РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В НЕФТЯХ И БИТУМОИДАХ БЕРЕЗОВСКОЙ ПЛОЩАДИ РОМАШКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Д.Т. Габдрахманов[1], О.С. Носова[2], И.П. Косачев [3]

Научный руководитель ведущий научный сотрудник Г.П. Каюкова [1, 2, 3]

[1]Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

[2]Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия

[3]Институт органической и физической химии, г. Казань, Россия

Волго-Уральский регион, на территории которого находится гигантское многопластовое Ромашкинское нефтяное месторождение, был одним из главнейших нефтедобывающих регионов на протяжении нескольких десятков лет и в результате нефтепоисковых работ хорошо изучен. Однако до сих пор существуют различные точки зрения в вопросе источника генерации таких огромных объемов углеводородов [5]. Многие исследователи не отрицают возможности поступления углеводородов из фундамента [6]. Микроэлементный состав нефтей позволяет судить об условиях образования и миграции нефти [4, 9]. В нефтях микроэлементы в большинстве своем содержатся в смолисто-асфальтеновых соединениях. Асфальтены и смолы при взаимодействии с пластовыми водами за счет протекании процессов осернения и окисления обогащаются галогеновыми соединениями и металлами преимущественно группы железа и меди, но также в их составе могут присутствовать щелочные и щелочноземельные металлы [1].

Целью настоящего исследования являлось изучение распределения микроэлементов в нефтях и битумоидах из разновозрастных осадочных отложений Березовской площади, а также из пород фундамента Миннибаевской площади, которая прилегает к Березовской. Осаждение асфальтенов из нефтей проводилось в 40-кратном по объему количестве петролейного эфира в течение 24 часов. Далее асфальтены отфильтровывались и промывались бензолом в аппарате Сокслета. Сушка асфальтенов проводилась с помощью вакуумного насоса до постоянной массы. Микроэлементный состав асфальтенов нефтей определяли методом эмиссионного спектрального анализа на дифракционном спектрографе ДФС–458.

Больше всего микроэлементов содержится в асфальтенах из доманиковых отложений (1,17 мас. %), но более половины их содержания приходится на B (0,68 мас. %). По другим образцам содержание микроэлементов колеблется в интервале 0,10-0,61 мас. %. Однако нужно учитывать, что месторождение находится на поздней стадии разработки, нефти сильно обводнены и подвергались техногенному воздействию при проведении мероприятий по интенсификации добычи, поэтому содержание микроэлементов выше 1 % от массы асфальтенов не учитывалось при общем содержании микроэлементов. В основном высокие концентрации характерны для элементов, присутствующих в составе пластовых вод – Ca, Mg, Na. Однако даже в пробах из кристаллического фундамента содержания кальция (2,8 мас. %) и магния (3,8 мас. %) довольно высокие.

Кроме B в асфальтенах в больших количествах содержатся V (0,19 мас. %), Fe (0,18 мас. %), Ba (0,07 мас. %), Ti (0,054 мас. %), Zn (0,05 мас. %), Mn (0,05 мас. %), Ni (0,03 мас. %), Cu (0,01 мас. %). В асфальтенах битумоидов из пород фундамента и нефтей из доманиковых отложений почти все микроэлементы находятся в наивысших концентрациях, самые бедные микроэлементами – асфальтены нефтей ардатовского горизонта. Так, асфальтены из фундамента содержат в максимальных концентрациях Co, Cu, Ga, Ge, Mn, Ni, Pb и Zn, хотя общее содержание микроэлементов в асфальтенах из пород фундамента ниже среднего (0,27 мас. %). В свою очередь, нефти доманикового горизонта являются лидерами по содержанию B, La, Mo, Sn, Ti, V, Zr, Al и Fe. При этом наблюдается тенденция: если максимум содержания какого-либо микроэлемента приходится на доманиковые нефти, то его минимальное содержание, в большинстве случаев, отмечается в битумоидах, экстрагированных из пород фундамента, реже – в нефтях ардатовского горизонта.

При сравнении распределения микроэлементов в асфальтенах наблюдается переход от высоких концентраций в доманиковых нефтях к низким в битумоидах фундамента таких элементов, как B, Ti, V, Zr, Al, Fe, Sn, Mo. Обратная тенденция наблюдается в распределении Ni и Zn. В остальных случаях выявлены высокие концентрации и в пробах из фундамента и в образцах из доманиковых отложений при пониженном содержании в асфальтенах терригенного девона (Co, Cu, Mn, Pb, La) (рис.).

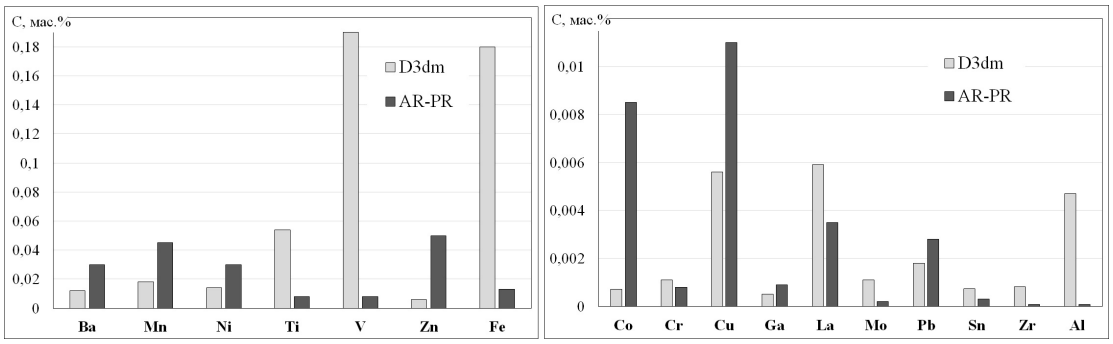

Рис. Распределение микроэлементов по разрезу Березовской площади

В асфальтенах нефтей терригенного девона наблюдается максимум содержания всего трех элементов – As, Ba и Cr; в каменноугольных отложениях ни одного максимума не выявлено. Также установлено, что единственный элемент, содержание которого во всех пробах одинаково, – кадмий, а германий содержится лишь в кристаллическом фундаменте и в терригенных отложениях верхнего и среднего девона, в вышележащих отложениях он не зафиксирован.

В асфальтенах нефтей из доманиковых отложений и из продуктивных пластов нижнего карбона концентрации всех микроэлементов выше, иногда выше на порядок, чем в пробах из мендымских отложений, но учитывая их взаимное расположение, причин этому нет.

Сопоставление распределения микроэлементов по турнейскому и бобриковскому горизонтам с доманиковыми отложениями показало, что их концентрации снижаются в направлении каменноугольных отложений, что свидетельствует о миграции нефти из доманиковых отложений. Исключением являются Ba и Ni, которые характеризуются даже большими концентрациями, чем в пробах из доманика.

Следовательно, существует как минимум два источника микроэлементов в нефтях данной территории: доманиковые отложения и кристаллический фундамент.

Аномально обогащенные микроэлементами (B, Co, Cr, Cu, Ga, La, Mn, Mo, Pb, Zr, Al, Ca, Na, Si) отложения доманика формировались в условиях сильного влияния эндогенных факторов. Активизация гидротерм означала поступление кремнезема и металлов, вулканическая деятельность способствовала обогащению формировавшегося осадка «мантийными» элементами. По литературным данным [2, 3], доманиковые отложения помимо перечисленных микроэлементов обогащены Re, U, Ag, Sb, Zn, Sn, V, Ni, As, Se и Cd. Отложения доманика относятся к богатым керогеном отложениям, который относят к природным геополимерам, имеющим тесную связь с металлами. Металлы не только входят в их состав, но могут выступать как катализаторы их синтеза. В горючих сланцах металлы содержатся в основном в керогене и во вмещающих породах, при этом они могут иметь различный генезис [5]. «Биогенные» элементы (I, Ni, V, Ti, Fe, Al) можно полагать, привнесены органическим веществом, а металлоносность, определяемая такими элементами, как Fe, Cu, Mn, Mg, V, Na, в значительной степени связана с металлами вмещающих горных пород. Также не исключена возможность привноса некоторых элементов (As, Sb, Hg) по трещиноватым зонам из пород фундамента [2, 9].

В сравнении с нефтями, в битумоидах из пород кристаллического фундамента обнаружено повышенное содержание Ni, Co, Cu, Mn и Zn, то есть микроэлементов, способных мигрировать в вышележащие толщи по зонам разуплотнения вместе с пластовыми водами. Нефти и битумоиды кристаллического фундамента отличаются по основному генетическому параметру микроэлементного состава V/Ni.

По сопоставлению отношений микроэлементов V/Ni, V/Cu, Ni/Cu и Ni/Pb все образцы образуют одну группу, т.е. обладают единым источником генерации; по соотношению La/Ge выделяется нефть из карбонатных мендымских отложений, это можно объяснить обогащением карбонатных толщ микроэлементами мантийного происхождения.

Проведенный анализ микроэлементного состава асфальтенов позволил установить основные источники формирования микроэлементного состава нефтей. Ими являются богатые органическим веществом и металлами отложения доманикового горизонта, особенности которых определялись, скорее всего, условиями формирования, и породы кристаллического основания, микроэлементы из которого привносятся в нефтяные залежи пластовыми водами по трещиноватым зонам. Также весомую роль играет техногенное воздействие на залежи нефти.

Литература

1. Батуева И.Ю., Гайле А.А., Поконова Ю.В. и др. Химия нефти. – Л.: Химия, 1984. – С. 283 – 298.
2. Готтих Р.П., Писоцкий Б.И. К вопросу о формировании нефтематеринских толщ // Георесурсы, 2006. – № 4 (21). – С. 6 – 10.
3. Карпузов А.Ф., Карпунин А.М., Соболев Н.Н., Мозолева И.Н. Минерально-сырьевой потенциал черносланцевых формаций платформенных комплексов России // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2008. – № 2. – С. 12 – 18.
4. Каюкова Г.П., Курбский Г.П., Юсупова Т.Н. и др. Особенности состава и свойств нефтей по разрезу продуктивных толщ в Татарстане // Геология нефти и газа, 1993. – №5. – С. 37 – 43.
5. Каюкова Г.П., Романов Г.В., Лукьянова Р.Г., Шарипова Н.С. Органическая геохимия осадочной толщи и фундамента территории Татарстана. – М.: ГЕОС, 2009. – 487 с.
6. Муслимов Р.Х., Лобов В.А., Хаммадеев Ф.М., Аминов Л.З., Абдуллин Н.Г., Кавеев И.Х., Филипповский В.И. Обоснование заложения и основные результаты бурения скважины 20000 // Глубинные исследования архейского фундамента востока Русской платформы в Миннибаевской скв. 20 000. – Казань: Тат. кн. изд-во, 1976. – С. 3 – 14.
7. Маслов А.В. Методические аспекты использования редкоземельных и малых элементов для рекострукции условий накопления и последующего преобразования осадочных пород и углеводородов // Повышение нефтеотдачи пластов на поздней стадии разработки нефтяных месторождений и комплексное освоение высоковязких нефтей и природных битумов: материалы Междунар. научно-практической конф. – Казань: Изд-во «Фэн», 2007. – С. 397 – 400.
8. Пунанова С.А. Геохимические особенности палеозойских нефтей Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна // Нефтехимия, 2002. – №6. – С.428 – 436.
9. Пунанова С.А. Микроэлементы нефтей, их использование при геохимических исследованиях и изучении процессов миграции. – М.: Недра, 1974. – 216 с.