

РОЛЬ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В ФОРМИРОВАНИИ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ РИФТОГЕННО- ОСАДОЧНОГО КОМПЛЕКСА МОЛОДЫХ ПЛАТФОРМ

Коробова Людмила Александровна, кандидат геолого-минералогических наук, Саратовский государственный университет, 410012, Россия, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, e-mail: korob@info.sgu.ru

Коробов Александр Дмитриевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН, 410012, Россия, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, e-mail: korobovea@yandex.ru

В статье рассмотрено влияние тектоно-гидротермальных этапов активизации в Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции на формирование нетрадиционных коллекторов и связанных с ними залежей УВ. Предложены новые методы поисков нефтегазоперспективных объектов.

Ключевые слова: нетрадиционные коллекторы, гидротермальные растворы, нефтегазоносность.

THE FUNCTION OF CONVECTION MASS AND HEAT TRANSFER IN HYDROCARBONS DEPOSITS FORMATION AT SEDIMENTARY RIFT COMPLEX OF YOUNG PLATFORMS

Korobova Lyudmila A., C.Sc. in Geology and Mineralogy, Saratov State University, 83 Astrakhan st., Saratov, 410012, Russia, e-mail: korob@info.sgu.ru

Korobov Aleksandr D., D.Sc. in Geology, Professor, Academician of RANS, Saratov State University, 83 Astrakhan st., Saratov, 410012, Russia, e-mail: korobovea@yandex.ru

The paper deals with importance of the tectonic-hydrothermal stages of activation within the West Siberian oil-and-gas bearing province for generating alternative reservoirs and the associated HC deposits. New methods of search of oil-and gas prospective objects are offered.

Key words: alternative reservoirs, hydrothermal solutions, oil-and-gas content.

Несмотря на значительные достижения в развитии теоретических основ нефтегазовой геологии за последние десятилетия, причины резкой избирательности размещения месторождений углеводородного (УВ) сырья в литосфере все еще не находят своего однозначного объяснения. В семидесятых и в первой половине восьмидесятых годов XX в. появилась достаточно стройная теория стадийности нефтегазообразования, основу которой составляет представление о нефтегазоносности как закономерном явлении, возникающем на определенных стадиях развития осадочных бассейнов. На первом месте в понимании механизма генерации УВ оказалась температура как основной фактор катагенетического преобразования пород. Температурные границы и отвечающие им глубинные интервалы, как правило, определяют вертикальную зональность нефтегазообразования и размещения залежей. При этом важно подчеркнуть, что тепловые поля (кондуктивный теплоперенос), контролирующие границы главных фаз и главных зон нефте- и газообразова-

ния, в понимании Н.Б. Вассоевича, практически не изменяются во времени, т.е. остаются в статическом состоянии и характеризуют геостатический режим генерации УВ. Последний складывается из двух факторов: давления, которое в осадочной толще контролируется силами гравитации, и температуры, которая определяется установившимся тепловым (кондуктивным) полем. В условиях активного тектогенеза, который переживают большинство седиментационных бассейнов на пути их превращения в бассейны нефтегазоносные, распределение давлений и температур в осадочном чехле значительно усложняется. Поэтому закономерности, установленные для геостатической обстановки, существенно нарушаются и приходят в противоречие с новым фактическим материалом, полученным, в частности, на нефтяных и газовых месторождениях рифтогенных осадочных бассейнов.

Начавшийся со второй половины восьмидесятых годов прошлого столетия флюидодинамический этап, призванный устранить вышеотмеченные противоречия, успешно развивается в настоящее время. Его особенность заключается в признании геологами эволюционно-динамических факторов генерации УВ и установлении генетических связей между динамикой трех процессов: а) мощного осадконакопления; б) интенсивного прогрева, протекающего в условиях как растяжения, так и сжатия; в) активного нефтегазообразования. Принципиально новым является понимание исследователями того, что прогрев осадочных пород связан не только с кондукционной передачей тепла, но и с конвективным тепломассопереносом. Если первый механизм создает общий тепловой фон, то конвективные процессы являются, в частности, серьезными ускорителями генерации углеводородов [9]. Свидетельством конвективного прогрева бассейнов мощного осадконакопления могут служить широкое развитие гидротермальных (гидротермально-метасоматических) процессов, а также обогащенность залежей нефти и газа металлами и глубинными газами. Такой подход к проблеме чрезвычайно важен для молодой Западно-Сибирской плиты (рифтового седиментационного бассейна), т.к. установлена [10] прямая генетическая связь между рифтогенезом и возникновением осадочных бассейнов, с одной стороны, и формированием в них крупных скоплений нефти и газа – с другой.

Проведенные исследования показали, что в районе Красноленинского свода, где расположено Талинское месторождение под влиянием циркулировавших высокотемпературных растворов в крупнозернистых песчаниках и гравелитах шеркалинской пачки произошла полная замена терригенной ассоциации минералов на гидротермальную. Она осуществлялась последовательно и носила зональный характер (в порядке нарастания кислотности): альбит + хлорит + карбонаты → альбит + каолинит + диккит + кварц → каолинит + диккит + кварц → диккит + кварц + опал → кварц ± опал. Причем переход от свежих полимиктовых песчаников и гравелитов до зон их максимальной гидротермальной переработки, по данным В.И. Белкина и А.К. Бачурина [1], колеблется в интервале от десятков сантиметров до первых метров.

В этом ряду свое четкое место занимает альбитизация плагиоклазов. Аутигенный альбит шеркалинской пачки, как правило, представляет собой пористый или пористый монокристалл, пустоты которого заполнены вторичными минералами. Среди них, с учетом новообразованного минерала-хозяина, необходимо различать две ассоциации, типичные, с точки зрения Д.С. Коржинского [2] и Н.И. Наковника [8], для двух генетически взаимосвязанных гидротермально-метасоматических формаций: пропилитовой (альбит + хлорит +

карбонаты) и вторичных кварцитов (каолинит + диксит + кварц). Следовательно, отмеченные минеральные ассоциации определяют пограничные условия двух процессов, которые существовали на Талинском месторождении в период тектоногидротермальной активизации. Это подтверждается тем, что альбитизация происходит под действием слабокислых (рН 6) растворов [7], имеющих температуру 290 °С и выше [3]. При этом процессы пропилитизации в породах шеркалинской пачки носят эмбриональный характер, а сернокислотное выщелачивание проявлено чрезвычайно широко. Такие обстановки минералообразования с температурой 150–200 °С были типичны для изолированных впадин с риолитовыми куполами и перекрывающих их пород чехла. Там формировались кислотно выщелоченные коллекторы формации вторичных кварцитов и осуществлялся синтез преимущественно жидких УВ. В рифтах с базальтовым комплексом и надрифтовых желобах с терригенными породами (Северо-Хальмерпаютинское, Пяяхинское и другие месторождения, Большехетская впадина) под влиянием горячих растворов минералообразование протекало в более высокотемпературных (от 200–290 до 380 °С) щелочных условиях. Там возникали пропилитовые коллекторы и флюидоупоры, а также газообразные нафтиды [4].

В этой связи напрашивается закономерный вопрос: чем обусловлены различия аутигенеза и фазовой зональности УВ в структурах активизации рифтогенных седиментационных бассейнов? Ответ на вторую часть вопроса заключается в том, что фазовая зональность генерируемых нафтидов Западной Сибири контролируется зональностью температурной, которая, в свою очередь, является отражением региональной метасоматической зональности. Последняя возникает в нефтегазоматеринских породах при тектоногидротермальной активизации [4]: изолированные впадины и перекрывающие их породы чехла: нефть (гидротермальные аргиллизиты 60–170 °С) → нефть + газоконденсат (гидротермальные аргиллизиты, вторичные кварциты 150–200 °С); рифты и надрифтовые желоба: газоконденсат (пропилиты низкотемпературные 200–290 °С) → газ (пропилиты среднетемпературные 290–380 °С). Однако при этом надо постоянно помнить, что современная фазовая зональность УВ на месторождениях Западной Сибири часто не укладывается в изложенную схему. Связано это с очень высокой миграционной способностью нафтидов, чутко реагирующих на меняющийся режим температур и давлений во время тектонической перестройки. Это сильно осложняет вертикальное и латеральное распределение жидких и газообразных УВ.

Чтобы ответить на первую часть вопроса необходимо вспомнить, что рН растворов на месторождениях углеводородного сырья контролируется прежде всего окислением органического вещества (ОВ) и в меньшей степени – УВ. Поэтому различия кислотно-щелочных обстановок гидротермального минерогенеза в структурах активизации определялись при прочих равных условиях неодинаковым содержанием рассеянного ОВ и составом УВ в каждой из них.

В перекрывающих изолированные впадины породах чехла температуры в периоды тектонической перестройки, видимо, редко превышали 200 °С. Можно предположить, что при этом не все ОВ трансформировалось в УВ. Часть его оставалась в породах и могла окисляться, понижая рН растворов. Кроме того, при созревании рассеянного ОВ и образовании УВ выделялся сероводород, который впоследствии при окислении давал серную кислоту,

повышающую активность гидротерм. Микронепфть (нефть) также могла окисляться и создавать низкие значения pH нагретых вод. Все сказанное в совокупности порождало кислые агрессивные растворы. Они вызывали глубокое выщелачивание, особенно если процесс протекал в режиме интенсивного пульсирующего стресса, способствующего быстрому удалению продуктов реакции из пластовой системы, что наблюдалось на Талинском месторождении [5]. Однако на фоне кислотного выщелачивания могли возникать кратковременные обстановки щелочного минералообразования (адуляризация), связанные с вскипанием гидротерм и потерей CO₂.

Иная картина складывалась в надрифтовых желобах, где температуры в периоды тектонической активизации были существенно выше (200–380 °С). В таких случаях происходила глубокая и более полная трансформация органического вещества в углеводороды (природный газ, газоконденсат). Рассеянного ОВ, способного окисляться, оставалось слишком мало в материнских и вмещающих породах. Кроме того, в составе генерируемого при этом «нижнего высокотемпературного газа» [6] доминировал устойчивый к окислению метан. Он быстро заполнял коллектор, вытеснял воду и консервировал пластовую систему, т.е. прекращал развитие в ней регрессивного аутигенеза. Все это препятствовало снижению pH нагретых растворов и гидротермальное минералообразование происходило до прихода УВ в пласт в щелочной (до близонейтральной) обстановке.

Из этого следует, что в седиментационных бассейнах с погребенным континентальным рифтом при тектонической активизации появлялись различные по своим параметрам потоки глубинных тепловых флюидов, т.е. имел место разноинтенсивный конвективный теплоперенос. Взаимодействуя с породами осадочного чехла, флюиды, с одной стороны, определяли кислотность – щелочность растворов и формационную принадлежность гидротермальных коллекторов, а с другой – контролировали фазовую зональность образующихся УВ. Поэтому формирование вторичных коллекторов в таких случаях нельзя рассматривать в отрыве от процесса нефтегазогенерации.

Список литературы

1. Белкин В. И. Строение и происхождение высокопроницаемых коллекторов из базальных слоев юры Талинского месторождения / В. И. Белкин, А. К. Бачурин // Докл. АН СССР. – 1990. – Т. 310, № 6. – С. 1414–1416.
2. Коржинский Д. С. Очерк метасоматических процессов / Д. С. Коржинский // Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. – М. : Изд-во АН СССР, 1953. – С. 332–452.
3. Коробов А. Д. История гидротермального минералообразования Паужетского месторождения парогидротерм и палеогидротермальных систем района / А. Д. Коробов, О. П. Гончаренко, С. Ф. Главатских [и др.] // Структура гидротермальной системы. – М. : Наука, 1993. – С. 88–120.
4. Коробов А. Д. Нефтегазоперспективный рифтогенно-осадочный формационный комплекс как отражение гидротермальных процессов в породах фундамента и чехла / А. Д. Коробов, Л. А. Коробова // Геология нефти и газа. – 2011. – № 3. – С. 14–23.
5. Коробов А. Д. Пульсирующий стресс как отражение тектоногидротермальной активизации и его роль в формировании продуктивных коллекторов чехла (на примере Западной Сибири) / А. Д. Коробов, Л. А. Коробова // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2012. – № 6. – С. 4–12.

6. Кравченко К. Н. Нафтидное районирование арктических акваторий России и Аляски в связи с размещением и поисками уникальных месторождений нефти и газа / К. Н. Кравченко, О. В. Иванова, Ю. К. Бурлин, Б. А. Соколов // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. – 2000. – № 11. – С. 2–10.

7. Набоко С. И. Физико-химические условия гидротермальной калишпатизации и альбитизации / С. И. Набоко // Проблемы петрологии и генетической минералогии. – М. : Наука, 1970. – Т. 2. – С. 88–97.

8. Наквник Н. И. Вторичные кварциты СССР и связанные с ними месторождения полезных ископаемых / Н. И. Наквник. – М. : Недра, 1968. – 335 с.

9. Соколов Б. А. О возможной быстрой современной генерации нефти и газа / Б. А. Соколов, А. Н. Гусева // Вестник МГУ. – 1993. – № 3. – С. 39–46. – (Сер. геологическая).

10. Хайн В. Е. Рифтогенез и нефтегазоносность: основные проблемы / В. Е. Хайн, Б. А. Соколов // Рифтогенез и нефтегазоносность. – М. : Наука, 1993. – С. 5–16.

References

1. Belkin V. I. Stroenie i proishozhdenie vysokopronicaemyh kollektorov iz bazal'nyh sloev jury Talinskogo mestorozhdenija / V. I. Belkin, A. K. Bachurin // Dokl. AN SSSR. – 1990. – Т. 310, № 6. – С. 1414–1416.

2. Korzhinskij D. S. Oчерк metasomaticheskikh processov / D. S. Korzhinskij // Osnovnye problemy v uchenii o magmatogennyh rudnyh mestorozhdenijah. – М. : Izd-vo AN SSSR, 1953. – С. 332–452.

3. Korobov A. D. Istorija gidrotermal'nogo mineraloobrazovanija Pauhetskogo mestorozhdenija parogidroterm i paleogidrotermal'nyh sistem rajona / A. D. Korobov, O. P. Goncharenko, S. F. Glavatskih [i dr.] // Struktura gidrotermal'noj sistemy. – М. : Nauka, 1993. – С. 88–120.

4. Korobov A. D. Neftegazoperspektivnyj riftogenno-osadochnyj formacionnyj kompleks kak otrazhenie gidrotermal'nyh processov v porodah fundamenta i chehla / A. D. Korobov, L. A. Korobova // Geologija nefi i gaza. – 2011. – № 3. – С. 14–23.

5. Korobov A. D. Pul'sirujuvij stress kak otrazhenie tektonogidrotermal'noj aktivizacii i ego rol' v formirovanii produktivnyh kollektorov chehla (na primere Zapadnoj Sibiri) / A. D. Korobov, L. A. Korobova // Geologija, geofizika i razrabotka nefjnyh i gazovyh mestorozhdenij. – 2012. – № 6. – С. 4–12.

6. Kravchenko K. N. Naftidnoe rajonirovanie arkticheskikh akvatorij Rossii i Aljaski v svjazi s razmeweniem i poiskami unikal'nyh mestorozhdenij nefi i gaza / K. N. Kravchenko, O. V. Ivanova, Ju. K. Burlin, B. A. Sokolov // Geologija, geofizika i razrabotka nefjnyh mestorozhdenij. – 2000. – № 11. – С. 2–10.

7. Naboko S. I. Fiziko-himicheskie uslovija gidrotermal'noj kalishpatizacii i al'bitizacii / S. I. Naboko // Problemy petrologii i geneticheskoi mineralogii. – М. : Nauka, 1970. – Т. 2. – С. 88–97.

8. Nakovnik N. I. Vtorichnye kvarcity SSSR i svjazannye s nimi mestorozhdenija poleznyh iskopaemyh / N. I. Nakovnik. – М. : Nedra, 1968. – 335 s.

9. Sokolov B. A. O vozmozhnoj bystroj sovremennoj generacii nefi i gaza / B. A. Sokolov, A. N. Guseva // Vestnik MGU. – 1993. – № 3. – С. 39–46. – (Ser. geologicheskaja).

10. Hain V. E. Riftogenez i neftegazonosnost': osnovnye problemy / V. E. Hain, B. A. Sokolov // Riftogenez i neftegazonosnost'. – М. : Nauka, 1993. – С. 5–16.