

**Возбуждение рентгеновской флуоресценции тормозным излучением:
обобщение монохроматической модели**

Моногарова Оксана Викторовна

аспирант

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

e-mail: o_monogarova@mail.ru

Для описания процесса возбуждения рентгеновской флуоресценции (РФ) тормозным излучением (ТИ) при проведении количественного РФ-анализа сложных многокомпонентных объектов в 60–80-е гг. прошлого века широко использовали монохроматическое приближение. Волновое распределение полихроматического спектра рентгеновской трубки (РТ) заменяли δ -функцией виртуального монохроматического источника (ВМИ) излучения с аналогичным эффектом возбуждения. Эффективную [1] или эквивалентную [2] длину волны ВМИ вычисляли аналитически для тонкоплёночных и полубесконечных образцов (два предельных случая). При выводе соответствующих выражений волновое распределение интенсивности ТИ задавали простой и недостаточно корректной формулой Крамерса, что способствовало увеличению погрешности результатов анализа.

Начиная с 90-х гг., в связи с широким распространением персональных компьютеров все чаще стали использовать полихроматический подход: нахождение численными методами эффективности возбуждения РФ образца всеми составляющими измеренного или вычисленного спектра РТ [3]. Данный подход позволяет снизить погрешность результатов анализа, однако его реализация требует существенно большего объема вычислений, а физический смысл расчетных формул часто оказывается неявным. Кроме того, полихроматический подход, очевидно, не может решить основную проблему, лимитирующую погрешность результатов РФ-анализа, – недостаточно высокую правильность ряда фундаментальных параметров (например, массовых коэффициентов поглощения рентгеновского излучения для элементов с малыми и средними атомными номерами), используемых при расчетах. В этих условиях монохроматическое приближение способно обеспечить сопоставимый уровень погрешности в случае адекватного выбора длины волны ВМИ. Для решения проблемы необходимо использовать корректные волновые распределения интенсивности ТИ РТ, учитывающие её конструктивные особенности. Обобщение классического монохроматического приближения для образцов произвольного состава и толщины, сочетающее в себе лаконичность, очевидность физического смысла, простоту вычислений и низкую погрешность результатов РФ-анализа, представляется весьма актуальным с экспериментальной и теоретической точки зрения.

В настоящей работе предложены новые аналитические выражения для расчета эффективной и эквивалентной длины волны тормозного спектра возбуждения РФ тонкоплёночных и полубесконечных образцов. Вычисленные параметры ВМИ слабо зависят от концентрации определяемых элементов и обеспечивают низкий уровень погрешности. Для РТ прострельного типа с тонкоплёночным (2÷4 мкм) анодом установлены зависимости между значениями эффективной длины волны, рассчитанными по классическим алгоритмам (например, [1]) для полубесконечного образца с использованием формулы Крамерса и для образцов произвольной толщины с использованием скорректированного волнового распределения интенсивности ТИ. При проведении вычислений было учтено влияние атомного номера определяемого элемента ($Z = 20\div 50$), его концентрации (0÷50 масс.%), состава образца, напряжения РТ (20÷60 кВ), поглощения первичного излучения материалом анода (Cr, Mo, Pd, W) и Ве-окном РТ (толщина 75÷300 мкм).

1. В.П. Афонин, Т.Н. Гуничева и др. // *Завод. лаб.* 1976. Т. 42. №6. С. 670-674.
2. Г.В. Павлинский, Б.И. Китов. // *Завод. лаб.* 1982. Т. 48. №4. С. 21-25.
3. R.M. Rousseau. // *Spectrochim. Acta B.* 2006. V. 61. P. 759-777.