

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

ОСОБЕННОСТИ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПОРОД БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ В КАТАГЕНЕЗЕ *

В. Г. Эдер, А. Г. Замирайлова, А. Н. Фомин

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск

Аннотация. Проведен сравнительный анализ разрезов баженовской свиты с различной степенью преобразованности органического вещества. Сделаны выводы, что в мезокатагенезе между периодами, отвечающими градациям МК₁² (140–170 °С) и МК₂ (170–195 °С) при увеличении температуры в толще продолжается генерация УВ, что способствует катагенетической доломитизации пород. При этом из пород кровли происходит миграция H₂S вверх по разрезу во вмещающие отложения, за счет чего возникает дополнительная пиритизация вышележащих низкоуглеродистых отложений.

Ключевые слова: баженовская свита, доломит, катагенез, Западная Сибирь

SOME FEATURES OF TRANSFORMATIONS OF THE BAZHENOV FORMATION ROCKS IN CATAGENESIS

V. G. Eder, A. G. Zamirailova, A. N. Fomin

*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk.*

Annotation. A comparative analysis of the Bazhenov Formation sections with varying degrees of organic matter transformation has been carried out. It was concluded that in the catagenesis between the periods corresponding to the МК₁² (140–170 °С) и МК₂ (170–195 °С) gradations, with an increase of temperature in strata, hydrocarbon generation begins, which contributes to the catagenetic dolomitization of rocks. In this case, H₂S migrated up section from the roof into the enclosing sediments that caused additional pyritization of the overlying low carbonaceous deposits.

Key words: Bazhenov Formation, lithology, dolomite, catagenesis, Western Siberia

Изучению особенностей доломитизации пород баженовской свиты (БС) посвящено значительное количество работ (Коробов и др., 2017; Немова, 2012; Балушкина и др., 2016; и др.). В.Д. Немовой (2012) установлено, что в районе Краснотеннинского свода и Фроловской мега-впадины апорадиоляриевые доломиты этой толщи являются основными коллекторами. Определено, что доломитизация радиоляритов происходила в катагенезе (Немова, 2012; Балушкина и др. 2016; Юрченко, 2019 и др.). Упомянутые выше исследования касаются анализа распространения карбонатов БС, как правило, одного из районов Западно-Сибирского бассейна (ЗСБ),

© В.Г. Эдер, А.Г. Замирайлова, А.Н. Фомин, 2021

* Исследование выполнено при финансовой поддержке проектов ФНИ № 0331-2019-0021, № 0331-2019-0022).

в основном Красноленинского свода. Комплексного сравнительного анализа и выявления вторичной карбонатизации БС, а также закономерностей распределения основных компонентов пород с различной степенью катагенетической преобразованности органического вещества (ОВ) значительно удаленных друг от друга (сотни км) районов ЗСБ ранее не осуществлялось. Для исследования использовались данные литолого-геохимического исследования 32 скважин, расположенных в центральном и юго-восточном районах территории распространения баженовской свиты. Методики литолого-геохимического изучения пород подробно изложены в (Эдер и др., 2020), определения показателя отражения псевдовитринита в (Фомин, 2011).

В результате анализа закономерностей распределения литолого-геохимических характеристик, выделяются следующие группы разрезов:

1) Слабоизмененные разрезы БС ($C/S > 3$), среднее содержание доломита $< 4\%$, содержание ОВ $5\text{--}25\%$. Встречаются в Юго-восточном и Южном районах (градации катагенеза $МК_1^1\text{--}МК_1^2$, $R_{vt}^o < 0,7\%$).

2) Среднеизмененные разрезы БС (1/2 обр. $C/S > 3$, 1/2 обр. $C/S < 3$), среднее содержание доломита $4\text{--}6\%$, содержание ОВ $5\text{--}25\%$. Единичные разрезы Юго-восточного района, Центральный район ($МК_1^2$, $МК_2$, $0,9 > R_{vt}^o > 0,7\%$).

3) Сильноизмененные разрезы БС ($C/S < 3$), среднее содержание доломита $> 6\%$, содержание ОВ $< 15\%$. Центральный район ($МК_2$, $R_{vt}^o > 1\%$).

Таким образом, в направлении катагенетических преобразований от градации $МК_1^2$ к $МК_2$ в баженовской свите наблюдаются следующие тенденции: а) увеличение количества известково-доломитовых прослоев и возрастание содержания в них доломита (от $< 15\%$ к $> 15\%$); б) уменьшение содержания ОВ в целом по разрезу (от $15\text{--}25\%$ до $12\text{--}15\%$); в) уменьшение содержания ОВ и серы сульфидной в пирит-корогеновой пачке у кровли БС (с $20\text{--}25\%$ каждого компонента, до $12\text{--}15\%$); д) понижение значений отношения C/S (от > 3 до < 2); е) увеличение (от нескольких см до нескольких метров) мощности пиритовой пачки в зоне перехода в перекрывающие БС вышележащие отложения и возрастания содержания пирита в ней (от $< 15\%$ до $> 15\%$).

Свидетельства катагенетической доломитизации известны в отложениях различного возраста (Bausch, Hoefs, 1972; Mastuda, Iijima, 1989; Farr, 1992 и др.). По данным И. Н. Ушатинского и О. Г. Зарипова (1978, с. 94) в «разрезе нефтеносных пластов распределение карбонатных и карбонатизированных пород упорядоченное. Они приурочены к прослоям слабофильтрующих отложений (глины и др.), что связано с оттеснением поровых вод поступающими в ловушки УВ». Согласно этим авторам, в общем случае наиболее важным реагентом при образовании доломита в нефтегазоносных отложениях следует считать уголекислоту органического происхождения, возникшую при преобразовании ОВ и взаимодействии углеводородов с поровыми водами. «За счет уголекислоты щелочной резерв поровых вод резко повышается, что способствует усилению мигрантоспособности ионов магния, которые накапливались в отдельных участках породы, приводят к доломитизации кальцита» (Ушатинский, Зарипов, 1978, с. 94). Идея о том, что главнейшим фактором в механизме диагенетического доломитообразования является повышение щелочного резерва за счет усиленного поступления в воду CO_2 ранее предложена Н. М. Страховым (1960) и позднее поддержана многими исследователями, в том числе Я. Э. Юдовичем и М. П. Кетрис (2008). Многие авторы (Юдович, Кетрис, 2008; Коробов, 2017; и др.) полагают, что освобождающийся в катагенезе при трансформации глин Mg (Са и Mg) может также участвовать в образовании гидротермального (гидротермально-метасоматического) доломита. Вероятно, в БС мы имеем дело с процессами, описанными выше. Образование уголекислоты в процессе преобразования УВ, впоследствии вступившей в химическую реакцию с магнием поровых вод, способствовало доломитизации известковых или кремнистых прослоев или линз.

В результате проведенного исследования сделаны выводы, что в мезокатагенезе между периодами, отвечающими градациям $МК_1^2$ и $МК_2$ при увеличении температуры в толще начинается генерация УВ, что способствует катагенетической доломитизации пород в БС. При этом из пород кровли происходит миграция УВ и H_2S вверх по разрезу во вмещающие отложения. Таким образом, БС, особенно ее кровля, становится относительно обедненной ОВ (менее 15 %), многие интервалы разреза доломитизируются, над кровлей образуется относительно мощный (несколько м) пиритовый пласт за счет пиритизации, которая происходила в два этапа: на стадии диагенеза и градации катагенеза $МК_2$.

Список литературы

1. Балущкина, Н. С. Условия образования и нефтенасыщенность карбонатных коллекторов баженовской и абалакской свит / Балущкина Н. С., Юрченко А. Ю., Калмыков Г. А., Коробова Н. И., Петракова Н. Н., Бугаев И. А. // Нефтяное хозяйство. 2016. No 1. С. 32–35.
2. Коробов, А. Д. Аутигенный доломит высокобитуминозных баженовских отложений показатель завершающей стадии генерации углеводородов / Коробов А. Д., Коробова Л. А., Морозов В. П., Заграновская Д. Е., Захарова О. А. // Нефтяное хозяйство. 2017. No 4. С. 41–43.
3. Немова, В. Д. Условия формирования коллекторов в отложениях баженовского горизонта в районе сочленения Красноленинского свода и Фроловской мегавпадины / Немова В. Д. // Нефтегазовая геология и практика. Теория и практика. 2012. Т.7. No 2. С. 1–14.
4. Страхов Н. М. Основы теории литогенеза / Страхов Н. М. / М.: Изд-во АН СССР. 1960. Т. II. 574 с.
5. Ушатинский, И. Н. Минералогические и геохимические показатели нефтегазоносности мезозойских отложений Западно-Сибирской плиты / Ушатинский И. Н., Зарипов О. Г. // Свердловск: Средне-Уральское издательство, 1978. 208 с.
6. Фомин, А. Н. Катагенез органического вещества и нефтегазоносность мезозойских и палеозойских отложений Западно-Сибирского мегабассейна / Фомин А. Н. / Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2011. 331 с.
7. Эдер, В. Г. Литолого-геохимические и геофизические особенности приграничных толщ баженовского и куломзинского горизонтов (основание нижнего мела) центральных районов Западной Сибири / Эдер В. Г., Рыжкова С. В., Костырева Е. А., Павлова М. А., Сотнич И. С., Замирайлова А. Г., Пономарева Е. В. // Геология и геофизика. 2020. Т. 61. No 7. с. 943–961.
8. Юдович, Я. Э. Минеральные индикаторы литогенеза / Юдович Я. Э., Кетрис М. П. // Сыктывкар: Геопринт, 2008. 564 с.
9. Юрченко А. Ю. Морфологическая и литогенетическая типизация карбонатных пород абалакско–баженовского комплекса / Юрченко А. Ю., Потапова А. С. Бумагина В. А., Вилесов А. П., Чертина К. Н., Балущкина Н. С., Калмыков Г. А., Хотылев О. В. // Вестник МГУ. Серия Геологическая. Геология. 2019. № 3. С. 44–50.
10. Bausch, W. Isotopic composition of dolomites and calcites from the Upper Jurassic of Southern Germany/ Bausch W., Hoefs J. // Contrib. Mineral Petrology. 1972. V. 37, No 2. Pp. 121–130.
11. Farr, M. R. Geochemical variation of dolomite cement within the Cambrian Bonnetterre Formation, Missouri: Evidence for fluid mixing/ Farr M. R. / J. Sedimentary Petrology. 1992. Vol. 62, No 4. Pp. 636–651.
12. Mastuda, H. Occurrence and genesis of Permian dolostone in the Kuzuu area, Tochigi Prefecture, Central Japan / Mastuda H., Iijima A. // J.Fac.Sci.Univ. Tokyo. Sec.2. 1989. V.22, No 1. Pp. 89–119.