

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ КОМПОНЕНТОВ ЗОЛ И ШЛАКОВ ТЭС

Хошимханова М.А., Камолов Т.О., Хамдамов Д.Х., Нурханов Ф.А., Эралиев А.А., Эшонкулов У.Х.

### АННОТАЦИЯ

*На аналитические, минералогические и технологические виды исследований были отобраны пробы и изготовлены препараты (брикеты, анилифы, итуфы) для минералогических исследований, оставшаяся часть была подвергнута (дроблению, истиранию, ситованию и квартованию). Из этих продуктов отбирались различные навески проб на выделение мономинеральных фракций рудных и нерудных минералов для аналитических и технологических исследований.*

**Ключевые слова:** *рентгенофазный анализ, щелочные металлы, драгоценные металлы, корунд, магнетит, доломит, аморфная фаза, горнодобывающей.*

### ABSTRACT

*Samples were taken for analytical, mineralogical and technological types of research and preparations (briquettes, polished sections, ores) for mineralogical research were made, the rest was subjected to (crushing, abrasion, sieving and quartering). Various weights of samples were taken from these products for the isolation of monomineral fractions of ore and non-metallic minerals for analytical and technological studies.*

**Key words:** *X-ray phase analysis, alkali metals, precious metals, corundum, magnetite, dolomite, amorphous phase, mining.*

### ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день в мировом масштабе разработана экономичная технология обогащения золошлаковых отходов, которая позволяет получать из отходов экоминеральные продукты, которые имеют ряд уникальных свойств и возможность использования в различных отраслях промышленности. Состав компонентов угля можно считать постоянным для макрокомпонентов, в то время как для микрокомпонентов он не является постоянным даже внутри одного пласта. Химические свойства компонентов золы, а также их способность концентрироваться в процессе сжигания угля, обусловлены их фазовым составом. Фазовый состав соединений зависит в первую очередь от температурных режимов сжигания угля и состава газовой атмосферы, в которой происходит формирование соединений.

На аналитические, минералогические и технологические виды исследований были отобраны пробы и изготовлены препараты (брикеты, аншлифы, штуфы) для минералогических исследований, оставшаяся часть была подвергнута (дроблению, истиранию, ситованию и квартованию). Из этих продуктов отбирались различные навески проб на выделение мономинеральных фракций рудных и нерудных минералов для аналитических и технологических исследований.

## **ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ**

*Определение зернового состава.* Одной из важных характеристик сыпучего материала является его зерновой состав. Зерновой состав золы определяют методом ситового анализа. Метод определения зернового состава заключается в принципе отсева, высушенного до постоянной массы ( $M_1$ ) образца через набор стандартных сит. Сначала осуществляется подготовка пробы [1]. Для этого отбирают пробу объемом 2-20 литров и высушивают до постоянной массы. Далее проводят испытание. В качестве испытательной аппаратуры используют: электрошкаф сушильный; сосуды мерные цилиндрические (объемом 1, 2, 5, 10 и 20 л); стандартный набор сит (с диаметром сеток 0,16; 0,315; 0,63; 1,25 и 2,5 мм). Подготовленную пробу засыпают в сито, заполняя не более 1/3 высоты его борта. Просеивание проводят вручную или механическим способом при помощи вибропривода. Процесс продолжают до снижения интенсивности просеивания и прекращают при проходе менее 0,1% массы через отдельное сито. Процесс просеивания заканчивают, если при неоднократном ручном встряхивании сита зерна пробы из него не выпадают. Оставшуюся массу каждого сита ( $m_i$ , г) взвешивают и подсчитывают остаток пробы на ситах и поддоне. По результатам просеивания рассчитывают остаток пробы на каждом сите ( $a_i$ , г), полученное значение выражают в процентном отношении с округлением до 0,1% по формуле:

$$a_i = m_i / M_1 * 100,$$

где  $m_i$  - масса частного остатка на соответствующем сите, г;

$M_1$  - масса пробы, г.

*Определение истинной плотности золы.* Истинную плотность золы определяют методом пикнометрического анализа [2-4]. Предварительно взвешенный сухой пикнометр ( $P_0$ ) до метки заполняют пикнометрической жидкостью и взвешивают ( $P_3$ ). В качестве пикнометрической жидкости обычно используют дистиллированную воду. Далее воду сливают, пикнометр

оставляют сушиться. Поместив на 1/3 объёма сухого пикнометра навеску исследуемой золы и взвесив её ( $P_1$ ), залили оставшиеся 2/3 объёма пикнометрической жидкостью. Наблюдаемые пузырьки воздуха указывают на процесс пропитки золы водой. После полной пропитки золы устанавливают пикнометр в предварительно нагретую песчаную баню. Термостатирование проводят в течение 15-20 минут. За это время исследуемая зола должна полностью пропитаться водой. Далее пикнометр охлаждают до комнатной температуры. После полного остывания доводят объём пикнометра водой точно до метки и взвешивают ( $P_2$ ). Удельный вес исследуемой золы ( $d$ , г/дм<sup>3</sup>) рассчитывают по формуле:

$$d=(P_1-P_0)/(P_3+(P_1-P_0)-P_2,$$

где  $P_0$  – вес пустого пикнометра, г;

$P_1$  – вес пикнометра с навеской, г;

$P_2$  – вес пикнометра с навеской и пикнометрической жидкостью, г;

$P_3$  – вес пикнометра с пикнометрической жидкостью, г.

Для исследования химического и минералогического состава и структуры отходов композиционного золощлака ТЭС Ангрена проведены многочисленные исследование с использованием современных методов физико-химического анализа. Для проведения термического анализа использовали Венгерский дериватограф Q-1000 системы Paulik-Paulik-Erdey со скоростью нагрева 100 град/мин и дериватографе Q-1500D в атмосфере воздуха со скоростью 10град/мин при навеске 80-100мг и эталоне  $Al_2O_3$ .

Для регистрации ИК-спектров поглощения спектрофотометр Spceogd-75 IR, для определения металлов атомно-адсорбционные спектрофотометры модели PE 3030B и PEZ/3030 фирмы Перкин-Элмер (США), для определения содержания углерода, водорода, азота и серы - элементный анализатор модели EA 1108 фирмы «Карло Эрба» (Италия), для анализа металлов и сплавов - рентгенофлуоресцентный спектрометр модели PW 1104 фирмы «Филипс» (Голландия), эмиссионный спектрометр с индукционно-плазменным возбуждением модели ЖИ 7011 фирмы «Жобэн Ивон» (Франция). Данные электронной микроскопии (SEM) в совокупности с элементным анализом (EDX) получены с использованием электронного микроскопа Jeol JSM-6701F, рентгенофазовый анализ выполнялся на дифрактометре Shimadzu XRD 6000 и Rigaku XRD.

В работе также применялись стандартные методы опробования, первичная подготовка проб и анализ строения минеральных агрегатов. Использовали

предварительные последовательные операции дробления-измельчения и отсева материала допустимой крупности для получения мономинеральных фракций раскрытых фаз (извлечённых из сростков зёрен).

Для разделения пробы на навески меньшей массы использовали операции перемешивания и сокращения. Оптимальная предварительная обработка лабораторных проб достигается при использовании стандартных сит, метода конуса и кольца при перемешивании.

Разделение материала на классы крупности составляет суть гранулометрического анализа, необходимого при подготовке проб к фракционированию и морфометрическому, минералогическому анализам рыхлой пробы. Пылевидный шлам дроблёного материала и глинистая фракция рыхлых образований удаляются промывкой. Отмывкой можно получить «чёрный шлик» (концентрат тяжёлых фаз) или «серый шлик» (обогащённая смесь тяжёлых и лёгких фаз). Зернистый материал с преимущественным размером частиц более 40 мкм рассеивается на стандартных ситах. Фракционируемый и поступающий на анализы материал разделяли на четыре-шесть классов (+3; -3+0,5; -5+0,25; -0,25+0,1 и -0,1 мм). Один из наиболее эффективных методов анализа для определения гранулометрического состава - это ситовой анализ, который проводится по ГОСТу 3584-73 и предусматривает 19 размеров ячеек сит. После отсева классы взвешивают с точностью до 0,1 г. Результаты пересчитывали в проценты.

Для определения минералогического (фазового) состава использовали диагностики фаз, установления их количественных соотношений, оценки структурно-текстурных особенностей агрегатов (гранулометрический состав, определение формы зёрен и их шероховатости, частота встречаемости общих границ фаз – коэффициенты агрегативности и срастания, выявление степени раскрытия фаз, оценки других метрических показателей) и установления генетических взаимоотношений фаз. При крупности частиц ниже 0,001 мм, а тем более 0,0001 мм применяли электронную микроскопию и специальные методы изучения фазового состава: рентгенофазовый, термический анализ и др. При зернистости выше 5 мм (предельный размер 0,1 мм) диагностику фаз и измерения проводили невооружённым глазом или с помощью лупы.

Для установления фазового состава использовали рентгеновские методы исследования в виде рентгенофазового анализа методом поликристалла (порошка) с использованием дифрактометра XRD-600 фирмы SHIMADZU. Основные параметры съемки:  $\text{CuK}\alpha$  – излучение V- 30 Kv, I-30 mA,  $2\theta$ - 4.000 –

50.000 град. Идентификацию фаз по рентгеновским отражениям на дифрактограммах осуществляли с помощью программного обеспечения “The High Score Plus Suite”, Версия 4.5. (рис-1)

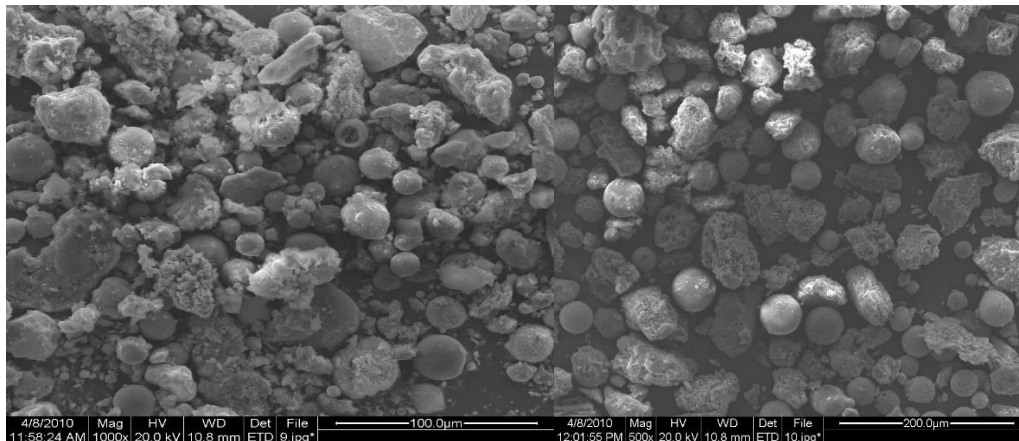


Рис. 1. Обзорные фотографии золы

Судя по опубликованным данным, средние концентрации микроэлементов в углях колеблются на уровне их кларков или незначительно превышают их. Так, например, больше кларка среднее содержание молибдена в углях большинства месторождений СНГ, примерно равно кларку содержание Проведенный тренд анализ распределения основных составляющих золу элементов, показал, что они в своей массе в основном состоят из Si, Al, Fe, С в подчиненном количестве присутствуют Ca, Mg, Na, K, Ti, Ba, а также галлий, свинец и цинк, чуть ниже кларка–селена, титана, ванадия, хрома, никеля, кобальта, меди и марганца. Форма нахождения этих элементов, представляющих каркас матрицы золы, представлена следующими минералами: кварц, когенин, алюмосиликаты железа, самородное железо, в подчиненном количестве [5].

## REFERENCES

1. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в Республики Узбекистан//Ташкент Chinor ENK, 2013. - 260
2. Х.Т.Шарипов, В.Ф.Борбат, Т.О.Камолов, Л.Н.Адеева, А.Х.Турсебеков Минералого-геохимические особенности золошлаковых отходов ТЭС и их утилизация с выделением макро и микрокомпонентов Ташкент, “Muharrir” нашриёти, 2012, 201с.
3. Шарипов Х.Т., Кадилова З.Ч., Турсебеков А.Х., Шарипов Р.Х., Камолов Т.О. Минералогические и аналитические исследования золошлаковых отходов Ангренской ТЭС// Конференция «Инновация-2010», Ташкент, 2010.-С.165.

4. Шарипов Х.Т., Турсебеков А.Х., Борбат В.Ф., Кадирова З.Ч. Химический и минералогический анализ угля и золошлаков Ангреноского месторождения // Сб. Трудов «Актуальные проблемы инновационных технологий, химичеакой, нефтегазовой и пищевой промышленности», Кунград-Ташкент, 2010.- С.232-234.
5. Камолов Т.О., Шарипов Х.Т., Турсебеков А.Х., Хамидова Г.С., Борбат В.Ф. Элементный и минералогический состав неорганических компонентов Ангреноских углей и золошлаковых отходов, Чебоксары, 22 апр. 2011г. –С.39-42
6. Пирматов, Э. А., Шодиев, А. Н. У., Хасанов, А. С., Туробов, Ш. Н., & Хамидов, С. Б. (2019). Современное оборудование, применяемое в гидрометаллургической переработке редких металлов. UNIVERSUM: Технические науки, (11-1 (68)), 33-39.
7. Шодиев, А. Н. У., Туробов, Ш. Н., Саидахмедов, А. А., Хакимов, К. Ж., & Эшонкулов, У. Х. У. (2020). Исследование технологии извлечения редких и благородных металлов из сбросных растворов шламового поля. Universum: технические науки, (5-1 (74)), 37-40.
8. Шодиев, А. Н., Туробов, Ш. Н., Намазов, С. З., Хамидов, М. Б., & Шукиров, О. М. (2019). Извлечение редких металлов из технологических растворов, образующихся при выщелачивании огарка. In INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF THE TECHNICAL SCIENCES, MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE (pp. 22-28).
9. Nematovich, S. A., Saliyevich, H. A., & Ahmadovich, A. O. (2020). Research of technology for extraction of rare and noble metals from reset cues and sludge field solutions. Евразийский Союз Ученых, (6-1 (75)), 13-17.
10. Туробов, Ш. Н., & Хасанов, А. С. (2020). Исследование технологии извлечения ванадия из отходов сернокислотного производства. UNIVERSUM: Технические науки, (11-1), 82-85.
11. Шодиев, А. Н., Туробов, Ш. Н., Саидахмедов, А. А., & Хамидов, С. Б. (2020). Исследование технологии извлечения ценных компонентов из отходов молибденового производства.
12. Аликулов, Ш. Ш., & Шодиев, А. Н. (2016). Теоретические основы кольматации пород при фильтро-вой зоны пласта. Известия высших учебных заведений. Горный журнал, (5), 89-94.
13. Шодиев, А. Н. У., Хужакулов, А. М., Олимов, Ф. М. У., Ахмедова, Д. А., & Туробов, Ш. Н. (2020). Исследование возможности извлечения редких металлов

из отходов металлургического производства Узбекистана. Вестник науки и образования, (13-1 (91)), 26-31.

14. Эшонкулов, У. Х. У., Олимов, Ф. М. У., Саидахмедов, А. А., Туробов, Ш. Н., Шодиев, А. Н. У., & Сирожов, Т. Т. (2018). Обоснование параметров контурного взрывания при сооружении горных выработок большого сечения в крепких породах. Достижения науки и образования, (19 (41)), 10-13.

15. Eshonkulov, U. K. O. G. L., Shukurov, A. Y., Kayumov, O. A. O. G. L., & Umirzoqov, A. A. (2021). STUDY OF THE MATERIAL COMPOSITION OF TITANIUM-MAGNETIC ORE OF THE TEBINBULAK DEPOSIT. Scientific progress, 2(7), 423-428.

16. Eshonqulov, U. K. O. G. L., Umirzoqov, A. A., Khodjakulov, A. M., & Quziyev, H. J. (2021). DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGICAL SCHEME OF SAMPLE ENRICHMENT TITANIUM-MAGNETIC ORE OF THE TEBINBULAK DEPOSIT. Scientific progress, 2(7), 407-413.

17. Djurayevich, K. K., Kxudoynazar O'g'li, E. U., Sirozhevich, A. T., & Abdurashidovich, U. A. (2020). Complex Processing Of Lead-Containing Technogenic Waste From Mining And Metallurgical Industries In The Urals. The American Journal of Engineering and Technology, 2(09), 102-108.

18. Эшонкулов, У. Х. У. (2022). ХАРАКТЕРИСТИКА И ТИПЫ ЖЕЛЕЗНЫХ СЫРЁ. BARQARORLIK VA YETAKCHI TADQIQOTLAR ONLAYN ILMIY JURNALI, 2(11), 303-308.

19. Хасанов, А. С., Шодиев, А. Н., Саидахмедов, А. А., & Туробов, Ш. Н. (2019). Изучение возможности извлечения молибдена и рения из техногенных отходов. Горный вестник Узбекистана г. Навои, (3), 51-53.

20. Хасанов, А. С., Туробов, Ш. Н., & Рахимов, К. Х. (2019). Способы извлечения редких металлов из техногенных отходов металлургического производства. In INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF THE TECHNICAL SCIENCES, MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE (pp. 17-23).

21. Аликулов, Ш. Ш., Азимов, О. А., Азизов, Л. Ш., & Джалилова, Г. Ф. (2021). ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МАГНИТНОГО ОБОГАЩЕНИЯ ТИТАНОМАГНЕТИТОВОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЕБИНБУЛАК. Евразийский Союз Ученых. Серия: технические и физико-математические науки, (5), 9-14.