

УДК 553.94:550.4.04(55)

**ПРОГНОЗНО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
МЕТАЛЛОНОСНОСТИ УГЛЕЙ ИРАНА**

В.И. Рыбалко, С.И. Арбузов

Томский политехнический университет

E-mail: rybalko14@yandex.ru

Арбузов Сергей Иванович, д-р геол.-минерал. наук, профессор кафедры геоэкологии и геохимии Института природных ресурсов ТПУ.

E-mail: siarbuzov@mail.ru

Область научных интересов: геология и геохимия рудных месторождений, неорганическая геохимия органического топлива.

Рыбалко Владимир Игоревич, аспирант кафедры геоэкологии и геохимии Института природных ресурсов ТПУ.

E-mail: rybalko14@yandex.ru

Область научных интересов: геология и геохимия рудных месторождений, неорганическая геохимия органического топлива.

Проведен анализ особенностей геологического строения угольных бассейнов Ирана и их складчатого обрамления. Выявлены геохимически специализированные комплексы пород, с которыми может быть связано редкометалльное и благороднометалльное оруденение. Показаны перспективы выявления в отдельных угольных месторождениях промышленных концентраций редких, радиоактивных и благородных металлов.

Ключевые слова:

Иран, уголь, геохимия, редкие металлы.

Key words:

Iran, coal, geochemistry, rare metals.

Иран обладает значительными ресурсами угля, превышающими 36 млрд т. В настоящее время государственными предприятиями и частными шахтами здесь добывается около 2,5 млн т угля в год и планируется существенный рост его потребления. Коксующиеся угли в основном используются для Эсфаханского металлургического завода, энергетические угли экспортируются в Турцию, Китай и другие страны.

В настоящее время в мире угли рассматриваются как комплексный источник не только энергетического сырья, но и попутных ценных элементов, главным образом благородных и редких металлов. Металлоносность углей Ирана до последнего времени почти не изучалась. Местными специалистами и зарубежными авторами было опубликовано несколько работ, в которых на основе единичных проб из отдельных месторождений оценены содержания некоторых металлов, в том числе редких и благородных [1–3]. По данным этих авторов установлены аномально высокие содержания в углях Au, Sc, Th и редкоземельных элементов (REE). В настоящее время в связи с проектируемым строительством на территории Ирана нескольких крупных ТЭС появилась необходимость в оценке угольных месторождений на комплекс попутных ценных и токсичных металлов. Для организации таких исследований необходимо проведение опережающих прогнозно-металлогенических работ, позволяющих на предварительной стадии выделить потенциально металлоносные угли, требующие специализированного изучения. В основе прогнозно-металлогенического изучения угольных бассейнов и месторождений лежит анализ условий накопления угленосных отложений, особенностей их преобразования в процессе геологического развития территории и анализ геолого-геохимических особенностей и минерагении структур обрамления.

Торфонакопление и углеобразование в Иране происходило в 3 фазы: каменноугольную, триас-юрскую и кайнозойскую. Основная угленосность связана с триас-юрскими отложениями. Триас-юрская фаза углеобразования на территории Ирана проявлена в виде трех подфаз: поздне триасовой, раннеюрской и среднеюрской. По характеру распространения угленосных отложений выделяются два бассейна (Табасский и Эльбурсский), пять угленосных районов и ряд отдельных месторождений (рисунок). Прогнозные ресурсы оцениваются в 36,1 млрд т, из

них 33,4 млрд т в Табасском бассейне и 2,6 млрд т в Эльбурском бассейне. Все угли каменные. Марки углей изменяются от Д до А. Значительна роль коксующихся углей (ГЖ, КЖ, К). В общей сумме прогнозных ресурсов угли коксующихся марок составляют около 25 %. Пласты углей в основном маломощные: средняя мощность рабочих пластов 1...2 м, максимальная – 10 м [4].

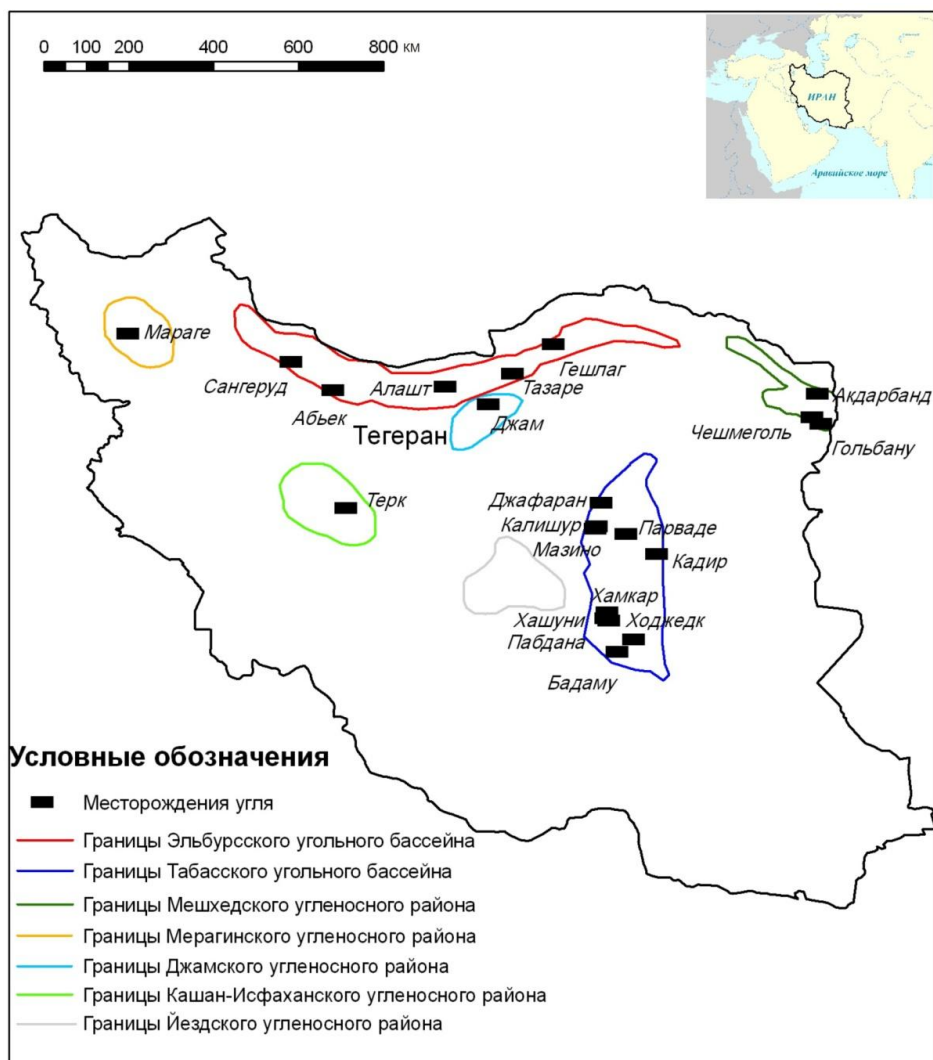


Рисунок. Схема размещения угольных бассейнов и месторождений Ирана (по [4])

В геологическом строении угольных бассейнов и их обрамления принимают участие породы разного возраста PR_1 до N-Q и различного состава от гипебазитов до ультракислых и щелочных гранитов. Доугленосные специализированные на литофильные редкие металлы комплексы обрамления представлены протерозой-палеозойскими кислыми, средними и щелочными магматическими породами, которые могут являться источником накопления в углях таких металлов как Ge, U, REE, Zr, Hf, Y, Nb и Ta, образуя сингенетичное и эпигенетическое оруденение. Перспективными угольными объектами для выявления подобного редкометалльного оруденения являются месторождения Бадаму и Мазино, расположенные в пределах Табасского угольного бассейна, и месторождения Чешмеголь, Гольбану и Акдарбанд Мешхедского угленосного района.

Породы основного и ультраосновного состава могут являться источником поступления в угленосные отложения Sc, Co, Ni, V и элементов группы платины. Сингенетичное и эпигенетическое накопление металлов в углях в связи с этим типом пород обусловлено

формированием кор выветривания в периоды торфонакопления, диагенеза и постдиагенетического преобразования угленосных отложений. Такой тип металлоносных углей ожидается в первую очередь в пределах центральной и западной частей Эльбурского бассейна.

Сингенетичное уран-торий-редкометалльное оруденение можно прогнозировать и в связи с проявлением в регионе триас-юрского вулканизма. Пеплы кислого и щелочного состава, сохранившиеся в углях в виде тонштейнов и рассеянных включений измененной пирокластики, могут служить источником многих редких металлов.

В связи с позднеюрско-меловым перерывом в осадконакоплении и формированием коры выветривания можно ожидать в углях комплексное оруденение гидрогенного типа позднеюрско-мелового возраста.

Эндогенные месторождения цветных и редких металлов в углях могут быть связаны с проявлением магматизма юрского возраста. Подобные факты установлены на северо-востоке Ирана в Мешхедском районе Эльбурского бассейна, где выявлено крупное тело гранитоидов, оказавшее значительное влияние на угленосные отложения вплоть до формирования гидротермальных жил.

Помимо доугленосных комплексов геохимически специализированных на редкие металлы пород, на территории Ирана широко развиты послеугленосные магматические образования преимущественно эоценового возраста различного состава. Продукты магматической деятельности этого возраста и развитые по ним коры выветривания могут являться источником большой группы ценных металлов, образуя эпигенетические промышленные концентрации в углях. Высокая степень метаморфизма углей (II–VII) ограничивает возможность формирования в них гидрогенных руд четвертичного возраста, однако не исключает её совсем [5].

Предварительные данные, полученные в результате исследования угольных месторождений Алашт, Абъек и Сангеруд Эльбурского бассейна, показали, что эти угли характеризуются аномально повышенными содержаниями Sc, Co и Au в некоторых случаях вплоть до промышленно значимых концентраций (таблица).

Таблица. Содержание элементов-примесей в золе углей Эльбурского угольного бассейна и Мешхедского угленосного района, г/т

Элементы	Месторождения угля				Кларк для золы угля [6]	Минимальное возможное промышленно значимое [7]
	Алашт	Сангеруд	Абъек	Чешмеголь		
Rb	296	<2	224	320	110±10	175
Cs	2	<2	23	26	8±0.5	150
Sr	738	<30	<100	262	730±50	2000
Ba	1158	<10	434	595	980±60	
Co	160	897	35	15	37±2	100
Sc	104	159	60	24	24±1	50
La	46	80	71	289	76±3	750
Ce	88	186	121	379	140±10	
Nd	68	166	30	144	75±4	
Sm	10	55	10	25	14±1	
Eu	4,3	25,2	3,4	4,4	2,6±0,1	
Tb	3,7	20,3	2,1	4,5	2,1±0,1	
Yb	10,1	29,0	6,9	12,5	6,9±0,3	7,5
Lu	1,3	4,0	1,0	1,9	1,3±0,1	
Hf	22,6	11	10	5,8	9,0±0,3	25
Th	21	31	26	67	23±1	
U	7,3	25	10	43	15±1	
Au	0,128	0,071	0,001	<0,004	0,024±0,001	0,1
Ta	3,0	5,3	3,4	4,6	2,0±0,1	5
Сумма РЗЭ	231,4	565,5	245,4	860,3	317,9	

Жирным шрифтом выделены содержания, превышающие минимальные возможно промышленно значимые концентрации [7]

Это связано с широким распространением в области питания этого района древнего бассейна угленакопления пород основного состава, явившихся источником сингенетичного

накопления в углях Sc, Co и других сидерофильных и халькофильных металлов. Эти предварительные данные хорошо сочетаются с данными зарубежных авторов [3]. Кроме того, для месторождения Сангеруд отмечается повышенное по сравнению со средними данными для каменных углей мира [6] содержание лантаноидов, Ta, U и Th, что, вероятно, обусловлено влиянием гидротермальных процессов, проявившихся в связи с внедрением дайкового комплекса. Для углей месторождения Чешмеголь, расположенного в Мешхедском угленосном районе, свойственно повышенное содержание редкоземельных элементов (до 0,9 % в золе), Ta, Rb, Cs, Th и U, обусловленное, вероятно, влиянием геохимически специализированного массива гранитоидов постюрского возраста, расположенного в 10...15 км к западу от месторождения.

Таким образом, анализ особенностей геологического строения, минерации и геохимических особенностей угольных бассейнов и их складчатого обрамления на территории Ирана показал, что здесь имеются все предпосылки для накопления в углях комплекса ценных элементов-примесей, в том числе большой группы редких и благородных металлов. В регионе имеются геохимически специализированные комплексы пород, которые могли служить источником ценных элементов для образования сингенетических и эпигенетических их концентраций в углях на сорбционном или восстановительном барьерах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Goodarzy F., Sanei H., Stasiuk L.D., Bagheri-Sadeghi H., Reyes J. A preliminary study of mineralogy and geochemistry of four coal samples from northern Iran // *Int. J. Coal Geol.* – 2006. – V. 65. – P. 35–50.
2. Yazdi M., Esmailnia S.A. Dual-energy gamma-ray technique for quantitative measurement of coal ash in the Shahroud mine, Iran // *Int. J. Coal Geol.* – 2003. – V. 55. – P. 151–155.
3. Yazdi M., Esmailnia S.A. Geochemical properties of coals in the Lushan coal field of Iran // *Int. J. Coal Geol.* – 2004. – V. 60. – P. 73–79.
4. Геология и полезные ископаемые зарубежных стран. Вып. 1. Минерально-сырьевая база Ирана (твердые полезные ископаемые) / под ред. В.П. Орлова. – М.-СПб., 1993. – 300 с.
5. Арбузов С.И., Ершов В.В., Рихванов Л.П., Усова Т.Ю., Кяргин В.В., Булатов А.А., Дубовик Н.Е. Редкометалльный потенциал углей Минусинского бассейна. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2003. – 347 с.
6. Ketris M.P., Yudovich Ya.E. Estimations of Clarkes for Carbonaceous biolithes: World averages for trace element contents in black shales and coals // *Int. J. Coal Geol.* – 2009. – V. 78. – P. 135–148.
7. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России: Справочник / под ред. В.Ф. Череповского, В.М. Рогового и В.Р. Клера. – М.: Недра, 1996. – 238 с.

Поступила 25.11.2011 г.