

УДК 552.55

**ЛИТОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАЖЕНОВСКОЙ И
КУЛОМЗИНСКОЙ СВИТ НА АРЧИНСКОЙ ПЛОЩАДИ
(НЮРОЛЬСКАЯ ВПАДИНА, ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

А.Г. Замирайлова, Е.А. Костырева, В.Г. Эдер, С.В. Рыжкова, И.С. Сотнич

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск,

E-mail: ZamirailovaAG@ipgg.sbras.ru

Изучались литолого-геохимические особенности баженовской и куломзинской свит волжско-берриасского возраста на Арчинской площади (Нюрольская впадина, Томская область). На основе комплексного анализа состава пород с использованием современных методов обработки и интерпретации полученных аналитических данных, содержания и распределения в них органического вещества охарактеризованы четыре типа пород баженовской и куломзинской свит.

Ключевые слова: баженовская, куломзинская свиты, микститы, органическое вещество, битумоиды, углеводороды-биомаркеры

В рамках настоящей работы изучались баженовская и куломзинская свита вскрытые бурением на Арчинской площади в интервале глубин 2637,00-2593,50 мм.

Методика исследований включала детальное описание пород по керну, петрографический анализ в шлифах, текстурный анализ на макроскопическом и микроскопическом уровнях, химический анализ образцов методами РФА и «мокрой химии» с пересчетом на минералогический состав по методике О.М. Розена и Ю.А. Нистратова, а также комплексом аналитических методов органической геохимии (пиролиз, битуминология, газо-жидкостная хроматография, хромато-масс-спектрометрия) [1, 2, 3 и др.]. Классификация пород проводилась по А.Э. Конторовичу и др. [4]. Анализ форм железа в солянокислых вытяжках с определением степени пиритизации железа (СП) для анализа окислительно-восстановительных обстановок [5].

По особенностям строения и вещественному составу в изученном разрезе выделено четыре типа пород. Баженовская свита согласно залегает на алевролитах георгиевской свиты в интервале 2637,00-2606,50 м и представлена микститом глинисто-кремнистым и кремнисто-глинистым черным, трещиноватым, с крючками теутид (**рис. 1**).

Микротекстура породы неясно линзовидно-слоистостая участками массивная. Слоистость подчеркнута тонкими линзочками глинистого материала в разной степени обогащенных органическим веществом, тонкими линзочками (1%) керогена. Линзочки горизонтальные, волнистые распространенные по напластованию. В породе наблюдаются фосфатный материал костей рыб (1%) удлиненной формы бурого цвета, реликты радиолярий (10-15%) округлой (до 0,12 мм), конусообразной (до 0,30 мм), деформированной эллипсовидной (0,20 мм) формы, заполненные кремнистым материалом некоторые частично пиритом или окаймлены пиритом, пиритизированные сеточки радиолярий. Расположены радиолярии в основном по напластованию. Алевролитовая составляющая (3-4 %) представлена угловатыми и полуокатанными зернами кварца размером

0,01-0,04 мм и распространенных неравномерно. Содержание обломочной части в нижней части пачки (на границе с георгиевской свитой) составляет 7-8 % и появляются зерна глауконита. В результате изучения образца с глубины 2635,04 м в сканирующем микроскопе отмечаются кокколиты, представленные кальцитом. Пирит представлен в виде фрамбоидов (см. **рисунок 1**). По результатам химических анализов средние содержания в этих породах кремнистого материала 36,1%, глинистого материала –37,1%, кальцита –0,1%, керогена –4,5% и пирита - 3,6%.

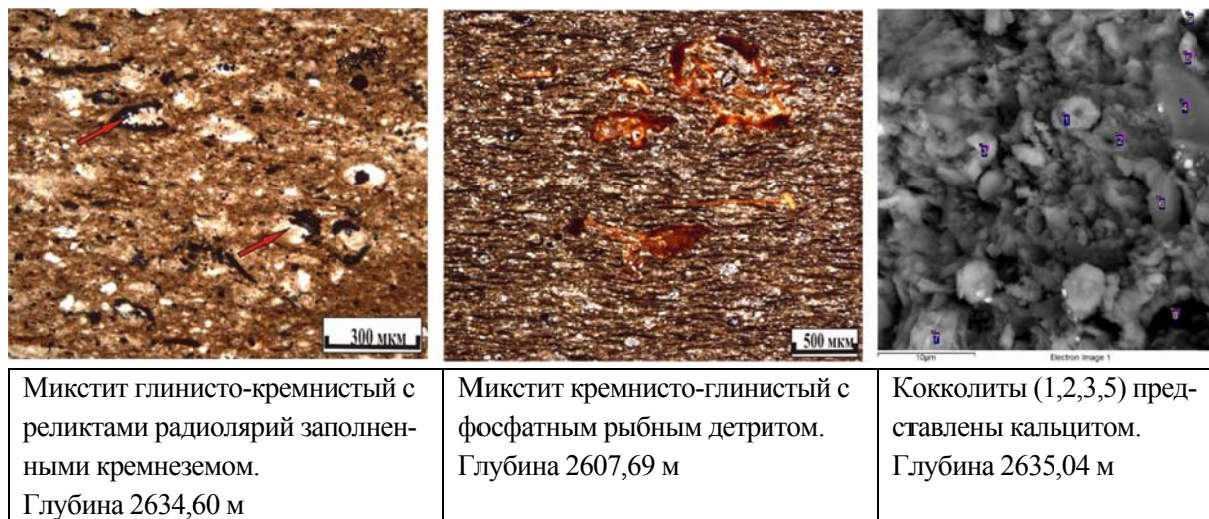
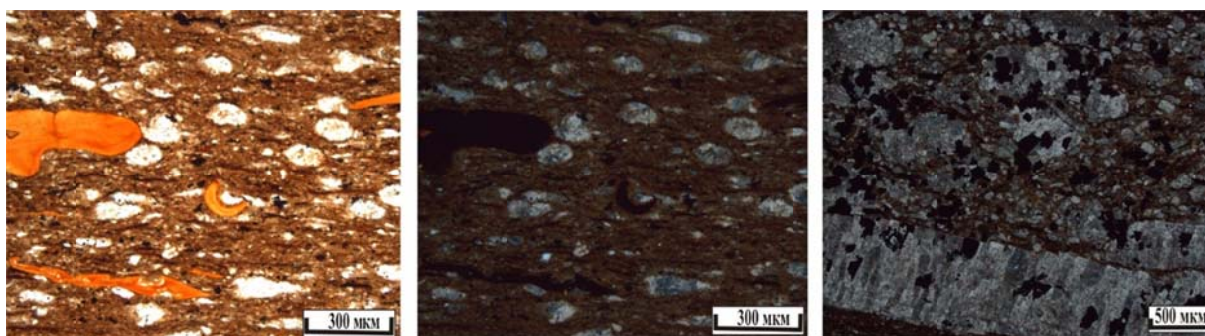


Рисунок 1. Особенности кремнисто-глинистых и глинисто-кремнистых микститов

Второй тип породы, слагающий баженовскую свиту, представлен микститом кероген глинисто-кремнистым и кремнистым черным, трещиноватым. В породе встречаются крючки теутид до 1 см, раковины двустворчатых моллюсков, которые образуют отдельные прерывистые неправильно волнистые слойки и, в случае массовых их скоплений - участки толщиной до 5 см с частой неправильной волнистой слоистостью (**рисунок 2**).

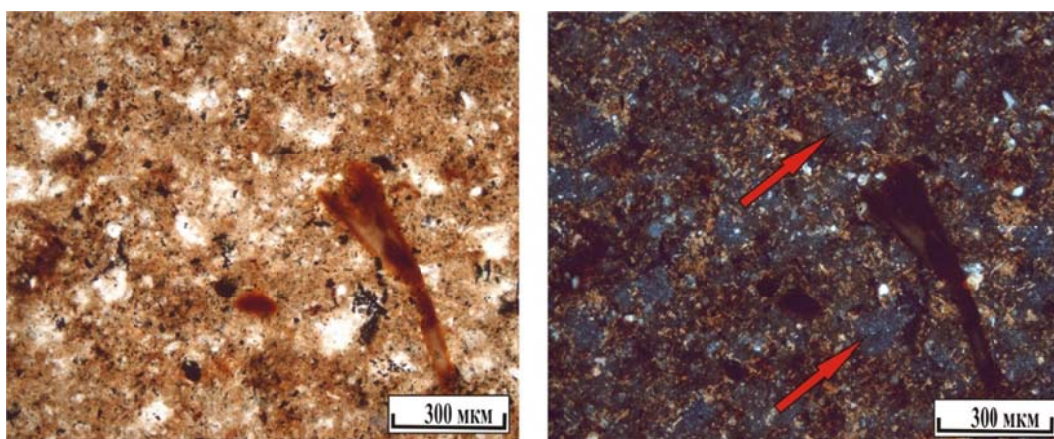


Микстит кероген-кремнистый. Наблюдается фосфатный рыбный детрит, крючки теутид и реликты радиолярий. Глубина 2630,85 м	Реликты радиолярий овальной, конусообразной формы выполнены кальцитом. Глубина 2630,85 м, николи+	Микстит кероген-глинисто-кремнистый. Обломки раковин двустворок представлены кальцитом. Глубина 2629,89 м, николи+
---	--	---

Рисунок 2. Некоторые особенности микститов кероген глинисто-кремнистых и кремнистых

Микротекстура породы линзовидно-слоистая. Глинистый и кремнистый материал составляют основную массу породы. Слоистость подчеркнута тонкими линзочками глинистого материала в разной степени обогащенных органическим веществом, тонкими линзочками (1%) керогена. Линзочки горизонтальные, волнистые распространенные по напластованию, участками огибают обломки скелетов рыб. Терригенная составляющая (1-2 %) представлена угловатыми и полуокатанными зернами кварца размером 0,01-0,04 мм и распространенных неравномерно. В породе наблюдаются фосфатные обломки скелетов рыб (1-2%) удлиненной формы бурого цвета, некоторые частично замещены кремнистым материалом, реликты радиолярий (3-4%) овальной (до 0,20 мм в длину), округлой (до 0,10 мм) формы, заполненные кремнистым материалом некоторые частично пиритом. Участками содержание реликтов радиолярий составляет 7-8 %. Расположены радиолярии в основном по напластованию. В нижней части пачки отмечаются прослои с кокколитами, представленными кальцитом. Среднее содержание кремнистого материала в микститах составляет 38,6 %, глинистого материала – 26,3 %, кальцита – 1,2 %, доломита – 2,3 %, керогена – 12,9 %, пирита – 5,5 %.

Третий тип породы силицит керогеновый черный с коричневым оттенком, трещиноватый. В породе отмечаются равномерно распределенные фосфатные обломки скелетов рыб удлиненной и изометричной формы размером до 2,5 см в длину, крючки теутид до 3 см (**рисунок 3**). Микротекстура породы массивная. Порода представлена раскристаллизованными реликтами радиолярий (35-40%) выполненными кремнистым материалом. Отмечаются пиритизированные сеточки радиолярий. Глинистый материал с примесью карбонатного заполняет пространство между реликтами радиолярий.



Силицит керогеновый с фосфатным рыбным детритом и реликтами радиолярий. Глубина 2618,07 м

Реликты радиолярий округлой, эллипсовидной формы заполнены кремнеземом (стрелки). Глубина 2618,07 м, николи+

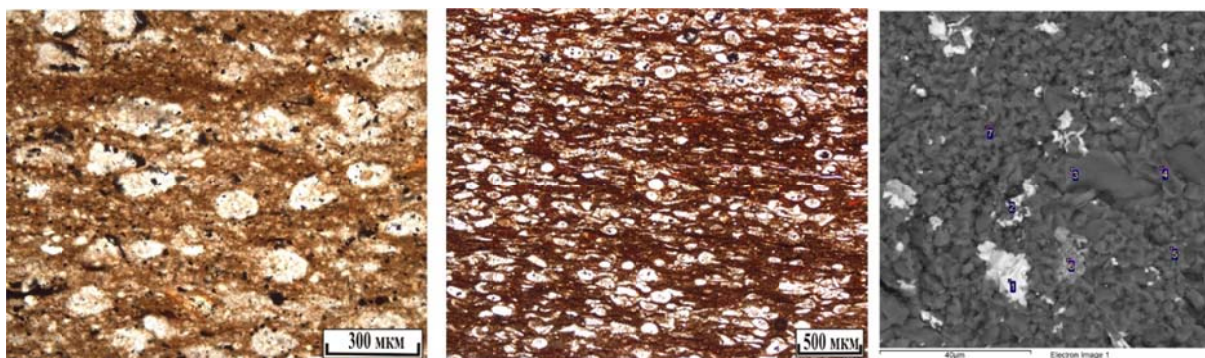
Рисунок 3. Силицит керогеновый

Алевритовая составляющая (2-3%) представлена угловатыми и полуокатанными зернами кварца размером 0,01-0,04 мм, распространенными неравномерно. В породе наблюдаются обломки (1-2%) раковин двустворок, представленные кальцитом. Среднее содержание кремнистого материала в породах этого типа составляет 55,2 %, глинистого

материала – 17,2 %, кальцита– 0,3 %, доломита-1,7 %, керогена -11,6 %, пирита – 4,1 % . В микститах в нижней и верхней части разреза баженовской свиты отмечаются прослой карбонатов толщиной от 13 до 30 см, представленные доломитом и известняком.

Доломит микрокристаллический, массивный, глинистый с примесью известняка. В породе наблюдаются оолиты (5-6%) (реликты радиолярий) размером 0,04-0,19 мм, заполненные микрокристаллическим доломитом (**рисунок 4**). Отмечаются радиолярии и конусообразной формы, фосфатный материал костей (1%) рыб, редкие линзочки керогена и глинистого материала удлиненной формы. Встречаются зерна барита. Известняк микрокристаллический, массивный.

В породе наблюдаются фосфатные обломки скелетов рыб (3-4%) удлиненной формы бурого цвета расположенные по напластованию, реликты радиолярий (25-30%) раскристаллизованные округлой (до 0,12 мм), конусообразной (до 0,30 мм), эллипсоидной (до 0,25 мм) формы, заполненные кальцитом некоторые частично пиритом. Расположены радиолярии в основном по напластованию. В породе также присутствует барит. Среднее содержание кремнистого материала в карбонатных породах составляет 9,5 %, глинистого материала – 9,2 %, кальцита – 33,1 %, доломита – 33,1 %, керогена - 3,7 %, пирита – 2,8 %. (**рисунок 4**).



Доломит микрокристаллический с реликтами радиолярий. Глубина 2632,18 м	Известняк микрокристаллический с радиоляриями, заполненными кальцитом. Глубина 2635,80 м	Кристаллы барита в известняке. Глубина 2635,80 м
---	--	---

Рисунок 4. Некоторые особенности карбонатных пород

Максимальные значения аллохтонных и остаточно-автохтонных битумоидов (0,5-0,9% на породу) отмечаются в микститах кероген-глинисто-кремнистых и кремнисто-глинистых. Среднее содержание аллохтонных битумоидов в карбонатных породах равно 0,01%, в силицитах и микститах – 0,3 % на породу. Содержание остаточных автохтонных битумоидов в силицитах и микститах в 2 раза выше. По групповому составу аллохтонные битумоиды отличаются от остаточных автохтонных: более высоким содержанием углеводородов (в большинстве 50-60% против 40-50% на битумоид); доминированием насыщенных структур над ароматическими (в среднем 1,15 против 0,87), что является результатом процессов первичной миграции.

По классификации В.А. Успенского и др., большинство аллохтонных битумоидов по групповому составу относится к нефтям и мальтам. Анализ генетических параметров (одномодальное с максимум на УВ C_{17} распределение нормальных алканов, в составе стеранов (C_{27} – C_{30}) в максимальной концентрации находятся холестаны ($C_{29} / C_{27} < 1$), содержание трицикланов = 10-15% от суммы терпанов, трициклановый индекс ($I_{TC} = 2(C_{19} + C_{20}) / (C_{23} - C_{26}) \leq 0,8$, повышенное содержание сераароматических соединений (дибензотиофены -ДБТ) = 20-35% ($\Phi / \text{ДБТ} = 1,5 \div 2$)) подтверждает резко восстановительную обстановку в осадках в диагенезе и их аквагенную природу. Биомаркерные параметры: коэффициент $CPI = 1,0 \div 1,2$; повышенные концентрации биостеранов; низкие значения отношения изомеров стеранов $C_{29}(\alpha\alpha 20S/\alpha\alpha 20R \leq 0,5$ и $C_{29}\beta\beta(20S+20R)/\alpha\alpha 20R \leq 0,9$); невысокие значения отношения $Ts / Tm < 0,7$; равные концентрации S и R изомеров гомогепанов C_{31} – C_{35} ; невысокие значения $4\text{МДБТ}/1\text{МДБТ} \leq 0,6$; свидетельствуют о нахождении ОБ в начале главной фазы нефтеобразования.

Разрез куломзинской свиты в интервале (2606,50–2593,50 м) представлен двумя типами пород: в нижней части разреза (2м) – микститами кероген-кремнисто-глинистыми и выше-микститами кремнисто-глинистыми. Микститы куломзинской свиты темно-серые до черного, трещиноватые. Микротекстура породы линзовидно-слоистая. Структура – пелитовая. Глинистый материал и микрозернистый кремнезем составляют основную массу породы. Слоистость подчеркнута тонкими линзочками глинистого материала в разной степени обогащенных органическим веществом, тонкими линзочками (1%) керогена. Линзочки горизонтальные, волнистые распространенные по напластованию, участками огибают обломки скелетов рыб. Терригенная составляющая (2–3 %) представлена угловатыми и полуокатанными зернами кварца размером 0,01–0,02 мм и распространенных неравномерно. В породе наблюдаются реликты радиолярий (2–3%) округлой и овальной формы, заполненные пиритом и кремнеземом, фосфатные обломки скелетов рыб (1%) удлиненной формы бурого цвета. Пирит в виде мелкой сыпи, стяжений округлой формы. В основном микститы отличаются по содержанию органического вещества (11,3% и 6,5% соответственно).

Выход битумоидов из микститов глинисто-кремнистых и кремнисто-глинистых не превышает 0,3% на породу. В их групповом составе доминируют УВ (значения отношения насыщенные УВ к ароматическим ≤ 1). Концентрация асфальтенов не превышает 3% на битумоид. Анализ биомаркерных параметров показал, что органическое вещество куломзинской свиты также как и баженовской аквагенное, но более низкие содержания ДБТ – 13–16% ($\Phi / \text{ДБТ} = 3-4$), более высокий коэффициент CPI (1,2–1,3), низкие значения $4\text{МДБТ}/1\text{МДБТ} \leq 0,5$ свидетельствуют о менее восстановительной обстановке его накопления и меньшей степени преобразованности.

Таким образом, разрез баженовской и куломзинской свит на Арчинской площади сложен микститами кремнисто-глинистыми в нижней и верхней частях разреза, которые отличаются друг от друга тем, что в нижней части в микститах наблюдаются карбонатные прослои представленные реликтами радиолярий заполненных карбонатным материалом и прослоями с кокколитами кальцитовыми по составу. Наибольшее со-

держание керогена и кремнистого материала в средней части разреза, представленной микститами кероген кремнисто-глинистыми и – глинисто-кремнистыми.

Отмечается, что куломзинская свита более глинистая, чем баженовская (39,3% и 25,5%). Анализ степени пиритизации железа показал, что во время формирования микститов кероген глинисто-кремнистых и силицитов существовали высоковосстановительные условия (СП >0,8), а миксит-кремнистые породы – в умереновосстановительных условиях (СП=0,5). По составу углеводородов-биомаркеров органическое вещество баженовской и куломзинской свит аквагенное и находится в начале главной фазы нефтеобразования, что подтверждают также изотопный состав углерода ($\delta^{13}\text{C}$ изменяется от -29,8‰ до -31,1‰) и пиролитические характеристики ($T_{\max} \leq 429^\circ\text{C}$, $\text{HI}=500\text{--}700\text{мгУВ/гC}_{\text{орг}}$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Розен О.М., Нистратов Ю.А. Определение минерального состава осадочных пород по химическим анализам // Советская геология. – 1984. – № 3. – с.76–83.
2. Конторович А.Э., Бахтуров С.Ф., Башарин А.К. и др. Разновозрастные очаги нефтидообразования и нефтидонакопления на Северо–Азиатском кратоне // Геология и геофизика. –1999. – Т. 40. – № 11. – С. 1676–1693
3. Конторович А.Э., Костырева Е.А. Органическая геохимия битумоидов баженовской свиты центральных районов Западной Сибири // Черные сланцы: геология, литология, геохимия, значение для нефтегазового комплекса, перспективы использования как альтернативного углеводородного сырья: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (г. Якутск, 23-25 июля 2015 г.). – Якутск: Ахсаан, 2015. – С. 150–154
4. Конторович А.Э., Ян П.А., Замирайлова А.Г., Костырева Е.А., Эдер В.Г. Классификация пород баженовской свиты // Геология и геофизика. – 2016. – Т 57. – № 11. – С. 2034–2043.
5. Raiswell R., Buckley F., Berner R.A., Anderson T.F. Degree of pyritization of iron as a paleoenvironmental indicator of bottom-water oxygenation // J. Sediment. Petrol. 1988. V. 58. P. 812–819.



Замирайлова Альвина Григорьевна. Кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории седиментологии, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука СО РАН, г. Новосибирск.

Костырева Елена Анатольевна. Кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории геохимии нефти и газа, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука СО РАН, г. Новосибирск.



Эдер Вика Георгиевна. Кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории седиментологии, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука СО РАН, г. Новосибирск.



Рыжкова Светлана Владимировна. Кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории геологии нефти и газа Западной Сибири, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука СО РАН, г. Новосибирск.



Сотнич Инга Сергеевна. Младший научный сотрудник лаборатории геохимии нефти и газа, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука СО РАН, г. Новосибирск.