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

Год науки и технологий '21

ИНГГ СО РАН

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. Бурштейн*, 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 обогащенных 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

УДК 553.98
DOI 10.25205/978-5-4437-1248-2-97-100

К ОЦЕНКЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КЕРОГЕНОВ БАЖЕНОВСКОГО ГОРИЗОНТА ЮГО-ВОСТОЧНЫХ РАЙОНОВ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО БАССЕЙНА *

Л. М. Бурштейн, Е. А. Костырева, А. А. Дешин, К. В. Долженко

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН (Новосибирск)

Аннотация. Приведены результаты оценки кинетических параметров керогенов баженовской свиты юго-восточных районов Западно-Сибирского бассейна.
Ключевые слова: баженовская свита, кероген, кинетические параметры

ESTIMATION OF THE KINETIC PARAMETERS OF KEROGENS OF THE BAZHENOV HORIZON (SOUTHEAST OF THE WEST SIBERIAN BASIN)

L. M. Burshtein, E. A. Kostyreva, A. A. Deshin, K. V. Dolzhenko

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS (Novosibirsk)

Annotation. The results of estimating the kinetic parameters of kerogens of the Bazhenov Formation of the southeastern zone of the West Siberian basin are presented.
Key words: Bazhenov formation, kerogen, kinetic parameters

Баженовская свита и ее аналоги по современным представлениям является основной нефтегазопроизводящей толщей Западно-Сибирского бассейна [3]. Оценка кинетических параметров, содержащихся в ней керогенов, необходима для моделирования динамики их преобразования и реконструкции истории генерации нафтидов. Обоснованию кинетического подхода, различным сопутствующим методическим вопросам, в том числе, его развернутой критике, посвящено значительное число публикаций. Достаточно актуальную и полную информацию можно найти в работе [5].

В современных системах бассейнового моделирования чаще всего используется простейшая кинетическая схема, в которой образование нафтидов представлено как результат серии одностадийных параллельных реакций первого порядка с единым частотным фактором (**A**), дискретным набором энергий активации (**E***(i), i=1…N) и соответствующим им набором начальных масс, составляющих лабильную часть керогена. Часто данная схема дополняется реакциями крекинга первичных продуктов генерации. Совокупность частотного фактора, энергий активации и начальных масс далее называются кинетическими параметрами. Кинетические параметры оцениваются на основе данных, полученных

© Л.М Бурштейн, Е. А. Костырева, А. А. Дешин, К. В. Долженко, 2021
* Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Новосибирской области в рамках Проекта № 19-45-54005 р_а «Разработка фундаментальных основ поисков и подсчета трудноизвлекаемых запасов нефти баженовской свиты Западной Сибири, включая оценку ресурсов Новосибирской области».

в специализированных пиролитических экспериментах и по результатам натурных наблюдений [5].

Использование кинетического подхода связано с целым рядом допущений и неоднократно подвергалось критике. Наиболее сильные замечания этого плана связаны с невозможностью корректного восстановления начальных характеристик природных керогенов и нарушением изохимичности в условиях их природного и искусственного созревания. Последнее, в частности связано, с существенно (на несколько порядков) разными скоростями нагрева, а также взаимодействием керогена с минеральной матрицей и поровыми флюидами, которые в условиях сухого пиролиза концентратов могут полностью отсутствовать.

Применения кинетических параметров, полученных из данных пиролитических экспериментов, для моделирования генерации в природных условиях базируется на допущении, что лимитирующая стадия сложной совокупности реакций, приводящих к образованию нафтидов УВ из керогенов, определяется реакциями разрыва его внутренних связей. А последние протекают более-менее единообразно в широком диапазоне температур, скоростей нагрева и наличия в системе флюидо-минеральных неорганических компонент.

Оценка кинетических параметров в настоящей работе выполнялась на образцах баженовской свиты из разрезов 3 скважин (Ракитинская №4–5 образцов, Межовская №11–2 образца, Арчинская №47–2 образца) юго-восточных районов Западно-Сибирского бассейна. Выбор объектов анализа определялся тем, что кинетические параметры керогенов желательно определять на максимально непреобразованных образцах, находящихся на самых начальных стадиях катагенеза.

Для всех образцов выполнялись серии пиролитических экспериментов с разными скоростями нагрева — 5, 10, 30 и 50 градусов в минуту. По результатам выполненных пироли-

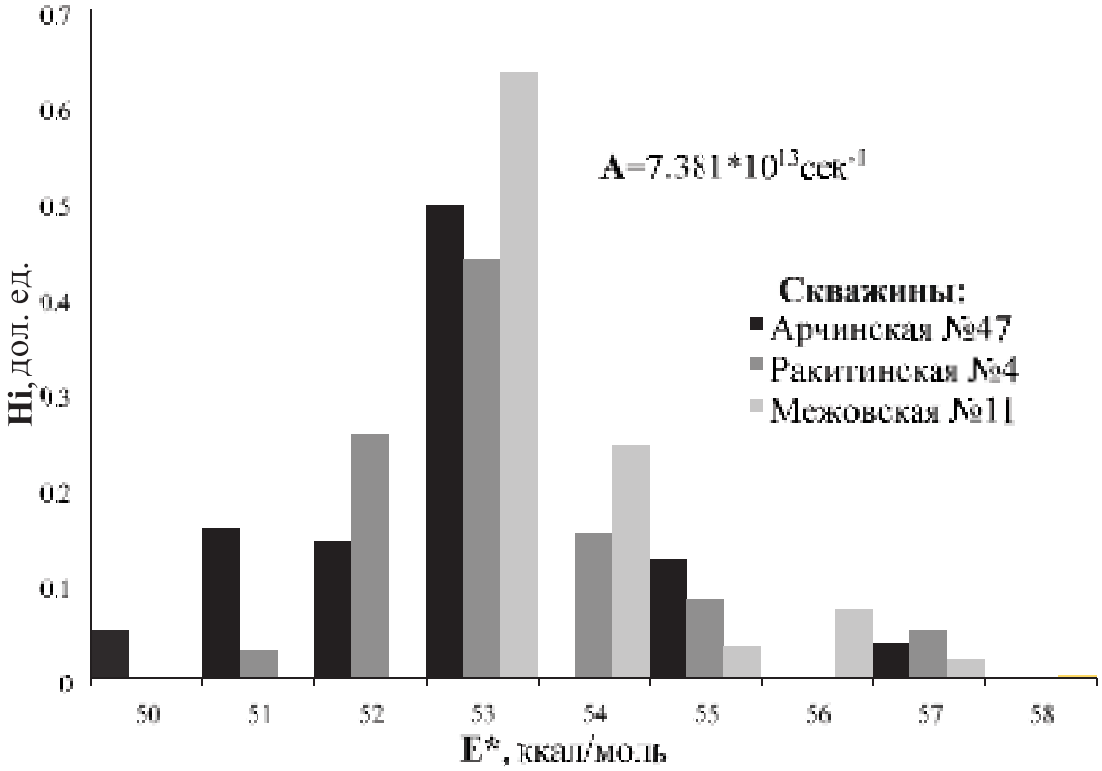

Рис. 1. Распределение относительной (нормированной на единицу) величины углеводородного потенциала по энергиям активации для керогенов баженовской свиты с шагом дискретизации 1 ккал

тических исследований были получены оценки кинетических параметров [2]. В силу специфики используемой кинетической схемы и структуры входящих в нее констант Арениуса [5] возможна некоторая неоднозначность полученных оценок. Эта неоднозначность проявляется в смещении распределений лабильной массы керогена по энергиям активации **E***(i), компенсируемом изменением величины частотного фактора **A**. Для сопоставимости полученных результатов частотный фактор при оценке кинетических параметров принимался постоянным для всех образцов и равным среднему, предварительно оцененному для образцов Ракитинской площади — **A**=7.381*10^{13} $сек^{-1}$. Полученные оценки распределений лабильной массы керогена по энергиям активации, нормированные на единичную массу, представлены на рисунке 1 (шаг дискретизации энергий активации 1 ккал/моль*K) и рисунке 2 (шаг дискретизации энергий активации 2 ккал/моль*K).

По полученным результатам можно сделать несколько предварительных выводов.

1. Впервые, получены оценки кинетических параметров керогена баженовского горизонта для юго-восточной периферии Западно-Сибирского бассейна (Межовская и Ракитинская площади).

2. Кинетические параметры керогенов из исследуемых разрезов сопоставимы, если принять во внимание разную степень их катагенетической преобразованности. Наименее преобразованным является, как и следовало ожидать, кероген с Арчинской площади. Наиболее преобразованным с Межовской. Если принять кероген Арчинской площади за непреобразованный, то степень трансформации керогена с Ракитинской площади составит около 0.15, а с Межовской порядка 0.4.

3. Распределение лабильной массы исследуемого керогена (Арчинская площадь) по энергиям активации, с учетом некоторого различия в оценках частотного фактора, близко к распре-

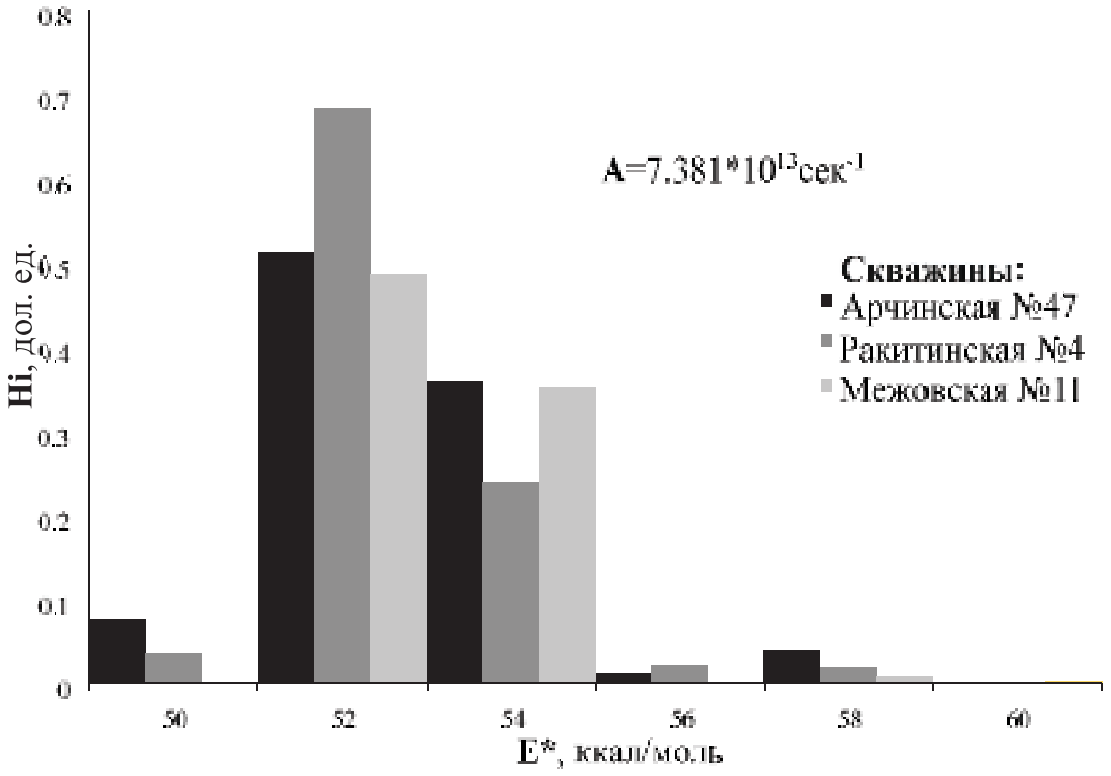

Рис. 2. Распределение относительной (нормированной на единицу) величины углеводородного потенциала по энергиям активации для керогенов баженовской свиты с шагом дискретизации 2 ккал

делению известного стандартного керогена II типа Menil-1 [4], а расчетная динамика их созревания в условиях, имитирующих природные практически тождественна.

4. Полученные результаты могут, в первом приближении, быть использованы для моделирования масштабов и динамики генерации УВ в баженовском горизонте юго-восточных районов Западно-Сибирского бассейна.

5. Учитывая доказанную полифациальность керогенов в баженовской свите [1, 3] желательно на следующем этапе работ уточнить полученные оценки, в том числе с использованием результатов стандартного пиролиза.

Список литературы

1. Волков В. А., Олейник Е. В., Оксенойд Е. Е., Сидоров А. А. Строение и генерационный потенциал баженовской свиты на территории центральной части Западной Сибири. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2016. №3(27). С. 79–98.

2. Козырев А. Н., Бурштейн Л. М. Программа расчета кинетических параметров керогена: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ // № 2018665046, заявка № 2018662159 от 02.11.2018, зарегистрировано 29.11.2018, RU.

3. Конторович А. Э., Богородская Л. И., Борисова Л. С., Бурштейн Л. М., Исмагилов З. Р., Ефимова О. С., Костырева Е. А., Лемина Н. М., Рыжкова С. В., Созинов С. А., Фомин А. Н., Лившиц В. Р. Геохимия и катагенетические превращения керогена баженовского горизонта // Геохимия. 2019. Т. 64. № 6. С. 585–593.

4. Behar, F., Vandenbroucke, M., Tang, Y., Marquis, F., Espitalie, J., 1997. Thermal cracking of kerogen in open and closed systems: determination of kinetic parameters and stoichiometric coefficients for oil and gas generation. // Organic Geochemistry v. 26, N 5/6, pp. 321–339.

5. Burnham A. K. Global Chemical Kinetics of Fossil Fuels: How to Model Maturation and Pyrolysis. Feb 11, 2017. Springer Science. 315 pages.