



УДК 552.578

КОРРЕЛЯЦИЯ НЕФТЕЙ НА ОСНОВЕ МИКРОЭЛЕМЕНТНЫХ ДАННЫХ

CORRELATION OF OIL BASED ON TRACE ELEMENT DATA

Пуланова Светлана Александровна

доктор геолого-минералогических наук,
старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник,
Институт проблем нефти и газа РАН
punanova@mail.ru

Punanova Svetlana Aleksandrovna

Doctor of Geological and Mineralogical
Sciences, Senior Researcher
Leading Researcher,
Institute of Oil and Gas Problems
of the Russian Academy of Sciences
punanova@mail.ru

Аннотация. В настоящем сообщении на основании литературных источников и собственных разработок автора приводится пример дифференциации нефтей на различные геохимические типы как по комплексу микроэлементов (МЭ) или их соотношениям, а также по одному «контрастному» МЭ. В Западном Предкавказье для выделения геохимических типов нефтей наряду с концентрацией таких генетически информативных МЭ, как ванадий и никель, использована величина содержания Со в коксе.

Annotation. In this report, on the basis of literary sources and the author's own developments, an example of the differentiation of oils into different geochemical types is given both by the complex of trace elements (TE) or their ratios, as well as by one «contrasting» TE. In the Western Ciscaucasia, the Co content of coke is used to isolate geochemical types of oil along with the concentration of such genetically informative TE as vanadium and nickel.

Ключевые слова: микроэлементы, нефти, Западное Предкавказье, геохимические типы, ванадий, никель, кобальт, кокс.

Keywords: trace elements, oil, Western Ciscaucasia, geochemical types, vanadium, nickel, cobalt, coke.

В нефти и её производных выявлено более 60 элементов. В применении к ним укрепился термин «микроэлементы» (в иностранной литературе «Traceelements» или «Spurenelementen»), введенный А.П. Виноградовым для Zn, Br, Mn, Cu, I, As, B, F, Pb, Ti, V, Cr, Ni, Sr, встречающихся в живом веществе от 1 до 100 г/т. Представляется, что только технические ограничения препятствуют обнаружению в нефтях почти всех элементов Периодической таблицы Д.И. Менделеева. Концентрации их невысоки, однако они несут важную информацию.

Проблема дифференциации нефтей в разрезе и по площади осадочных бассейнов актуальна на любых этапах комплексного геолого-геохимического изучения. Обычно корреляция в системе нефть – нефть способствует решению многих сложных нефтепоисковых проблем. При сопоставлении нефтей и их типизации используют самые разнообразные геохимические параметры, однако состав МЭ нефтей уже давно и успешно применяется для этих целей.

В основу выделения геохимических типов нефтей нами положены регионально выдержанные по площади или в разрезе различия в содержаниях МЭ, концентрационном порядке распределения МЭ по уменьшению или росту их концентрации, а также отличия в величинах отношений концентраций некоторых МЭ, содержание которых в нефтях сравниваемых комплексов относительно стабильно. Положительный результат дают генетические показатели, не изменяющие своих величин при вторичных преобразованиях нефтей.

Результаты подобных исследований были нами опробованы на примере нефтей Тимано-Печорского, Южно-Каспийского (Азербайджан), Волго-Уральского и некоторых других НГБ [1, 2]. В настоящем сообщении на основании литературных источников и собственных разработок автора приводится пример эффективного использования МЭ состава нафтидов для корреляций и дифференциации в системе нефть – нефть при изучении нефтей Западного Предкавказья, входящего в Северо-Кавказско-Мангышлакский нефтегазоносный бассейн. Именно в этом регионе успешный пример дифференциации нефтей на различные геохимические типы применен нами не только по комплексу МЭ или их соотношениям, но и по одному «контрастному» МЭ. В Западном Предкавказье для выделения геохимических типов нефтей использована величина содержания Со в коксе.

Анализ фактического материала по содержанию МЭ в нефтях Западного Предкавказья из отложенных различного возрастного интервала, проведенный нами по опубликованным материалам [3, 4, 5] и собственным аналитическим определениям, позволил установить, что характерной особенностью нефтей Предкавказья является их общая обедненность МЭ и никелевая металлогения ($V/Ni < 1$). Особенно низкие концентрации по сравнению с нефтями других регионов отмечаются для главных, очень характерных для нефтей и хорошо изученных элементов – V и Ni. Их содержание в нефтях Предкавказья изменяется в основном от 0,0n до n, г/т.



Нейтронно-активационным методом было проанализировано более 40 проб нефтей, отобранных на месторождениях Краснодарского края. Анализ состава нефтей из месторождений Анастасиевско-Троицкое, Абино-Украинское, Кудак-Киевское, Ново-Дмитриевское, Кеслерово, Хадыженское, Холмское и др. показал большой разброс величин содержаний МЭ – Co, Na, Br, Cl, Cu, Mn, Cr, Au, As, Ga, Se. Содержание Co определялось и в коксах. Поскольку Co практически полностью содержится в коксе, концентрацией этого элемента в низкокипящих фракциях можно пренебречь.

По характеру распределения МЭ четко разграничиваются нефти различных возрастных групп (рис. 1). Т.А. Ботневой было выделено пять геохимических типов нефтей [3]. Действительно, по МЭ характеристике существенно выделяются нефти мэотиса, отличительной особенностью которых является более высокое содержание в них Ni (10,5 г/т) и самое низкое отношение V/Ni (0,16) за счет низкого содержания V (1,7 г/т) по сравнению с нефтями других возрастных групп. Если сверху вниз по разрезу кривые содержаний МЭ (V, Co, Na) изменяются симбатно с изменением свойств и состава нефтей, то лишь в отложениях мэотиса этот параллелизм нарушается резким увеличением содержания Ni, которое происходит на фоне уменьшения содержаний V и серы.

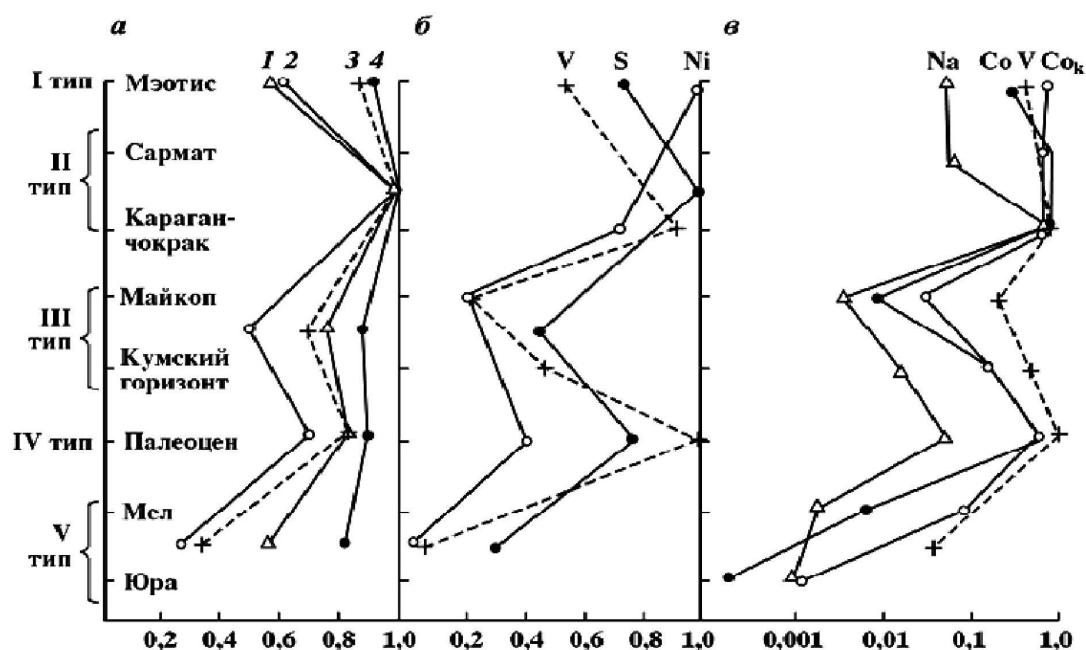


Рисунок 1 – Изменение наиболее вероятных значений некоторых физико-химических свойств нефтей различных генетических типов [3, 4] и содержаний в них МЭ [1, 5].

Кривые нормированы по максимальному значению: а – физико-химические свойства нефтей:

1 – содержание асфальтенов; 2 – число атомов С на молекулу в нафтено-парафиновой фракции;

3 – количество колец в нафтено-парафиновой фракции; 4 – плотность;

б – средние содержания в нефтях ванадия, серы, никеля;

в – средние содержания в нефтях кобальта и натрия в полулогарифмическом масштабе

(Co к содержание в коксах); для сравнения в том же масштабе приведены данные по ванадию

Сравнение результатов наших определений содержания МЭ с данными [3] показывает, что изменение концентраций Co в жидких нефтях во многом соответствует распределению других МЭ в нефтях Западного Предкавказья, а также изменению свойств и структуры УВ нефтей. Так, нефти палеоцена, как и нефти миоцена, характеризуются не только высокими содержаниями Co, но и повышенными концентрациями серы, смол, асфальтенов, парафина, V, Ni и металлопорфириновых комплексов. Строение УВ этих нефтей наиболее сложное. Майкопские нефти Ново-Дмитриевского месторождения и особенно нефти из юрских отложений Баракаевского месторождения отличаются от других изученных нефтей не только низкими содержаниями Co, но и минимальными концентрациями V, Ni, Fe и Br, низкими содержаниями серы, смол и асфальтенов, относительно простой структурой УВ нафтено-парафиновых фракций.

Несмотря на такое соответствие наших данных с делением нефтей на типы по [3], имеются и некоторые отличия. Так, например, в один тип объединены нефти майкопской и кумской свит (III тип), в то же время именно эти нефти характеризуются значительной разницей в концентрациях МЭ. При близком составе нефтей, содержания V, Ni и Fe в кумской нефти выше в 2–3 раза по сравнению с майкопской, а концентрация Co на порядок больше вследствие различной его концентрации в высококипящих фракциях. Аналогичная картина наблюдается и для нефтей ванадиевого типа, который



включает нефти из отложений юры и мела. Если в работе [3], основываясь на данных по физико-химическим свойствам нефтей и их УВ особенностям, объединены нефти из этих возрастных отложений в один геохимический тип, то нами по МЭ составу были выделены два типа нефтей. Нефти же мзотиса и чокрака-карагана, рассматриваемые отдельно, как два типа, по концентрации Со в коксе отличаются несущественно, и объединены нами в один тип. Таким образом, по распределению Со в коксе нами выделены шесть геохимических типов нефтей.

В таблице 1 приведена дифференциация нефтей по концентрациям Со в коксах в сопоставлении с дифференциацией нефтей по [3, 4].

Таблица 2 – Типизация нефтей Западного Предкавказья

Типы нефтей по [3]	Возраст вмещающих отложений	Содержание элементов, г/т				Число проанализированных проб на Со	Типы нефтей по содержанию Со в коксе
		в нефтях			в коксе		
		V*	Ni*	Со**	Со**		
I	Миоцен; мзотис	1,72	10,5	0,8	9,0	7	I
II	Миоцен; сармат-караган-чокрак	2,95	7,55	2,26	6,2	6	
III	Миоцен; майкоп	0,7	2,11	0,08	0,32	7	II
	Эоцен	1,5	2,92	0,37	2,1	5	III
IV	Палеоцен	3,21	4,33	1,52	5,6	12	IV
V	Нижний мел	0,14	0,21	0,015	0,9	1	V
	Верхняя юра			< 0,002	< 0,02	4	VI

Т.А. Ботневой отмечается непостоянство состава нефтей в пределах отдельных стратиграфических комплексов, и рекомендуемая ею типизация объясняется изменением свойств нефтей в процессе миграции или/и гипергенного их преобразования. Данные по МЭ составу не противоречат выдвинутой точке зрения, однако изменения содержания Со в коксах газоконденсатов (V тип, мел-юра) не могут быть объяснены только фильтрационным эффектом. При фильтрации, как показали наши исследования, возможны потери Со в расчете на всю нефть, обусловленные потерей тяжелых фракций, однако содержание Со в высококипящих фракциях при этом изменяется незначительно. Исходя из этого, различие содержания МЭ в нефтях месторождения Безводное (мел) и Баракаевское (юра) и особенно Со в коксе этих нефтей имеет генетическую природу, по-видимому, обусловлено наличием разных источников УВ. Плотность миоценовых нефтей, как и содержание в них смол, асфальтенов, а также Со, значительно увеличивается вверх по восстанию, что, вероятно, связано с процессами гипергенеза. Концентрация Со в коксах остаётся более стабильной. Сопоставление нефтей майкопского и кумского горизонтов (эоцен) показывает, что по содержанию Со в коксе они сильно различаются.

Таким образом, представляется, что дифференциация нефтей в разрезе и по площади по концентрациям Со в высококипящих фракциях может проводиться более обоснованно и результативно, чем по содержанию Со в нефти, или по таким параметрам как плотность, содержание смол и асфальтенов. Последние, как известно, реагируют на миграционные процессы, а также резко изменяются при гипергенезе. Необходимо подчеркнуть, что сопоставление нефтей при их корреляции и дифференциации более правомерно проводить не только по величине концентраций Со, рассчитанных на высококипящую фракцию, но и по содержанию других металлов, рассчитанных на ту узкую фракцию, где они сконцентрированы.

Статья написана в рамках выполнения государственного задания (тема «Фундаментальные проблемы геологии, геохимии и гидрогеологии нефтегазоносных осадочных бассейнов. Обоснование значимых факторов эффективного прогноза крупных скоплений УВ в неструктурных условиях», № АААА-А16-116022510269-5).

Литература:

1. Бабаев Ф.Р., Пунанова С.А. Геохимические аспекты микроэлементного состава нефтей. – М.: Изд. Дом Недр, 2014. – 181 с.
2. Пунанова С.А. Микроэлементы нафтидов в процессе онтогенеза углеводородов в связи с нефтегазоносностью: дисс. ... д-ра геол.-мин. наук. – М., 2017. – 288 с.
3. Ботнева Т.А. Типы нефтей Западного Предкавказья и их связь с условиями нефтегазообразования и залегания // Генезис нефти и газа. – М.: Недр, 1967. – С. 177–186.
4. Ермакова В.И. Микроэлементы нефтей Краснодарского края: автореф. ... геол.-мин. наук. – М.: ВНИИЯГ, 1967. – 22 с.



5. Беркутова И.Д., Злотова И.М., Пуанова С.А., Якубсон К.И. Изучение нейтронно-активационным методом распределения Co и Na в нефтях Западного Предкавказья // Нефтегазовая геология и геофизика. – 1970. – № 12. – С. 28–32.

References:

1. Babaev F.R., Punanova S.A. Geochemical aspects of the trace element composition of oils. – M. : Ed. House Nedra, 2014. – 181 p.
2. Punanova S.A. Minerals of naftid in the course of ontogenesis of hydrocarbons in connection with oil-and-gas content : yew. ... doc. geol.-min. sciences. – M., 2017. – 288 p.
3. Botneva T.A. Types of Western Ciscaucasia oils and their connection with the conditions of oil and gas formation and occurrence // Oil and Gas Genesis. – M. : Nedra, 1967. – P. 177–186.
4. Ermakova V.I. Trace elements of oils of the Krasnodar Territory : author's abstract. ... geological mines of science. – M. : VNIIYAGG, 1967. – 22 p.
5. Berkutova I.D., Zlotova I.M., Punanova S.A., Yakubson K.I. Study of the neutron-activation method for the distribution of Co and Na in the oils of the Western Ciscaucasia // Oil and Gas Geology and Geophysics. – 1970. – № 12. – P. 28–32.