Для цитирования: Аналитика и контроль. 2025. Т. 29, № 2. С. 172-180
УДК 543.42, 543.51 DOI: 10.15826/analitica.2025.29.2.006

Печатные издания по методам атомной спектрометрии и масс-спектрометрии с микроволновой плазмой. Библиографический указатель

А.А. Пупышев, Н.Л. Васильева

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Российская Федерация, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

**Адрес для переписки: Пупышев Александр Алексеевич, E-mail: pupyshev@gmail.com*

Поступила в редакцию 18 апреля 2025 г., после доработки – 05 мая 2025 г.

Составлен иллюстрированный библиографический указатель монографий, сборников статей, материалов симпозиумов и конференций, стандартов, руководств, методических указаний по созданию, развитию и применению современных аналитических методов атомной спектрометрии и масс-спектрометрии с микроволновой плазмой. Временной диапазон указателя охватывает период от публикации первых печатных изданий, посвященных данным методам, по настоящее время. В указателе представлена значимая для научной и практической работы аналитиков литература по физике, аппаратуре микроволнового разряда и развитию данных аналитических методов, изданная в различных странах. Для каждого издания приведены полное библиографическое описание и краткая аннотация. Большинство изданий в указателе сопровождены иллюстрациями обложек или титульных листов, а также электронными адресами или идентификаторами. Это позволяет легко и быстро найти издание в сети Интернет. Указатель предназначен для научной и практической деятельности аналитиков, специализирующихся в области атомного спектрального и масс-спектрального анализа.

***Ключевые слова*:** микроволновая плазма, метод атомно-эмиссионной спектрометрии с микроволновой плазмой, метод масс-спектрометрии с микроволновой плазмой, хроматографические методы анализа, спектральные приборы с микроволновой плазмой, устройства ввода проб, аналитические характеристики методов, применение спектральных методов с микроволновой плазмой.

For citation: Analitika i kontrol' [Analytics and Control], 2025, vol. 29, no. 2, pp. 172-180
DOI: 10.15826/analitica.2025.29.2.006

Printed publications on methods of microwave plasma atomic spectrometry and microwave plasma mass spectrometry. Bibliographic index

Alexander A. Pupyshev, Natalya L. Vasil'eva

Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin
19 Mira str., Yekaterinburg, 620062, Russian Federation

**Corresponding author: Aleksandr A. Pupyshev, E-mail: pupyshev@gmail.com*

Submitted 18 April 2025, received in revised form 05 May 2025

An illustrated bibliographic index of printed publications (monographs, collections of articles, materials of symposia and conferences, standards, manuals, guidelines) on the creation, development and application of modern analytical methods of atomic spectrometry and microwave plasma mass spectrometry has been compiled. The time range of the index covers the period from the publication of the first printed publications devoted to these methods to the present. The index presents printed publications on physics, microwave discharge equipment and the development of these analytical methods, published in various countries, that are significant for the scientific and practical work of analysts. A full bibliographic description and a brief annotation are provided for each publication. Most publications in the index are accompanied by illustrations of covers or title pages, as well as e-mail addresses or identifiers. This allows you to quickly and easily

find a publication on the Internet. The index is intended for the scientific and practical activities of analysts specializing in the field of atomic spectral and mass spectral analysis.

***Keywords*:** microwave plasma, microwave plasma atomic emission spectrometry, microwave plasma mass spectrometry, microwave plasma spectral instruments, chromatographic methods of analysis, sample inlet devices, analytical characteristics of methods, application of spectral methods with microwave plasma.

ВВЕДЕНИЕ

В статье приведен иллюстрированный библиографический указатель печатных изданий по созданию, развитию и практическому применению методов атомной спектрометрии с микроволновой плазмой и масс-спектрометрии с микроволновой плазмой, как современных методов многоэлементного и вещественного анализа: монографий, сборников статей, материалов конференций и симпозиумов, руководств по эксплуатации, методических указаний по анализу конкретных объектов. В указателе представлены издания из различных стран. Временной диапазон указателя охватывает период от публикации первых изданий (1966 г.), посвященных методам атомного спектрального анализа с микроволновой плазмой и масс-спектрометрии с микроволновой плазмой, до настоящего времени. В указателе максимально полно представлены монографии и сборники статей по созданию приборов и развитию данных аналитических методов, приведены материалы симпозиумов и конференций, которые в настоящее время можно еще найти в быстро меняющемся Интернете.

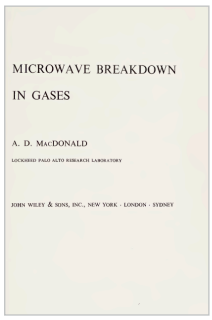
Приведенные в указателе издания полезны для практической и научной работы в области атомного спектрального анализа и масс-спектрального анализа с микроволновой плазмой. Для каждой публикации указаны полное библиографическое описание и ее краткая аннотация. Большинство печатных и электронных изданий в указателе сопровождены иллюстрациями обложек или титульных листов, а также электронными адресами или идентификаторами, позволяющими легко и быстро найти издание в сети Интернет. Необходимо отметить, что количество такой открытой информации за предыдущие годы в Интернете непрерывно уменьшается, поскольку закрываются сайты давно прошедших конференций и прекращается возможность полнотекстового чтения ранее доступных книг. Издания, для которых в указателе не приведены электронные адреса, сейчас доступны через электронную библиотеку Anna's Archive.

Публикации в указателе приведены последовательно по годам издания и имеют сквозную нумерацию [1-41], необходимую для реализации перекрестных ссылок в тексте и прослеживания развития аналитических методов. Для облегчения поиска необходимой информации среди этих публикаций можно выделить некоторые их специфические направления:

- физические основы микроволновых разрядов: 1, 2, 7, 10, 21, 23, 26, 27, 29,31, 35, 41;
- источники микроволновой плазмы: 12, 17, 22, 26, 30, 31, 33, 35, 38, 41;
- лампы с микроволновым разрядом: 9, 18;
- разряд в азоте: 4, 21, 24, 31, 35, 38;
- разряд в аргоне: 21;
- разряд в гелии: 3, 7, 15, 21, 24;
- разряд в воздухе: 23;
- атомно-абсорбционный анализ: 22;
- атомно-эмиссионный анализ: 3-11, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 24, 28-36;
- таблицы спектральных линий: 24;
- масс-спектрометрия: 19, 21, 22, 24, 30, 31, 33, 35;
- применение в хроматографии: 7, 8, 13, 16, 22, 24, 28, 30, 33;
- анализ конкретных объектов и аналитические характеристики: 3, 4, 6, 8, 15, 16, 24, 26-31, 33, 35, 37, 38, 40;
- ввод образцов в плазму: 3, 5, 10, 14, 24, 30, 31, 33, 35, 39;
- практические руководства: 28, 32, 34;
- учебная литература: 36;
- обзорная информация: 6, 10, 11, 20, 22, 25, 30, 33;
- материалы конференций, симпозиумов: 5, 7, 16, 19;
- стандарты и методические указания: 37, 40.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

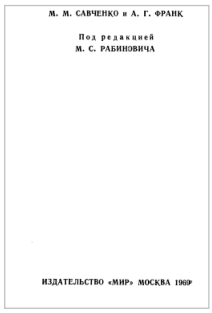
1966

1. 

Macdonald A.D. Microwave breakdown in gases. New York, London, Sydney: John Wiley & Sons, Inc., 1966. 224 p.

Первая в мировой научной литературе монография по физике сверхвысокочастотного (**СВЧ**) пробоя в различных газовых средах. В книге изложены принципы описания явлений газового микроволнового разряда. Рассмотрены процессы столкновения электронов с нейтральными частицами. Получено дифференциальное уравнение второго порядка для функции распределения электронов по энергии. На основе этой функции изложена теория газового пробоя для высокочастотных и микроволновых разрядов.

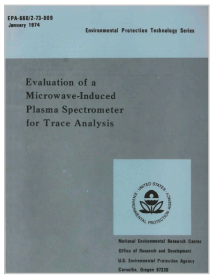
1969

2. 

Мак-Доналд А. Сверхвысокочастотный пробой в газах. Москва: Мир, 1969. 213 с. https://scinetwork.ru/disk/file/10674

Русскоязычный перевод монографии [1].

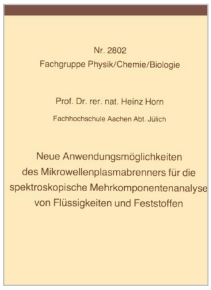
1974

3. 

Seitz W.R. Evaluation of a microwave-induced plasma spectrometer for trace analysis. EPA-660/2-73-009. National environmental research center, Oregon, USA: Environmental protection agency (EPA), 1974. 26 p. https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=200136D4.PDF

Гелиевая микроволновая плазма низкого давления была экспериментально изучена в качестве источника возбуждения для атомно-эмиссионного определения следов металлов в воде. Пробы вводили в плазму термическим испарением с нагретой проволочной нити. Установка показала хорошую чувствительность определений.

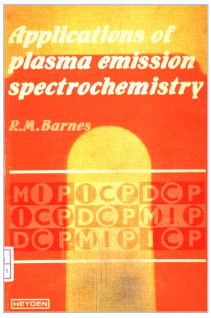
1978

4. 

Horn H. Neue anwendungsmöglichkeiten des mikrowellenplasmabrenners für die spektroskopische mehrkomponentenanalyse von flüssigkeiten und feststoffen. Fachhochschule Aachen abt, Jülich: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1978. 29 s. (На немецком языке)

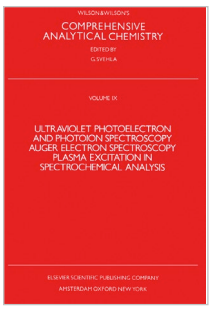
Рассмотрены возможности микроволновой плазмы для многоэлементного атомно-эмиссионного спектрального анализа жидких и твердых проб. Отмечены следующие основные достоинства данного спектрального источника: высокие температуры (от 4000 до 8000 К), низкая скорость потока рабочего газа, применение в качестве рабочего газа дешевого и удобного в обращении азота, возможность одновременного определения матричных и примесных элементов.

1979

5. 

Applications of plasma emission spectrometry. 5th annual meeting of the Federation of analytical chemistry and spectroscopy specieties, Boston. Okt. 30 – Nov. 3, 1978. Ed. R.M. Barnes. London, Philadelphia, Rheine: Heyden, 1979. 159 p.

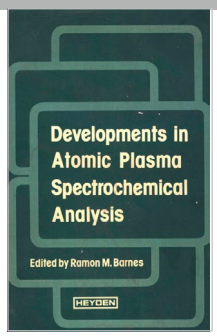
Доклады конференции по применению атомно-эмиссионной спектроскопии плазмы для элементного анализа. В том числе представлен доклад по использованию различных вариантов техники гидридов для определения As и Sb методом атомной эмиссии с микроволновой плазмой.

6. 

Ultraviolet photoelectron and photoion spectroscopy. Auger electron spectroscopy. Plasma excitation in spectrochemical analysis. Comprehensive analytical chemistry. IX. Amsterdam, Oxford, New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 1979. 325 p.

Третья глава данного сборника из серии «Современная аналитическая химия» полностью посвящена спектрохимическому анализу с плазменным возбуждением: классификация и номенклатура плазменных спектральных источников, микроволновая плазма, индуктивно связанная плазма (основные принципы, высокочастотные генераторы, введение образца, приборы, помехи, практическое применение).

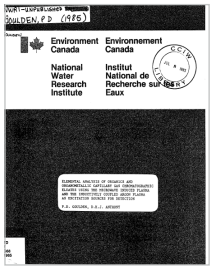
1981

7. 

Developments in atomic plasma spectrochemical analysis. Proceedings of international winter conference. San Juan, Puerto Rico, 7-11 January 1980. Ed. R.M. Barnes. London, Philadelphia, Rheine: Heyden, 1981. 762 p.

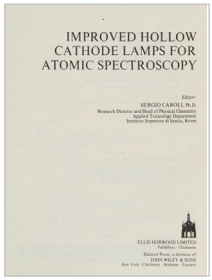
Материалы международной конференции по плазменному спектрохимическому анализу. Серия докладов конференции посвящена применению микроволновой плазмы в качестве детектора для газовой и жидкостной хроматографии при проведении вещественного анализа. Изучены физические характеристики гелиевой микроволновой плазмы при атмосферном давлении.

1985

8. 

Goulden P.D., Anthony D.H.J. Elemental analysis of organics and organometallic capillary gas chromatographic eluates using the microwave induced plasma and the inductively coupled argon plasma as excitation sources for detection. Ontario, Canada: National water research institute, 1985. 40 p. https://publications.gc.ca/collections/collection_2024/eccc/en36/En36-539-101-1985-eng.pdf

Описаны результаты исследований по изучению и разработке технологий индуктивно связанной и микроволновой аргоновой плазмы в качестве атомно-эмиссионных детекторов для капиллярной газовой хроматографии. Оценены пределы обнаружения C, Cl, Br, F, S и P в микроволновой плазме, Pb и Sn в индуктивно связанной плазме.

9. 

Caroli S. Improved hollow cathode lamps for atomic spectroscopy. Ed. S. Caroli. New York, Chichester, Brisbane, Toronto: Ellis Horwood Limited, 1985. 240 p.

Рассмотрены аналитические возможности применения в атомной спектроскопии различных типов разряда с полым катодом, в том числе возбуждаемого микроволнами.

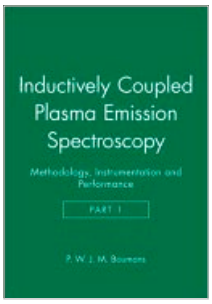
1986

10. 

Matousek J.P., Orr B.J., Selby M. Microwave-induced plasmas: implementation and application // Progress in analytical atomic spectroscopy. V. 7. Ed. C.L. Chakrabarti. Oxford, New York, Toronto, Sydney, Frankfurt: Pergamon Press, 1986. P. 275-314.

Обзор по микроволновой плазме, применяемой в атомной спектрометрии. Рассмотрено: получение и стабилизация микроволновой плазмы, ее физические свойства, способы ввода образцов в плазму, опасность микроволнового излучения. Библиография 286 наименований.

1987

11. 

Inductively coupled plasma emission spectroscopy. Part 1: Methodology, instrumentation and performance. Ed. P.W.J.M. Boumans. New York: John Wiley and Sons Inc., 1987. 584 p.

Монография описывает основы аналитического метода атомной эмиссии с индуктивно связанной плазмой. Выполнен обзор по развитию и применению емкостной и индуктивно связанной микроволновой плазмы в атомно-эмиссионном спектральном анализе.

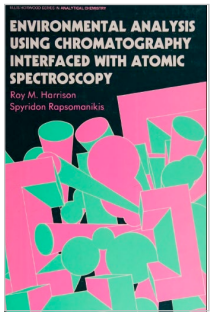
1988

12. 

Батенин В.М., Климовский И.И., Лысов Г.В., Троицкий В.Н.. СВЧ-генераторы плазмы. Физика, техника, применение. Москва: Энергоатомиздат, 1988. 225 с. https://www.studmed.ru/batenin-vm-klimovskiy-ii-lysov-gv-troickiy-vn-svch-generatory-plazmy-fizika-tehnika-primenenie_098b6e6dd8b.html

Описаны основные физические процессы, определяющие свойства и характеристики СВЧ-разрядов при давлениях от 100 Па до атмосферного. Детально проанализированы механизмы распространения фронта разряда в атомарных и молекулярных газах. Описаны специфические формы разрядов во внешнем магнитном поле и при совместном воздействии СВЧ и постоянного электрических полей. Продемонстрированы возможности использования СВЧ-разрядов в современной порошковой технологии.

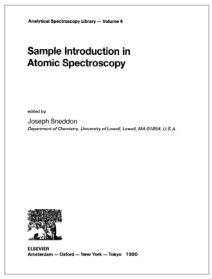
1989

13. 

Harrison R.M., Rapsomanikis S. Environmental analysis using chromatography interfaced with atomic spectroscopy. New York, Chichester, Brisbane, Toronto: John Wiley & Sons; Ellis Horwood Limited, 1989. 384 p.

Монография посвящена экологическому вещественному анализу, реализуемому с помощью сочетания различных видов хроматографии и спектральных детекторов: атомно-абсорбционных, атомно-флуоресцентных и атомно-эмиссионных, включая микроволновую плазму.

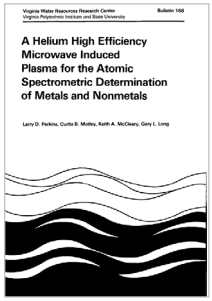
1990

14. 

Sample introduction in atomic spectroscopy. Ed. J. Sneddon. Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo: Elsevier, 1990. 371 p.

Широко рассмотрены различные системы ввода проб, применяемые в атомной спектрометрии, в том числе при использовании микроволной плазмы.

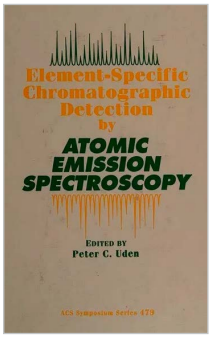
1991

15. 

Perkins L.D., Motley C.B. McCleary K.A., Long G.L. A helium high efficiency microwave induced plasma for the atomic spectrometric determination of metals and nonmetals. VPI-VWRRC-BULL 168. Virginia water resources research center, USA: Virginia polytechnic institute and state university, 1991. 128 p.
https://vtechworks.lib.vt.edu/items/04dd72c5-f4d2-409c-b6e6-c8c363551445

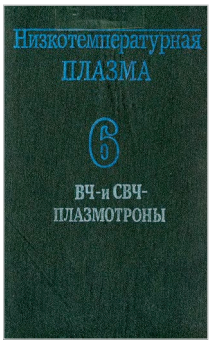
Разработана и использована спектрометрическая система с гелиевой микроволновой плазмой для атомно-эмиссионного определения металлов и неметаллов в водных и органических образцах. Отмечен меньший уровень спектральных помех по сравнению с аргоновыми плазмами. Пределы обнаружения металлов составляют менее нг/мл (ppb), неметаллов - ниже мкг/мл (ppm).

1992

16. 

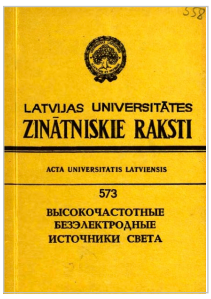
Element-specific chromatographic detection by atomic emission spectroscopy. Boston, Massachusetts, April 22-27, 1990. ACS symposium series 479. Ed. P.C. Uden. Washington, USA: American Chemical Society, 1992. 357 p.
https://archive.org/details/elementspecificc0000unse

Материалы симпозиума по использованию сочетания разных типов плазменной атомно-эмиссионной спектрометрии и масс-спектрометрии с различными хроматографическими методами (газовая, жидкостная, сверхкритическая жидкостная) для проведения вещественного анализа. Большое число докладов посвящено применению микроволновой плазмы в качестве спектрометрического детектора.

17. 

Дресвин С.В, Бобров А.А., Лелёвкин В.М., Лысов Г.В., Паскалов Г.З., Сорокин Л.М. Низкотемпературная плазма. Т. 6: ВЧ- и СВЧ-плазмотроны. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1992. 319 с.
https://www.studmed.ru/dresvin-sv-bobrov-aa-i-dr-nizkotemperaturnaya-plazma-vch-i-svch-plazmotrony-tom-6_57fd959484b.html

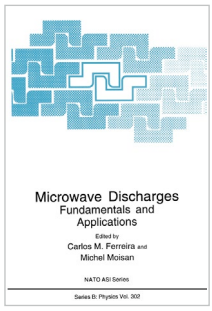
Описаны электрофизические, химические, газодинамические и другие процессы в низкотемпературной плазме, их диагностика, моделирование и исследования в различных областях науки и техники. Вторая часть книги посвящена конструкциям и исследованию СВЧ-плазмотронов, их применению в атомно-эмиссионном спектральном анализе.

18. 

Высокочастотные безэлектродные источники света. Научные труды. Т. 573. Рига: Латвийский университет, 1992. 137 с.
https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/5336

Приведены результаты работ по технологиям изготовления, спектральной диагностике, моделированию и применению высокочастотных микроволновых безэлектродных ламп, используемых в атомном спектральном анализе.

1993

19. 

Hubert J., Sing R., Boudreau D., Tran K.C., Lauzon C., Moisan M. Applications of microwave discharges to elemental analysis // Microwave discharges. Fundamentals and applications. Eds. C.M. Ferreira, M. Moisan. Proceedings of a NATO advanced research Workshop on microwave discharges: fundamentals and applications, May 11-15, 1992, Vimeiro, Portugal. New York: Springer Science + Business Media New York, 1993. P. 509-530.

Материалы конференции посвящены физике, диагностике, моделированию и применению микроволновых разрядов. В обзоре рассмотрено использование микроволновой плазмы в атомно-эмиссионном и масс-спектральных элементных анализах. Библиография 65 наименований.

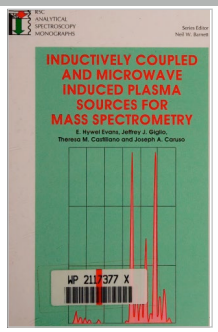
1994

20. 

Спектральный анализ чистых веществ. Издание второе, переработанное и дополненное. Ред. Х.И. Зильберштейн. Санкт-Петербург: Химия, 1994. 327 с.

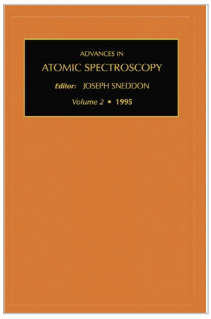
Монография посвящена оптическому атомно-эмиссионному спектральному анализу чистых веществ, в том числе с использованием микроволновых плазменных разрядов.

1995

21. 

Evans E.H., Giglo J.J., Castiliano T.M., Caruso J.A. Inductively coupled and microwave induced plasma sources for mass spectrometry. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1995. 107 p. https://archive.org/details/isbn_9780854045600/mode/2up?q=Inductively+coupled+and+microwave+induced+plasma+sources+for+mass+spectrometry

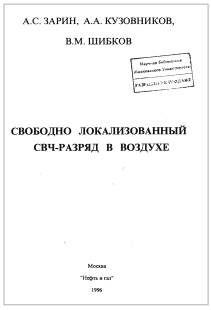
В монографии обзорно рассмотрены физические основы и применение индуктивно связанной плазмы (аргон, альтернативные и смешанные газы, разряд пониженного давления) и микроволновой плазмы (гелий, аргон, азот, разряд пониженного давления) в масс-спектрометрии.

22. 

Culp R.C., Ng K.C. Recent developments in analytical microwave-induced plasmas // Advances in atomic spectroscopy. V. 2. Ed. J. Sneddon. Greenwich, Connecticut; London, England: JAI Press INC., 1995. P. 215-283.

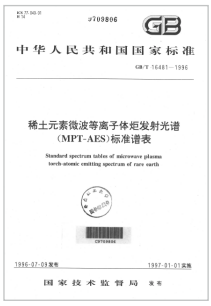
Обзорно рассмотрены различные спектральные источники с микроволновой плазмой, использование микроволновой плазмы в качестве детектора для разных видов хроматографии, применение микроволновой плазмы в атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектрометрии, а также масс-спектрометрии.

1996

23. 

Зарин А.С., Кузовников А.А., Шибков В.М. Свободно-локализованный СВЧ-разряд в воздухе. Москва: Нефть и газ. 1996. 205 с. https://reallib.org/reader?file=1502105&pg=2

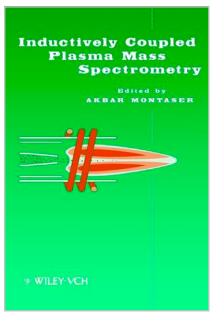
Монография отражает достигнутый уровень исследований в области неравновесной низкотемпературной плазмы свободно локализованного разряда в воздухе. Обобщены и систематизированы результаты экспериментальных исследований нестационарной молекулярной плазмы СВЧ-разряда в воздухе при давлении 0.1-760 торр, формируемого при различных импульсных режимах в заданной области пространства мощным сфокусированным пучком электромагнитного излучения с плотностью потока мощности в фокусе пучка 10^2-10^5 Вт/см^2. Особое внимание уделено оптимизации режима создания СВЧ-разряда с целью эффективного перераспределения энергии между различными компонентами и степенями свободы молекулярного газа.

24. 

中华人民共和国国家标准 GB_T 16481-1996 (Таблицы атомно-эмиссионных спектров редких элементов для микроволновой плазменной горелки. Стандарт Китайской Народной Республики). 1996. 16 p. (На китайском языке)

Таблицы атомно-эмиссионных спектральных линий редких элементов для микроволнового плазменного разряда. Таблицы составлены по элементам (Y, Sc и все редкоземельные элементы, кроме Pm) и по длинам волн в диапазоне 232-447 нм.

1998

25. 

Inductively coupled plasma mass spectrometry. Ed. A. Montaser. New York: Wiley-VCH, Inc., 1998. 1008 p.

В обширной классической монографии по методу масс спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, полезной как для профессиональных аналитиков, так и ученых, рассмотрены фундаментальные аспекты метода, системы ввода образцов и высокочастотные генераторы, аналитические применения и сравнение с другими методами масс-спектрометрии с плазменными источниками.

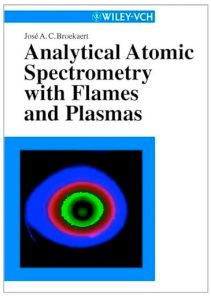
Последняя глава книги полностью посвящена масс-спектрометрии с микроволновой плазмой. Рассмотрены фундаментальные свойства гелиевой микроволновой плазмы и ее аналитические характеристики при использовании в качестве детектора для газовой хроматографии и сверхкритической жидкостной хроматографии. Описаны способы ввода проб распылением жидкостей, электротермическим испарением и генерацией паров. Кратко представлены особенности азотной микроволновой плазмы и свойства микроволнового разряда при пониженном давлении. Рассмотрены возможности реализации «мягкой ионизации» в микроволновой плазме для проведения молекулярного анализа.

2001

26. Jankowski K. Mikrofalowo indukowana plazma jako źródło wzbudzenia w analizie spektrochemicznej. Właściwości i zastosowania (Микроволновая плазма как источник возбуждения в спектрохимическом анализе. Свойства и применение) // Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Chemia. 2001. V. 66. P. 3-95. (На польском языке)

Разработана микроволновая плазменная система аксиального наблюдения для спектрохимического анализа, использующая прямоугольную полость TE_{101} для связи с магнетроном и водоохлаждаемую плазменную горелку. Измерены спектроскопические температуры и плотность электронов в разряде. Показано отклонение физических условий в разряде от локального термодинамического равновесия и наличие некоторых нетепловых механизмов нагрева и ионизации рабочего газа. Рассмотрены возможности разряда для проведения многоэлементного анализа объектов окружающей среды, металлоорганических материалов.

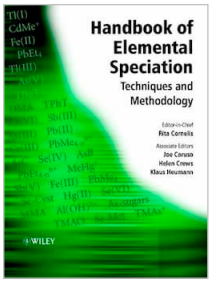
2002

27. 

Broekaert J.A.C. Analytical atomic spectrometry with flames and plasmas. Weinheim, New York, Chichester, Brisbane, Singapore, Toronto: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2002. 375 p.

В монографии рассмотрены физические принципы работы и практической применение в атомно-эмиссионном спектральном анализе различных спектральных источников, в том числе индукционной и емкостной микроволновой плазмы.

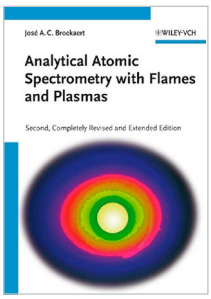
2003

28. 

Handbook of elemental speciation: techniques and methodology. Eds. R. Cornelis, H. Crews, J. Caruso, K. Heumann. Chichester: John Wiley & Sons, 2003. 672 p.

Руководство всесторонне охватывает различные аспекты процедур вещественного анализа: сбор и хранение проб; подходы к подготовке проб, обеспечивающие хроматографирование веществ; принципы методов разделения, используемые в вещественном анализе; обнаружение конкретных вещественных форм элементов различными аналитическими методами, включая атомную эмиссию с микроволновой плазмой.

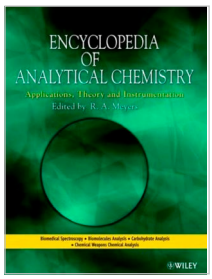
2005

29. 

Broekaert J.A.C. Analytical atomic spectrometry with flames and plasmas. Second, completely revised and extended edition. Hamburg, Germany: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co., 2005. 427 p.

В монографии (первое издание – [27]) рассмотрены физические принципы работы и практической применение в атомно-эмиссионном спектральном анализе различных спектральных источников, в том числе индукционной и емкостной микроволновой плазмы.

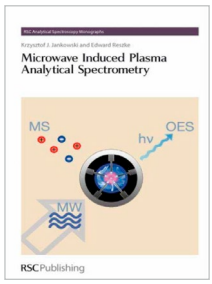
2006

30. 

Broekaert J.A.C., Engel U. Microwave-induced plasma systems in atomic spectroscopy // Encyclopedia of Analytical Chemistry. John Wiley & Sons, Ltd, 2006. 55 p. DOI: 10.1002/9780470027318.a5113

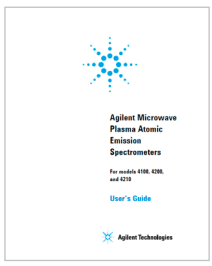
Приведена обширная информация по: конструкциям генераторов микроволновой плазмы, применяемых в атомной спектрометрии; диагностике микроволновой плазмы; технике ввода образцов в микроволновую плазму малой и большой мощности, использованию в качестве хроматографического детектора; методам атомной эмиссии и масс-спектрометрии с микроволновой плазмой; применению микроволновой плазмы для различных объектов анализа; сравнению с другими аналитическими методами. Библиография 567 наименований.

2011

31. 

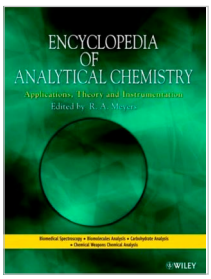
Jankowski K.J., Reszke E. Microwave induced plasma analytical spectrometry. Cambridge: RSC Publishing, 2011. 263 p.

Обсуждены главные аспекты, связанные с современным состоянием аналитической атомно-эмиссионной спектрометрии на основе микроволновой плазмы. Основное внимание уделено приборам, практическим вопросам реализации метода и его применения. Рассмотрены различные источники микроволновой плазмы, обсуждены их физические и химические характеристики, способы ввода газообразных, жидких и твердых образцов в разряд. Приведены многочисленные примеры применения метода для широкого круга реальных проб. Отдельно рассмотрено применение микроволновой плазмы в качестве источника ионов для масс-спектрометрии.

32. 

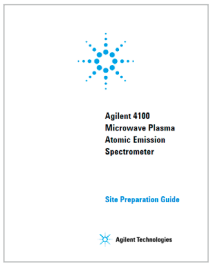
Agilent microwave plasma atomic emission spectrometers. For models 4100, 4200, and 4210. User's Guide. Malaysia: Agilent Technologies 2011, 2013, 2016, 2018. 54 p. https://www.agilent.com/cs/library/usermanuals/public/G8000-90002%20MP-AES%20Users%20Guide.pdf

Руководство по эксплуатации атомно-эмиссионных спектрометров с микроволновой плазмой Agilent 4100, 4200, 4210.

33. 

Jankowski K., Reszke E., Broekaert J., Engel U.. Microwave plasma systems in optical and mass spectroscopy // Encyclopedia of analytical chemistry. Application, theory and instrumentation. Ed. Meyers R.A. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2011. 81 p. DOI: 10.1002/9780470027318.a5113.pub2 https://sci-hub.red/10.1002/9780470027318.A5113.PUB2

Приведена обширная информация по: конструкциям генераторов микроволновой плазмы, применяемых в атомной спектрометрии; диагностике микроволновой плазмы; технике ввода образцов в микроволновую плазму малой и большой мощности, использованию в качестве хроматографического детектора; методам атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с микроволновой плазмой; применению микроволновой плазмы для различных объектов анализа; сравнению с другими аналитическими методами. Библиография 924 наименования.

34. 

Agilent 4100 microwave plasma atomic emission spectrometer. Site preparation guide Agilent Technologies, USA: Agilent Technologies, 2011. 62 p. https://hpst.cz/sites/default/files/oldfiles/g8000-90001.pdf

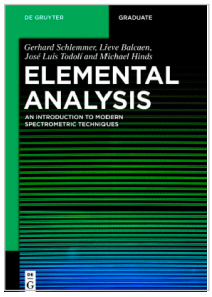
В руководстве содержится информация по подготовке рабочего места для установки в лаборатории атомно-эмиссионного спектрометра с микроволновой плазмой Agilent 4100, других моделей и конфигураций подобных приборов этой фирмы.

2015

35. 

微波诱导等离子体原子光谱分析 -- 扬科夫斯基 (Microwave-induced plasma atomic spectroscopy. Zhejiang University Press), 2016. 276 p. Перевод на китайский язык монографии [31].

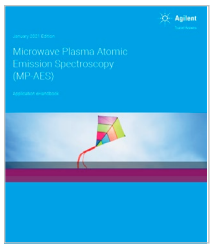
2019

36. 

Schlemmer G.., Balcaen L., Todolí J.L., Hinds M.W. Elemental analysis. An introduction to modern spectrometric techniques. Berlin, Boston: Walter de Gruyter GmbH, 2019. 416 p.

Современный учебник по атомному спектральному анализу, в котором подробно рассмотрены методы атомно-абсорбционного и атомно-флуоресцентного анализа, атомной эмиссии и масс спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, рентгенофлуоресцентного анализа. Большое внимание уделено методу атомной эмиссии с микроволновой плазмой.

2021

37. 

Microwave plasma atomic emission spectroscopy (MP-AES). Application eHandbook. USA: Agilent Technologies, 2021. 163 p. https://www.agilent.com/cs/library/applications/5991-7282EN_MP-AES-eBook.pdf

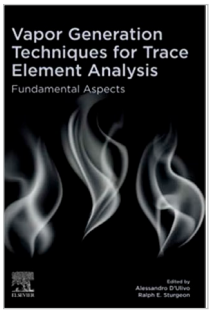
Книга методических решений для атомно-эмиссионной спектрометрии с микроволновой плазмой, которые можно реализовать на приборах фирмы Agilent Technologies. Кратко рассмотрены основные принципы метода, достоинства микроволновой плазмы перед другими спектральными источниками. Приведены примеры применения метода в пищевой промышленности, сельском хозяйстве, геологии и геохимии, металлургии, ювелирной промышленности, экологии, химической и нефтехимической промышленности.

38. 

Пелипасов О.В., Лабусов В.А., Путьмаков А.Н. Атомно-эмиссионные спектрометры с азотной микроволновой плазмой: монография. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. 211 с. https://www.vmk.ru/publications.html

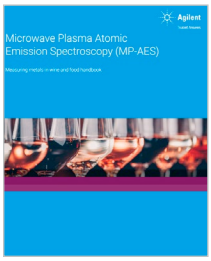
Монография посвящена исследованию и разработке источника возбуждения спектров на основе азотной микроволновой плазмы атмосферного давления, создаваемой в СВЧ-резонаторе, и его применению в атомно-эмиссионной спектрометрии. Приведены аналитические характеристики спектрометра «Гранд-СВЧ» с разработанным источником возбуждения спектров: пределы обнаружения элементов, диапазон линейности градуировочных графиков, стабильность, воспроизводимость измерений, максимальная минерализация пробы, скорость анализа в сравнении с приборами с индуктивно связанной плазмой. В качестве рабочего газа в приборе используется азот, получаемый современными генераторами азота из воздуха на месте проведения анализа. Обсуждены результаты использования спектрометра при решении ряда аналитических задач.

2022

39. 

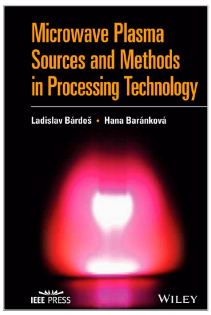
Vapor generation techniques for trace element analysis. Fundamental aspects. Eds. A. d'Uivo, R.E. Sturgeon. Amsterdam: ELSEVIER, 2022. 462 p.

В монографии подробно рассмотрены фундаментальные принципы различных видов генерации паров для последующего элементного анализа. Приведено большое число примеров использования данных техник с различными методами атомной спектрометрии, в том числе с использованием микроволновой плазмы.

40. 

Microwave plasma atomic emission spectroscopy (MP-AES). Measuring metals in wine and food handbook. USA: Agilent Technologies, 2022. 66 p. https://icpms.cz/labrulez-bucket-strapi-h3hsga3/primer_wine_food_elements_4210_mp_aes_5994_4364en_agilent_cd776bcaac/primer-wine-food-elements-4210-mp-aes-5994-4364en-agilent.pdf

Сборник методических рекомендаций по определению основных и примесных элементов в вине и пищевых продуктах, реализуемых с приборами микроволновой плазмы Agilent 4200/4210.

41. 

Bárdoš L., Baránková N. Microwave plasma sources and methods in processing technology. Canada: John Wiley & Sons, Inc., 2022. 334 p.

В монографии рассмотрены основные принципы плазменных разрядов, компоненты микроволновых систем, газоразрядная плазма, взаимодействие плазмы с твердыми телами и газами, микроволновые системы для получения плазмы при пониженном, нормальном и повышенном давлении, новые тенденции в изучении и применении микроволновых разрядов.