

Е.И. Закржевская, студ., Д.А. Старовойтова, студ.,  
А.К. Болвако, ст. преп.  
(БГТУ, г. Минск)

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДАХ МЕТОДОМ ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ**

Для определения потенциально опасных для здоровья микропримесей в технологических средах широкое распространение получил метод инверсионной вольтамперометрии (ИВА), который характеризуется низкими (до  $10^{-10}$  моль/дм<sup>3</sup>) пределами обнаружения, высокой селективностью и хорошими метрологическими характеристиками. На ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» в процессе выплавки стали образуются различные отходы, в том числе и пыль, улавливаемая фильтрами в процессе очистки газов, отходящих от сталеплавильных печей. Данная пыль характеризуется сложным элементным составом, включающим Fe, Na, Si, Cl, K, Ti, Cd, Pb, Cu, Zn. При складировании пыли на полигонах возможна миграция ее компонентов, включая ионы тяжелых металлов, в окружающую среду.

Для количественного определения ионов тяжелых металлов при совместном присутствии использовали метод переменноточковой квадратноволновой инверсионной вольтамперометрии с использованием полярографа ПУ-1 в комплекте с электрохимическим датчиком ЕМ-04. Трехэлектродная электрохимическая ячейка включала дисковый вращающийся электрод из углеситалла с геометрической площадью поверхности 6 мм<sup>2</sup>, вспомогательный электрод – стеклоуглеродный стаканчик и электрод сравнения – насыщенный хлорсеребряный. Скорость вращения индикаторного электрода – 1000 об<sup>-1</sup>. Скорость развертки потенциала 20 мВ/с, амплитуда поляризующего напряжения – 20 мВ, время накопления – 30 с, время успокоения – 20 с. Для приготовления растворов использовали реактивы квалификации «ч. д. а.».

Состав фонового раствора, необходимого для формирования ртутно-графитового электрода *in situ*, создания кислой среды и подавления миграционного тока, моль/дм<sup>3</sup>: KCl – 0,335; HCl – 0,02 и Hg(NO<sub>3</sub>) –  $5 \cdot 10^{-5}$ .

Электрохимическое формирование рабочего ртутно-графитового электрода осуществлялось путем катодной поляризации

вращающегося дискового электрода при потенциале  $-1,4$  В (х. с. э.). Анодная развертка на стадии регистрации вольтамперной кривой осуществлялась в диапазоне потенциалов от  $-1,4$  до  $0,4$  В (х. с. э.).

Каждое измерение состояло из четырех стадий: накопления, успокоения, регистрации аналитического сигнала и регенерации электрода с использованием анодной линейной развертки потенциала. Каждое измерение включало 3 последовательных цикла. Для расчетов использовались значения площади под вольтамперной кривой, полученные как средний результат из трех параллельных измерений. Регистрацию вольтамперограмм осуществляли с использованием разработанного шаблона для программы Unichrom версии 5.0.19.

Для модельных растворов, содержащих  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  и  $Cu^{2+}$ , получены уравнения градуировочных графиков в диапазоне концентраций  $(2-7) \cdot 10^{-5}$  моль/дм<sup>3</sup> для  $Zn^{2+}$  и  $Cu^{2+}$  и  $(2-7) \cdot 10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup> для  $Cd^{2+}$  и  $Pb^{2+}$ , которые характеризовались коэффициентом детерминации  $0,92-0,99$ . С учетом высокой линейности и стабильности градуировочных зависимостей определение  $Zn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  и  $Pb^{2+}$  осуществляли методом однократной добавки.

Определение содержания  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  и  $Cu^{2+}$  осуществляли в водных вытяжках из образцов пыли, полученных в соответствии с МУ 2.1.674-97. Получение вытяжки включало следующие этапы.

1. Растворение в соотношении 1:10 (мас.) в дистиллированной воде.

2. Встряхивание на протяжении 1 ч на перемешивающем устройстве ЛАБ-ПУ-02.

3. Центрифугирование на лабораторной центрифуге ЦЛМН-Р10-01 в течение 3 мин при 2000 об/мин.

Затем раствор над осадком отбирали пипеткой, переносили в мерную колбу, добавляли фоновый раствор, доводили дистиллированной водой до метки и анализировали методом ИВА.

Получение вытяжек осуществляли для нескольких серий образцов пыли, характеризовавшейся различным элементным составом. Установлено, что все исследованные образцы промышленной пыли при контакте с дистиллированной водой в процессе получения вытяжки содержат ионы  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  и  $Cu^{2+}$  вне зависимости от их содержания в исходной пыли. При этом концентрация ионов указанных металлов в вытяжках для исследованных образцов пыли не превышала  $0,05$  мг/дм<sup>3</sup> для цинка и меди,  $0,006$  мг/дм<sup>3</sup> для свинца и  $0,16$  мкг/дм<sup>3</sup> для кадмия. Указанные значения удовлетворяют требованиям нормативной документации по содержанию химических элементов в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водоснабжения.