УДК 543.423

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАЗРЯДА НА ПОСТУПЛЕНИЕ ВЕЩЕСТВА ПРОБЫ В ПЛАЗМУ

К. В. ФРАНЦКЕВИЧ
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»
Могилев, Беларусь

При контроле содержания малых количеств токсичных элементов в пробах биологических объектов с использованием атомного эмиссионного спектрального анализа обычно используются навески пробы ограниченной массы, помещаемые в канал угольного электрода. В дальнейшем, в процессе проведения исследования, вещество пробы испаряется при высокой температуре и поступает в плазму электрического разряда. При этом большой интерес представляет исследование влияния изменения параметров электрического разряда на закономерности процесса поступления вещества пробы в плазму.

Наиболее существенное влияние изменение такого электрического параметра разряда, как сила тока, оказывает на температуру электрода и, соответственно, на температуру пробы, размещённой в его канале. В принятой математической модели поступления вещества в плазму разряда параметрами, отвечающими за изменение электрических режимов проведения исследования, являются максимальная температура пробы ΔT_m и параметр a, характеризующий скорость изменения температуры. Следует отметить, что при изменении электрических параметров разряда изменяются оба эти параметра. Особенно это хорошо заметно в случае использования дугового разряда.

С целью исследования влияния изменения указанных параметров построим несколько временных зависимостей интенсивности спектральной линии для различных наборов значений параметров ΔT_m и a. Для этого используем ранее полученное выражение для интенсивности спектральной линии контролируемого элемента.

Рассмотрим изменение характера поступления вещества при уменьшении значения силы тока. При времени полного испарения навески пробы t_k=300 с исходные значения параметров: ΔT_m = 3000 K, a = 0,3 с$^{-1}$. Дополнительно к исходным значениям параметров ΔT_m и a используем два набора данных с меньшими значениями, соответствующими меньшим величинам силы тока разряда. Определим соответствующие им новые значения времени полного испарения пробы t_k. При этом полагаем, что коэффициент летучести основы γ_M характеризуется составом пробы и геометрическими параметрами используемого электрода (в частности, величиной площади поперечного сечения канала электрода). Таким образом, в рамках принятой модели, при изменениях температурных параметров этот

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета

коэффициент должен оставаться постоянным и для определения значения t_k можно использовать уравнение:

$$at_k + \exp(-at_k) = \frac{\gamma_M \Delta T_M}{M_0 a} + 1,$$

где M_0 – исходная масса навески пробы в канале электрода.

В этом случае вместе с исходным получаем три набора параметров:

1) ΔT_m = 3000 K, a = 0,3 c^{-1}; t_k= 300 c;

2) ΔT_m = 2000 K, a = 0,1 c^{-1}; t_k= 455 c;

3) ΔT_m = 1500 K, a = 0,05 c^{-1}; t_k= 613 c.

Для наиболее интересного и часто встречающегося случая, когда контролируемый элемент содержится в пробе в виде легколетучего соединения, скорость поступления которого превышает скорость поступления вещества основы пробы, изменение характера поступления вещества представлено на рис. 1.

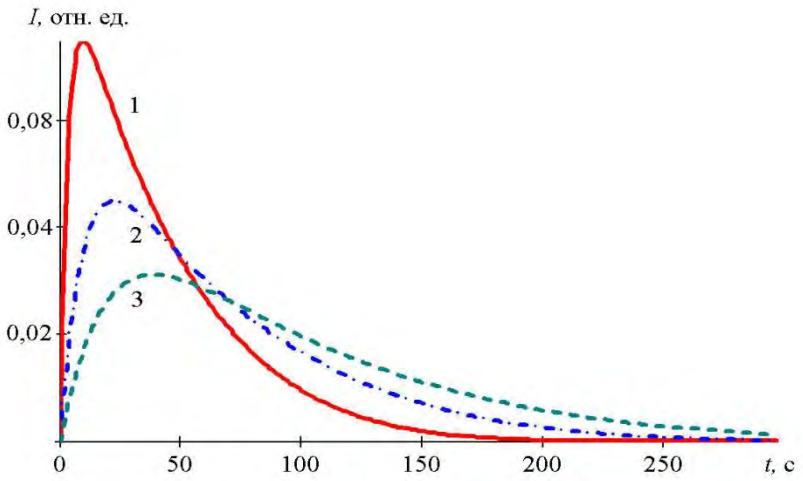

Рис. 1. Временные зависимости интенсивности спектральной линии контролируемого элемента при различных значениях параметров: 1 – ΔT_m = 3000 K, a = 0,3 c^{-1}; 2 – ΔT_m = 2000 K, a = 0,1 c^{-1}; 3 – ΔT_m = 1500 K, a = 0,05 c^{-1}

Как видно из полученных результатов, при уменьшении силы тока для легколетучих соединений элемента происходит уменьшение максимального значения мгновенной интенсивности спектральной линии, увеличение общего времени поступления элемента в плазму разряда и увеличение времени достижения максимума интенсивности спектральной линии. При этом максимум становится менее выраженным, а следующий за ним спад интенсивности более пологим. Следовательно, при этом промежуток времени, в течение которого следует осуществлять регистрацию спектральной информации, необходимо увеличивать.

Электронная библиотека Белорусского национального технического университета