

УДК 662

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ КАМЕННОГО УГЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТУВЫ

Монгуш Г.Р., Котельников В.И.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН
г. Кызыл*

Целью данной работы является исследование поведения макроэлементов минеральной части состава при глубокой переработке каменных углей действующих месторождений Республики Тыва: Каа-Хемского, Элегестинского, Чаданского.

Полуколичественный анализ элементного состава углей месторождений Каа-Хемского, Элегестинского и Чаданского выполнен на настольном электронном микроскопе Hitachi TM-1000 (табл. 1), а также выполнены снимки угля Каа-Хемского месторождения увеличенный в 1000, 1500 раз (см. рис. 1, 2, 3).

Таблица 1. Элементный состав углей Каа-Хемского, Элегестинского и Чаданского месторождения

Месторождение/ элементы	C	Si	Fe	Ca	Al	O	K	S	Cl	Mg	Na
Каа-Хемское	92,31	1,7	1,44	1,41	1,31	0,97	0,32	0,27	0,14	0,14	
Элегестинское	92,8	0,84	1,48	1,28	1,77	0,83		0,45		0,23	0,32
Чаданское	88,5	4,32	0,93	0,69	0,93	1,17	0,62	0,34			

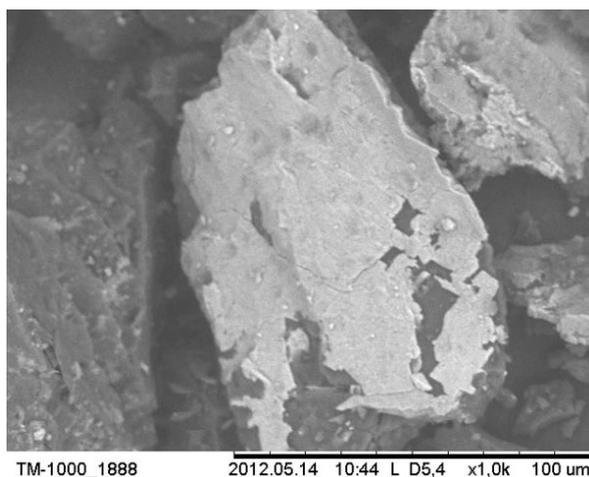


Рис. 1. Уголь Каа-Хемского месторождения x1000

Таблица 2. Элементный состав угля, снятого на участке рис. 1.

Элемент	Fe	Ca	Si	Al	Mg
Состав, %	48,7	24,7	10,8	8,5	7,3

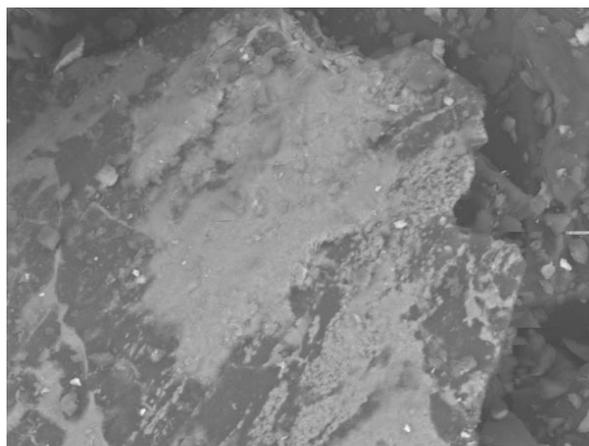


Рис. 2. Уголь Каа-Хемского месторождения, увеличенный x1500

Таблица 3. Элементный состав угля, снятого на участке рис. 2.

Элемент	Si	Al	O	K	S
Состав, %	54,9	34,3	5,9	2,7	2,2

Проанализировав элементный состав углей месторождений Каа-Хемского, Чаданского, Элегестинского, установлено:

– Содержание углерода в углях Каа-Хемского и Элегестинского месторождения высокое и составляют около 92 %. В углях Чаданского месторождения меньше (88%). Это обуславливается тем, что Каа-Хемское и Элегестинское месторождения относятся к одному пласту 2.2 Улуг-Хемского угольного бассейна.

– Исследованные угли имеют низкую зольность, хотя зола образуется не только из минерального состава угля.

– В минеральной части угля Каа-Хемского и Чаданского месторождений преимущественно преобладает кремний, а в Элегестинском алюминий (см. рис. 3).

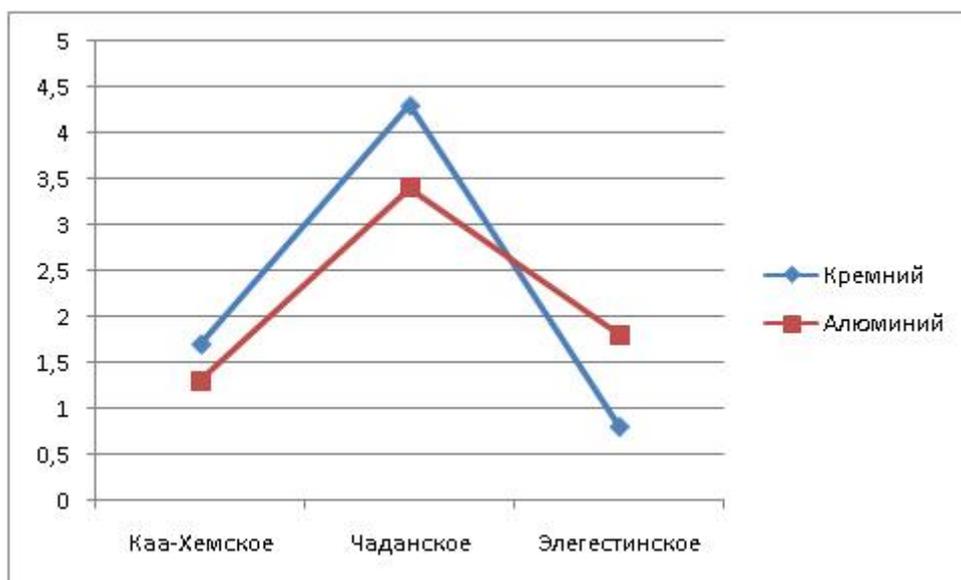


Рис. 3. Содержание кремния и алюминия в углях месторождений: Каа-Хемский, Чаданский, Элегестинский

Исследование зольности углей провели путем озоления в муфельной печи при 850°C. Получили зольность угля Каа-Хемского месторождения марки 2 Г 8-10 %, зольность угля Элегестинского месторождения марки ОК энерг. 11-12%.

Полуколичественный анализ химического состава получившейся золы выполнен на приборе рентгенофлуоресцентный спектрометр RANGER S2 фирмы BRUKER (см. рис. 4, 5).



Рис. 4. Химический состав Зола Каа-Хемского месторождения

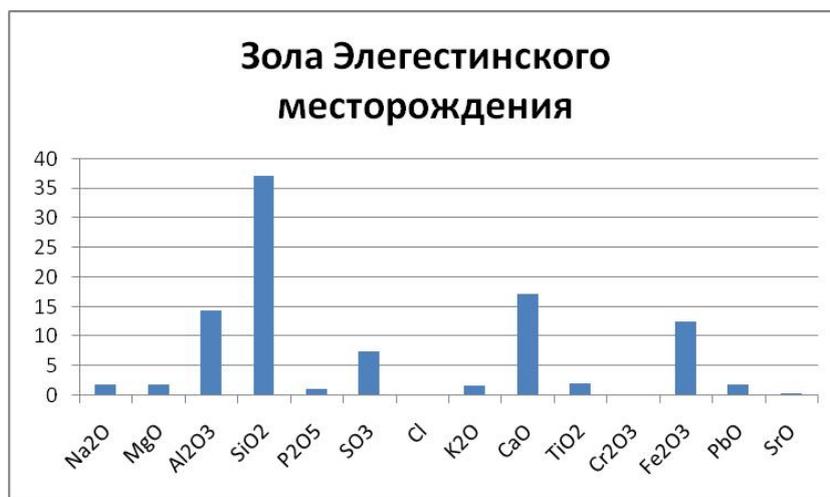


Рис. 5. Химический состав Зола Элегестинского месторождения

Анализ золы Каа-Хемского и Элегестинского месторождения показали: Зола является низкокальциевой (10-20%)

На основании полученных данных был рассчитан Модуль Кислотности ($M_k = \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 / \text{CaO} + \text{MgO}$)

M_k (Каа-Хем)=3,5

M_k (Элегест)=2,7

Рассчитанный Глиноземистый модуль ($M_g = \text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$) составил:

M_g (Каа-Хем)=3,15

M_g (Элегест)=2,6

Глиноземный модуль является показателем содержания кремнезема, чем больше значение глиноземистого модуля тем больше содержание кремнезема в золе. Из (рис. 6, 7) видно, что зола элегестинского месторождения глинистого цвета, а Каа-Хемский песчаного, что говорит о различном содержании кремнезема и глинозема в этих золах.



Рис. 6. Зола Каа-Хемского месторождения



Рис. 7. Зола Элегестинского месторождения

При анализе битумного остатка СКФЭ выявлено, что при экстракции углей бензолом, происходит вынос алюминия и кремния. Это говорит о том, что алюминий и кремний образуют с органикой угля химические соединения.

С целью определения возможности получения из золы ТЭЦ полезных компонентов было проведено кислотное выщелачивание и проведен анализ состава остатка.

Кислотное выщелачивание проводилось при комнатной температуре в соотношении Т:Ж =1:10. Для экспериментов применялись в качестве растворителей серная, соляная и азотная кислоты. Концентрация кислот 300г/л.

Состав золы Кызылской ТЭЦ и нерастворимого остатка (см. в табл. 2).

Из таблицы видно, что оксид кальция растворим во всех растворах кислот. Сера хорошо извлекается соляной кислотой. Почти все оксиды металлов хорошо извлекаются растворами соляной и азотной кислот, кроме оксида кремния, что можно использовать при организации его извлечения.

Таблица 2. Состав золы ТЭЦ и нерастворимого остатка.

формула	исх. зола, %	исх. зола, г	H ₂ SO ₄ , %	Е, %	HNO ₃ , %	Е, %	HCl, %	Е, %
Na ₂ O	11,13	1,12	1,11	93,49	1,34	95,61	1,23	95,80
MgO	2,83	0,28	1,27	70,72	2,48	68,08	2,28	69,39
Al ₂ O ₃	7,43	0,75	6,52	42,75	16,4	19,60	14,8	24,33
SiO ₂	20,9	2,10	18,1	43,50	40,4	29,59	39,4	28,39
SO ₃	1,93	0,19	33,7		0,947	82,13	1,05	79,33
Cl	16,5	1,66	0,212	99,16	0,935	97,94	2,83	93,48
K ₂ O	0,93	0,09	0,489	65,69	0,905	64,56	0,955	60,99
CaO	18	1,81	18,9	31,49	2,4	95,14	2,26	95,23
TiO ₂	1,07	0,11	0,992	39,51	2	31,92	1,95	30,77
Fe ₂ O ₃	18,4	1,85	17,7	37,24	31,7	37,25	32,7	32,49
SrO	0,288	0,03	0,283	35,89	0,109	86,21	0,132	82,59
Итого:	99,408	10,00	99,492		99,616		99,7	

Заключение

Улуг-Хемские угли относятся к числу углей, имеющих высокую спекаемость, и по качеству превосходят все известные угли марки Ж в России. Угли этого бассейна характеризуются высоким выходом летучих веществ. По ряду показателей, таким как низкая природная зольность, низкое содержание серы и фосфора и легкая обогатимость, улуг-хемские угли лучшие на рынке коксующихся углей в России и одни из лучших за рубежом. Угли Тувы имеют большой потенциал для глубокой переработки угля.

При анализе элементного состава угля электронным микроскопом было выявлено, что при избирательном увеличении площади анализа угля, в различных частях аналитического поля образца может преобладать кремний, либо алюминий, что говорит о неоднородности распределения минеральных включений в объеме образца угля (см. табл. 2, 3, рис. 1, 2).

Зола Каа-Хемского и Элегестинского месторождения удовлетворяет требованию к химическому составу кислых зол. Количество свободной окиси кальция, обладающая вяжущими свойствами, невелико 13%, но отмечается она в основном в активной форме. Зола может быть использована, в качестве активных заполнителей в производствах строительных материалов.

СКФЭ угля показало, основные компоненты кремний и алюминий могут быть связаны с органической частью угля.

При кислотном выщелачивании было выявлено что, большая часть макроэлементов растворяются в кислотах, кроме кремния и алюминия, что может быть применено для получения глинозема и кремнезема. Концентрируя эти два элемента при прокаливании можно получить алюмосиликаты, широко используемые в производстве керамики стекла, цементов, электро- и теплоизоляционных материалов.

По способности к выщелачиванию максимального числа компонентов, рекомендуется использовать соляную кислоту, которая обладает наибольшей растворимостью.