

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ГЕНЕРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ В КУОНАМКОМ КОМПЛЕКСЕ КУРЕЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ (СИБИРСКАЯ ПЛАТФОРМА)

Е.С. Ярославцева¹

¹ИНГГ СО РАН им. А.А.Трофимюка, 630000 Коптуга 3, Новосибирск, Россия, yaroslavtsevae@ipgg.sbras.ru

Аннотация. Приведены результаты компьютерного моделирования эволюции в катагенезе куонамской нефтегазопроизводящей толщи Курейской синеклизы на доэригеновый период. Проведена предварительная оценка величины ресурсов углеводородов, сгенерированных куонамской толщей на момент до начала траппового магматизма.

Ключевые слова: куонамская нефтегазопроизводящая толща, Сибирская платформа, кембрий, бассейновое моделирование, динамика генерации углеводородов

MODELING OF HYDROCARBON GENERATION HISTORY IN KUONAMKA FORMATION OF KUREYKA SYNCLINE (SIBERIAN PLATFORM)

E.S. Yaroslavtseva¹

¹Trofimuk IPGG SB RAS, 630000 Koptuga 3, Novosibirsk, Russia, yaroslavtsevae@ipgg.sbras.ru

Annotation. The computer modelling results for Kuonamka source rock evolution in catagenesis are represented for the area of Kureyka syncline for pre-igneous period. Petroleum generation hotbeds are determined. Petroleum resources indirect assessment is made for Kuonamka source rock for pre-igneous period.

Key words: Kuonamka source rock, Siberian platform, Cambrian, basin modelling, hydrocarbon generation dynamics

Проблема строения и нефтегазоносности Курейской синеклизы и прилегающих территорий посвящено большое количество работ [1-4 и др.]. Одним из способов изучения нефтегазоносности бассейнов является исследование масштабов и динамики генерации углеводородов нефтегазопроизводящими толщами (НГПТ). Впервые эти вопросы по отношению к изучаемой территории анализировались в работах [5-7 и др.].

Задача настоящего исследования – проведение численного моделирования динамики генерации углеводородов в куонамской толще Курейской синеклизы.

Курейская синеклиза – отрицательная надпорядковая структура северо-западной части Сибирской платформы. Структура выражена в венд-нижнепалеозойском структурном ярусе и перекрывается Тунгусской синеклизой верхнепалеозойско-мезозойского яруса [8]. Осадочный чехол территории сложен отложениями позднего протерозоя, палеозоя, триаса и четвертичной системы. Основной нефтегазовый потенциал этой территории связан с кембрийским комплексом, включающим куонамскую нефтегазопроизводящую толщу (НГПТ) и клиноформные образования майского века [8,9]. Результаты геохимических исследований куонамской НГПТ опубликованы в работах [Баженова и др., 2014; 10-13]. Важнейшим событием в геологии рассматриваемого региона стал трапповый магматизм, распространенный в пермско-триасовое время практически по всей территории Сибирской платформы. Оценка перспектив нефтегазоносности бассейнов с проявленным трапповым магматизмом требует специфического подхода. Методический подход к изучению таких территорий предполагает проведение реконструкции динамики генерации углеводородов нефтегазопроизводящими толщами на момент начала траппового магматизма и последующую оценку влияния траппов [14]. В докладе представлены результаты выполнения первой группы задач.

Методы и материалы исследования

Теоретические основы методики и принципиальная схема проведения численного моделирования динамики генерации УВ отражены в работах [2, 15-17 и др.]. В основе проведения численного моделирования динамики генерации УВ лежит построение трехмерной структурно-литологической модели, которая позволяет с применением метода разуплотнения восстановить историю формирования осадочного чехла рассматриваемого бассейна. Восстанавливается термическая модель прогрева отложений, на основе кинетических схем преобразования керогена проводится моделирование динамики генерации углеводородов в осадочном чехле.

Структурно-литологическая модель сформирована на основе комплекта структурных карт по основным отражающим горизонтам (поверхность фундамента, поверхность рифа, кровля ванаварской свиты нижнего венда, кровля оскобиной свиты верхнего венда, кровля тэтэрской свиты, кровля куонамской свиты, кровля среднего кембрия, кровля эвенкийской свиты, кровля байкитской свиты, подошва силура, подошва триаса), а также стратиграфические разбивки по скважинам: Кирамкинская-1, Кочечумская-2, Хошонская-256, Чириндинская-271, Среднетаймуринская-272, Ледяная-2, Ледяная-3, Нижнеимбакская-219, Сохолохская-706 и др.

Формирование **температурной модели** осадочного чехла требует учета истории температур дневной поверхности, фактических измерений по палеотермометрам, распределения современных температур и тепловых потоков в осадочном чехле. По причине слабой изученности Курейской синеклизы, древнего возраста ее осадочного чехла и проявления на этой территории траппового магматизма, достоверные данные по естественным палеотермометрам отсутствуют. В связи с этим температурная история сформирована на основе литературных данных с учетом повышения плотности глубинного эффективного теплового потока в девонское и пермско-триасовое время [18, 19].

Моделирование истории преобразования керогена. В качестве характеристик нефтегазопроизводящих толщ, используемых при моделировании, главную роль играют исходное значение генерационного потенциала органического вещества пород, исходное содержание в них органического углерода, кинетика преобразования керогена. За основу для моделирования были взяты разработанные в ИНГГ СО РАН схематические карты распределения толщин обогащенных органическим углеродом пород куонамского горизонта и кинетические характеристики керогена куонамской свиты, рассчитанные в ИНГГ СО РАН. На основе полученных моделей погружения была восстановлена история созревания ОВ и динамика реализации углеводородного потенциала бассейна [2, 15, 20, 21 и др.].

Результаты исследования

Согласно результатам моделирования куонамская толща начала генерировать нефть на рубеже ордовика-силура (рис.1А). Тогда произошло зарождение Туринского очага нефтегазообразования. Генерация углеводородов в этом очаге достигла максимума в девоне (рис. 1Б), а к началу карбона в центральной части очага куонамская толща начала постепенно выходить из главных зон нефте- и газообразования (рис.1В,Г). В периферийных частях очага генерация углеводородов продолжалась до конца позднего карбона, после чего углеводородный потенциал куонамской толщи на этой территории был полностью реализован.

Начиная с раннего девона в северо-западной части Курейской синеклизы обособился еще один очаг нефтегазообразования – Ламско-Хантайский (рис. 1Б). Куонамская свита в этом очаге постепенно входила в главную зону нефтеобразования и к концу карбона достигла максимума генерации (рис. 1Г).

Суммарные масштабы генерации углеводородов куонамским комплексом Курейской синеклизы за период с конца ордовика по карбон представлены на рис. 2. Общая масса сгенерированных до начала перми углеводородов составляет 570 млрд т условных углеводородов (УУВ). Косвенная оценка ресурсов углеводородов, связанных с куонамской свитой на территории исследования проведена на основании коэффициента аккумуляции. Он представляет из себя процентное соотношение углеводородов в залежах и углеводородов, сгенерированных в пределах нефтегазоборных площадей и составляет от 1 до 10 % [Конторович, 1976]. Тогда на момент до начала траппового магматизма ресурсы УВ, связанных с куонамской свитой могли составить 5,7-57 млрд т. УУВ.

Заключение

По результатам выполненного моделирования на территории Курейской синеклизы в ходе катагенеза куонамской НГПТ в период с конца ордовика по начало перми сформировались два очага нефтегазообразования – Туринский и Ламско-Хантайский. В Туринском очаге генерационный потенциал куонамской толщи к началу перми был полностью реализован. Таким образом внедрение траппов в тело куонамской свиты уже не могло оказать влияние на реализацию ее генерационного потенциала. В Ламско-Хантайском очаге к началу перми достигнут максимум генерации углеводородов, что несколько повышает вероятность влияния траппов на углеводородный потенциал куонамской свиты на этой территории.

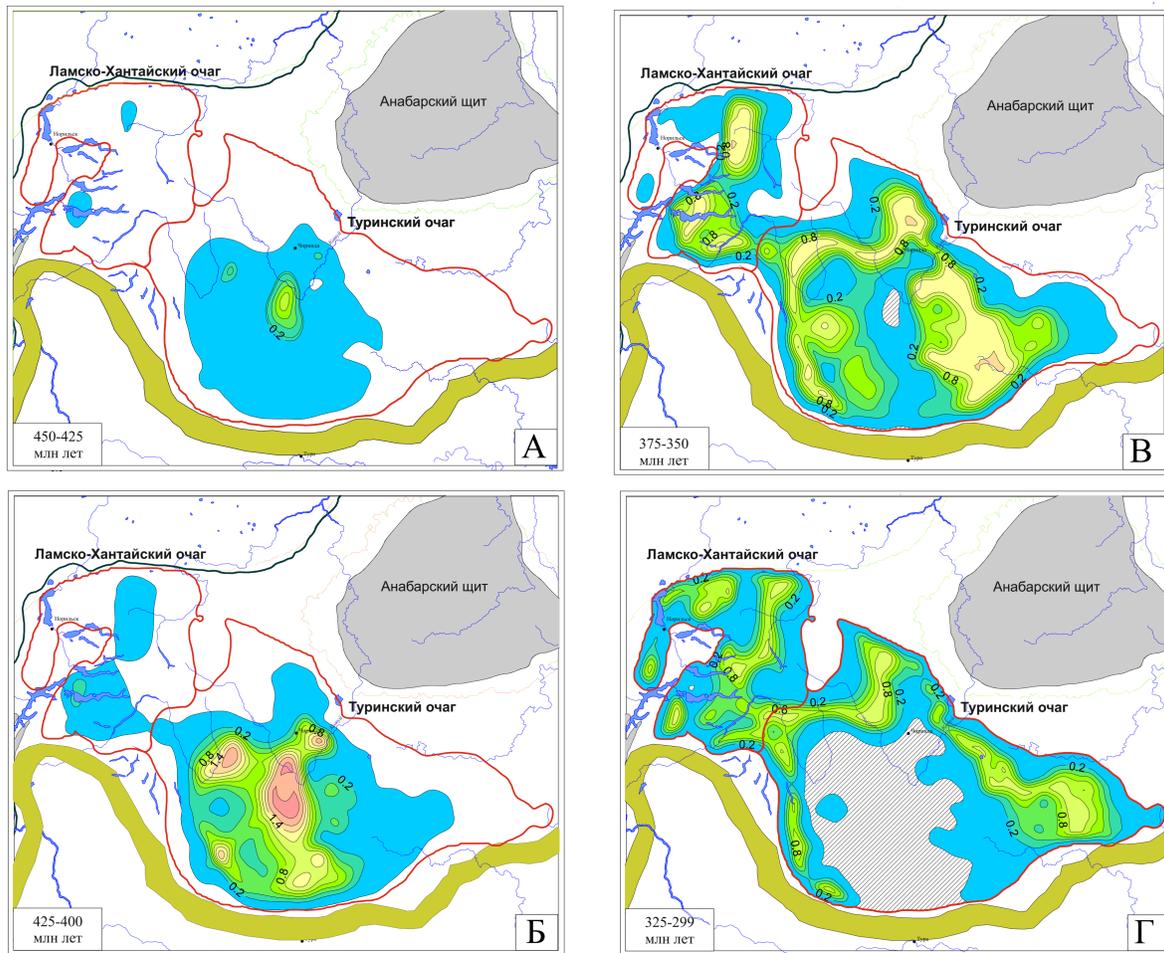


Рис. 1. Схемы распределения плотности генерации УВ куонамским комплексом Курейской синеклизы на доэригеновый период

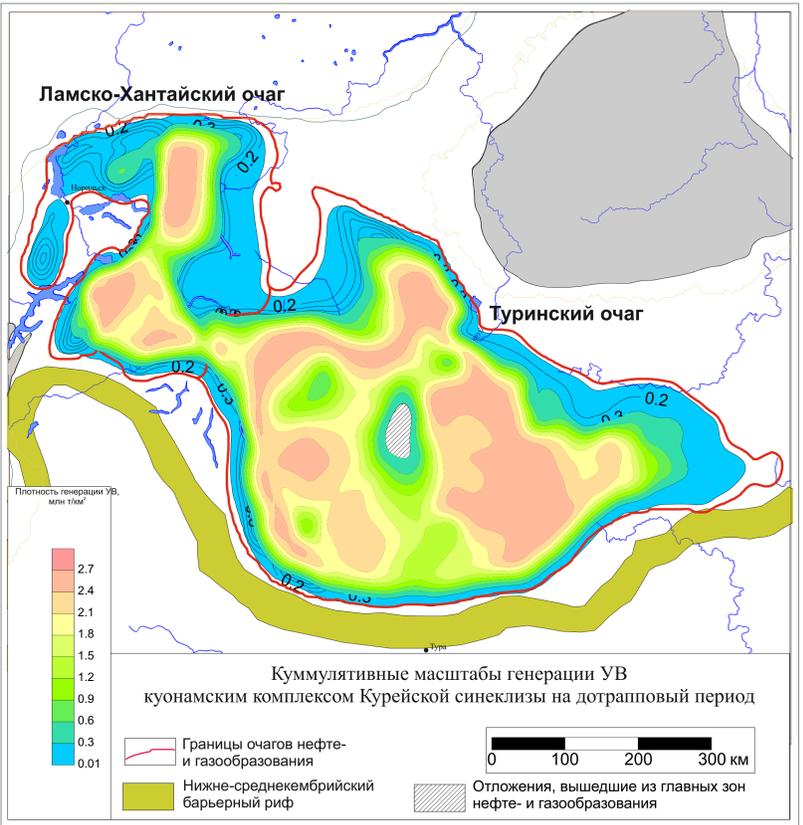


Рис. 2. Куммулятивные масштабы генерации углеводородов куонамским комплексом Курейской синеклизы в период с ордовика по конец карбона

Список литературы

- Баженова Т.К. Рассеянное органическое вещество в отложениях кембрия Сибирской платформы /Т.К. Баженова, Д.И. Дробот, В.М. Евтушенко, С.А. Кащенко, А.Э. Конторович, К.К. Макаров, В.Е. Савицкий, В.В. Самсонов, Ю.Я. Шабанов, Б.Б. Шинкин // Геохимия нефтегазоносных толщ кембрия Сибирской платформы. Труды СНИИГГиМС. – Выпуск 139. – Новосибирск, 1972. – С. 4-18.
- Конторович А.Э. Геохимические методы количественного прогноза нефтегазоносности. //Труды СНИИГГиМС. – Выпуск 229. – М.: Недра, 1976. – 250 с.
- Баженова Т.К., Белецкая С.Н., Беляева Л.С., Биксенина Д.А., Гурко Н.Н., Иванюк А.В., Ипатов Ю.И., Кичуева У.О., Макаров К.К., Неручев С.Г., Парпарова Г.М., Рогозина Е.А., Рудавская В.А., Соловьева И.Л., Файзулина Е.М., Шапиро А.И., Шиманский В.К., Шумейко Ю.М., Арефьев О.А., Гуляева Н.Д., Кулибакина И.Б., Работнов В.Т., Прохоров В.С., Шадский И.П. Органическая геохимия палеозоя и допалеозоя Сибирской платформы и прогноз нефтегазоносности. Ленинград: Недра, 1981. 211 с.
- Старосельцев В.С., Дивина Т.А. Нефтегазоносность ордовико-девонских отложений севера Курейской синеклизы // Геология и геофизика, 2011, т.52, № 8, с. 1165-1171
- Баженова Т.К., Дахнова М.В., Желтова Т.П. Нефтегазоносность кембрия и нижнего среднего кембрия Сибирской платформы. М.: ВНИИГиМС, 2014. 128 с.
- Баженова Т.К. Нефтегазоносность древних платформ России и нефтегазоносность /Т.К. Баженова // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2016. – Т.11. – №4.
- Конторович А.Э. Разнообразные очаги нефтегазообразования и нефтегазоносности на Северо-Азиатском кратоне / А.Э. Конторович, С.Ф. Бахтуров, А.К., С.Ю. Беляев, Л.М. Бураштин, А.А. Конторович, В.А. Крилин, А.И. Ларичев, Ли Году, В.Н. Меленевский, И.Д. Тимошина, Г.С. Фрадкин, А.В. Хоменко // Геология и геофизика. – 1999. – Т.40. – №11. – С. 1676-1693.
- Геология нефти и газа Сибирской платформы / под ред. А.Э. Конторовича, В.С. Суркова, А.А. Трофимюка – М.: Недра, 1981. – 552 с.
- Филлипов Ю.А. Нижне-среднекембрийский рифогенный барьер на севере Сибирской платформы – объект первоочередных нефтегазопоисковых работ / Ю.А. Филлипов, Н.В. Мельников, А.С. Ефимов, В.И. Вальчик, Н.А. Горюнов, А.А. Евграфов, Е.В. Смирнов, В.А. Щербак, Култышев В.Ю. // Нефтегазовая геология. – 2014. – №2 (18). – С. 25-35.
- Бахтуров С.Ф., Евтушенко В.М., Переладов В.С. Куонамская битуминозная карбонатно-сланцевая формация. Новосибирск: Наука, 1988. 160 с.
- Парфенова Т.М. Кероген куонамской свиты /Т.М. Парфенова, А.Э. Конторович, Л.С. Борисова, В.Н. Меленевский // Геология и геофизика. – 2010. – Т.51. – №3. – С. 353-363.
- Парфенова Т.М., Бахтуров С.Ф., Шабанов Ю.Я. Органическая геохимия нефтепроизводящих пород куонамской свиты кембрия (восток Сибирской платформы) // Геология и геофизика. 2004. Т. 45. № 7. С. 911-923.
- Каширцев В.А. Органическая геохимия нефтяных восток Сибирской платформы. Якутск: ЯФ изд-ва СО РАН, 2003. 159 с.
- Конторович А.Э. Влияние интрузивных траппов на нефтегазоносность палеозойских отложений Сибирской платформы / А.Э. Конторович, Н.В. Мельников, В.С. Старосельцев, А.В. Хоменко // Геология и геофизика. – 1987.
- Галушкин, Ю. И. Моделирование осадочных бассейнов и оценка их нефтегазоносности / Ю. И. Галушкин. – М.: Научный мир, 2007. – 455 с.
- Hantschel, T., Fundamentals of Basin and Petroleum Systems Modeling /T. Hantschel, A. I. Kauerauf. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer Science & Business Media, 2009. – 476 p.
- Tissot B. P. Petroleum Formation and Occurrence / B. P. Tissot, D. H. Welte. – Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 1984. – 538 p.
- Добрещев Н.Л. Глобальная геодинамическая эволюция Земли и глобальные геодинамические модели // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 6. С. 761-784
- Прокопьев А.В., Полянский О.П., Королева О.В., Васильев Д.А., Томшин М.Д., Ревердатто В.В., Новикова С.А. Среднепалеозойский и среднетриасовый импульсы траппового магматизма на востоке Сибирской платформы: результаты первых 40Ar/39Ar-датировок доплеритовых силлов // Доклады РАН. Науки о Земле, 2020. – Т. 490. – № 1. – С. 7-11.
- Burnham A.K., Sweeney J.J., 1989. A chemical kinetic model of vitrinite maturation and reflectance. Geochim. Cosmochim. Acta. V. 3. № 10. P. 2649-2657.