

Источник возбуждения спектров на основе азотной микроволновой плазмы

Spectrum excitation source based on nitrogen microwave plasma

Авторы: Пелипасов О.В.¹, Путьмаков А.Н.¹, Лабусов В.А.¹, Чернов К.Н.²

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

²ООО «ВМК-Оптоэлектроника», г. Новосибирск

Authors: Pelipasov O.V.¹, Putmakov A.N.¹, Labusov V.A.¹, Chernov K.N.²

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

²LLC "VMK-Optoelektronika", Novosibirsk

Разработан новый источник возбуждения атомно-эмиссионных спектров растворов на основе азотной микроволновой плазмы тороидальной формы и близкого к аргоновой индуктивно-связанной плазме размера, возбуждаемой в цилиндрическом СВЧ (2.45 ГГц) резонаторе (рис. 1.5). Принцип получения такой плазмы основан на использовании кварцевой трехщелевой горелки, установленной продольно магнитному полю волны H_{01} , возбуждаемой в резонаторе, заполненном диэлектриком с $\epsilon = 10$. На основе разработанного источника создан спектрометр с микроволновой плазмой для анализа растворов, который по характеристикам (диапазон линейности градуировочного графика до 7 порядков, максимальная минерализация пробы 10 %, влияние матричных элементов, скорость выполнения анализа) превосходит зарубежные аналоги. Экспериментальный образец спектрометра с защитным химическим боксом апробирован в Сибирском химическом комбинате (г. Северск), где он успешно решает задачу определения содержания основных элементов (актиноидов) и примесей в растворах.

A new source of excitation of atomic emission spectra of solutions based on the nitrogen microwave plasma of a toroidal shape and size close to inductively coupled argon plasma excited in a cylindrical microwave (2.45 GHz) resonator was developed (Fig. 1.5) [1–3]. The principle of obtaining such a plasma is based on the use of a quartz three-slit torch installed longitudinally to the magnetic field of the H_{01} wave excited in a resonator filled with a dielectric with $\epsilon = 10$. On the basis of the developed source, an experimental sample of an optical spectrometer with a microwave plasma for the analysis of solutions was created, which surpasses foreign analogues in its characteristics (calibration graph linearity range up to 7 orders of magnitude, maximum mineralization of the sample 10%, influence of matrix elements, speed of analysis, and spectral resolution 10 pm in the region of 200 nm) [4]. An experimental sample of the spectrometer with a protective chemical box was tested at the Siberian Chemical Combine (Seversk, Tomsk region), where it successfully solves the problem of simultaneous multielement determination of the content of basic elements (actinides) and impurities in solutions obtained by processing mixed uranium-

plutonium nitride fuel at the spent nuclear fuel reprocessing module of the experiment demonstration power complex.

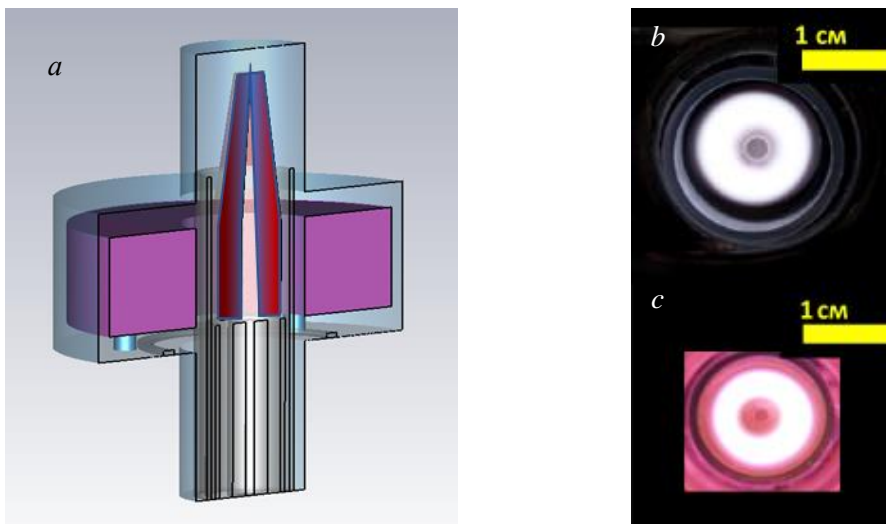


Рис. 1.5: Модель цилиндрического СВЧ резонатора с установленными внутри диэлектрическим элементом и трехщелевой кварцевой горелкой (а); фотография аргоновой индуктивно-связанной (б) и азотной микроволновой плазмы (в)

Fig. 1.5: Model of a cylindrical microwave resonator with a dielectric element and a three-slit quartz torch installed inside (a); photograph of inductively coupled argon plasma (b) and nitrogen microwave plasma (c)

Публикации/References:

1. Пелипасов О.В., Лабусов В.А., Путьмаков А.Н., Чернов К.Н., Боровиков В.М., Буромов И.Д., Селюнин Д.О., Гаранин В.Г., Зарубин И.А. Спектрометр с микроволновой плазмой «ГРАНД-СВЧ» для атомно-эмиссионного анализа // Аналитика и контроль. – 2019. – Т. 23, № 1. – С. 24–34.
2. Пелипасов О.В., Лабусов В.А., Путьмаков А.Н. Атомно-эмиссионный спектрометр с азотной микроволновой плазмой «Гранд-СВЧ» // Аналитика. – 2020. – Т. 10, № 2. – С. 140–147. – DOI 10.22184/2227-572X.2020.10.2.140.146.
3. Pelipasov O.V., Polyakova E.V. Matrix effects in atmospheric pressure nitrogen microwave induced plasma optical emission spectrometry // Journal of Analytical Atomic Spectrometry. – 2020. – Vol. 35. – P. 1389–1394. – DOI 10.1039/D0JA00065E.
4. Способ определения содержания элементов и форм их присутствия в дисперсной пробе и её гранулометрического состава: пат. 2702854 Рос. Федерация на изобретение. Ващенко П.В., Гаранин В.Г., Дзюба А.А., Лабусов В.А., Пелипасов О.В.; опубл. 11.10.2019; Бюл. № 29. 2 с.