

РЕДКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В УГЛЯХ ПЛАСТА 16 БЕЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В.В. Еремеева

Научный руководитель - профессор С.И. Арбузов

Национальный исследовательский «Томский политехнический университет», г. Томск, Россия

Термин «редкие элементы» не имеет строгого научного определения. В настоящее время принадлежность к группе редких элементов определяется не столько частотой встречаемости при аналитических исследованиях и содержанием в горных породах и рудах, сколько их поздним вовлечением в практическое исследование [1].

Угольные бассейны и месторождения могут различаться по уровню накопления химических элементов и характеру их распределения по латерали и в разрезе угленосных отложений [1, 2]. Эта зависимость содержания химических элементов в углях от особенностей геологического строения и состава пород области питания была выявлена еще на ранних этапах исследования геохимии углей. В целом, природа накопления редких элементов в углях достаточно детально изучена и выделены основные факторы, ответственные за формирование металлоносных углей [3].

Целью данной работы является изучение содержаний редких элементов, закономерностей их распределения и условий накопления в углях пласта 16 Бейского месторождения.

Бейское каменноугольное месторождение расположено в южной части Минусинского угольного бассейна в центральной части Южно-Минусинской межгорной впадины [1]. В административном отношении оно находится на территории Бейского и Алтайского районов Республики Хакасия. Район экономически развит. Ближайшие промышленные центры, расположенные в 45 км от участка – города Абакан и Саяногорск, имеют хорошо развитую инфраструктуру (железнодорожная ветка и асфальтированные автодороги).

Участок Аршановский, откуда были представлены материалы для исследований, расположен в западной части северного крыла Бейской мульды, которая имеет простое геологическое строение. Согласно «Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, утвержденной приказом МПР РФ № 278 от 11.12.2006 г., данный участок приурочен к простой складчатой структуре с выдержанными элементами залегания продуктивных отложений и преобладанием в разрезе выдержанных угольных пластов с простыми горно-геологическими условиями разработки, относится к I группе.

Пласт 16 имеет сложное строение, состоит из 2-4 угольных пачек (16', 16'^а, 16, 16^б), характеризуется непостоянным количеством породных прослоев. Нередко пласт выклинивается, расщепляется, образуя угольные комплексы из 2–3 угленосных пачек. В стратиграфическом отношении пласт 16 относится к черноморской свите, к наиболее продуктивной из всего угленосного разреза верхней пачке. Основной характерной особенностью этого пласта является повсеместное распространение каолиновых горизонтов – тонштейнов, которые представляют собой преобразованные первично вулканогенные пирокластические туфы. Мощность таких горизонтов варьируется от 0,6 см до 3 см. Угли пласта малосернистые, средняя зольность (A^d) составляет 9,2 %.

Определение содержаний химических элементов проводилось методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ISP MS) и инструментальным нейтронно-активационным анализом (ИНАА). Полученные результаты определения содержания редких элементов в углях обрабатывались методами математической статистики и рассчитывались средние значения. Для оценки содержания редких элементов в угольном пласте была использована методика расчета средневзвешенного содержания с учетом мощности интервалов опробования [1]. Результаты исследований углей пласта 16 Бейского месторождения представлены таблице.

Таблица

Средневзвешенные содержания элементов-примесей в углях и золах угля пласта 16 Бейского месторождения

Химический элемент	Содержание элемента, г/г		Кларки элементов*, г/т		Минимальные промышленные концентрации элементов**, г/т		ПДК*** в углях токсичных элементов, г/т
	уголь	зола угля	уголь	зола угля	уголь	зола угля	
Be	0,87	9,46	2,0	12	5	20	50
P	1279	13900	250	1500			
Sc	4,1	44,8	3,7	24	10	50	
Ti	500	5434	890	5300	1500	7500	
Cr	223	2418	17	120	1400	7000	100
Mn	171	1861	71	430	2000	10000	1000
Co	12,2	132	6,0	37	20	100	100
Ni	11,0	120	17	100	100	500	100
Cu	12,2	132	16	110	100	500	
Zn	20,5	223	28	170	400	2000	200
Ga	13,6	147	6,0	36	20	100	
Ge	2,6	28,5	2,4	18	30	150	
As	3,0	32,6	9,0	46			300
Se	10,9	118	1,6	10	1	5	1000
Br	0,49	5,28	6,0	32			
Rb	6,6	71,7	18	110	35	175	

**СЕКЦИЯ 10. ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА РУД РЕДКИХ И РАДИОАКТИВНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ, СТРАТЕГИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОВ**

Sr	1009	10970	100	730	400	2000	
Y	6,36	69	8,2	57	15	75	
Zr	45,3	492	36	230	120	600	
Nb	3,0	33	4,0	22	10	50	
Mo	6,9	75,1	2,1	14	6	30	
Ag	0,12	1,3	0,1	0,63	1	5	
Cd	0,34	3,7	0,2	1,2	1	5	1,2
In	0,08	0,87	0,04	0,21	0,2	1	
Sn	2,5	26,9	1,4	8,0	20	100	
Sb	0,46	5,0	1,00	7,5	30	150	6
Cs	0,35	3,8	1,1	8,0	30	150	
Ba	493	5361	150	980			
Hf	1,2	12,6	1,2	9,0	5	25	
Ta	0,15	1,6	0,3	2,0	1	5	
W	0,5	5,4	0,99	7,8	30	150	
Au	0,001	0,010	0,004	0,024	0,02	0,1	
Hg	0,03	0,33	0,1	0,87	1	5	1
Tl	0,27	2,9	0,58	4,6	1	5	0,3
Pb	5,2	56,4	9,0	55	240	1200	50
Bi	0,33	3,6	1,1	7,5	1	5	
La	8,31	90	11	76	150	750	
Ce	16,2	176	23	140			
Pr	1,85	20,1	3,4	26			
Nd	6,87	74,7	12	75			
Sm	1,17	12,7	2,2	14			
Eu	0,33	3,59	0,43	2,6			
Gd	1,4	15,2	2,7	16			
Tb	0,22	2,39	0,31	2,1			
Dy	0,97	10,5	2,1	15			
Ho	0,28	3,04	0,57	4,8			
Er	0,5	5,43	1,00	6,4			
Tm	0,17	1,85	0,3	2,2			
Yb	0,6	6,52	1,0	6,9	1,5	7,5	
Lu	0,11	1,20	0,2	1,3			
Th	2,4	26,4	3,2	23			
U	2,2	23,8	1,9	15			

* По: [Юдович и др., 2006]. ** По: [Ценные и токсичные..., 1996], *** По: [Инструкция..., 1987].

Определение общих закономерностей накопления и распределения редких элементов в угленосных отложениях Минусинского бассейна затруднено значительными различиями геохимических свойств изученных элементов. Особенности состава областей питания Бейского месторождения и характер геологических процессов в период накопления и формирования углей обеспечили их своеобразную геохимическую специализацию.

Для геохимического спектра углей 16 пласта Бейского месторождения характерно повышенное по сравнению с угольным кларком [5] содержание элементов-сидерафилов (Ge, Sn, Sc, Cr, Co, Mo), редких литофилов (Zr, U), халькофилов (Ga, Se, Ag, Cd, In), а также Mn, Sr и Ba.

В разрезе угольно пласта распределение редких элементов крайне неравномерно. Отмечаются повышенные концентрации Sc, Cr, Ga, Ge, Sr, Zr, Mo, Ag, Cd, In и Sn в прикровельных и припочвенных его участках, а также на границе с породными прослоями в угольной пачке. Также высокие содержания Cr, Mn, Ga, Ge, Se, Sr, Ba и U отмечаются в тоштейнах и притонштейновых горизонтах.

Например, высокие содержания урана в притонштейновых горизонтах обусловлены, с одной стороны, наличием обогащенного им вулканогенного пирокластического материала кислого и щелочного состава, а с другой – его перераспределением с участием водных растворов.

Повышенные содержания редких элементов (Ga, Ge, Zr, Sr, Sc) обусловлено терригенным и вулканогенным материалом и сорбционным накоплением из водных растворов. Основную роль в накоплении элементов играет органическое вещество. Немаловажным фактором, обеспечившим высокие уровни накопления редких элементов, выступают палеофациальные условия угленакопления, обусловленные палеоклиматическими и палеотектоническими особенностями территории.

Золы углей характеризуются повышенными по сравнению с кларком уровнями накопления литофильных (Ti, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Hf, Mn, Ba, PЗЭ, U и Th), халькофильных (Ga, Se, Ag, Cd, In, Cu, Zn, Pb) элементов. Также отмечены высокие концентрации сидерофильных редких элементов: Sc, Cr, Ge, Co, Ni, Mo и Sn.

Высокие концентрации селена, стронция и молибдена в углях, Cr и Sr в золах углей могут рассматриваться как потенциально промышленные содержания.

Угли 16 пласта потенциально являются не токсичными, только хром превышает порог токсичности (табл). В то же время золы углей обогащены практически всеми тяжелыми элементами (Pb, Cd, Tl, Cr, Mn, Co, Ni, Zn). Это обстоятельство необходимо учитывать при решении вопросов утилизации золы.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-17-00004)

Литература

1. 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, 2003. 347с.
2. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН. 2005. 655 с.
3. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России: Справочник под ред. В.Ф. Черловского, В.М. Рогового и В.Р. Клера. - М.:Недра, 1996. – 238с.
4. Seredin, V., Finkelman, R., Metalliferous coals: a review of the main genetic and geochemical types, 2008. Int. J. Coal Geol. 76, 253–289.
5. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Ценные элементы-примеси в ископаемых углях. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН. 2006. 538 с.

ОСОБЕННОСТИ ЛАМПРОФИРОВ АЛТАЕ-САЯНСКОГО РЕГИОНА

Б.К. Кенесбаев

Научный руководитель - профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Лампрофирами считаются породы ультраосновного, основного и среднего состава, порфировой или порфиroidной структуры с вкрапленниками темноцветных минералов, как правило, биотита/флогопита, амфибола и пироксена, и полевыми шпатами в основной массе. Они обычно встречаются как дайки или небольшие интрузии и часто проявляют признаки гидротермальных изменений [1]. В российской классификации уточняется, что во вкрапленниках наряду с постоянно присутствующими слюдами и/или роговой обманкой могут содержаться клинопироксен (авгит, титан-авгит), оливин и мелилит. А среди основной массы, помимо полевых шпатов, могут присутствовать фельдшпатоиды

Лампрофиры Горного Алтая были изучены и описаны такими учеными как Ковалев В.П., Мельгунов С.В., Ножкин А.Д., Митропольский А.С., Оболенская Р.В. и др. Они представлены минеттами, камптонитами, вогезитами, мончикитами и керсантитами, последние менее распространены, но как правило, пространственно они разобщены [2,3,4].

Некки и трубки взрыва Северной Минусы локализуются по периферии Копьевского антиклинального поднятия. Ербинский неск расположен в 2 км южнее станции Ербинской на левом склоне долины реки Бюра и образует небольшую высотку среди вмещающих гранодиоритов Уйбатского плутона. В плане тело имеет овалообразную форму сечением 190x320 м; юго-западный контакт падает под углом 35-50° к центру некса [5].

Минеральный состав Ербинского некса (образец №4) более сложный, чем состав лампрофиров Горного Алтая (образец №16) (табл. 1). Основной отличительной чертой лампрофиров является содержание флогопита (биотита). В Ербинском нексе с помощью рентгенофазового анализа было определено две генерации флогопита. В породах Горного Алтая содержания флогопита достигают 50%.

Таблица

Минеральный состав лампрофиров Ербинского некса и Горного Алтая

Ербинский неск		Горный Алтай	
Минерал	%	Минерал	%
Клинопироксен	12,9	Флогопит	53,4
Авгит	12,9	Авгит	12,6
Диопсид	12,7	Ортоклаз	12,2
Геденбергит	9,2	Кварц	9,9
Флогопит 2М1	7,7	Кальцит	5,1
Флогопит 1М	4,9	Апатит	3,5
Пектолит	7,4	Каолинит	3,3
Форстерит (оливин)	6,0		
Содалит	5,2		
Фторопатит	5,1		
Нефелин	2,6		
Каолинит	2,4		
Натролит	2,3		
Канкринит	2,2		
Кальцит	1,8		
Пирит	1,7		
Магнетит	1,6		
Гранат	1,2		