

Геофизик привык иметь дело с аномалиями и полагает: чем больше по площади геофизическая аномалия, тем глубже располагается ее источник. Площадь распространения баженовской свиты превышает 1 млн. км². Она содержит сверхгигантские запасы урана, золота, а также элементов-спутников золота месторождений, локализованных, заметим, в углеродистых сланцах (Номоконова, Колмаков, 2013). Разного рода аномалии - породная (битум), флюидная (нефть), геохимическая (уран), комплексная геофизическая – избирательно приурочены к маломощному (20-50 м) образованию геологического разреза Западной Сибири, распространенному практически по всей ее территории, такая аномальная приуроченность не может иметь стандартного объяснения.

Почему в обогащенных органическим веществом донных осадках глубоководных озер, например Байкала (Федорин и др., 2001), и морей, например Черного моря (Шнюков и др., 1976), содержание урана хотя и повышено (15-20 г/т), но далеко не достигают тех ураганных содержаний, которые по данным ГИС фиксируются в баженовской свите? Как объяснить выявленное (Номоконова и др., 2013) зональное смещение аномалий радиоактивности и аномалий сопротивления баженовской свиты относительно наиболее проницаемых структур доюрского фундамента и рифтовых зон на юго-востоке Западной Сибири? И это не все вопросы.

Мы длительное время выявляли и изучали, так называемую, «аномальную баженовскую свиту», которая с геофизической точки зрения никакая не аномальная, а в США начали добывать нефть из формации Баккен, являющейся геофизическим аналогом (пусть не полным) баженовской свиты. Теперь мы сосредоточились на технологиях извлечения нефти из баженовской свиты, не решив главных вопросов - генезиса и критериев нефтеносности этого уникального во всех отношениях геологического (и геофизического) образования.

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМАЦИИ БАККЕН (В СРАВНЕНИИ С БАЖЕНОВСКОЙ СВИТОЙ)

А.С. Адильбеков

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Происходящая в мировой нефтегазовой сфере «сланцевая революция» в настоящее время из направления «газ из сланцев» трансформировалась в «нефть из сланцев». Причиной тому стала формация Баккен, технологические успехи при разработке которой существенно повысили нефтяной потенциал США. Наш интерес к формации Баккен усиливается тем обстоятельством, что в Западной Сибири регионально распространена баженовская свита, подпадающая под определение «черные сланцы». Выявление разного рода аналогий между формацией Баккен и баженовской свитой является актуальной задачей.

Источником для написания настоящей статьи послужили опубликованные материалы по геологии и геофизике формации Баккен и баженовской свиты [1-4 и др.], а также собственные исследования результатов геофизических исследований скважин (ГИС) на месторождениях Западной Сибири.

Формация Баккен входит в состав нефтегазового бассейна Williston и занимает более 500 тысяч км² территории США и Канады. Это богатая углеводородами нефтематеринская порода, которая является источником нефти в окружающих коллекторах (Дж. Нордквист, 1953). Возраст формации Баккен – верхний девон – нижний карбон. В состав формации Баккен включают три литолого-стратиграфические единицы [1, 2]:

Верхний Баккен (сланцевая часть) – нетрадиционный коллектор и нефтематеринская порода. Это сланец с высоким содержанием органического вещества (ОВ) - в среднем 11%, а также кремния. Средняя мощность – 8 м (до 26 м);

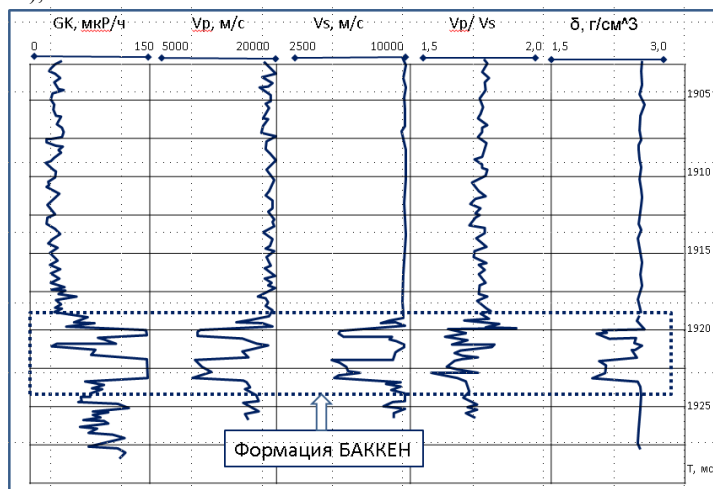


Рис. 1. Результаты ГИС по одному из разрезов формации Баккен.

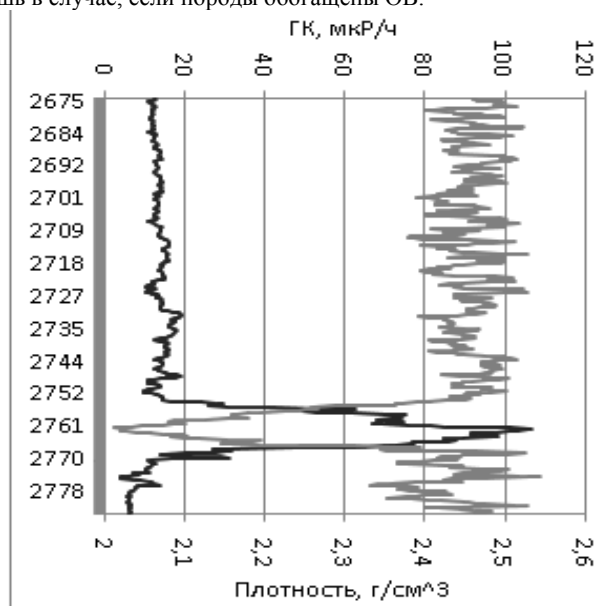
Приведены графики естественной радиоактивности (по результатам гамма-каротажа GK), скоростей продольных и поперечных упругих волн (V_p , V_s), плотности (по результатам плотностного ГГКн)

Средний Баккен (комбинированный, традиционно-нетрадиционный коллектор) мощностью до 40 м представлен алевролитами, глинистыми доломитами, известняками и песчаниками. Содержание ОВ – до 7%, средняя пористость – 5%, проницаемость 0,04...1,0 мД.

Нижний Баккен (сланцевая часть) – нетрадиционный коллектор и нефтематеринская порода, по содержанию ОВ близкая Верхнему Баккену. Средняя мощность – 15 м, пористость порядка 3,6%. Проницаемость – ниже 0,001 мД.

Под нефтегазовым комплексом (НГК) Баккен понимают саму формацию Баккен, перекрывающую ее практически непроницаемую известковую свиту Lodgerole, а также залегающие ниже Баккена песчаники Sanish и свиту Three Forks. В настоящее время промышленная добыча в НГК Баккен ведется в Среднем Баккене, а также в песчаниках Sanish и породах Three Forks. Это низкопроницаемые породы, и для добычи из них нефти используют бурение горизонтальных скважин и использование при бурении многостадийных гидроразрывов пласта.

В геофизических данных аномальными значениями параметров выделяются исключительно сланцевые части Баккена, то есть Верхний и Нижний Баккен (рис. 1). Именно эта часть формации Баккен может рассматриваться как петрофизический аналог баженовской свиты (рис. 2). Средний Баккен выделяется аномалиями ГИС лишь в случае, если породы обогащены ОВ.



**Рис. 2. Результаты ГИС по разрезу нефтяного месторождения
Нижне-Вартовского района (Западная Сибирь). Приведены
результаты гамма-каротажа и плотностного ГГК.
Баженовская свита на интервале 2754-2770 м)**

Судя по данным рис. 1, сланцевые части формации Баккен выделяются аномально высокой радиоактивностью, низкими значениями (для глубин 2,5-3 км) плотности и скоростей упругих волн, являются сильными отражающими сейсмическими горизонтами. Такими же аномальными свойствами обладают битуминозные карбонатно-глинисто-кремнистые породы баженовской свиты (рис. 2). Кроме того, сланцы формации Баккен отличаются: аномально высоким удельным электрическим сопротивлением (Meissner, 1978), [3], аномально высокими пластовыми давлениями (Дж. Хант, 1982), что также характерно для пород баженовской свиты (Номоконова и др., 2013 и др.).

Различий между формацией Баккен и баженовской свитой немного. Главные из них:

- разный возраст пород – палеозойский у Баккена и верхнеюрский – у пород баженовской свиты;
- большая площадь распространения образований баженовской свиты (более 1 млн. кв.км) при близкой мощности с формацией Баккен;
- наличие низкопроницаемых пород Среднего Баккена, с одной стороны, и аномальных разрезов проницаемых пород баженовской свиты, с другой.

Выявленные общие и отличительные свойства сланцевых пород формации Баккен и баженовской свиты позволяют, с одной стороны, переносить высокую геолого-геохимическую и геофизическую изученность баженовской свиты на сланцы формации Баккен, а с другой стороны, разработанную для Баккена технологию добычи нефти использовать для баженовской свиты с учетом ее отличий.

Литература

1. Прищепа О.М., Аверьянова О.Ю., Высоцкий В.И., Морариу Д. Формация Баккен: геология, нефтегазоносность и история разработки /Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2013. – Т.8. – №2. – http://www.ngtr.ru/rub/9/19_2013/pdf
2. Нетрадиционная нефть: станет ли Баженов вторым Баккеном? /Г. Выгон, А. Рубцов, С. Кулаков и др. М.: Энергетический центр Московской школы управления СКОЛКОВО, 2013. – 68 с. <http://energy.skolkovo.ru>
3. DMR – North Dakota Industrial Commission, Department of Mineral Resources, Oil and Gas Division, URL, 2012: <https://www.dmr.nd.gov/>
4. Jarvie, D.M., 2001. Williston Basin Petroleum Systems: Inferences from Oil Geochemistry and Geology // The Mountain Geologist, 2001 – Vol. 38. – № 1. – p.19–41.

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАСЕЙНА КОТ Д'ИВУАР

М.М. Амани

Научные руководители профессор М.М. Немирович-Данченко, доцент Г.Г. Номоконова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Нефтегазоносный бассейн Кот д'Ивуар является одним из самых перспективных в северных территориях Гвинейского залива. В шельфовой зоне залива открыт ряд нефтяных (Эспуар, Белие, Баобаб, Лион, Газель) и газовых (Фокстрот, Пантера, Куду, Элан, Ибекс) месторождений. Наиболее крупное из них – это нефтяной Эспуар с запасами 100-136 млн.т. В то же время степень разведанности территории бассейна, научная оценка процессов образования и накопления нефти и газа в осадочном комплексе остается относительно низкой [2].

В настоящей работе излагаются первые результаты сравнения бассейна Кот д'Ивуар с хорошо изученным Западно-Сибирским нефтегазоносным бассейном (НГБ). Источником информации для анализа послужили материалы национальных нефтяных компаний Кот д'Ивуар (Petroci, Sir), ряда иностранных нефтяных компаний (Esso, Shell и др.), а также опубликованные данные [1,2].

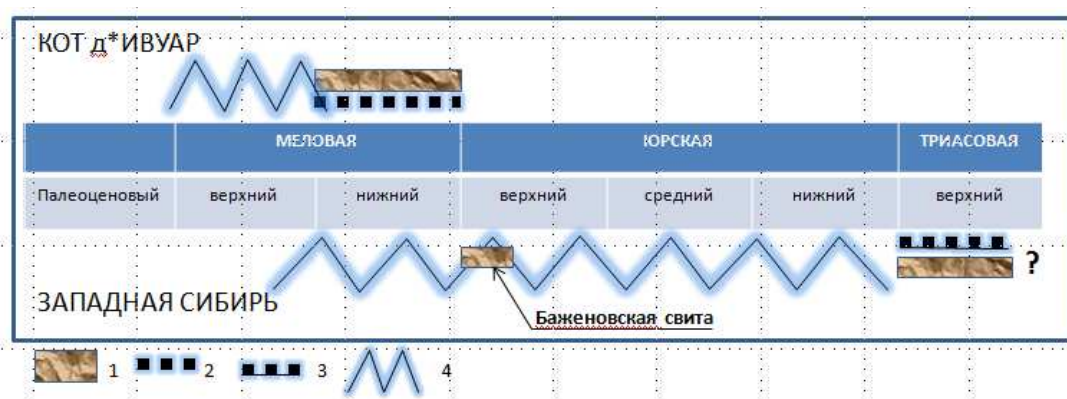


Рис. 1. Схема возрастных соотношений основных элементов строения НГБ Кот д'Ивуар и Западной Сибири: 1 – нефтегазоматеринские отложения; 2 – отложения океанского рифтогенеза; 3 – отложения континентального рифтогенеза; 4 – нефтегазоносные отложения

Бассейн Кот д'Ивуар является западной частью более крупного НГБ Гвинейского Залива и расположен на атлантическом побережье Африки. Его отражение в планетарных геофизических полях очень схоже с таковым Западной Сибири. Отличие заключается в очень резкой смене амплитуды гравитационного поля, соответствующей границе «континент-океан». Это говорит об узкой шельфовой зоне, в которой размещен НГБ Кот д'Ивуар, об узком и крутом океаническом склоне и резкой границе континентальной и океанской коры [2].

Общим является пространственная и генетическая связь осадочных бассейнов с рифтовыми зонами планетарного масштаба. Зона континентального верхнетриасового рифтогенеза располагается в центральной части Западной Сибири и контролирует размещение месторождений углеводородов, в том числе гигантских. Бассейн Кот д'Ивуар локализован к востоку от Атлантической рифтовой зоны в месте ее максимального изгиба и пространственно приурочен к окончаниям трансформных разломов. По современной геодинамической классификации бассейн Кот д'Ивуар является типичной дивергентной трансформной континентальной окраиной [1,4].

В строении НГБ Кот д'Ивуар принимают участие геологические образования двух структурных этажей. Фундамент представлен консолидированными породами триаса-палеозоя, осадочный чехол – осадочным комплексом от мелового до третичного возраста. В основании чехла залегает слой платформенных отложений, выше – терригенный морской комплекс, вмещающий основные месторождения углеводородов. Месторождения