

4. *Ножкин А.Д., Кренделев Ф.П., Миронов С.Б.* Золото в процессах магматизма и метаморфизма на примере Северо-Востока Енисейского края // Золото и редкие элементы в геохимических процессах. Новосибирск: изд. «Наука», 1976. 312 с.

5. *Войткевич Г.В. и др.* Краткий справочник по геохимии. М.: Недра, 1970. 280 с.

6. *Кочетков О.С.* Металлогеническое наследование в пределах складчато-глыбовых зон обрамления древних платформ (Тимана и др.). М, 1978. 72 с.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ НАКОПЛЕНИЕ ПРИМЕСЕЙ МЕТАЛЛОВ В ЗОЛАХ И ШЛАКАХ ВОРКУТИНСКИХ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Кочетков О.С.¹, Львов А.Э.¹, Тропников Е.М.², Филиппов В.Н.²

¹ Ухтинский государственный технический университет, Ухта; zav_miggg@ugtu.net

² Учреждение Российской академии наук Институт геологии КНЦ УрО РАН, Сыктывкар; kotova@geo.komisc.ru

Каменные угли Печорского бассейна относятся фациально к паралическому типу углеобразования, которому присуща сравнительно высокая зольность. Печорский угольный бассейн представлен почти всеми видами углей, в том числе коксующимися и начальной стадии антрацитов. «Рядовые» каменные угли широко применяются как топливо, в частности, в самом угольном бассейне (Воркута, Инта и др.). Утилизация твёрдых отходов от сжигания топлива ограничивается применением в качестве удобрения, обогащённого микроэлементами, а также вывозом их на, так называемые, зольные поля, где вышеуказанные продукты сгорания хранятся для дальнейшего применения.

Как и во многих иных угольных бассейнах, печорские угли накопили в себе ряд малых и редких элементов. Эти элементы, по мере сжигания угольного топлива, концентрируются в золах и шлаках. На примере углей Воркутинского месторождения нами была изучена геохимическая система «концентрация–рассеяние» малых и редких элементов в золах и шлаках углей относительно кларков в земной коре с определением Кк (коэффициента концентрации), основываясь на соответствующих опубликованных данных [1] по их содержанию в воркутинских углях.

Таблица 1. Распределение металлов между золой циклона, золоотвала и шлаком, %

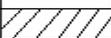
Зола циклона		Зола золоотвала		Шлак золоотвала	
Наименование элемента	Содержание, %	Наименование элемента	Содержание, %	Наименование элемента	Содержание, %
Va	62,50				
Sr	43,48	Sr	43,48		
Mo	41,18	Mo	41,18		
Mn	36,84			Mn	36,84
		Cr	37,50	Cr	37,50
		V	36,84	V	36,84
				Yb	50,00
		Ti	47,61		
		Sc	50,00		
		Co	53,84		
		Ni	58,84		
		Cu	53,84		
		Zn	50,00		
		Ge	63,64		
		Y	44,44		
		Zr	50,00		
		Nb	50,00		
		Ag	42,86		
		Sn	55,56		
		Pb	50,00		
		Ga	50,00		
Be	33,33	Be	33,33	Be	33,33
As	33,33	As	33,33	As	33,33
Sb	33,33	Sb	33,33	Sb	33,33

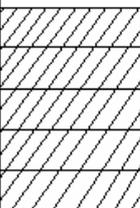
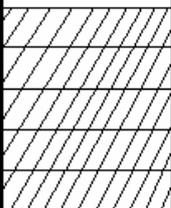
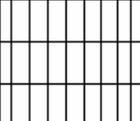
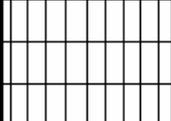
Анализ данных таблицы позволил разделить концентрации элементов на классы: а) элементы с максимальным значением K_k во всех трёх видах отходов (нейтральный класс); б) элементы, максимально сконцентрированные в одном виде отходов (основной класс); в) элементы, имеющие одинаковый максимальный показатель K_k в двух видах отходов, не затрагивая третий тип (промежуточный класс).

Исходя из числовых показателей таблицы, удивительно то, что титан, несмотря на сравнительно высокое содержание в углях, подвержен рассеянию в зольных и шлаковых отходах. Таким же образом ведут себя цинк и никель. Очевидно, некоторые элементы при сжигании углей частично улетучиваются, т.е. сублимируются, уменьшая величину K_k .

Дополнительное определение содержаний элементов в отходах сжигания углей Воркутинского месторождения на ТЭЦ г. Воркуты показывают результаты, сходные с заимствованными результатами Волковской С.Г. и Грищенко А.Е. [1].

Таблица 2. Графики распределения металлов между золой циклона, золоотвала и шлаком (по таблице 1)

Ba		Условные обозначения: основной класс промежуточный класс нейтральный класс
Sr		
Be		

№	Элемент	Зола циклона	Зола золоотвала	Шлак золоотвала
1	Ba			
2	Sr			
3	Mo			
4	Mn			
5	Cr			
6	V			
7	Yb			
8	Ti			
9	Sc			
10	Co			
11	Ni			
12	Cu			
13	Zn			
14	Ge			
15	Y			
16	Zr			
17	Nb			
18	Ag			
19	Sn			
20	Pb			
21	Ga			
22	Be			
23	As			
24	Sb			

Изучение структуры шлаков как продуктов сжигания выявило её неоднородность. А именно, обособление в силикатной массе гранулярных включений размером в один миллиметр с металлическим блеском.

Гранулярная текстура шлаков, сформированная за счёт наблюдаемой рассеянной вкрапленности в силикатном субстрате железорудных гранул, свидетельствует о ликвационной природе этих гранул на стадии расплава с образованием эмульсии. Гранула в свою очередь имеет мелкозернистую структуру как агрегат слипшихся глобул величиной 60-65 микронов (рис. 1(а)). Такие глобулы-сферы могут быть обособлены от других механическим путём (рис. 1(б)). Глобула так же имеет микроструктуру (рис. 2) за счёт агрегации от упорядоченного до не упорядоченного вида одномикронных сферических частиц.

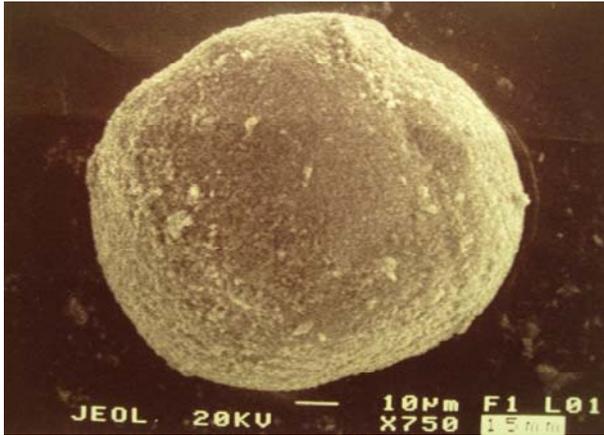


Рис. 1(а) Глобула, размером 60 микрон

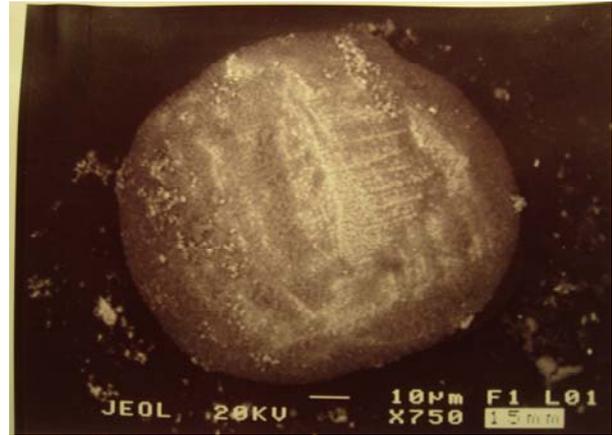


Рис. 1(б) Глобула, вскрытая механически. Видна упорядоченность внутренней структуры

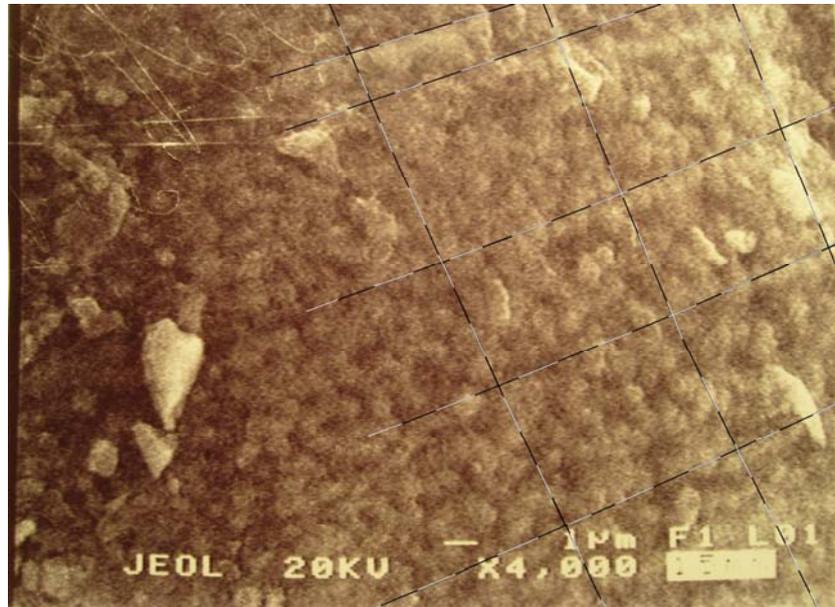


Рис. 2. Микрoзернистая структура 60-ти микронной глобулы. Выделены признаки упорядоченности в расположении микронных частиц (мицелл)

Упорядоченная агрегация напоминает кристаллическую решётку, хотя частица имеет величину в 1000 раз больше атомарных величин кристаллической решётки. Их вполне возможно сравнивать с коллоидными частицами, мицеллами. Такое сравнение подтверждается составом сферических частиц (около 86,0% - железа, остальные проценты составляют Si, Al, Ca, Mg). Очевидно, как и любая мицелла, сферическая частица состоит из внутреннего слоя и внешнего. Первый – из атомов Fe и должен иметь положительный заряд, который компенсируется отрицательным зарядом внешнего алюмокремниевого слоя [2].

Мицелярная структура сферических одномикронных частиц на стадии застывания расплава, очевидно, формировалась непосредственно за процессом ликвации. При этом примесные металлы сидеро-халькофильного ряда ассоциированы вместе с “родственным” железом. В итоге, совершенно очевидно, что ликвационные гранулы должны быть главными концентраторами примесных металлов. Отсюда следует, что вопрос извлечения из шлака железорудных гранул весьма важен в целях дальнейшей сепарации материала на рудную и силикатную его части.

В тех же шлаках наблюдаются чёрные плёночные выделения оптически изотропного полупрозрачного минерала, очевидно, из спиртобензольных смол, о чём свидетельствует чёрная окраска, хрупкость, стеклянный блеск, полупрозрачность, микроскопический коричневый цвет, показатель светопреломления более 1,55. Очевидно, это высокотемпературный остаточный продукт от сгорания самого угля, который может быть удалён растворением в спиртобензоле.

Исходя из полученных результатов исследования золы и шлаков каменных углей, концентраций в них малых и редких металлов, мы считаем, что самого пристального внимания в практическом плане заслуживают железорудные гранулы ликвационного происхождения, которые могут быть выделены методом магнитной сепарации. Помимо самородного железа они должны содержать основную часть примесей металлов, накопившихся в углях, а затем в утилизированных зольно-шлаковых остатках.

Таким образом, проведённые нами исследования позволяют конкретизировать процессы переработки и утилизации продуктов сжигания каменных углей с упором на шлаки с выделением железорудных гранул с последующим обогащением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волковской С.Г. Грищенко А.Е. Исследование содержания металлов в продуктах сгорания угля; Освоение минеральных ресурсов севера: проблемы и решения: Труды 7-ой межрег. научно-практ. Конференции. Т.2. Воркута, 2009. 637 с.
2. Чухров Ф.В. Коллоиды в земной коре. М.: изд. АН СССР, 1955. 672 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ СЛЮД ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕКОРАТИВНОГО ПИГМЕНТА

Герасимова Л.Г., Маслова М.В.

Учреждение Российской академии наук ИХТРЭМС КНЦ РАН, Апатиты

Тонкодисперсные порошки с чешуйчатым строением частиц, обладающие перламутровым эффектом (перламутровые пигменты - ПП), относятся к числу перспективных неорганических материалов, которые, благодаря своим высоким декоративным и техническим свойствам, широко используются в лакокрасочной промышленности, производстве пластмасс, бумаги, средств косметики и т.д. Отличительными особенностями перламутровых пигментов являются их пластинчатая структура и высокий показатель преломления, что достигается использованием слюдяных чешуек и созданием тонкого слоя покрытия из диоксида титана по всей площади поверхности слюды [1, 2]. Перламутровый эффект достигается за счет разности показателей преломления чешуек синтетической или природной слюды и расположенной на ее поверхности оболочки оксида металла, например, титана или железа. От толщины и дисперсности чешуйки и оболочки зависят яркость ПП, его цвет (серебристый, золотистый, иридирующий), а также его укрывистость. В табл. 1 приведены основные виды слюды и их состав.

Таблица 1. Основные виды слюды и их состав

Название	Формула, содержание примесного железа по Fe ₂ O ₃ , %	Месторождение
Мусковит	KAl[AlSi ₃ O ₁₀](OH) ₂ Fe ₂ O ₃ - до 1%	Карелия, Мурман обл. (Ковдор)
Флогопит	KMg[AlSi ₃ O ₁₀](OH, F) ₂ Fe ₂ O ₃ - до 6%	Мурман обл. (Ковдор)
Биотит	K(Mg, Fe) ₃ [AlSi ₃ O ₁₀](OH, F) ₂ Fe ₂ O ₃ - до 20%	Карелия, Мурман обл. (Ковдор)

Принципиальная схема подготовки слюды и нанесения на частицы наноксидного покрытия

1. Расщепление слюды (химическое и электрохимическое)
2. Измельчение слюды (измельчитель работает по принципу разлома и разрезания частиц)
3. Классификация измельченного материала в гидроциклонах с тангенциальной подачей воды на несколько узких фракций
4. Нанесение гидроксидного покрытия на частицы слюды методом термического гидролиза или электрохимическим путем в диализной ячейке
5. Термическая обработка оболочковой композиции с переводом гидроксида в оксид (температура 600-850°C).