

Двухмерное моделирование осадочного бассейна на юге Анабарской антеклизы

© *Д. М. Савчик, Л. Н. Болдусhevская*

ООО «РН-КрасноярскНИПИнефть», г. Красноярск, Россия.
E-mail: SavchikDM@knipi.rosneft.ru, BoldushevskayaLN@knipi.rosneft.ru

Приводятся результаты двухмерного компьютерного моделирования осадочного бассейна в южной части Анабарской антеклизы вдоль композитного профиля. Дана краткая характеристика углеводородной системы. Построены модели истории погружения, температурного распределения, созревания органического вещества материнских пород и миграции углеводородов. Оценен генерационный потенциал нефтегазоватеринских толщ, прослежены направления миграции углеводородов.

Ключевые слова: южная часть Анабарской антеклизы; моделирование осадочных бассейнов; история погружения; история созревания; миграция; углеводородные системы.

Two dimensional modeling of sedimentary basin in southern part of the Anabar antecline

D. M. Savchik, L. N. Boldushevskaya

LLC RN-KrasnoyarskNIPIneft, Krasnoyarsk, Russia.
E-mail: SavchikDM@knipi.rosneft.ru, BoldushevskayaLN@knipi.rosneft.ru

The results of two-dimensional computer simulation of the sedimentary basin in the southern part of Anabar antecline along the composite profile are presented. A short characteristic of hydrocarbon system is given. The models of historical immersions, temperature distribution, maturation of organic matter of source rocks and migration of hydrocarbons are constructed. Generation potential of source rocks is estimated, the directions of hydrocarbon migration are traced.

Keywords: southern part of the Anabar antecline; basin modeling; burial history; maturity history; migration; hydrocarbon systems.

Сибирская платформа является территорией со сложным геологическим строением осадочного чехла, широким развитием карбонатно-соленосных толщ, насыщенностью трапповыми интрузиями. Отличительной особенностью платформы является нефтегазоносность древних осадочных толщ — верхнепротерозойских и нижнекембрийских в пределах Непско-Ботуобинской и Байкитской антеклиз, Катангской седловины и др. На территории Анабарской антеклизы также есть перспективные на нефть и газ отложения раннего палеозоя. В рамках данной работы было проведено двухмерное моделирование истории развития позднепротерозойско-раннепалеозойского осадочного бассейна на юге Анабарской антеклизы с целью оценки возможности заполнения рифогенных коллекторов Западно-Якутской рифовой системы. Моделирование включало в себя реконструкцию истории формирования осадочного бассейна, термической эволюции, истории нефтегазогенерации. Моделирование проводилось с использованием программного пакета Temis Flow французской компании Weicir Franlab.

История развития территории включает в себя следующие этапы. В течение венда, раннего и среднего кембрия откладывалась терригенно-карбонатная толща, в среднем-верхнем кембрии накопилась пестроцветная глинисто-карбонатная толща. В ордовикский и среднепалеозойский периоды продолжалось унаследованное развитие территории. Средне-позднепалеозойский этап характеризуется активной тектонической деятельностью в пределах Сибирской платформы, происходит перестройка структурного плана. В период карбона-перми накапливались угленосно-терригенные отложения. В поздней перми–нижнем триасе отмечается тектоно-магматическая активизация. После завершения траппового этапа развития Сибирская платформа в целом испытывала поднятие, за исключением погружения в юрское время [2]. На современном этапе развития продолжается эрозионный этап.

Основой для построения численной модели являются композитный сейсмический профиль и две глубокие скважины — Ханнинская и Мархинско-Андоиская, литологические данные, характеристика параметров материнских пород из обнажений северо-востока Сибирской платформы, данные температур на поверхности осадков и теплового потока.

Скважины вскрывают отложения рифея, венда (бетичинская, хоронохская, курсовская, бюкская свиты раннего венда и успунская, кудулахская свиты позднего венда); отложения позднего венда-раннего кембрия (юряхская свита); раннекембрийские отложения (билирская свита); ранне-

среднекембрийские (эмяскинская, куонамская свиты); среднего кембрия (оленекская, джахтарская, силигирская, чукукская, хабардинская, малыкайская свиты); отложения позднего кембрия — мархинская свита.

Данные литологии получены из описаний керна скважин, в межскважинном пространстве при моделировании литологические данные были проинтерполированы вдоль профиля. Температуры на поверхности были взяты из результатов исследований по скважинам, оценка теплового потока в основании осадков была проведена по данным работы М.Н. Железняк [1]. Эти данные приняты в качестве граничных условий для последующего моделирования. Граничные условия модели были интерполированы на всю длину профиля.

Характеристика нефтяной системы включает в себя определение материнских свит, коллекторов и покрывшек. На территории осадочного бассейна главными нефтегазогенерирующими отложениями являются глинистые породы куонамской свиты. В. А. Каширцев в своей монографии [6] указывает на вещественные следы существования очага нефтегазообразования в отложениях куонамской свиты на северном склоне Алданской антеклизы (бассейн р. Амги), где в среднекембрийских известняках танханской свиты установлена нефтяная залежь, по геохимическим параметрам отвечающая составу материнского вещества куонамской формации. Самыми существенными признаками связи этой нефти с ОВ куонамской свиты являются высокое содержание ванадил-порфиринов, присутствие диастеранов и отсутствие 12- и 13-монометилалканов (характерных для докембрийских нафтидов). По результатам исследований керна материала были выделены обогащенные глинистые прослои в рифейских и вендских отложениях. В качестве коллекторов выступают карбонатные отложения чукукской свиты, объединённые при моделировании джахтарская и оленёкская свиты, а также рифовый комплекс, образованный в раннем кембрии. Флюидоупором по профилю на основании литологических данных принята преимущественно глинистая толща хабардинской свиты.

Характеристика нефтематеринских пород куонамской свиты была принята по результатам изучения обнажений и колонковых скважин северо-востока Сибирской платформы [5]. Для куонамской свиты определен I тип керогена со средним начальным Сорг 8% и водородным индексом 600 УВ/г ОВ. Для рифейских и вендских нефтегазоматеринских толщ принят II тип керогена с Сорг, равным 3% и водородным индексом 400 УВ/г ОВ. Параметры керогена взяты из стандартной библиотеки Temis.

По результатам моделирования история созревания ОВ с учетом данных по катагенезу ОВ куонамской свиты предлагается следующая. Во время накопления осадочной толщи с рифея до позднего кембрия погружения и прогрева бассейна было недостаточно для генерации углеводородов. В течение позднего кембрия во время дальнейшего погружения в центральной части бассейна в нефтяное окно вошли породы рифея. В ордовике в главную зону нефтеобразования входят отложения венда в центральной части бассейна. Рифейские материнские породы вошли в нефтяное окно вдоль всего профиля. К концу девона отложения рифея и венда всё ещё находятся в главной зоне нефтеобразования. Кроме того, в нефтяное окно входит куонамская свита (преимущественно в центральной части бассейна). На момент максимального погружения в течение перми-раннего триаса отложения рифея и венда достигают главного окна газообразования и остаются в нём и в настоящее время. ОВ куонамской свиты находится в зоне нефтяного окна с конца девона (рис. 1).

Степень реализации нефтегазоматеринского потенциала рассчитывается как отношение доли генерированных углеводородов к потенциальному начальному количеству в материнской породе. Протерозойские материнские породы на конец максимального погружения в конце раннего триаса реализовали свой потенциал на 93–98% в центральной части, а на периферии — на 78–88%. Такое преобразование сохраняется в настоящее время. ОВ куонамской свиты на момент максимального погружения реализовало потенциал на 35–45%, и это соотношение сохранилось к настоящему времени. Миграция УВ из ОВ куонамской свиты ориентирована преимущественно вертикально, но отмечается и латеральная миграция в рифовый комплекс.

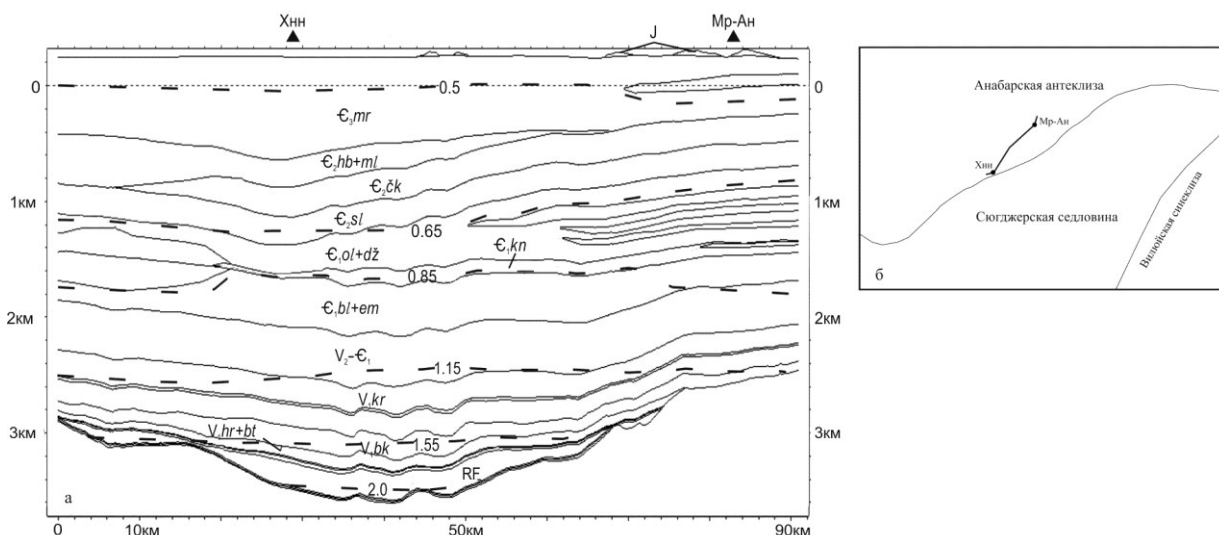


Рис. 1. а — степень катагенетического преобразования ОВ пород, R_0 (%), б — схема расположения профиля

Заключение. На основе проведенного двухмерного моделирования можно сделать вывод, что основные эпизоды генерации углеводородов в пределах осадочного бассейна на юге Анабарской антеклизы имели место в ордовике (для ОВ глубокопогруженных отложений рифея и венда) и в конце раннего триаса (для ОВ куонамской свиты). Основным источником для образования скоплений углеводородов в коллекторах Западно-Якутской кембрийской рифовой системы является куонамская свита, т.к. она находится в главной зоне нефтегенерации и обладает высоким нефтегазоматеринским потенциалом. Глубокопогруженные рифейские и вендские материнские породы практически полностью реализовали свой генерационный потенциал, но в течение геологической истории могли также вносить свой вклад в формирование УВ, хотя и в существенно меньшем объеме в данном районе.

Литература

1. Железняк М. Н. Геотемпературное поле и криолитозона юго-востока Сибирской платформы. Новосибирск: Наука, 2005. 227 с.
2. Конторович А. Э., Сурков В. С., Трофимук А. А. (ред.) Геология нефти и газа Сибирской платформы. М.: Недра, 1981. 552 с.
3. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Кембрий Сибирской платформы. Т. 1: Стратиграфия / С. С. Сухов. [и др.] // под ред. А. Э. Конторовича. Новосибирск : ИНГСО РАН, 2016. 497 с.
4. Старосельцев В. С., Ефимов А. С., Соболев П. Н. Углеводородное сырье битуминозных пород Сибирской платформы // Геология нефти и газа. 2013. № 5. С. 73–80.
5. Болдушевская Л. Н., Филиппов Ю. А., Переладов В. С. История нефтегазообразования в отложениях куонамской свиты северо-восточной части Сибирской платформы // Геология и минеральные ресурсы Красноярского края. Красноярск, КНИИГиМС, 2007. Вып. 8. С. 70–74.
6. Каширцев В. А. Органическая геохимия нафтидов востока Сибирской платформы. Якутск: Изд-во ЯФ СО РАН, 2003. 159 с.

Савчик Дарья Михайловна, аспирант Сибирского федерального университета, геолог 1-й категории ООО «РН-КрасноярскНИПИнефть», г. Красноярск.