

Министерство природных ресурсов и экологии
Российской Федерации
Федеральное агентство по недропользованию
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт»
(ФГБУ «ВНИГНИ»)

105118, Москва,
шоссе Энтузиастов, 36.

тел. +7(495) 673-26-51
факс +7(495) 673-47-21
e-mail: info@vnigni.ru

УТВЕРЖДАЮ



Генеральный директор Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийского научно-исследовательского геологического нефтяного института» (ФГБУ «ВНИГНИ»)

П.Н. Мельников

«03» октября 2024 года

ОТЗЫВ

ведущей организации Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт» (ФГБУ «ВНИГНИ») на диссертацию Кашапова Романа Сергеевича «МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕНЕРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ И КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА ПИРОЛИТИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ» на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.11 – Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Диссертационное исследование Р.С. Кашапова посвящено моделированию кинетики процессов деструкции керогена с образованием углеводородов (УВ) на примере высокообогащенной органическим веществом (ОВ) баженовской свиты.

Актуальность работы. Кинетические пиролизические исследования – метод, позволяющий связать время и температуру, которые требуются для реализации генерационного потенциала ОВ пород в ходе лабораторного эксперимента и в дальнейшем интерполировать на условия естественной термической эволюции. Кинетические параметры деструкции керогена – это неотъемлемая часть бассейнового моделирования, поэтому восстановление кинетических моделей является важной научно-практической задачей. Предлагаемый автором подход к корректировке получаемых в экспериментах кинетических характеристик ОВ позволит пополнить геохимические библиотеки разных программных пакетов бассейнового моделирования новыми спектрами.

Цель исследований: выявление закономерностей изменения кинетических параметров органического вещества баженовской свиты с ростом термической зрелости и усовершенствование подхода к обработке результатов кинетических исследований.

Объектом исследования в рассматриваемой диссертационной работе является органическое вещество (ОВ) баженовской свиты.

Научная новизна. Впервые на представительной выборке образцов баженовской свиты различной термической зрелости (ПК₃-МК₂, T_{max} = 414–458 °С, R[°]_{vt} = 0,40–1,15 %) проведены кинетические исследования и обобщены их результаты. Предложен подход к обработке результатов пиролитических исследований, который учитывает изменение кинетических параметров органического вещества с ростом катагенеза (степени трансформации).

Выполнено моделирование генерации углеводородов в ходе лабораторного пиролиза баженовской свиты в открытой системе (продукты пиролиза удаляются из зоны реакции). Отражены зависимости изменения молекулярных показателей катагенеза (MPI-1, Ki, 4МДБТ/1МДБТ), изотопного состава органического углерода газообразных продуктов пиролиза (C₁–C₄), относительного содержания углеводородных и неуглеводородных компонентов (CO, CO₂, H₂S, N₂) в газообразных продуктах пиролиза от степени трансформации органического вещества породы.

Защищаемые положения:

1. *Часть разреза баженовской свиты со стабильными значениями пиролитических параметров (T_{max}, HI, OI) можно рассматривать в качестве материнской породы, реализация генерационного потенциала которой описывается одной кинетической моделью.*

2. *Доказана неизохимичность преобразования органического вещества материнской породы в ходе лабораторного пиролиза природному катагенезу.*

Кинетические модели, как и Rock-Eval пиролиз, выполненные для незрелого образца материнской породы не учитывают процессы поликонденсации органического вещества, которые идут на протяжении всей эволюции и ведут к увеличению его термической устойчивости.

3. *Впервые предложен математический алгоритм обработки результатов пиролиза материнской породы на различных стадиях катагенеза для расчета кинетических параметров с переменным значением предэкспоненциального множителя (частотного фактора).*

Практическая значимость работы.

Полученные в результате выполненных исследований данные существенно дополняют знания о кинетических характеристиках органического вещества баженовской свиты. Они были использованы при выполнении реконструкции истории генерации, миграции и аккумуляции нефти в баженовской свите при бассейновом моделировании [Дифференцированная оценка перспектив..., 2016].

Композиционная кинетическая модель использовалась специалистами АО «ТомскНИПИнефть» для выполнения бассейнового моделирования в районе Александровского свода. Моделирование генерации углеводородов в ходе лабораторного пиролиза образцов баженовской свиты выполнялось по заказу АО «Томскнефть» ВНК и использовалось для выявления участков с наиболее высокой перспективой продуктивности баженовской свиты.

Предложенный в работе подход к обработке результатов пиролитических исследований органического вещества материнских пород будет полезен профильным специалистам, занимающимся бассейновым моделированием

Работа состоит из введения, 9 глав и заключения, содержит список литературы из 122 наименований. Работа изложена на 161 странице машинописного текста, включая 63 рисунков, 23 таблицы и 4 приложения. Структурное построение диссертации отражает логическую последовательность в решении поставленных автором диссертационных задач.

Заключение

В целом, оценивая представленные в работе совокупные результаты выполненного комплексного геолого-геохимического исследования, можно заключить, что диссертация Романа Сергеевича является целостной научно-квалифицированной работой.

Вместе с тем представленная работа, на наш взгляд, вызывает ряд комментариев и замечаний.

Наиболее важным на наш взгляд упущением в работе является отсутствие сопоставления полученных кинетических параметров образцов баженовской свиты из разных фациальных областей Западной Сибири. Район исследований составляет обширную площадь, включая южную часть Ямало-Карской депрессии и области переходного седиментогенеза на границе с внешним поясом. Образцы из этих зон (и образцы из зон развития аномальных разрезов свиты), несмотря на их отличие по пиролитическим показателям (ТОС, НІ) от остального массива при одинаковом уровне зрелости, используются автором при общих построениях и корректировке кинетических моделей. Таких образцов немного и, вероятно, они оказывают незначительное влияние на полученные уравнения, но для «чистоты» эксперимента их следовало бы исключить из расчетов.

Также рецензенты считают малообоснованным принятие «истинной» или наиболее оптимальной величины энергии активации (E_a) пика генерации 52 ± 2 ккал/моль для дальнейших расчетов частотного фактора уравнения Аррениуса по T_{max} . На рис. 6.5 видно, что при T_{max} 420-435 °С образцов с E_a пика 52 и 54 ккал/моль примерно одинаковое количество и вполне вероятно эти колебания связаны с вариациями типа ОВ разных фациальных зон или разных литологических пачек. И при этом на полученной автором композиционной кинетической модели максимум приходится на E_a 48 ккал/моль.

В разделе 1.3. главы 1 автор утверждает, что в зависимости от пиролитического анализатора данные могут существенно различаться и сравнивает прибор Rock-Eval 6 и Rock-Eval 2. Стоит заметить, что анализатор Rock-Eval 2 давно снят с производства и не корректно сравнивать результаты, полученные на этом приборе. Кроме того, в этой главе не приводится информация о новом приборе фирмы Vinci Technologies Rock-Eval 7, несмотря на то, что этот пиролизатор используется в нашей стране с 2020 г. в ряде научных геологических организаций. Проведение межлабораторных сличительных исследований желательнее было бы провести на анализаторах Rock-Eval 6 и Rock-Eval 7.

В разделе 1.3.1., касаясь метрологической оценки получаемых результатов определения основных пиролитических параметров на приборе Rock-Eval 6 Turbo, при описании методики анализа нет информации, что контроль стабильности получаемых пиролитических результатов проводят через каждые десять анализов перед проведением измерения рабочих проб. Каждый десятый тигель должен быть заполнен стандартом IFR 160000 Vinci Technologies или породой, которая является внутренним образцом контроля.

В разделе 3.1. «Постановка эксперимента по моделированию генерации углеводородов в ходе пиролиза» автор приводит схему и описывает методику генерации углеводородов, но нет табличных и графических материалов, которые были получены в результате экспериментов.

Расчет содержания газов $C_1 - C_5$ в продуктах генерации, приведенный в главе 9, также, по всей вероятности, не отражает истинного положения дел. По генерационным моделям разных авторов для сапропелевого ОВ на долю газов при TR 0,9 приходится до 30-40 %. А на месторождениях Салымского свода, где наблюдается близкий уровень зрелости ОВ баженовской свиты, газосодержание нефти составляет 100-150 м³/т.

В качестве небольшого замечания хотелось бы отметить отсутствие в работе результатов Rock-Eval образцов после экстракции, что в случае с баженовской свитой всегда актуально при анализе состава ОВ.

Тем не менее, несмотря на наличие определенных замечаний и/или вопросов к работе, принимая во внимание актуальность кинетических исследований, расчет и

построение моделей термического преобразования органического вещества, комплексный подход к изучению проблемы и практическую значимость полученных результатов, представленная работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

Диссертационная работа Кашапова Романа Сергеевича «Моделирование генерации углеводородов и кинетики процесса пиролитической деструкции органического вещества баженовской свиты», соответствует критериям, установленным п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842) для ученой степени кандидата наук, а её автор Кашапов Р.С. достоин присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.11 – геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

*Заведующая лабораторией, кандидат
химических наук
Раб. тел. 8-499-507-22-30#4453
e-mail: payzianskaia@vnigni.ru*



Пайзанская Ирина Лазаревна

*Старший научный сотрудник
Раб. тел. 8-499-507-22-30#4445
e-mail: mozhegova@vnigni.ru*



Можегова Светлана Васильевна

Диссертация и отзыв рассмотрены и обсуждены на заседании Лаборатории органической геохимии, одно из направлений деятельности которой – изучение генерационного потенциала осадочных пород основных нефтегазоносных провинций России, 16 сентября 2024 года, протокол № 2, отзыв одобрен в качестве отзыва ведущей организации.

Отзыв утвержден на заседании Ученого совета ФГБУ «ВНИГНИ», протокол № 9 от 03 октября 2024 года.

*Руководитель
Научно-аналитического центра,
кандидат
геолого-минералогических наук
Адрес: 143363 г. Апрелевка,
1-я ул. Кетрица, д.1.
Тел.: 8-499-507-22-30#4502
e-mail: astashkin@vnigni.ru*



Асташкин Дмитрий Александрович

Председателю
диссертационного совета 24.1.087.03
доктору г.-м. наук, члену-корреспонденту РАН
Бурштейну Л.М.

Я, Асташкин Дмитрий Александрович, подтверждаю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, их дальнейшую обработку и передачу в соответствии с требованиями Минобрнауки к процедуре аттестации научных работников.

19.09.24

Дата



подпись



Волынец О.В.

Председателю
диссертационного совета 24.1.087.03
доктору г.-м. наук, члену-корреспонденту РАН
Бурштейну Л.М.

Я, Пайзанская Ирина Лазаревна, подтверждаю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, их дальнейшую обработку и передачу в соответствии с требованиями Минобрнауки к процедуре аттестации научных работников.

18.09.24г.

Дата


ПОДПИСЬ



Волниев О.О.

Председателю
диссертационного совета 24.1.087.03
доктору г.-м. наук, члену-корреспонденту РАН
Бурштейну Л.М.

Я, Можегова Светлана Васильевна, подтверждаю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, их дальнейшую обработку и передачу в соответствии с требованиями Минобрнауки к процедуре аттестации научных работников.

18.09.2024

Дата



Можегова

ПОДПИСЬ



Важинская О.О.