

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН
НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО ПРОБЛЕМАМ ГЕОЛОГИИ И РАЗРАБОТКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ, ГАЗА И УГЛЯ



НОВЫЕ ВЫЗОВЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ГЕОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА – XXI ВЕК

Материалы Всероссийской научной конференции
с участием иностранных ученых, посвященной
150-летию академика АН СССР И.М. Губкина и
110-летию академика АН СССР и РАН А.А. Трофимука



ИНГГ
СО РАН

N* Новосибирский
государственный
университет
***НАСТОЯЩАЯ НАУКА**

14-15 сентября 2021 г., Новосибирск, Россия

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН

НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО ПРОБЛЕМАМ ГЕОЛОГИИ И РАЗРАБОТКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ, ГАЗА И УГЛЯ

ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ ИМ. А. А. ТРОФИМУКА
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

НОВЫЕ ВЫЗОВЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ГЕОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА – XXI ВЕК

Материалы Всероссийской научной конференции
с участием иностранных ученых, посвященной
150-летию академика АН СССР И. М. Губкина
и 110-летию академика АН СССР и РАН А. А. Трофимука

г. Новосибирск, 14–15 сентября 2021 г.

Новосибирск
2021

УДК 55:550.8+338.012(063)

ББК И36я431

Н766

Программный комитет конференции

Сопредседатели:

акад. РАН А. Э. Конторович, чл.-корр. РАН В. А. Каширцев

Члены программного комитета:

акад. РАН В. А. Верниковский, чл.-корр. РАН В. Н. Глинских, д-р техн. наук И. Н. Ельцов,
чл.-корр. РАН В. А. Конторович, канд. геол.-минерал. наук П. Н. Мельников,
канд. геол.-минерал. наук Т. М. Парфенова, д-р геол.-минерал. наук А. В. Ступакова,
акад. РАН М. П. Федорук, чл.-корр. РАН Б. Н. Шурыгин, акад. РАН М. И. Эпов

Организационный комитет:

Председатель: д-р техн. наук И. Н. Ельцов

Зам. председателя: канд. геол.-минерал. наук Т. М. Парфенова

Секретарь: канд. геол.-минерал. наук М. А. Фомин

Члены организационного комитета:

д-р геол.-минерал. наук Л. М. Буриштейн, д-р геол.-минерал. наук Д. В. Гражданкин,
канд. геол.-минерал. наук В. Д. Ермиков, чл.-корр. РАН И. Ю. Кулаков, д-р геол.-минерал. наук О. Е. Лепокурова,
д-р геол.-минерал. наук Д. В. Метелкин, д-р геол.-минерал. наук Б. Л. Никитенко,
канд. геол.-минерал. наук М. В. Соловьев, д-р экон. наук И. В. Филимонова

Н766 Новые вызовы фундаментальной и прикладной геологии нефти и газа — XXI век: Материалы Всерос. науч. конф. с участием иностранных ученых, посв. 150-летию акад. АН СССР И. М. Губкина и 110-летию акад. АН СССР и РАН А. А. Трофимука / Ин-т нефтегаз. геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН; Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2021. — 276 с.

ISBN 978-5-4437-1248-2

Сборник содержит материалы докладов, представленных на Всероссийской научной конференции с участием иностранных ученых «Новые вызовы фундаментальной и прикладной геологии нефти и газа — XXI век», посвященной 150-летию академика АН СССР И. М. Губкина и 110-летию академика АН СССР и РАН А. А. Трофимука (Новосибирск, Россия, 14–15 сентября 2021 г.).

Открывает сборник письмо-приветствие президента РАН академика А. М. Сергеева и статья академика А. Э. Конторовича, в которой детально рассмотрен вклад в развитие нефтегазового комплекса Советского Союза и России двух выдающихся геологов-нефтяников XX века, академиков И. М. Губкина и А. А. Трофимука.

В докладах отражены современные теоретические и практические проблемы геологии нефти и газа. Внимание уделено вопросам общей и региональной геологии нефтегазоносных осадочных бассейнов, решению актуальных задач тектоники, седиментологии, литологии, палеогеографии, геохимии, стратиграфии и палеонтологии.

В публикациях обсуждаются новые результаты исследований в области органической геохимии и литологии черносланцевых комплексов, геохимии нефтей, гидрогеологии и гидрогеохимии нефтегазоносных бассейнов, углеводородного потенциала недр России и Беларуси. Серия работ посвящена моделированию нефтегазообразования в осадочных отложениях Сибири, методам компьютерного моделирования геологических процессов, оценке ресурсов и выявлению закономерностей размещения месторождений углеводородов.

В сборник включены доклады, направленные на обсуждение проблем экономики и экологии нефтегазовой отрасли. В ряде докладов представлены результаты изучения фильтрационных свойств обогатенных и обедненных органическим веществом пород, геофизических исследований скважин, новые геофизические методы поисков углеводородов.

Материалы конференции представляют интерес для специалистов-геологов широкого профиля, а также для преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений, специализирующихся в области наук о Земле.

УДК 55:550.8+338.012(063)

ББК И36я431

© Институт нефтегазовой геологии и геофизики
им. А. А. Трофимука СО РАН, 2021

© Новосибирский государственный
университет, 2021

ISBN 978-5-4437-1248-2

ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕРХНЕЮРСКО-НИЖНЕМЕЛОВОЙ ТОЛЩИ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. АНАБАР КАК ИНДИКАТОРЫ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ *

А. Ю. Попов, Л. Г. Вакуленко, Б. Л. Никитенко

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет, Новосибирск*

Аннотация. На основе анализа литогеохимических особенностей верхнеюрско–нижнемеловых отложений нижнего течения р. Анабар прослежены закономерности изменения химического состава и условий формирования содиемыхайнской и нижней части буолкалахской свит. Выполнена химическая классификация пород. Установлены особенности изменения состава и интенсивности химического выветривания по мере формирования отложений. Для алеврито-глинистых отложений буолкалахской свиты проведена оценка изменения солёности и окислительно-восстановительных условий придонных вод палеобассейна.

Ключевые слова: литогеохимия, источники сноса, условия осадконакопления, верхняя юра, нижний мел, Средняя Сибирь, Арктика.

GEOCHEMICAL FEATURES OF THE UPPER JURASSIC-LOWER CRETACEOUS OF THE LOWER REACHES OF THE ANABAR RIVER AS INDICATORS OF SEDIMENT FORMATION CONDITIONS

A. Yu. Popov, L. G. Vakulenko, B. L. Nikitenko

*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk,
Novosibirsk state university, Novosibirsk*

Annotation. Based on the analysis of the geochemical features of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous deposits of the lower reaches of the Anabar River, the regularities of changes in the chemical composition and conditions of the formation of the Sodiemyha and lower parts of the Buolkalakh Formations are traced. The chemical classification of rocks is performed. The features of changes in the composition and intensity of chemical weathering as deposits form are established. The changes in salinity and redox conditions of the bottom waters of the paleobassin were estimated for the silt-clay deposits of the Buolkalakh Formation.

Key words: geochemistry, sources rocks, sedimentation conditions, Upper Jurassic, Lower Cretaceous, Middle Siberia, Arctic.

В связи с потенциальной нефтегазоносностью лаптевоморского шельфа весьма актуальными остаются всесторонние исследования арктических территорий Средней Сибири. Со-

© А. Ю. Попов, Л. Г. Вакуленко, Б. Л. Никитенко, 2021

* Работа выполнена при финансовой поддержке проектов РНФ № 18-17-00038 и 19-17-00091, ФНИ № 0331-2019-0021.

гласно одной из точек зрения осадочный чехол западной и центральной частей моря Лаптевых сложен продолжающимися отложениями Сибирской платформы. В этом случае значительный интерес в плане нефтегазоносности будут представлять погруженные толщи палеозоя и мезозоя, в частности, горизонты верхней юры — низов нижнего мела. В нижнем течении р. Анабар расположен сводный юрско–меловой разрез, являющийся опорным для верхней части бата — верхней юры западной части Нижнеленского фациального района Обь-Ленской фациальной области [1]. В рамках комплексных исследований этого разреза были проанализированы литогеохимические характеристики содиемыхаинской (верхи бата–низы верхнего оксфорда) и нижней части буолкалахской свиты (верхи верхнего оксфорда–бореальный берриас) общей мощностью более 25 м.

Содиемыхаинская свит сложена преимущественно алеврито-песчаными породами, представленными кварцево-полевошпатовыми, реже полевошпато-кварцевыми граувакковыми. В ее нижней части присутствует линзовидный маркирующий пласт (до 1 м), сложенный несортированными разнозернистыми породами, обогащенными железосодержащими компонентами — сидеритовыми конкрециями, гетит-шамозитовыми оолитами и бобовинами (келловей). Буолкалахская свита имеет существенно алеврито-глинистый состав, а в ее основании залегает регионально развитый маркирующий глауконитовый пласт (0.5–1 м) с карбонатно-фосфатными конкрециями, большим количеством разноразмерных растительных остатков, ростров белемнитов (верхи верхнего оксфорда — кимеридж). Перекрывающие глауконитовый пласт глинистые слои (0.5–1 м) (нижне-средневожский подъярус) содержат редкую мелкоалевритовую примесь, глауконитовые и шамозитовые зерна и их обломки. Выше по разрезу в глинах наблюдается постепенное увеличение доли алевритовой примеси, появляется мелкопесчаная фракция. Глинистое вещество глауконитового пласта представлено преимущественно сильно разупорядоченным смектитом (70–80 %), а также диоктаэдрической слюдой и Fe-Mg хлоритом. Вышележащие глинистые слои имеют схожий состав. В глинистом веществе основной части свиты начинает преобладать слюда мусковитового типа 2M1 (50–60 %), в меньшей степени развит Fe-Mg хлорит (25–40 %), доля разупорядоченного смектита падает до 15–20 %.

На классификационных диаграммах [2] и [3] практически все фигуративные точки изученных алеврито-песчаных пород содиемыхаинской свиты сосредоточены в полях граувакк и вакк соответственно. Точки пород маркирующего пласта расположились на границе железистых сланцев и железистых песчаников [3]. На той же диаграмме фигуративные точки пород низов буолкалахской свиты и вышележащие алеврито-глинистые породы попали в поля железистых и обычных сланцев соответственно.

Анализ петрохимических модулей [4] показал, что породы основной части содиемыхаинской свиты относятся к сиаллитам нормально щелочного класса. Породы маркирующего пласта отнесены к гипогидролизатам. Породы базальных слоев буолкалахской свиты также классифицированы, как гипергидролизаты, а вышележащие алеврито-глинистые породы отнесены к сиаллитам нормально-гидролизатного класса. Осадконакопление происходило при умеренной интенсивности химического выветривания в источниках сноса, увеличивающейся в периоды формирования маркирующих пластов. Для всех изученных пород характерны ненарушенные положительная корреляция модулей ТМ–ЖМ и отрицательная НКМ–ГМ, что может свидетельствовать о существенном содержании в них компонентов первого цикла седиментации [4]. Кроме того, на весьма низкую седиментационную зрелость алеврито-песчаных пород указывают невысокие показатели отношения $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$. Таким образом, можно утверждать, что геохимическая специфика изученных отложений в значительной степени определена составом питающих провинций.

Распределение по разрезу содержания в породах свит редких и рассеянных элементов в целом близко к эталонным показателям для средней мезо–кайнозойской граувакки К. Конди [5] и PAAS [6] для алевроито-песчаных и алевроито-глинистых пород соответственно. Спектры распределения для маркирующих пластов нижних частей свит указывают на увеличение влияния продуктов разрушения магматических пород основного, отчасти ультраосновного состава в периоды их формирования.

На генетической диаграмме [7], характеризующей основной состав материнских толщ, фигуративные точки пород юрiongтумусской свиты попали в поле изверженных кислых пород, а практически все точки содиемыхинской сосредоточились в поле изверженных средних пород, точки пород маркирующего пласта обособились в поле изверженных основных пород. Фигуративные точки базального глауконитового пласта буолкалахской свиты и перекрывающих его глин также попали в поле изверженных пород основного состава, а вышезалегающих алевроито-глинистых пород сосредоточились вблизи границы полей осадков богатых кварцем, а также изверженных пород кислого и среднего составов. Таким образом, можно отметить максимальный вклад в формирование изученных отложений пород кислого и среднего составов при снижении вклада пород кислого состава и увеличение роли пород основного состава в период формирования маркирующих пластов. Подобные выводы можно сделать при анализе расположения фигуративных точек на диаграмме La/Sc–Th/Co [6].

Оценка наличия в изученных породах эксгальционного материала показала, что значения отношения $(Fe+Mn)/Ti$ [8] для всех изученных пород ниже предложенных граничных значений, что говорит об отсутствии признаков влияния эксгальтивных процессов на формирование осадков.

Для алевроито-глинистых пород буолкалахской свиты также проанализирован ряд индикаторных отношений. Оценки палеосолености придонных вод проводилась путем анализа отношения Sr/Ba [9]. Полученные значения свидетельствуют об относительном снижении солености вод палеобассейна при формировании основной части свиты. Для нижних слоев отношение неинформативно. В качестве показателя окислительно-восстановительных условий придонных вод оценивались отношения V/Cr [10, 11] и U/Th [11]. Полученные значения свидетельствуют об относительно дисокисных условиях при формировании глинистой нижней части свиты и окисных условиях при формировании основной ее части. С учетом литологических и палеонтологических данных, глауконитовый пласт накапливался в условиях заметной аэрации придонных вод. Значения индекса химического выветривания CIA [12] свидетельствуют о преобладании относительно прохладного климата ($CIA < 70$) и умеренной интенсивности химического выветривания пород в источниках сноса, несколько возраставшей в периоды формирования маркирующих пластов.

Список литературы

1. Никитенко Б. Л., Шурыгин Б. Л., Князев В. Г., Меледина С. В., Дзюба О. С., Лебедева Н. К., Пещевицкая Е. Б., Глинских Л. А., Горячева А. А., Хафаева С. Н. Стратиграфия юры и мела Анабарского района (Арктическая Сибирь, побережье моря Лаптевых) и бореальный зональный стандарт // Геология и геофизика. 2013. Т. 54. № 8. С. 1047–1082.
2. Петтиджон Ф., Поттер П., Сивер Р. Пески и песчаники. М., Мир, 1976, 535 с.
3. Herron M. M. Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data // J. Sed. Petrol. 1988. V. 58. P. 820–829.
4. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.

5. Condie K. C. Chemical composition and evolution of the upper continental crust: contrasting results from surface samples and shales // *Chem. Geol.* 1993. V. 104. P. 1–37.
6. Taylor S. R., McLennan S. M. *The Continental Crust: Its composition and evolution*. London: Blackwell, 1985. P. 320.
7. Bhatia M. R. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones // *J. Geol.*, 1983. V. 91. P. 611–627.
8. Страхов Н. М. Проблемы геохимии современного океанского литогенеза. М.: Наука, 1976. 299 с.
9. Катченков С. М. Малые химические элементы в осадочных породах и нефтях. Л.: Гос-топтехиздат, 1959. 271 с.
10. Эрнст В. Геохимический анализ фаций. Л.: Недра, 1976. 127 с.
11. Jones B., Manning D. A. C. Comparison of geochemical indices used for the interpretation of palaeoredox conditions in ancient mudstones // *Chem. Geol.* 1994. V. 111. P. 111–129.
12. Nesbitt H. W., Young G. M. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites // *Nature*. 1982. V. 299. P. 715–717.