

Tu A 13

Features of Lithology and Geochemistry of Organic Matter of the Bazhenov Formation Pavlovskaya Area with the Use of GIS

I.A. Zhigulsky* (IPGG SBRAS), V.G. Eder (IPGG SBRAS), I.S. Sotnich (IPGG SBRAS), E.A. Kostireva (IPGG SBRAS) & M.A. Halikova (IPGG SBRAS)

SUMMARY

Lithological, geochemical and geophysical parameters of the Bazhenov Formation were analyzed in the poorly studied region in the south of the South-Nadimskaya megamonocline on the Pavlovskaya area. The bottom-to-top sequence of the Bazhenov Formation in this region is composed of 4 patterns: siliceous mudrocks – kerogenous siliceous mudrocks – clayey-siliceous mudrocks – carbonate-siliceous mudrocks with carbonate lenses. These lithotypes differ by TOC values. GIS data of the studied section were compared with the core. According to the cross-plot modeling (GIS-GIS ratios) 4 types of rocks were distinguished, that are characterized by their own area of parameters distribution. No differences were revealed in the lithotypes by biomarker parameters. According to geochemical parameters organic matter is related to the II type of kerogenous, that is aquagenous, and correspond to the main oil formation stage. In general Bazhenov Formation rocks characterized by low porosity (0,32-2,32 %). The structure of the Bazhenov Formation section of the studied region in general looks like to the Salum region sections. In the investigated area in the Upper Jurassic-Lower Cretaceous period hemipelagic conditions occurred. Reduced conditions distinguished during sedimentation and diagenesis. Both these factors controlling high concentrations of TOC in sediments.

Введение

Объект исследования – верхнеюрская-нижнемеловая баженовская свита в пределах южной части Южно-Надымской мегамоноклизы, в районе между Сургутским и Нижневартовским сводами. Для настоящего исследования выбран разрез скважины, расположенный на Повховской площади. Баженовская свита залегает в изучаемом районе на глубинах от 2980-3003 м. Комплексное изучение литологических, геохимических особенностей баженовской свиты может внести вклад в решение проблем связанных с восстановлением условий формирования черносланцевых толщ, а в прикладном аспекте – будет полезно при планировании методик для ее разработки. В теоретическом плане подобное исследование будет способствовать лучшему пониманию особенностей обстановок формирования черносланцевых формаций в полужамкнутых бассейнах.

Метод и/или Теория

Стратиграфический диапазон баженовской свиты по находкам многочисленных остатков макро- и микрофауны определяется в пределах верхней части нижневожского подъяруса – низов берриаса (Решение..., 2004). Изучаемые разрезы, согласно фациальному районированию верхней юры (Шурыгин и др., 2000), располагаются на территории Обь-Ленской фациальной области, в Пур-Иртышском фациальном районе, отвечающим области морского седиментогенеза. Район исследования находится в области распространения Салымского типа разреза, выделенного Ю.В. Брэдучаном и др. (1986).

Изучение литологии пород баженовской свиты включало в себя: петрографическое описание шлифов на микроскопе Olympus BX-59; химический анализ пород на основные породообразующие окислы методом РФА на рентгенофлуоресцентном спектрометре ARL-9900-XP; изучение пород в сканирующем микроскопе MIRA3 TESCAN. Схема исследования геохимии ОБ включала определение содержания Сорг (газоанализатор АН-7529), пиролитических характеристик (пиролизатор («Rock-Eval»), выходов битумоидов (холодная экстракция хлороформом) и их групповой и углеводородный состав, а также исследование насыщенной фракции УВ методами газожидкостной хроматографии и хромато-масс-спектрометрии. В работе также рассмотрены данные ГИС в сопоставлении с керновым материалом. В процессе обработки данных ГИС (АК, плотность, НК, БКЗ, ПЗ, БК, УЭС раствора) и керна (минеральный состав, ОБ, спектрометрия), интервал баженовской свиты выделялся по резкому изменению кривой БК, т.к. она характеризуется очень высокими значениями УЭС по сравнению с вмещающими породами, и по аномально высоким значениям ГК в виду высоких значений радиоактивности относительно вмещающих пород. Кровля обнаружена на глубине 2891,51 м, подошва – 3003,21 м. Для сопоставления керновых и каротажных данных была проведена увязка по глубине подошвы. Таким образом данные по керну были опущены вниз на 0,6 м.

Строение разреза: нижняя и средняя его части представлены силицитами, мощность 4,5 м, породы преимущественно массивные, исключая участки с прослоями радиоляритов, микротекстура от массивной до горизонтально-слоистой. Наблюдаемые прослои силицитов-радиоляритов толщиной первые см ($SiO_2=75-85\%$), были ранее отмечены в Салымской районе (Эдер и др., 2015). Пачку силицитов перекрывает пачка силицитов керогеновых ($SiO_2 >50\%$, ОБ $>10\%$) мощностью 7,2 м, породы массивные, микротекстура от массивной до неясно-слоистой, в отличии от нижней пачки отсутствуют прослои радиоляритов. Пачка керогеновых силицитов сменяется микститами глинисто-кремнистыми (мощность 6,5 м) (SiO_2 25-50%, глинистого материала $<25\%$, карбонатных минералов $<25\%$). Верхняя часть свиты слагается микститами кремнисто-карбонатными (SiO_2 25-50%, карбонатных минералов 25-50%, глинистого материала $<25\%$) с линзами карбонатного состава толщиной 10-25 см, расстояние между которыми 20-40 см, мощность этой пачки составляет 3 м. При исследовании пород в сканирующем микроскопе выделены некоторые особенности состава. Установлено, что основным источником кальцита в пачке микстит кремнисто-известковых пород верхней части

свиты являются реликты кокколитофорид кольцеобразной формы размером 5-7, редко до 10 мкм. Ранее некоторые авторы уже отмечали присутствие этих фаунистических остатков в верхней части свиты (Гурова, Казаринов, 1962; Ясович, Поплавская, 1975; Zanin et al., 2012; Эдер и др., 2013). В ней встречаются известковые линзы-врезы толщиной 0,5-18 см. В разрезе баженовской свиты, в верхней части наблюдается значительное количество крупных карбонатных диагенетических линз, а в средней и нижней частях - прослои с повышенным содержанием кальцита. В целом разрез характеризуется повышенным содержанием известкового материала. Возможно обстановки седиментации в районе исследования были благоприятными для карбонатной биогенной седиментации. При изучении пород в шлифах в целом по разрезу обнаружены фосфатные реликты обломков скелетов рыб, часто в ассоциации со скоплениями микрокристаллического кальцита, в некоторых случаях, замещенные пиритом, или микрокристаллическим кремнеземом. По кросс-плот моделированию (зависимостям ГИС-ГИС) было выделено 4 группы пород, каждая из которых характеризуется своей областью распределения параметров. (Рис. 1.)

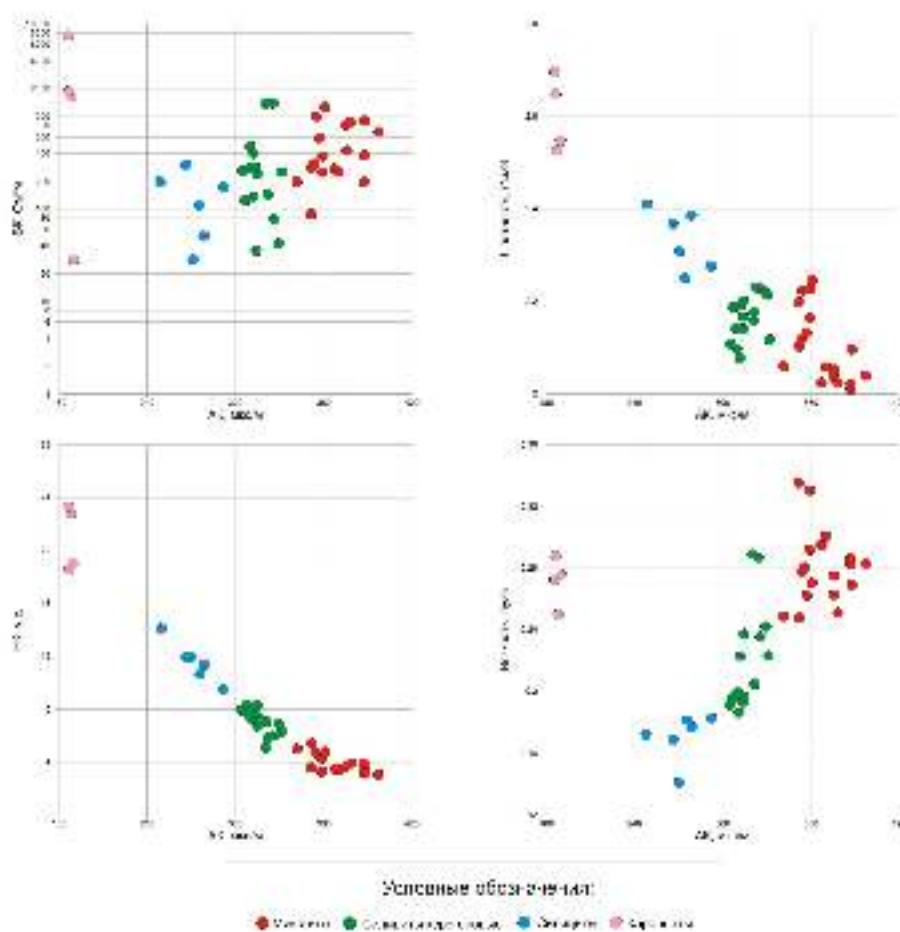


Рис. 1 Кросс-плоты скважины Повховской площади: слева сверху – БК-АК; слева внизу – НК-АК; справа сверху – плотность-ГК, справа внизу – вязкость-АК.

По кросс-плот моделированию (зависимостям типа «ГИС-ГИС») удалось выделить четыре группы пород: микститы, силициты керогеновые, силициты и карбонаты. Каждая группа характеризуется своей областью распределения параметров. Наиболее информативными методами при построении кросс-плотов стали: БК, АК, плотность, НК и вязкость. Наиболее четко выделяется пачка карбонатных пород в нижней части свиты по сильному уменьшению времени пробега сейсмических волн по данным АК и увеличению НК. Эта пачка характеризуется наибольшей плотностью. Силициты, расположенные в средней части свиты, определены по значениям НК в пределах от 9 до 16 у.е., АК от 240 до 300 мкс/ч и плотности от 2,24 до 2,42 г/см³. Микститы наиболее ярко отличаются по временам пробега сейсмических

волн и плотности. Следует отметить, что не всегда удается точно определить породы без кернового материала. Например, в верхней части свиты карбонатная пачка на кросс-плотах видна как микстит с прослоем силицитов.

Значения DOP (степень пиритизации) уменьшаются в нижней пачке (0,68), что говорит о том, что на начальных этапах условия формирования баженовской свиты в исследуемом районе были менее восстановительные чем на последующих, в которых значения DOP несколько больше (0,89-0,95) и соответственно менее благоприятным для сохранности органического вещества, это подтверждается пониженным содержанием ОВ (5,78%) по сравнению с вышележащими (11-16,5%). Наименьшее значение индекса химического выветривания (CIA) установлено в верхней пачке (34,75) что соответствует по Вайсер Д. (Visser, Young, 1990) – невыветрелым породам, в целом по разрезу значения CIA составляют около 65 что согласно Вайсер Д. (Visser, Young, 1990). Согласно Вайсер Д. (Visser, Young, 1990) такие значения соответствуют слабовыветрелым разностям, формировавшимся в условиях умеренного климата.

В исследуемой скважине содержание Сорг баженовской свиты более 16%. Наименьшие концентрации Сорг (1-2%) наблюдаются в карбонатах. В силицитах и керогеновых силицитах содержание Сорг изменяется от 3 до 8%, наибольшие значения Сорг (8-16%) наблюдаются в микститах. Пористость пород меняется по разрезу слабо, и составляет 0,32-2,32%. По выходам хлороформенного битумоида наблюдается разброс значений – от первых сотых процента до 2,4%. В большинстве образцов, преимущественно в карбонатах, силицитах и керогеновых силицитах, значения этого параметра составляют менее 0,5%. В микститах выход битумоидов варьирует от 1,9 до 2,4%. Значения пиролитических пиков – S1 и S2 также различаются в зависимости от литотипа. Для оценки степени катагенетической преобразованности ОВ использован параметр Tmax, по которому исследуемые образцы попадают в главную зону нефтеобразования. Согласно диаграмме Ван-Кревелена баженовская свита представлена зрелым органическим веществом II типа, т.е. морским (аквагенным) ОВ. Стерановый индекс не превышает 0,75, что говорит о преобладании стерана C27 над C29. Трициклановый индекс – не более 0,5. Все это также свидетельствует об аквагенном ОВ. По биомаркерным параметрам нет различий между литотипами. Коэффициент нечетности n-алканов, трициклановый индекс, стерановый индекс, повышенное содержание трицикланов (до 40%) говорят об аквагенном органическом веществе во всех литотипах. По пиролитическим данным все образцы находятся в главной фазе нефтеобразования, по диаграмме Ван-Кревелена образцы относятся ко 2 типу керогена, т.е. аквагенному ОВ.

В сравнении с разрезами Салымского района отмечаются как сходства, так и отличия. Общее – преобладание биогенной седиментации, преимущественно кремнистой и на заключительной стадии – биогенной известково-кремнистой. Различия заключаются в общей мощности свиты (в районе исследования она составляет 23 м, в Салымском районе 35–40 м), и в строении разрезов – нижняя пачка Салымских разрезов сложена кремнисто-глинистыми породами, а не силицитами как в районе исследования; в верхней пачке в разрезах Салымского района отсутствуют карбонатные линзы.

Выводы

1. Баженовская свита на изучаемой площади представлена 4 пачками пород, сменяющимися друг друга снизу-вверх по разрезу: силициты – силициты керогеновые – микститы кремнистые – микститы кремнисто-известковые с карбонатными линзами.
2. Выделенные литотипы отличаются по содержанию ОВ: пониженные значения этого показателя наблюдаются в силицитах (6%), несколько более повышенные в силицитах керогеновых (12%). Наиболее высокими значениями содержания ОВ (16 %) характеризуются верхние две пачки свиты, представленные микститами. Наименьшие значения содержания ОВ

(до 4%) наблюдаются в карбонатных прослоях и линзах. По биомаркерным параметрам отличий по литотипам не наблюдается.

3. По геохимическим данным ОБ относится ко II типу керогена т.е. к аквагенному, и находится в главной фазе нефтеобразования.

4. В целом разрез баженовской свиты района исследования схож по строению и составу с разрезами Салымского района, но отличается пониженной мощностью.

5. В районе исследования в верхнеюрское – нижнемеловое время происходило, главным образом, гемипелагическое осадконакопление. На начальном этапе преобладало кремнистое осадконакопление (основной источник кремнезема – радиолярии). В промежуточный период количество глинистого материала, поступающего в осадок, несколько увеличилось. Заключительный этап характеризуется кремнисто-известковым осадконакоплением (основной источник кальцита – кокколитофориды, кремнезема – радиолярии).

Список литературы

Брадучан Ю.В., Гурари Ф.Г., Захаров В.А. и др. [1986] *Баженовский горизонт Западной Сибири (стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтеносность)*. Новосибирск: Наука, 1986. – 217 с.

Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К. и др. [1975] *Геология нефти и газа Западной Сибири*. М., Недра, 1975, 680 с.

Конторович, А.Э. и др. [2013] Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрский период. *Журн. Геология и геофизика*, 2013 – т. 54, № 8, с. 972-1012.

«Решение 6-ого межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003г.» // СНИИГГиМС, ИГНГ СО РАН, Новосибирск, 2004.

Эдер В.Г., Замирайлова А.Г., Занин Ю.Н., Хабаров Е.М., Ян П.А. [2015] Особенности формирования баженовской свиты при переходе от юры к мелу в центральной части Западной Сибири. *Литосфера*, № 4. 2015 (в печати).

Visser J.N.J., Young G.M. [1990] Major element geochemistry and paleoclimatology of the Permo-Carboniferous glaciogene Dwyka Formation and post-glacial mudrocks in Southern Africa. *Paleogeogr., Paleoclimat., Palaeocol.*, **81**, 207-220.