

общность условий образования. Парагенезис их сложный, они образуют изоморфные смеси между собой и другими гидратами сульфатов тех же металлов.

Литература

1. Белогуб Е.В., Щербакова Е.П., Никандрова Н.К. Сульфаты Урала: распространенность, кристаллохимия, генезис. – М.: Наука, 2007. – 160 с.
2. Сергутская О.С. Ганнингит в гидрогенном осадке Шерловогорского месторождения // Строение литосферы и геодинамика: Материалы XXV Всероссийской молодежной конференции. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2013. – С. 65–67.
3. Юргенсон Г. А., Сергутская О. С. Сульфаты магния и цинка в продуктах современного минералообразования из временных водотоков на техногенном делювии в прибрежной зоне водоема Шерловогорского карьера // Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных территорий. Современное минералообразование: Труды II Всероссийского симпозиума с международным участием и VIII Всероссийских чтений памяти А. Е. Ферсмана. – Чита, 2008. – С. 133–138.
4. Sergutskaya O.S., Yurgenson G.A. The modern magnesium and zinc sulphates of the Sherlovogorsk tin-poly-metallic mine // *Geology and Resources*. — 2010, – Vol. 19. – Supp. 1. – P. 4–6.

УРАН И ТОРИЙ В УГЛЯХ ИРАНА

В.И. Рыбалко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При сжигании углей вместе с выбросами в атмосферу большого объема различных газов в окружающую среду поступают значительные количества токсичных и радиоактивных элементов. Объективная оценка поступления радиоактивных элементов в окружающую среду может быть основана только на информации об уровнях накопления, закономерностях распределения и условиях концентрирования этих элементов в исходном веществе (угле). Ранее радиогеохимические исследования углей Ирана не проводились в связи с незначительными объемами угледобычи и низкими требованиями к экологической безопасности на момент освоения угольных месторождений.

На территории Исламской Республики Иран выделено два крупных угольных бассейна: Табаский и Эльбурсский, а также ряд угленосных районов: Северо-Хорасанский, Мерагинский и Кашан-Исфаханский (рис.). Угли имеют триас-юрский возраст, запасы и прогнозные ресурсы углей по состоянию на 1984 год составляют 36 млрд. тонн, марочный состав углей изменяется от газовых жирных (ГЖ) до антрацитов (А) [1].

С целью оценки содержания урана и тория в углях Ирана проводилось опробование угольных месторождений и углепроявлений. Всего было отобрано 610 проб углей и угле вмещающих пород из 34 угольных объектов. Отбор проб производился бороздовым способом вкост простирания угольного пласта по направлению от кровли к почве. Основным количественным методом определения U и Th являлся инструментальный нейтронно-активационный анализ, выполненный в ядерно-геохимической лаборатории ТПУ. Оценка средних содержаний производилась методом средневзвешенного.

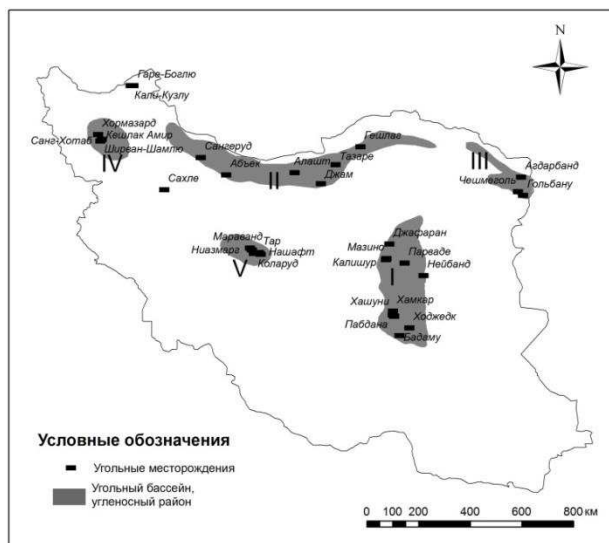


Рис. Схема размещения изученных угольных бассейнов и месторождений на территории Исламской Республики Иран

I – Табаский угольный бассейн; II – Эльбурсский угольный бассейн; III – Северо-Хорасанский угленосный район; IV – Мерагинский угленосный район; V – Кашан-Исфаханский угленосный район

Среднее содержание урана в углях Ирана составляет 1,7 г/т, тория – 5,3 г/т при зольности 24 %. Торий-урановое отношение равно 3,1 (табл.). По сравнению с мировыми данными для каменных углей [4] угли Ирана отличаются существенно повышенным содержанием тория и повышенным торий-урановым отношением. Сравнение средних данных по золе угля показывает, что зола углей Ирана существенно обеднена ураном при сопоставимом с мировыми оценками среднем содержании тория. Торий-урановое отношение (3,1) также повышено в сравнении со среднемировыми данными для углей (1,7). Данная особенность может быть связана с высокими стадиями угольного метаморфизма в Иране, в процессе которого происходит вынос углефильных элементов, в том числе и урана. Вмещающие угленосную толщу породы обогащены U и Th по сравнению с кларком для осадочных пород [2]. Торий-урановое отношение во вмещающих породах (3,2) сопоставимо с торий-урановым отношением в углях (3,1).

Максимальные содержания урана в углях зафиксированы в месторождении Чешмеголь (Северо-Хорасанский угленосный район). В угле содержания достигают 21 г/т, в золе углей – 38 г/т. Высокими концентрациями в золе характеризуются угли месторождения Гольбану (Северо-Хорасанский угленосный район): содержания в отдельных пробах достигают 43 г/т. В месторождении Чешмеголь также установлены высокие концентрации тория. В отдельных пробах содержание в угле составляет 54 г/т. Также в этом месторождении установлено максимальное содержание Th в золе в отдельно взятой пробе (98 г/т). Средние арифметические значения U и Th совпадают с содержаниями U и Th, рассчитанными как средневзвешенные величины. Медианы U и Th в углях Ирана несколько ниже средневзвешенных величин.

Таблица

Среднее содержание U и Th в углях, углевмещающих породах и золах углей Ирана, г/т

Бассейн, район	Ad, %	U			Th			Th/U	
		Уголь	Зола углей	Порода	Уголь	Зола углей	Порода	Уголь	Порода
Эльбурсский угольный бассейн	22,1	1,9	8,6	4,0	5,5	24,9	14,4	2,9	3,6
Табасский угольный бассейн	24,1	1,7	7,1	3,7	5,3	22,0	14,8	3,1	4,0
Северо-Хорасанский угленосный район	25,6	3,9	15,2	4,6	8,9	34,8	11,0	2,3	2,4
Мерагинский угленосный район	26,3	2,5	9,5	4,2	4,4	16,7	13,4	1,8	3,2
Среднее для Ирана	24,0	1,7	7,1	4,2	5,3	22,1	13,4	3,1	3,2
Среднее для мира		1,9*	15,1	3,4**	3,2*	23	7,7**	1,7	2,3

Примечание: Ad – зольность углей; * – кларк для углей мира по [4]; ** – кларк для осадочных пород [2].

Изменчивость содержаний U и Th по литорали и в разрезе до настоящего времени также не изучалась. Хотя наличие таких закономерностей неоспоримо и обусловлено различными факторами. Определяющими факторами литоральной изменчивости являются геохимические особенности и металлогения области питания. Установлено, что по мере удаления от области питания угленосной формации содержание как U, так и Th в угле отчетливо снижается. Это можно проследить на примере Табасского угольного бассейна и Северо-Хорасанского угленосного района. Для вертикального разреза угленосной толщи характерен преимущественно рост концентраций снизу вверх. На содержание элементов в углях оказали также влияние эпигенетические процессы, такие как угольный метаморфизм и гипергенное окисление углей. Было установлено, что в процессе регионального угольного метаморфизма происходит вынос из углей урана и возрастание содержаний тория, что объясняется различной миграционной способностью этих элементов. В процессе гипергенного окисления углей Ирана в большинстве случаев происходит вынос U и Th. Такая особенность является типичной для тория, однако же, с процессами гипергенного окисления часто связано накопление урана, а в отдельных случаях и образование промышленных концентраций металла [3]. Причиной выноса урана из углей могут быть неблагоприятные гидрогеологические и гидрогеохимические условия.

Таким образом, угли Ирана характеризуются пониженным содержанием урана и повышенным содержанием тория и торий-урановым отношением по сравнению с угольным кларком. Полученные результаты обусловлены тектоническими особенностями, а также особенностями геологического строения и металлогении территории.

Литература

1. Геология и полезные ископаемые зарубежных стран. Вып.1. Минерально-сырьевая база Ирана (твердые полезные ископаемые) / под ред. В.П.Орлова. – М.: ВНИИЗарубежгеология, 1993. – 300 с.
2. Григорьев Н.А. Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной земной коры // Геохимия. – 2003. – № 7. – С. 785–792.

3. Кисляков Я.М., Щеточкин В.Н. Роль мезозойских экзогенно-эпигенетических процессов в образовании ураноугольных месторождений // Геология рудных месторождений. – 1994. – Т. 36. – № 2. – С.148–168.
4. 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.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСТЬ-КУТСКОГО И ПРЕОБРАЖЕНСКОГО ГОРИЗОНТОВ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ НЕПСКОГО СВОДА

Н.С. Сентякова

Научный руководитель ассистент М.А. Мишенина

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В настоящее время основные перспективы открытия залежей углеводородов в Непско-Ботубинской нефтегазовой области Лено-Тунгусской провинции связаны с карбонатными венд-кембрийскими отложениями. Район исследований находится в юго-западной части Непского свода на западе Непско-Ботубинской антеклизы.

Актуальность работы обусловлена слабой степенью изученности данных отложений и не типичностью состава нефтеносных отложений. В качестве объекта исследования выбран усть-кутский и преображенский горизонты.

Целью исследования был анализ геохимических характеристик карбонатных отложений, позволяющих обосновать геотектоническую позицию осадконакопления. В работе был исследован характер распределения ряда типоморфных элементов для карбонатных отложений (Ti, Mn, Sr, Zr, Ba), а также поведение редких и редкоземельных элементов, что позволило судить об условиях и геодинамической обстановке территории [2].

Венд-кембрийские отложения представлены скрыто- и яснокристаллическими доломитами с примесью глинистого материала и сульфатов. Микротекстуры доломитов: однородные, тонкослоистые, пятнистые. Состав пород преимущественно доломитовый (70...95%), на долю кальцита приходится 5...25%, часто встречаются отдельные зерна ангидрита, галита и гипса. Органическое вещество встречается в виде прожилков и мелких включений.

Содержания Ti, Zr и Mn можно рассматривать как типоморфные окологларковые (рис. 1). Согласно Е.Ф. Летниковой, область значений содержаний этих элементов в преображенском и усть-кутском горизонтах попадает на мелководные и переходные литолого-геохимические типы [4]. Невысокие концентрации Sr указывают на то, что, несмотря на накопления в мелководных водоемах, вода не была повышенной солености, так как в изолированных водоемах первично-осадочные доломиты имеют достаточно высокие концентрации Sr наравне с известняками. Повышенные концентрации Ba можно связывать с присутствием глинистого материала в некарбонатной составляющей породы, на сорбционном барьере которого этот элемент имеет способность осаждаться [3].

Для примесных элементов отложений усть-кутского и преображенского горизонтов характерны вышекларковые концентрации (рис.2). Как предполагает Е.Г. Гурвич, высокие содержания элементов-примесей (Cr, Ni, Cu, Co) свидетельствуют о близости источников сноса основного состава и, вероятно, о влиянии на состав осадков подводных гидротерм [1].

Распределения редкоземельных элементов представляют собой пологонаклонные кривые с небольшим обогащением легкими РЗЭ относительно тяжелых (рис. 3). Подобное распределение характерно и для «чистых» карбонатных отложений Русской и Китайской платформ, а также отложений задуговых бассейнов и континентального шельфа южного обрамления Сибирской платформы.

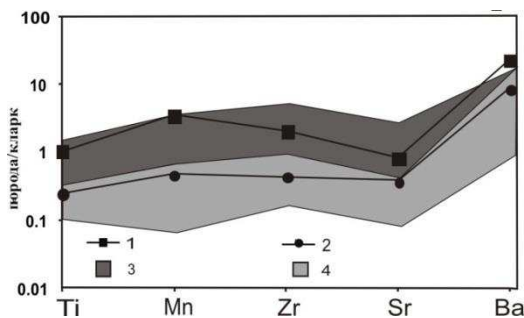


Рис. 1. Распределение типоморфных элементов в карбонатных отложениях усть-кутского и преображенского горизонтов. 1 – карбонатные отложения преображенского горизонта, 2 – карбонатные отложения усть-кутского горизонта, 3 – переходные литолого-геохимические типы, 4 – мелководные литолого-геохимические типы. Содержания элементов нормированы к кларку карбонатных пород, по А.А. Беусу [Перельман, 1989]

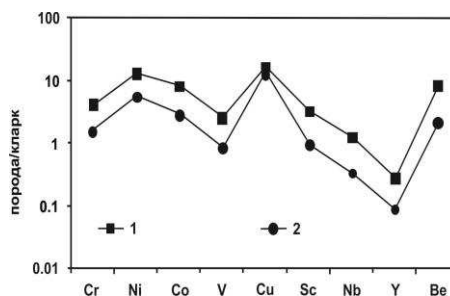


Рис. 2. Распределение элементов-примесей в карбонатных отложениях усть-кутского и преображенского горизонтов. 1 – карбонатные отложения преображенского горизонта, 2 – карбонатные отложения усть-кутского горизонта. Содержания элементов нормированы к кларку карбонатных пород, по А.А. Беусу [Перельман, 1989]