

Спектрометр для сцинтилляционного атомно-эмиссионного анализа геологических порошковых проб

Spectrometer for scintillation atomic emission analysis of geological powder samples

*Авторы: Лабусов В.А.¹, Дзюба А.А.¹, Бабин С.А.¹, Селюнин Д.О.,
Зарубин И.А.¹, Неклюдов О.А.¹, Семёнов З.В.¹, Ващенко П.В.¹,
Бехтерев А.В.², Гаранин В.Г.², Шабанова Е.В.³, Васильева И.Е.³*

¹*Институт автоматизации и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН, г. Новосибирск)*

²*ООО «ВМК-Оптоэлектроника», г. Новосибирск*

³*Институт геохимии А.П. Виноградова (ИГХ СО РАН, г. Иркутск)*

*Authors: Labusov V.A.¹, Dzyuba A.A.¹, Babin S.A.¹, Selyunin D.O.,
Zarubin I.A.¹, Neklyudov O.A.¹, Semenov Z.V.¹, Vashchenko P.V.¹,
Bekhterev A.V.², Garanin V.G.², Shabanova E.V.³, Vasil'eva I.E.³*

¹*Institute of Automation and Electrometry, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Novosibirsk (IA&E SB RAS, Novosibirsk)*

²*LLC "VMK-Optoelektronika", Novosibirsk*

³*Vinogradov Institute of Geochemistry, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch (Irkutsk)*

Разработан не имеющий аналогов в мире спектрометр высокого разрешения для экспресс-определения валовых содержаний благородных металлов (БМ: Au, Ag, Pt, Pd, Ir, Os, Rh и Ru) в порошковых геологических пробах методом сцинтилляционной атомно-эмиссионной спектрометрии, который построен на базе светосильного полихроматора «Гранд» с высокоскоростными детекторами БЛПП-2000 и БЛПП-4000. Принцип работы спектрометра: порошковая проба равномерно в течение 20 секунд вводится в плазму электрической дуги переменного тока, где частицы нагреваются и образуют атомный пар, а входящие в их состав атомы химических элементов излучают на характерных для них длинах волн. В компьютер вводится временная последовательность из десятка тысяч спектров этого излучения. Когда частицы, содержащие БМ, попадают в плазму, наблюдаются вспышки (сцинтилляции) их линий в спектрах (рис. 1). С помощью программного обеспечения находят эти вспышки, измеряют их интенсивность и рассчитывают валовые содержания БМ, число и размеры частиц-носителей БМ. Преимущество спектрометра – в его чувствительности (пределы обнаружения БМ находятся на уровне их средних содержаний в земной коре – 1–50 мг/т), в производительности (до 500 проб за смену), а также в простой пробоподготовке (пробы достаточно измельчить до 75 мкм).

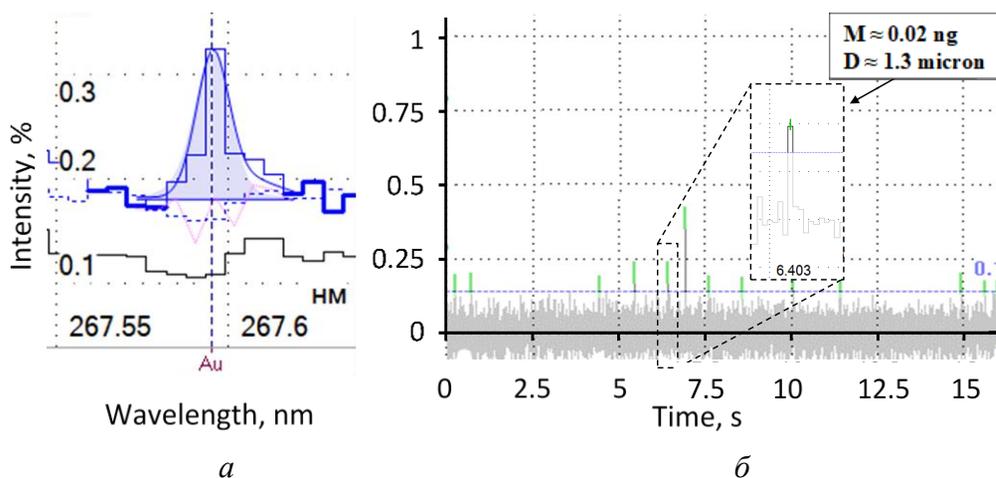


Рис. 1. Спектры в окрестности линии Au 267.595 нм: *а* – во время вспышки (1) и интегральный по времени (2), *б* – зависимость интенсивности этой линии от времени, здесь крупно выделена вспышка от отдельной частицы золота и указаны ее приблизительный диаметр *D* и масса *M*

Fig. 1. Spectra in the vicinity of the Au 267.595 nm line: (*a*) during a scintillation (1) and integral over time (2), (*b*) time dependence of the intensity of this line; here the enlarge fragment shows the scintillation from an individual gold particle with an indication of its approximate diameter *D* and mass *M*

A high-resolution scintillation atomic emission spectrometer for the rapid determination of the total content of noble metals (NMs – Au, Ag, Pt, Pd, Ir, Os, Rh, and Ru) in powder geological samples has been developed based on the Grand high-resolution polychromator with BLPP-2000 and BLPP-4000 high-speed photodetectors; the spectrometer has no analogues in the world. The principle of spectrometer operation is as follows: a powder sample is uniformly introduced for 20 seconds into alternating current electric arc plasma, where the particles are heated and form an atomic vapor, and the atoms of chemical elements of the particles emit at their characteristic wavelengths. A time sequence of tens of thousands of spectra of this emission is fed into a computer. When particles containing NMs enter the plasma, scintillations of their lines are observed in the spectra (Fig. 1). Using software, these scintillations are found, their intensity is measured, and the total NM contents, and the number and sizes of NM carrier particles are calculated. Advantages of the spectrometer are its sensitivity (the detection limits of NMs are at the level of their average concentrations in the Earth's crust, 1–50 mg/ton), productivity (up to 500 samples per session), and easy sample preparation (it is sufficient to grind samples to 75 μm).

Публикации/References:

1. Дзюба А.А., Додонов С.В., Лабусов В.А. Аналитические возможности спектрометра высокого разрешения «Гранд-2000» в дуговом атомно-эмиссионном анализе // Аналитика и контроль. – 2021. – Т. 25. – № 4. – С. 331–339. (<http://dx.doi.org/10.15826/analitika.2021.25.4.009>)
2. Лабусов В.А., Бехтерев А.В., Гаранин В.Г. Спектрометры с анализаторами МАЭС на основе новых линеек фотодетекторов // Аналитика и контроль. – 2021. – Т. 25. – № 4. – С. 262–272.
3. Данилова Ю.В., Васильева И.Е., Шабанова Е.В., Савельева В.Б., Данилов Б.С. Благородные металлы в породах сарминской серии: фазовый состав и элементные ассоциации // Геохимия. – 2021. – Т. 66, № 3. – С. 262–274. – DOI: 10.31857/S0016752521010027.