



робота частин комплексу; дистанційне керування БПЛА і платформою з командного центру.

Вишневецкая В. А.

Студентка гр. ММ-41, ХНАДУ, г. Харьков

Грайворонская И. В.

Ассистент кафедры МБЖД, к.т.н., ХНАДУ, г. Харьков

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ

Использование шлаков в качестве сорбентов требует предварительного научного исследования их химического состава, структуры и сорбционных емкостей по различным соединениям и ионам в меняющихся условиях. Необходимо выяснение физико-химических характеристик компонентов металлургических шлаков, их инертности в водной среде, стойкости к выщелачиванию, повышению температуры и другим факторам.

В качестве сорбентов использовали следующие шлаки: ООО Побужского ферроникелевого комбината (ПФНК), ПАО Никопольского завода ферросплавов (НЗФ) и ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог».

Выбор методов исследования основан на необходимости изучения минералогического и элементного состава шлаков, структуры их поверхности, радиоактивных и сорбционных свойств. Методами исследования являлись рентгенофазовый, гамма-спектрометрический, атомно-абсорбционный, петрографический, спектрофотометрический, ИК-спектрофотометрический, флуориметрический, хроматографический, электронно-зондового микроанализа, капиллярного электрофореза и определение содержания общего углерода.

Состав кристаллической части шлаков определен с помощью рентгенофазового анализа, проведенного на порошковом дифрактометре



Siemens D500 в медном излучении с графитовым монохроматором для образцов шлака ПФНК и ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог»; с никелевым фильтром – для образцов шлаков ПАО НЗФ. Использовано примерно по 0,5 см³ каждого образца. Это количество тщательно растирали и перемешивали в алундовой ступке на протяжении 20 мин, после чего полученный порошок помещали в стеклянную кювету с рабочим объемом 2×1×0,1см³ для регистрации дифрактограмм. Полнопрофильные дифрактограммы измерены в интервале углов $10 < 2\theta < (100-130)^\circ$ с шагом 0,02 ° и временем накопления 30 с. Для учета инструментальной функции профиля использована рентгенограмма гексаборида лантана, полученная в идентичных условиях, что необходимо для расчета микроструктурных характеристик уточняемых фаз: среднего размера кристаллитов и наличия микродеформаций. Первичный поиск фаз выполнен по картотеке PDF-1, после чего был выполнен расчет рентгенограмм по методу Ритвельда с использованием программы FullProf.

Химический элементный состав шлаков определен с помощью метода электронно-зондового микроанализа (EPMA) на сканирующем электронном микроскопе JSM-6390 LV с системой микрорентгеновского анализа INCA. Локальность анализа по глубине около 5 мкм. Использован метод расчета – ZAF-коррекция. Отклонения в определении массовых долей элементов составляли 1,5-8,5 %. Петрографическое исследование образцов измельченного (до 5 мм) шлака ПФНК производства сплавов FeNi в виде иммерсионных препаратов в проходящем свете при помощи микроскопа МИН-8 .

Удельная поверхность S шлака определялась на поверхностемере методом воздухопроницаемости. Согласно полученным экспериментальным данным S шлаков рассчитаны по формуле:

$$S = K \cdot \frac{M_0 \sqrt{T}}{P}, \text{ см}^2/\text{г},$$



где K – константа прибора, $K = 11,5778$;

M_0 – константа, зависящая от температуры и высоты загруженной навески, $\text{см}^2 \cdot \text{с}^{-1/2}$;

T – время, с;

P – масса навески.

Морфологические особенности поверхности шлака изучены на сканирующем электронном микроскопе JSM-6390 LV. Увеличение поверхности образцов находилось в пределах 55-20000.

Удельные активности ЕР шлаков определены гамма-спектрометрическим методом с помощью сцинтилляционного гамма-спектрометра СЕГ-001 «АКП-С», диапазон измеряемых энергий, гамма-излучения которого составляет 50-3000 кэВ. Исследуемая проба помещалась в измерительный сосуд Маринелли объемом 1 дм³. Время измерения активности ЕР в среднем составляло 2 часа. Предел допускаемой основной погрешности измерения активности для геометрии «Маринелли» ($P=0,95$) не более 25 %. Для обработки результатов измерений использовалось программное обеспечение Akwin. По результатам гамма-спектрометрического исследования рассчитаны величины удельных эффективных активностей шлаков $C_{\text{эф}}$ по формуле:

$$C_{\text{эф}} = C_{\text{Ra}} + 1,31C_{\text{Th}} + 0,085C_{\text{K}}, \text{ Бк/кг.}$$

Наличие остаточных количеств органических веществ в шлаковом сорбенте было определено спектрофотометрически при снятии спектров поглощения на приборе Hitachi U3210.

Сорбция шлаками органических веществ изучена спектрофотометрическим методом с помощью SPEKOL 11 относительно дистиллированной воды при длине волны $\lambda = 620$ нм и 500 нм для различных сорбатов в зависимости от окраски раствора. Предел допускаемой основной погрешности составляет 5 %.



Концентрации катионов и анионов в водной фазе определяли методом капиллярного электрофореза, основанного на разделении компонентов сложной смеси в кварцевом капилляре под действием электрического поля. Использовался прибор «Капель-104Т».

Обоснован выбор физико-химических методов исследования, позволяющих достоверно определить химический элементный, оксидный, минералогический и радионуклидный состав металлургических шлаков. Использование современных физико-химических методов исследования дает возможность определить состав шлаков и прогнозировать их свойства как технических материалов.

Гоц Н. Є.¹, Дзіковська Ю. М.²

¹професор кафедри МСС, д.т.н., доцент, ²аспірант

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВІЗОРІВ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ НА ТЕХНОГЕННО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ

Вирішення питань техногенної безпеки сприяють інтенсивному залученню передових технологій для оцінки стану та порядку функціонування досліджуваних потенційно небезпечних об'єктів. При цьому перевага надається засобам, що дозволяють оперативно отримувати інформацію та швидко її оцінити в умовах нестабільного стану природно-антропогенних систем при аномальному техногенному чи природному впливові. Тепловізійні дослідження відповідають даним вимогам та дозволяють дистанційно виявити температурні контрасти й провести аналіз теплоінерційних характеристик об'єктів природно-техногенної сфери в реальному часі у будь-який період доби за умови правильного використання (наприклад, пошук людей у завалах, інформування про перевищення температури чи рівня речовини у ємностях, визначення розмірів прихованих дефектів тощо). Також серед переваг застосування