. Результаты были обнадеживающими: скважина дала фонтанирующий приток нефти дебитом 80 м³/сут. Правда, сейчас дебиты упали до 3 т. В этом году была пробурена вторая скважина с гидроразрывом пласта, которая также дала фонтан нефти в 50 м³/сут. Сейчас в бурении еще одна скважина. Прирост запасов на бажен составил 1,4 млн т.

Всего же предусматривается бурение в течение этого года четырех наклонно-направленных скважин глубиной 2,7–2,8 тыс. м. Осенью 2014 года «Газпром нефть» оценит возможность перехода к следующему этапу проекта — началу эксплуатационного бурения на бажен на Пальяновской площади.



Газпром нефть

Второй самостоятельный проект — изучение ачимовской и баженовской свит южной части Приобского месторождения, которые расположены на глубине 2,5–2,7 тыс. м. Соответствующую геологическую лицензию компания получила в этом году. По сообщению «Газпром нефти», в 2014 году будет проведен анализ имеющихся геофизических данных, специализированные исследования керна, повторная интерпретация данных сейсморазведки 3D, а также построена концептуальная геологическая модель глубоких горизонтов Южно-Приобского месторождения. В 2015 году предполагается определить наиболее перспективные участки для начала бурения разведочных скважин и подбора оптимальных технологий разработки пластов. В проекте участвует Schlumberger.

Еще два проекта на бажен «Газпром нефть» ведет с концерном Shell. Компания объясняет свой выбор партнера тем, что Shell обладает нужными технологиями бурения скважин. По словам первого заместителя генерального директора «Газпром нефти» Вадима Яковлева, структуры бажена в Западной Сибири похожи на месторождения формации Bakken в Северной Америке. У российских компаний пока нет опыта бурения горизонтальных скважин с 30 стадиями гидрораз-

рыва. Но просто перенять американскую технологию не удастся. Основная сложность заключается в том, что в отличие от Bakken, где хрупкие коллекторы, а потому трещины формируются очень легко, бажен гораздо более пластичен, поэтому важно правильно подобрать дизайн ГРП.

Первый проект с Shell на бажен «Газпром нефть» ведет в рамках СП Salym Petroleum Development (SPD), которое разрабатывает три месторождения в ХМАО — Западно-Салымское, Верхне-Салымское и Вадельпское — с суммарными извлекаемыми запасами 140 млн т. Пика предприятие достигло в 2011 году, когда было извлечено 8,3 млн т нефти, сейчас добыча падает. На балансе SPD числится порядка 100 тыс. т извлекаемых запасов баженовской нефти. Однако партнеры оптимистично оценивают перспективы бажена. По словам главы Shell в России Оливье Лазара, нефтенасыщенность и площадь распространенности баженовской свиты в Западной Сибири превышает аналогичные показатели североамериканских сланцевых месторождений. Развитая инфраструктура может сделать проект эффективным.

В течение 2014–2015 годов на Верхне-Салымском должно быть пробурено пять горизонтальных оце-



ночных скважин на баженовскую свиту с применением технологии многостадийного гидроразрыва пласта. В январе этого года началось бурение первой из них.

Компания планирует вовлечь в промышленную разработку не менее 14 млн т.

Второе СП — «Ханты-Мансийский нефтегазовый союз» — по разработке бажена «Газпром нефть» и Shell создали в прошлом году. В этом году предприятие получило право на геологическое изучение участков Юильский-4, Юильский-5 и Южно-Лунгорский-1 в ХМАО.

Кроме того, возможно, разработкой сланцевой нефти займется «дочка» «Газпром нефти» — сербская NIS, о чем сообщал генеральный директор компании Кирилл Кравченко. По его словам, предприятие рассчитывает на переработку нефтяных сланцев от 4 млн т, из которых нефти получится около 11%, остальное — пепел, который используется в строительстве и сельском хозяйстве. Ежегодная добыча может составить 450 тыс. т/г. На обустройство месторождения и для строительства установок по переработке сланцев потребуется не менее \$500 млн.

Как сообщал ранее глава «Газпром нефти» Александр Дюков, промышленная эксплуатация баженовских месторождений — перспектива 2017–2018 годов. В компании считают, что существенные объемы добычи сланцевой нефти могут быть достигнуты около 2021 года.

Метод «ЛУКОЙЛа» и опыт Total

Эксперименты со сланцевой нефтью в «ЛУКОЙЛе» ведет «РИТЭК», который пытается начать промышленную добычу на бажене на Средне-Назымском месторождении с начальными геологическими запасами категорий $C_1 + C_2$ 47,6 млн т. За период эксплуатации месторождения добыто около 375 тыс. т нефти.

Для разработки баженовской свиты «РИТЭК» разработал собственную технологию термогазового воздействия (ТГВ) на пласт, которая создана на основе интеграции тепловых и газовых методов увеличения нефтеотдачи и предполагает закачку в пласт воздуха и воды.

Как сообщили OGJRussia в «РИТЭКе», для проведения опытных работ выбран участок в районе скважины № 219, включающий четыре добывающие и одну нагнетательную скважины. С 2009 года в пласт закачено около 7 млн м³ воздуха. Объем дополнительно полученной нефти составляет более 20 тыс. т.

Кроме этого обустроен второй участок ТГВ в районе скважины № 210 Средне-Назымского месторождения. В 2013 году завершились испытания и настройка комплекса оборудования для реализации ТГВ. В настоящее время ведется подготовка нагнетательной скважины с целью обеспечения



Сложности бажена

Владимир Кольцев,
генеральный директор ООО «Триас»

— Уникальная особенность баженовской свиты как примера низкопроницаемых залежей — высокая нефтенасыщенность. При этом нефть представлена двумя основными фазами — керогеном и жидкой фазой, соотношение между которыми может существенно меняться в пределах свиты. Жидкая фаза отличается легкостью, малым содержанием серы, отсутствием других нежелательных примесей. Условия залегания отложений баженовской свиты характеризуются повышенной температурой и давлением в отличие от выше- и нижележащих пород. Эти факторы оказывают серьезное влияние на применяемые технологические решения при разработке и выборе режимов бурения.

В процессе бурения при поглощении бурового раствора возникает самопроизвольный перелив или фонтанирование. Причиной большинства аварий, сопровождающихся неконтролируемыми нефтяными фонтанами, становилась потеря циркуляции бурового раствора из-за интенсивного поглощения после выхода долота из баженовской свиты. Некоторые специалисты описывают механизм самопроизвольного фонтанирования баженовской свиты следующим образом.

Как известно, свита характеризуется сравнительно небольшой мощностью пропластков, но огромным площадным распространением, аномально низкой плотностью пород, низкой пористостью и проницаемостью, вертикальной и горизонтальной трещиноватостью, приуроченностью скважин с максимальными дебитами нефти к зонам повышенных температур, а самое важное — наличием АВГД, причем вмещающие отложения имеют давление, близкое к гидростатическому. На границе баженовской свиты и подстилающей ее абалакской свиты залегает карбонатный пропласток мощностью от одного до четырех метров, который в отдельных случаях представлен трещинно-кавернозным доломитом, проницаемость которого может достигать нескольких Дарси. Скважина бурится на репрессии, поэтому вскрытие такого пласта сопровождается значительным поглощением бурового раствора, что влечет за собой существенное снижение забойного давления, из-за чего создается депрессия и проницаемые интервалы баженовской свиты начинают активно проявляться.

Таким образом, если нефтеносные пропластки баженовской свиты вскрываются хотя бы на минимальной репрессии — это с большой долей вероятности приведет к гидроразрыву пласта буровым раствором, а так как большинство растворов являются глинистыми, то такой гидроразрыв влечет за собой глубокую кольматацию наиболее проницаемых зон. И этот эффект прямо пропорционален степени репрессии. Проблемы бурения скважин не позволяют оценить в полной мере потенциал разреза баженовской свиты, который может быть гораздо выше, чем прослеживается по результатам опробования некоторых скважин. Для эталонной оценки зональных характеристик пласта необходимо выполнить бурение скважины на равновесии в методологически спрогнозированной высокопродуктивной зоне пласта.

безопасности закачки рабочих агентов. Однако собственной технологией «ЛУКОЙЛ» не ограничился и создал в мае этого года с французской Total СП с долями 51% и 49% соответственно. В качестве активов «ЛУКОЙЛ» внес Галяновский участок, который находится неподалеку от Среднего Назыма, Total —

О стимулах

Государство ищет способы стимулирования компаний для разработки баженовской свиты.

Летом 2013 года в России был принят закон о дифференцированной ставке налога на добычу полезных ископаемых (НДПИ), по которому баженовская, абалакская, хадумская и доманиковская свиты освобождаются от налогообложения по НДПИ на 15 лет при выработанности запасов до 3%.

Сейчас планируется повысить показатель выработанности запасов, при котором будет предоставляться освобождение от НДПИ, до 13%.

Ляминский-3, Восточно-Ковенский и Ташинский в ХМАО. Их общая площадь — 2700 км². Пока запасы на месторождении в Западной Сибири оцениваются в 70 млн т нефти, из которых 42 млн у Total, но глава французской компании Кристоф де Маржери рассчитывает, что после доразведки они значительно возрастут.

В течение двух лет партнеры намерены инвестировать в бажен от \$120 до \$150 млн. При этом 67% затрат пилотного этапа берут на себя французы. Начало сейсмических работ запланировано на этот год, разведочно-бурения — на следующий.

Полигон «Татнефти»

Планирует разработку сланцевой нефти и «Татнефть», на балансе которой сейчас числятся на территории Татарстана запасы нефти категорий $C_1 + C_2$ в объеме 100 млн т в пределах 18 месторождений в доманиковых отложениях, включая отложения фаменского и средне-верхнефранского ярусов (потенциально их можно отнести к сланцевым). Кроме того, за пределами республики запасы нефти этих же отложений составляют 81 млн т по 19 месторождениям. Большая часть выявленных запасов в доманикитах и доманикоидах (94%) приурочена к наиболее изученному Ромашкинскому месторождению.

Ресурсы сланцевых отложений категории C_3 составляют 115 млн т, категории D — 786 млн т. «Однако при более детальном изучении и опосковании это положение может поменяться, поскольку доманикиты и доманикоиды в Татарстане распространены повсеместно, толщины достигают 500—750 м, а залежи нефти числятся на госбалансе только по 18 месторождениям», — сказал главный геолог — заместитель генерального директора «Татнефти» Раис Хисамов.

Исследованием геологического строения и нефтеносности доманикитов и доманикоидов в Татарстане начали еще заниматься в 50-е годы прошлого века. Залежи нефти и нефтепроявления в буровом растворе по СКО, керну и ИГН выявлялись попутно при бурении на нижезалегающие терригенные девонские отложения. Промышленные притоки нефти из карбонат-

ных отложений семилукского и мендымского горизонтов были получены на Миннибаевской и Азнакаевской площадях.

По словам Раиса Хисамова, из-за сложности геологического, литологического и петрофизического строения коллекторов опоскование и изучение этих отложений требует нестандартного подхода, и только сейчас компания вплотную подошла к решению этой проблемы. Сегодня геологическое изучение перспектив сланцевой нефти ведется по программе работ на 2013—2014 годы, в ходе которой изучены дела более 1400 скважин, проведен анализ ранее отобранного керна 6197 образцов из 116 поисково-разведочных и 56 эксплуатационных скважин.

По оценкам специалистов МГУ им. М. В. Ломоносова, высокие концентрации углеводородов следует ожидать при глубинах более 2000 м. При этом в доманике в некоторых областях выявлены биофильные элементы (уран, ванадий, рений и др.) большой концентрации — больше 5 г/т и больше 0,1 г/т, что делает их годными для промышленной разработки. Изученный керн из скважин показывает, что пористость в этих отложениях — менее 2%, проницаемость — менее 0,2 мД, что требует бурения горизонтальных скважин, проведение многозонного ГРП (предел прочности составляет 32—75 МПа). С учетом особенностей геологического строения доманиковых отложений Урало-Поволжья, петрофизических свойств этих пород, состава и свойств флюида в «Татнефти» сейчас разрабатываются технологии для бурения и управляемой эксплуатации.

В декабре 2013 года «Татнефть» провела кислотный ГРП данково-лебединских отложений в скважине Бавлинского месторождения, которая сейчас дает 11 т в сутки. Проведены ГРП на Алимовском месторождении и Чекалинском участке для опробования доманиковых отложений, идет освоение скважин. Сейчас компания изучает геолого-геофизические данные для проведения ГРП, продолжаются работы по отбору керна из доманикитов (турнейско-саргаевские отложения).

Пока «Татнефть» не ищет иностранных инвесторов для совместной разработки. «На сегодня еще рано рассматривать возможность привлечения иностранных партнеров, надо изучить геологию и провести ОПР по извлечению нефти из рассматриваемых отложений», — сказал Раис Хисамов.

В республике будет создан полигон сланцевой нефти. Всего же в России планируется создать восемь площадок для отработки технологий по извлечению нетрадиционных и трудноизвлекаемых ресурсов углеводородов. Для их создания образован координационный Центр при МПР РФ. ●