

ZEEnit

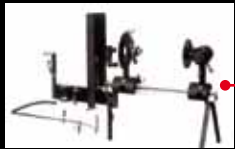
Отличие в качестве



Серия «традиционных» атомно-абсорбционных спектрометров

Полусторавековой опыт в области создания приборов для оптической спектроскопии

Аналитик Йена имеет огромный опыт разработки и производства приборов для оптической спектроскопии, начиная с изобретений Карла Цейсса и Эрнста Аббе. На сегодняшний день компания Аналитик Йена является лидером в производстве высококачественных инновационных аналитических систем.



1874 Эрнст Аббе сформулировал фундаментальные принципы создания оптических измерительных приборов



1924 Первый фотометр Пулфриха – положено начало развития спектральной фотометрии в Йене



1937 Первый пламенный фотометр – в основе действия усовершенствованный фотометрический метод Карла Цейсса

1963 Производство первых приборов SPEKOL® и SPECORD®, в основу создания которых был положен фотометр Пулфриха



1971 Выход на рынок первого пламенного атомно-абсорбционного спектрометра AAS 1 производства Карл Цейсс Йена



1982 Производство УФ-Вид спектрометров с мультисканальной системой регистрации спектра

1993 Использование в качестве электротермических атомизаторов в атомно-абсорбционных спектрометрах графитовых кювет с поперечным нагревом

2000 Производство ААС серии ZEEnit с Зеемановской коррекцией фона с возможностью варьировать напряжённость магнитного поля

2003 Первый высокоскоростной фотометр с 50-позиционной кюветной каруселью и диодно-матричным детектором

2004 Выпуск первого ААС contrAA® 300 с высокоинтенсивным источником непрерывного спектра с пламенным атомизатором

2006 contrAA® 700 с комбинацией пламенного и электротермического атомизаторов

Made in Germany

Technology
Quality
Innovation

analytikjena





ZEE nit
700 P

45
E1

analytikjena

Атомно-абсорбционный анализ, как инструментальный метод количественного определения элементного состава веществ по атомным спектрам поглощения, за относительно короткое время достиг весьма широкого распространения в аналитической практике.

Метод позволяет определять около 70 элементов. Для большинства элементов можно достичь относительно низких пределов обнаружения: в пламенном от десятых долей до десятков и сотен мкг/л (ppb); в электротермическом варианте – от тысячных до десятков долей мкг/л. Абсолютные пределы обнаружения различных элементов в пламенном режиме составляют 10^{-1} - 10^0 нг, в электротермическом – 10^{-5} - 10 нг. Для таких элементов, как As, Cd, Hg, Se, Zn чувствительность метода является одной из самых высоких в аналитической химии.

В настоящее время с использованием атомной абсорбции можно анализировать как высокочистые водные и органические растворы, так и образцы с морской солёностью. Метод применяется для анализа как легко растворимых металлов и сплавов, так и для объектов, которые достаточно трудно перевести в раствор: шлаки, керамики, горные породы, минералы, нефтепродукты и т.д. Широко атомная абсорбция используется для анализа экологических объектов: природных и сточных вод, почв, растений, биологических тканей, жидкостей, кормов, продуктов питания, атмосферных выбросов, бытовой и технической пыли и т.д. Прямому анализу подвергаются и газообразные продукты. С использованием ААС можно изучать атомный и ионный состав плазмы, проводить разные физико-химические исследования, в том числе по определению справочных термодинамических данных давления атомных паров над металлами, сплавами, оксидами и другими объектами исследования.

Метод ААС начал применяться на практике примерно с середины прошлого века. Всё это время учёные и конструкторы многих стран работали над усовершенствованием аппаратуры для атомно-абсорбционного анализа. Компания Аналитик Йена внесла существенный вклад в решение многих проблем, связанных с несовершенством метода, самыми существенными достижениями из которых являются:

- приставки для анализа твёрдых проб без дополнительной пробоподготовки в режиме электротермической атомизации
- замена использования индивидуального для каждого элемента источника линейчатого излучения одной лампой непрерывного спектра.

Таким образом, на сегодняшний день компания Аналитик Йена выпускает три серии ААС:

novAA® – серия простых, достаточно дешёвых пламенных атомно-абсорбционных спектрометров, обеспечивающих быстрые и высокоточные измерения в режимах поглощения и эмиссии.

ZEEnit – новое поколение современных атомно-абсорбционных спектрометров с пламенным и электротермическим атомизаторами; Зеemanовской коррекцией фона в трёхполюсном режиме, с возможностью изменять силу поля (до 1 Тесла).

contraAA® – серия инновационных спектрометров высокого разрешения с источником сплошного спектра с пламенным, электротермическим, гидридным способом атомизации.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1 H 1.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He 4.0 |
| 3 Li 6.9 | 4 Be 9.0 | | | | | | | | | | | 5 B 10.8 | 6 C 12.0 | 7 N 14.0 | 8 O 16.0 | 9 F 19.0 | 10 Ne 20.2 |
| 11 Na 23.0 | 12 Mg 24.3 | | | | | | | | | | | 13 Al 27.0 | 14 Si 28.1 | 15 P 31.0 | 16 S 32.1 | 17 Cl 35.4 | 18 Ar 39.9 |
| 19 K 39.1 | 20 Ca 40.1 | 21 Sc 45.0 | 22 Ti 47.9 | 23 V 50.9 | 24 Cr 52.0 | 25 Mn 54.9 | 26 Fe 55.8 | 27 Co 58.9 | 28 Ni 58.7 | 29 Cu 63.5 | 30 Zn 65.4 | 31 Ga 69.7 | 32 Ge 72.6 | 33 As 74.9 | 34 Se 79.0 | 35 Br 79.9 | 36 Kr 83.8 |
| 37 Rb 85.5 | 38 Sr 87.6 | 39 Y 88.9 | 40 Zr 91.2 | 41 Nb 92.9 | 42 Mo 95.9 | 43 Tc (97.0) | 44 Ru 101.1 | 45 Rh 102.9 | 46 Pd 106.4 | 47 Ag 107.9 | 48 Cd 112.4 | 49 In 114.8 | 50 Sn 118.7 | 51 Sb 121.7 | 52 Te 127.6 | 53 I 126.9 | 54 Xe 131.3 |
| 55 Cs 132.9 | 56 Ba 137.3 | 57 La 138.9 | 72 Hf 178.5 | 73 Ta 180.9 | 74 W 183.8 | 75 Re 186.2 | 76 Os 190.2 | 77 Ir 192.2 | 78 Pt 195.1 | 79 Au 197.0 | 80 Hg 200.6 | 81 Tl 204.4 | 82 Pb 207.2 | 83 Bi 209.0 | 84 Po (209.0) | 85 At (210.0) | 86 Rn (222.0) |
| 87 Fr (223) | 88 Ra 226.0 | 89 Ac (227.0) | 104 Rf (261.1) | 105 Ha (262.1) | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 58 Ce 140.1 | 59 Pr 140.9 | 60 Nd 144.2 | 61 Pm (145) | 62 Sm 150.4 | 63 Eu 152.0 | 64 Gd 157.2 | 65 Tb 158.9 | 66 Dy 162.5 | 67 Ho 164.9 | 68 Er 167.3 | 69 Tm 168.9 | 70 Yb 173.0 | 71 Lu 175.0 | | | | |
| 90 Th 232.0 | 91 Pa 231.0 | 92 U 238.0 | 93 Np 237.0 | 94 Pu (244) | 95 Am (243.0) | 96 Cm (247) | 97 Bk (247) | 98 Cf (251) | 99 Es (254) | 100 Fm (257) | 101 Md (258) | 102 No (259) | 103 Lr (260) | | | | |

Атомно-абсорбционные спектрометры серии ZEEnit

Приборы серии ZEEnit соединили в себе многолетний опыт производства АА спектрометров с последними достижениями в области электроники, изучения свойств магнитного поля и особенностей конструкции печей. Это привело к созданию высокопроизводительных полностью автоматизированных приборов, позволяющих получать высокоточные результаты.

ZEEnit 650 P

атомно-абсорбционный спектрометр с электротермическим атоμισатором и гидридной приставкой.

ZEEnit 700 P

компактный тандемный спектрометр с пламенным, электротермическим атоμισатором и гидридной техникой.

♥ ZEEnit 700 P с гидридной приставкой и автодозатором AS-52s



Основные элементы конструкции атомно-абсорбционных спектрометров

Основные аппаратные узлы приборов для атомно-абсорбционного анализа:

- Селективный источник света – ЛПК, излучающий характерную узкую спектральную линию изучаемого элемента;
- Атомизатор – пламя, графитовая печь или ртуть-гидридная приставка – для перевода данного элемента из реальной пробы в атомарную форму (в гидридной технике определяемый элемент предварительно выделяется в газообразной молекулярной форме);
- Спектральный прибор – монохроматор – для выделения характерной аналитической линии этого элемента;
- Электронная схема для детектирования, усиления и обработки аналитического сигнала и поглощения.

Определение содержания элемента в пробе проводят с использованием экспериментально установленной функциональной зависимости между аналитическим сигналом (абсорбция, оптическая плотность) и концентрацией элемента в образце сравнения (стандарте), так как метод атомно-абсорбционного анализа является относительным. Градуировочная функция может быть в виде математической формулы или графика.

Источники света

В традиционном АА анализе используют селективные источники резонансного излучения атомов – лампы с полым катодом (ЛПК). ЛПК состоит из стеклянного баллона цилиндрической формы, заполненного под давлением инертным газом (аргоном), с впаиваемыми катодом и анодом. В качестве материала катода может использоваться как сам элемент, для определения которого предназначена лампа, в чистом виде, так и его сплав, либо электропроводящие соединения (карбиды).

Для улучшения чувствительности и точности атомно-абсорбционных измерений используются специальные «усиленные лампы» марки SUPERLAMP. Интенсивность усиленных ламп до 50 раз выше, чем у обычных ЛПК.

ЛПК могут быть как одно-, так и многоэлементными (MULTIELEMENT).

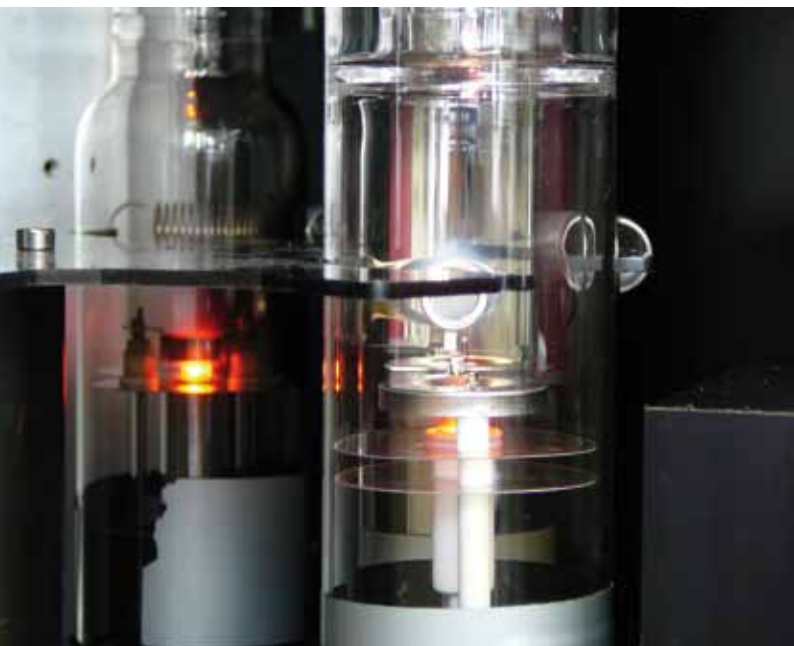
У мультиэлементных ламп катод выполнен из сплава или из прессованных порошков нескольких элементов. Набор элементов таких ламп формируется с учётом следующих показателей:

- Отсутствие сильных спектральных наложений
- Совместимость элементов
- Высокая интенсивность излучения

Применять многоэлементные лампы выгодно для серийного анализа на определённую группу элементов, так как сокращается время на прогрев и юстировку лампы при переходе от одного элемента к другому. Но также важно учитывать и недостатки:

- Укороченный срок службы
- Уменьшение интенсивности излучения
- Худшее соотношение сигнал / шум
- Взаимные спектральные помехи от анализируемых элементов.

Для смены ламп в приборах Аналитик Йена используются специальные 8-позиционные турели с автоматической юстировкой. Использование таких турелей позволяет быстро и точно проводить смену источников излучения в ходе измерений. Также в приборах Аналитик Йена возможно использование кодированных ламп. При установке её в ячейку система распознаёт тип лампы, элемент и определяет величину тока, которую необходимо подавать на лампу.



СПОСОБЫ АТОМИЗАЦИИ

Пламенная атомизация (прим. только для ZEE nit 700P)

Режим пламенной атомизации в ААС является наиболее удобным, высокостабильным и экономичным способом работы. В качестве горючего газа (топлива) применяют ацетилен (C_2H_2), реже пропан (C_3H_8), а в качестве окислителя воздух и динитрооксид (N_2O).

Пламя ацетилен-воздух, обеспечивающее температурный диапазон 2100 – 2400 °С, широко используется в практике атомно-абсорбционного анализа. В зависимости от состава можно регулировать стехиометрию пламени в широких пределах: от сильно окислительного (с большим избытком воздуха) до сильно восстановительного (с избытком ацетилена). Смесь ацетилен-воздух обеспечивает высокую степень атомизации более 30 элементов, не образующих термостойких оксидов.

Определение Al, Nb, Si, Ti, Ta, Zr, редкоземельных элементов, актинидов и некоторых других элементов, образующих подобные трудно-разлагаемые газообразные оксиды, невозможно в данном пламени. Поэтому в этом случае используют другой вид высокотемпературного пламени состава ацетилен – динитрооксид. Пламя этой смеси имеет высокую пропускаемость (прозрачность) во всём диапазоне необходимых длин волн (190 – 850 нм), но сильную собственную эмиссию. Температура и атомизирующая способность данного пламени сильно зависят от стехиометрии исходного состава газов и рабочей высоты пламени. Влияния сопутствующих элементов на сигнал аналитов при использовании данной смеси минимальны по сравнению с пламенем ацетилен-воздух. Но высокая температура пламени обуславливает высокие ионизационные помехи, что мешает при анализе легко ионизируемых элементов.

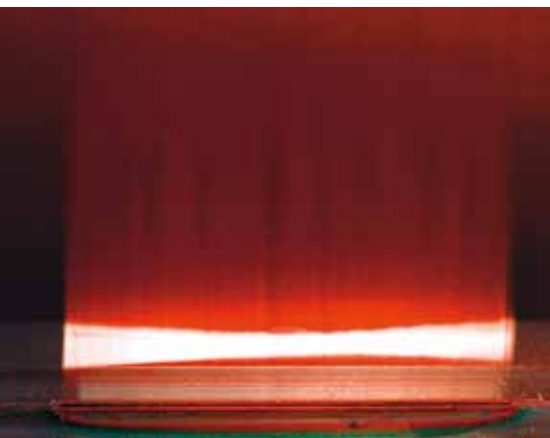
Пламена ацетилен – воздух и ацетилен-динитрооксид взаимно

дополняют друг друга.

В приборах Аналитик Йена пользователь имеет возможность выбрать тип пламени (ацетилен-воздух/ацетилен- N_2O), и в соответствии с этим тип горелки (длина щели 50 или 100 мм для пламени ацетилен-воздух и длина щели 50 мм для пламени ацетилен – динитрооксид).

Горелки сделаны из коррозионно-устойчивого материала – титана. Сенсорный контроль обеспечивает автоматическое распознавание типа горелки программой, корректирует угол поворота горелки и высоту оптической оси над насадкой горелки. Также контролируются такие параметры как состав пламени, типы используемых газов, давление газов, изменение давления в распылительной камере и т.д.

Среди прочих удобств, доступна также функция СКРЕБОК, как дополнительная опция. Она представляет собой автоматизированную систему очистки горелки от нагара, который неизбежно образуется при работе с закисью азота. Скребок с заданной периодичностью снимает нагар без вмешательства оператора и остановки работы прибора. Очистка от нагара является необходимой процедурой для нормальной работы горелки при использовании N_2O .



Автоматические дозаторы жидких проб (для работы в пламенном режиме атомизации)

Для получения результатов наилучшего качества и увеличения производительности труда компания Аналитик Йена предлагает пользователю опционно два вида автоматических дозаторов жидких проб AS-51s и AS-52s.

Автодозатор AS-51s интегрирован и полностью синхронизирован с системой контроля. Позволяет в автоматическом режиме проводить калибровку и перекалибровку системы. Автодозатор AS-51s комплектуется емкостью для промывочного раствора, Pt/Rh коррозионно-устойчивым дозировочным капилляром и штативом для установки 49 кювет объёмом 30 мл или 77 кювет объёмом 15 мл + 10 кювет объёмом 30 мл.

Автодозатор AS-52s дополнен следующими возможностями:

- Проведение калибровки и перекалибровки с использованием до 4 стандартных растворов. Возможность автоматической калибровки по 10-ти точкам при использовании одного калибровочного раствора.
- Функция «интеллектуального разбавления» при выходе полученного значения концентраций за пределы калибровочных кривых.

«Интеллектуальная» система разбавления

- Если полученные в ходе анализа значения выходят за пределы калибровочного диапазона, система определяет приблизительное значение концентрации и повторяет измерение образца с предварительным его разбавлением.
- Программное обеспечение рассчитывает коэффициент разбавления.
- Разбавление осуществляется в один или два этапа в отдельном тefлоновом сосуде. Максимальный коэффициент разбавления 1:625.
- Измерение разбавленного образца.

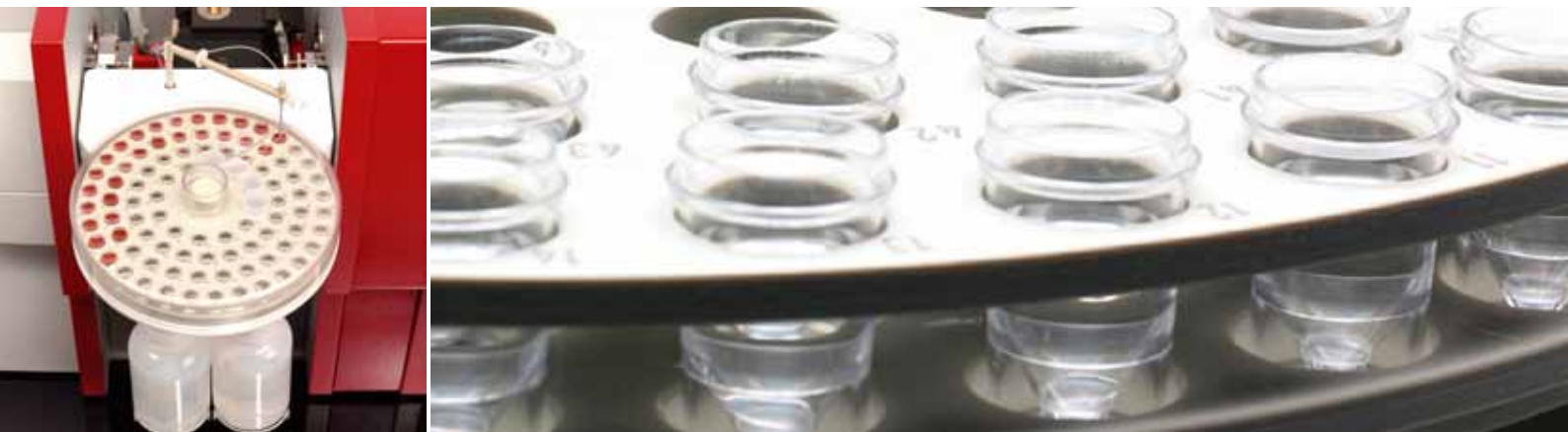
Для дозирования ультра малых объёмов пробы Аналитик Йена предлагает опционно коммутатор SFS 6. Благодаря системе постоянного ополас-кивания, можно также анализировать образцы со сложными матрицами и сильно солёные растворами.

Распылители и распылительные камеры

Перед вводом в атомизатор проба превращается в жидкий аэрозоль потоком окислителя. Распылитель и камера изготовлены из максимально устойчивого к действию агрессивных растворов и высокой температуры материалов (Pt/Rh-сплава и тefлона марки PTFE соответственно), не адсорбирующих на поверхности вещества, содержащиеся в растворе.

Остатки пробы и промывочного раствора идут через дренажную трубку в сливную ёмкость, которая также служит гидрозатвором для рабочих газов, предупреждая обратный проскок пламени внутрь горелки и распылительной камеры. Сифон имеет специальный сенсор для обеспечения абсолютной безопасности процесса.

Для повышения эффективности распыления аналита непосредственно перед выходящей из распылителя с большой скоростью струёй первичного аэрозоля, установлено специальное устройство – импактор, представляющее собой кварцевый или тefлоновый шарик. Ударяясь об импактор, капли аэрозоля, дополнительно дробятся на очень мелкие частички. Этот приём получения вторичного аэрозоля повышает чувствительность обнаружения элементов примерно в 1,5 – 2 раза.



Электротермическая (прим. для ZEEnit 650P и ZEEnit 700P)

В приборах производства Аналитик Йена используются кюветы с поперечным нагревом, поскольку данная конструкция обладает рядом преимуществ по сравнению с продольным нагревом:

- Равномерное температурное распределение вдоль оси печи
- Отсутствие температурных градиентов
- Количественное испарение пробы по всей длине трубки, отсутствие конденсации на концах печи
- Атомизация элементов при более низких температурах
- Повышенная степень атомизации (вплоть до 100 %)
- Снижение или устранение матричных помех и эффектов памяти
- Повышение срока службы печи.

При анализе проб сложного состава рекомендуется использование кювет с платформой, которое позволяет задержать испарение и атомизацию образца до тех пор, пока графитовая печь и её газовая фаза не нагреются до высокой температуры. Следовательно, пары пробы в зондируемом пространстве атомизатора появляются при большей температуре газовой фазы печи, чем при традиционном испарении со стенки печи. Кроме того, атомизация элементов с платформы происходит всегда в средней части атомизатора: в зоне, где температура в этот момент уже практически постоянна и максимальна. Это обеспечивает увеличение высоты и площади абсорбционного пика, а также улучшение сходимости и повторяемости результатов определений, так как к моменту испарения элементов стабилизируется температура и газовый поток.

Программа нагрева задаётся предварительно с помощью программного обеспечения. Максимальная температура нагрева 3000 °C с точностью до 1 °C. Максимальная скорость нагрева графитовой трубки составляет 3000 °C / сек.

Любой процесс атомизации в графитовой печи происходит в четыре стадии:

I – высушивание пробы, II – пиролиз, III – атомизация, IV – очистка.

На последней стадии происходит полное удаление матрицы и устранение эффекта памяти.

Каждая стадия характеризуется своей максимальной температурой и скоростью нагрева. Возможность заранее описать процесс атомизации такими параметрами, как скорость нагрева, максимальная температура и продолжительность каждой стадии, позволяет аналитику на этапе разработки методики, смоделировать температурно-временную программу индивидуально для каждого определяемого элемента. Аналитик Йена предлагает пользователю библиотеку стандартных методик в составе программного обеспечения.

Выполнение температурно-временной программы при анализе начинается с дозирования строго определённого количества пробы в электротермический атомизатор. Анализируемый раствор вводится в печь, объём которого варьируется от 1 до 50 мкл в зависимости от аналитической задачи. Проба в атомизатор должна вноситься плавно, без разбрызгивания и растекания по поверхности печи. От точности дозирования напрямую зависит правильность и воспроизводимость получаемых результатов.

Автоматические дозаторы твёрдых проб MPE 60 (или MPE 60z)

Применяются для дозирования проб в графитовый атомизатор. Обеспечивают такие преимущества работы как:

- Высокая точность дозирования (даже при изменении вязкости и поверхностного натяжения раствора)
- Низкая вероятность контаминации благодаря циклам автоматической промывки капилляра
- Возможность автоматической подготовки градуировочных растворов и проведения калибровки по 20 точкам с использованием одного или двух рабочих растворов
- Возможность автоматического ввода модификаторов и добавок определяемого элемента
- Возможность автоматического разбавления пробы вплоть до соотношения 1:625
- Увеличение производительности труда. Планшет для проб из коррозионно-устойчивых материалов на 89 позиций с возможностью установки в специальные ячейки модификаторов и растворов для разбавления.

ПРЯМОЙ АНАЛИЗ ТВЁРДЫХ ПРОБ



Атомно-абсорбционный анализ обычно применяется для определения элементов в растворах. Однако в последнее время все больший интерес представляет прямой анализ твёрдых проб, который имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным:

- Повышение чувствительности определения следовых количеств элементов, поскольку растворение обуславливает их разбавление в анализируемом растворе;
- Снижение полного времени анализа за счёт сокращения времени подготовки образцов, особенно тех, которые трудно растворяются или разлагаются;
- Уменьшение риска загрязнений реагентами аппаратуры и лабораторной атмосферы, что обуславливает возможность проведения ультрачистого анализа;
- Снижение риска потерь аналита в ходе подготовки образца из-за испарения, сорбции или неполного растворения;
- Устранение использования агрессивных и токсичных реагентов;
- Уменьшение расхода реагентов;
- Малое количество анализируемого образца.

На сегодняшний день Аналитик Йена является единственной

компанией, выпускающей специальные приставки для прямого анализа твёрдых проб с использованием электротермической атомизации. Приставки могут быть двух типов:

SSA 6z – система для ручного ввода твёрдых проб, встроенная в прибор. При этом процесс взятия навесок производится на отдельных весах с точностью до 6-го знака после запятой.

SSA 600 – полностью автоматическая система ввода проб в печь. Карусель автосамплера SSA 600 имеет встроенные весы, что ускоряет процесс и исключает возможность ошибочного отнесения результатов анализа одного образца к навеске другого. Роботизированная штанга автосамплера при помощи захвата перемещает лодочку с очередным образцом в графитовую трубку, где и происходит процесс атомизации.

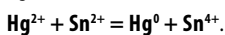
Действия автодозатора полностью контролируется с помощью программного обеспечения ASpect LS.



Ртуть-гидридная техника

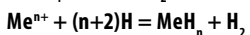
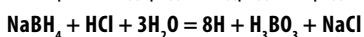
Данные приставки используются в атомно-абсорбционных спектрометрах для проведения высокочувствительного, селективного определения Hg, As, Se, Sb, Te, Bi, Ge, Pb и Sn, образующих газообразные гидриды. Основным достоинством ртутно-гидридной методики является разделение определяемых элементов от мешающих матриц.

Атомизация ртути происходит методом «холодного пара». Пробу, содержащую соединения ртути, предварительно обрабатывают окислителем, например, раствором азотной кислоты, после чего переносят в реактор, где происходит взаимодействие с раствором хлорида олова SnCl_2 и тетрагидробората натрия NaBH_4 . При этом ионы ртути восстанавливаются до свободных атомов металлов Hg^0 , находящихся в основном состоянии:



Одновременно с помощью потока инертного газа, барботируемого через раствор, атомарную ртуть переводят из раствора в газовую фазу, прогоняют через газо-жидкостный сепаратор, где происходит разделение газообразной и жидкой фаз. После чего газообразная ртуть поступает в измерительную ячейку с жестким излучением высокочастотной безэлектродной ртутной лампы, которая позволяет проводить селективное измерение абсорбционного сигнала ртути.

Для определения других гидридообразующих элементов необходимо пробу подкислить соляной кислотой HCl . В кислой среде тетрагидроборат натрия восстанавливается с образованием атомарного водорода и гидридов определяемых элементов:



Летучие гидриды выходят из раствора и потоком аргона транспортируются из реакционного сосуда через газо-жидкостный сепаратор в нагреваемый атомизатор.

В атомизаторе гидриды разлагаются термически с образованием атомов определяемых элементов, после чего происходит измерение атомного поглощения. В качестве селективных источников света используются лампы с полым катодом. В

качестве атомизатора может использоваться пламя, термически нагреваемая кварцевая ячейка, либо графитовая печь (техника HydrEA).

Термическая атомизация гидридов в кварцевой ячейке повышает чувствительность их определения за счёт снижения шумов атомизатора и увеличения времени пребывания атомов в зоне измерения.

Генерация гидридов и паров металлической ртути может происходить с использованием дискретных установок и установок непрерывного действия.

Аналитик Йена предлагает несколько типов ртуть-гидридных приставок:

HS 50

пневматический дискретный модуль генерации гидридов;

HS 55

дискретный модуль генерации гидридов;

HS 55A

дискретный модуль генерации гидридов с золотым коллектором для концентрирования паров ртути;

HS 60

дискретный и проточный модуль генерации гидридов;

HS 60A

дискретный и проточный модуль генерации гидридов с золотым коллектором для концентрирования паров ртути.



Осветительные системы и спектральные приборы

Осветительная оптика обеспечивает фокусировку и прохождение излучения от источника света через поглощающий слой атомов в атомизаторе к входной щели монохроматора. В состав оптической системы входят тороидальные зеркала со специальным кварцевым покрытием. Монохроматор разлагает полихроматический свет по различным длинам волн и выделяет только узкий участок спектра (одну спектральную линию). При этом происходит её отделение от близлежащих атомных и ионных линий селективного источника света, а также атомных линий и молекулярных полос, излучаемых атомизатором.

В приборах производства Аналитик Йена для монохроматоров применяется оптическая схема Черни-Тёрнера.

Излучение, прошедшее через входную щель монохроматора, расположенную в фокальной плоскости оптической системы, направляют на диспергирующий элемент посредством коллиматора (линза или зеркало). Диспергированное излучение с помощью соответствующих линз или зеркал фокусируется на выходной щели монохроматора.

Возможность отделить одну спектральную линию от других, близко к ней расположенных, определяется угловой и линейной дисперсией монохроматора и шириной его входной и выходной щели. Величина дисперсии спектрального прибора зависит от числа штрихов на единицу расстояния решётки, спектрального

порядка отражения и фокусного расстояния коллиматорного объектива монохроматора. ААС Аналитик Йена комплектуются двумя вогнутыми голографическими дифракционными решётками с двумя углами блеска и одинаковым количеством штрихов на единицу длины – 1800 штрихов/мм, что обеспечивает хорошее разрешение и светосилу в широком диапазоне спектра 190 – 850 нм.

Ширина щели монохроматора измеряется в нм. При выделении аналитической линии спектральная ширина щели (обычно входная и выходная щели одинаковы) играет очень важную роль, поскольку она определяет спектральную изоляцию аналитической линии от соседних спектральных линий. С уменьшением ширины щели монохроматора повышается его спектральное разрешение. При высоком разрешении чувствительность измерений и диапазон линейности градуировочного графика значительно улучшаются. С другой стороны, при повышении ширины щели монохроматора на фотоприёмник попадает больший световой поток, что позволяет снизить флуктуационные помехи сигнала.

Оптимальная ширина щели монохроматора соответствует максимальному соотношению сигнал / шум. Спектрометры ZEEnit оснащены несколькими фиксированными щелями шириной 0,2, 0,5, 0,8, 1,4 нм и пользователь имеет возможность подбирать оптимальную ширину щели экспериментально в процессе разработки конкретной методики анализа.



Высококачественная оптика, покрытая кварцем, торроидальные зеркала, различное фокусное расстояние для коллиматорно и камерного зеркал (ZEEnit 650P: 350 и 389 мм; ZEEnit 700P: 279.7 и 252.6 мм) позволяют достигнуть отличных оптических характеристик.

Одно- и двухлучевая оптическая система

Важно отметить, что атомно-абсорбционные спектрометры Аналитик Йена имеют возможность выбора однолучевой или двухлучевой оптической схемы в зависимости от решаемых аналитических задач.

При работе с однолучевой схемой пользователь достигает максимальной чувствительности прибора и наилучшего соотношения сигнал/шум. Однолучевой системой обычно пользуются при работе с электротермическими атомизаторами при рутинных измерениях. Однако недостаток такой схемы в том, что необходимо чаще корректировать базовую линию измеряемого сигнала из-за её возможного дрейфа, обусловленного, в первую очередь, изменением интенсивности селективного источника света.

Для уменьшения влияния данного фактора используются двухлучевые приборы.

Двухлучевые системы дают лучшую сходимость и повторяемость атомно-абсорбционных измерений. Однако около 30 % светового потока теряется при разделении и совмещении лучей света. Это снижает чувствительность измерений и ухудшает соотношение сигнал шум.

ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ СИГНАЛОВ

Превращение светового излучения узкого спектрального интервала, выделенного монохроматором, в электрический сигнал осуществляется в приборах серии ZEEnit с помощью фотоэлектронных умножителей (ФЭУ). Также фотоэлектронный умножитель работает как усилитель электрического сигнала. Спектральная чувствительность фотоумножителя высока и находится в интервале 190 – 900 нм.

Далее сигнал фотоприёмника после усиления преобразуется в цифровую форму. Это повышает правильность и сходимость измерений, обеспечивает лучшую защиту схемы измерений от внешних шумов. Измерение и регистрирование сигнала осуществляются с помощью компьютера и соответствующего программного обеспечения ASpect LS.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ASpect LS

Программное обеспечение позволяет проводить разнообразную математическую обработку цифрового сигнала: вычитание сигнала контрольной пробы, получение среднего аналитического сигнала из серии множества параллельных измерений, определение погрешности измерений, интегрирование сигнала за определённое время или в течение всего импульса атомизации (в ЭТА, в ртутно-гидридной технике), получение градуировочной функции прибора, выдачу результатов определений в концентрациях по содержанию элементов в растворе или исходной пробе (с учётом операций пробоподготовки), проверку стабильности градуировки по одной точке градуировочного раствора и др.

Дискретный сигнал абсорбции суммируется в течение фиксированного периода времени, в результате пользователь получает интегрированный сигнал и как следствие правильный конечный результат.

Атомно-абсорбционные спектрометры Аналитик Йена позволяют проводить измерение по высоте пика поглощения (амплитудный способ регистрации) или площади пика (интегральный способ) при электротермической атомизации или использовании ртуть-гидридной техники.

С помощью программного обеспечения также осуществляется полное управление атомно-абсорбционным спектрометром и контроль за функционированием всех его блоков, оптимизация параметров процесса.

Наличие справочной информации с рекомендованными условиями проведения анализа, доступной при загрузке методов анализа и «on-line»-помощи позволяет сократить время на разработку методики.

Удобная таблица, содержащая информацию об анализируемых образцах с возможностью добавления названий и комментариев пользователей, позволяющая производить автоматическую обработку результатов определения. В том числе статистическая обработка данных. Возможность сохраненных результатов измерений. Определяемая пользователем форма представления результатов анализа, совместимая с требованиями протоколов GLP.

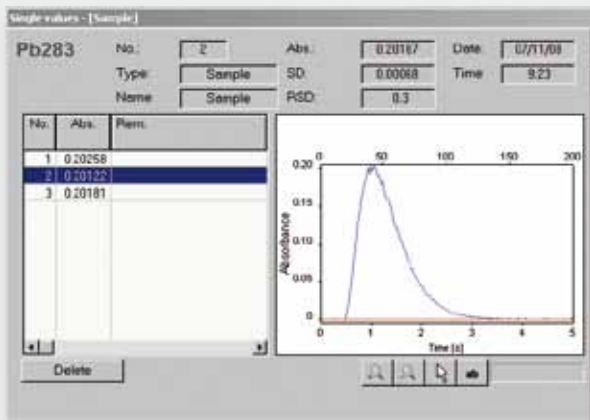
AQS модуль контроля качества

Универсальная интегрированная система обеспечения качества анализа с возможностью:

- полного автоматического сопровождения точности и корректности выполнения измерений;
- автоматической идентификации значений, выпадающих за пределы калибровочной кривой, и запуска повторного анализа;
- заполнения инспекционных карточек качества (QS) для выполнения мониторинга с целью обеспечения статистического отчета качества.

Соответствие требованиям FDA 21 CFR часть 11

Программное обеспечение ASpect LS позволяет получать и обрабатывать данные в соответствии с требованиями стандарта FDA 21 CFR часть 11, применяемого на фармацевтических и пищевых предприятиях многих стран мира.



Представление данных измерений

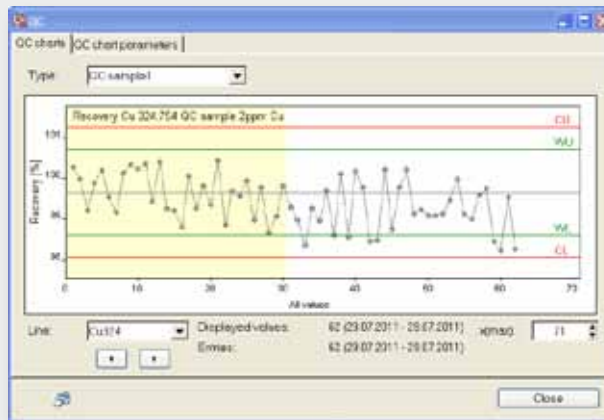


Диаграмма контроля качества измерений

| Type | Date | Time | Name | Cat | Operator | Desc |
|------|------------|-------|-------------|------------|----------|---------|
| Info | 03/07/2011 | 10:01 | START LOGIN | USERMGMENT | SCHMIDT | Success |
| Info | 03/07/2011 | 10:01 | ADD | USERMGMENT | SCHMIDT | User:1 |
| Info | 03/07/2011 | 10:01 | DELETE | USERMGMENT | SCHMIDT | User:1 |
| Info | 03/07/2011 | 10:01 | ADD | USERMGMENT | SCHMIDT | User:1 |
| Info | 03/07/2011 | 10:01 | DELETE | USERMGMENT | SCHMIDT | User:1 |
| Info | 03/07/2011 | 10:01 | UPDATE | USERMGMENT | SCHMIDT | User:7 |
| Info | 03/07/2011 | 10:01 | UPDATE | USERMGMENT | SCHMIDT | User:7 |
| Info | 03/07/2011 | 10:01 | UPDATE | USERMGMENT | SCHMIDT | User:7 |
| Info | 03/07/2011 | 10:01 | UPDATE | USERMGMENT | SCHMIDT | User:7 |
| Info | 03/07/2011 | 10:01 | UPDATE | USERMGMENT | SCHMIDT | User:7 |
| Info | 03/07/2011 | 10:01 | UPDATE | USERMGMENT | SCHMIDT | User:7 |

Журнал регистрации данных

The screenshot shows a 'Preferences' window with several settings:

- Login policies (for new user names):**
 - Number of login attempts: 3
 - Minimum user name length: 2
- Password policies (for new passwords):**
 - Enforce login with password
 - Password with letters and numbers
 - "User must change password at next login" is active
 - Password expires in: 60 days(x)
 - Minimum password length: 4

Buttons for 'Default settings', 'OK', and 'Cancel' are visible at the bottom.

Управление настройками пользователя

КОРРЕКЦИЯ ФОНА

Измеряемый полный абсорбционный сигнал $A_{пол}$ складывается из двух величин: A_c – селективный сигнал от поглощения атомов определяемого элемента на аналитической резонансной линии и A_ϕ – сигнал фонового поглощения:

$$A_{пол} = A_c + A_\phi$$

Выделение «чистого» аналитического сигнала селективной атомной абсорбции A_c с использованием корректора фонового поглощения можно путём раздельного измерения $A_{пол}$, A_ϕ и проведения операции вычитания:

$$A_c = A_{пол} - A_\phi$$

В атомно-абсорбционных спектрометрах Аналитик Йена используется два способа коррекции фона – с использованием дейтериевой лампы и эффекта Зеемана.

Способ коррекции фона с использованием лампы с непрерывным спектром – дейтериевой лампой.

Суть коррекции состоит в том, что через атомизатор с помощью модулятора поочерёдно пропускают излучение от селективного источника света СИС и лампы со сплошным (непрерывным) спектром ЛСС. С использованием селективного источника света измеряется абсорбция непосредственно на спектральной линии определяемого элемента: суммарное значение селективного и фонового поглощения в некоторой очень узкой спектральной области. С использованием лампы с непрерывным спектром измеряется одновременно неселективное поглощение в широком спектральном интервале и селективное поглощение элемента на аналитической линии. Поскольку спектральная линия поглощения элемента достаточно узкая, то с использованием лампы с непрерывным спектром измеряется, в основном, фоновое (неселективное) поглощение света в окрестности аналитической линии.

Данная схема регистрации позволяет измерять общее, фоновое (неселективное) и селективное поглощение раздельно. При использовании двухлучевого режима корректор фонового поглощения работает по такому же принципу в двух лучах света.

Коррекция фона с использованием поперечного переменного магнитного поля.

Эффект Зеемана – расщепление в магнитном поле вырожденных уровней энергий атома на невырожденные подуровни. Это приводит к расщеплению спектральных линий (абсорбционных и эмиссионных), соответствующих переходам между различными уровнями энергии. Причиной зеемановского расщепления уровней энергии является то, что магнитные моменты атомов могут ориентироваться различными способами по отношению к приложенному магнитному полю: поперечно магнитному полю ориентируется σ -составляющая, вдоль магнитного поля ориентируется π -составляющая.

Для осуществления данного вида коррекции на атомизатор накладывают магнитное поле, перпендикулярное направлению распространения света. В такой схеме неподвижный анализатор, пропускающий только перпендикулярно поляризованные компоненты (σ), используется для удаления сигнала π -компоненты линии поглощения от параллельно поляризованной эмиссионной линии лампы с полым катодом.

При наложении переменного магнитного поля измерения проводятся следующим образом.

В момент, когда напряжённость магнитного поля равна нулю (магнитное поле отключено), происходит стандартное измерение полного сигнала поглощения:

$$A_{пол} = A_c + A_\phi$$

При включении магнитного поля линии поглощения расщепляются. Только π -компонента линии абсорбции может поглощать свет селективного источника, поляризованный параллельно магнитному полю, однако анализатор удаляет эту компоненту из зондирующего луча света. Поэтому в данном случае измеряется только сигнал фонового (неселективного) поглощения A_ϕ .

Таким образом, разница между полученными результатами с нулевым и максимальным магнитным полем даст скорректированный сигнал атомного поглощения:

$$A_c = A_{пол} - A_\phi$$

Усовершенствованный метод Зеемановской коррекции фона

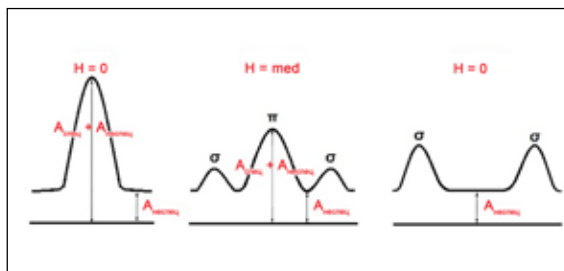
В приборах Аналитик Йена серии ZEEnit® есть уникальная возможность проводить последовательно измерения при нулевой, средней и максимальной величине магнитного поля. Такой режим носит название динамический и применяется при анализе проб, в которых содержание элементов варьируется в широких пределах.

При определении низких концентраций аналита, измерения проводятся в двухполюсном режиме, поскольку энергия (интенсивность) резонансной линии не велика, и наложении даже слабого магнитного поля приведет к уменьшению высоты пика л-компоненты, что при вычитании из неё фоновой составляющей может привести к большой величине погрешности измерений. Однако, если концентрация анализируемого компонента высока, трёхполюсный режим позволяет уменьшить величину л-компоненты до величин, в которых закон Бугера-Ламберта-Бера работает и тем самым увеличить динамический диапазон градуировочного графика. Возможность совместить двух и трёхполюсные режимы в одном измере-

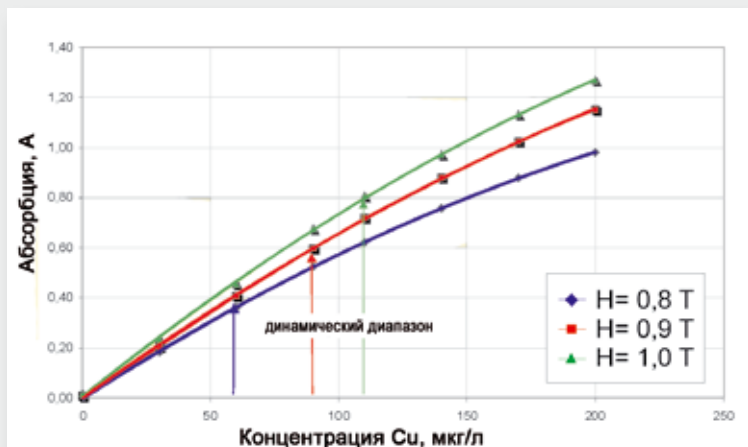
нии, позволяет комбинировать чувствительность двухполюсного режима с широким динамическим диапазоном трёхполюсного режима.

Особенностями динамического режима являются:

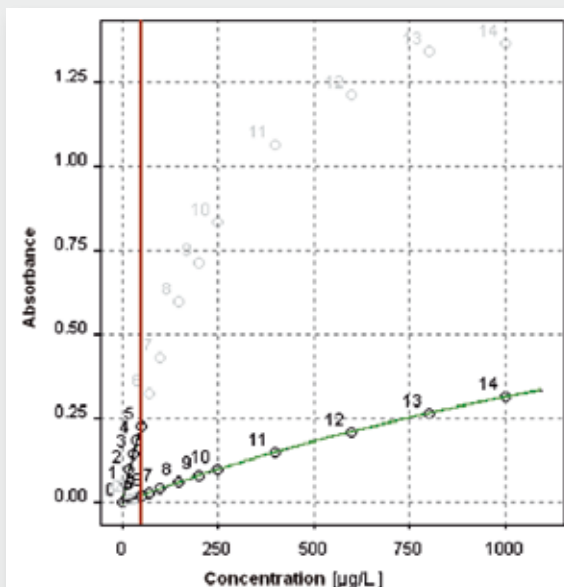
- возможность изменять максимальную величину напряжённости магнитного поля;
- возможность изменять чувствительность метода без разбавления;
- возможность совместить высокую чувствительность двухполюсного режима и широкий динамический диапазон трёхполюсного режима в одном методе.



■ Изменение интенсивности специфической л-компоненты при увеличении величины магнитного поля



■ Увеличение чувствительности измерений при нарастании величины магнитного поля на примере водного раствора меди



■ Применение динамического режима для измерения проб свинца в широком диапазоне концентраций, от 10 до 1000 ppb

АТТЕСТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Главное требование со стороны химиков-аналитиков к аналитическому оборудованию – получение достоверных воспроизводимых результатов.

Процедура аттестации оборудования со стороны соответствующих органов особенно строга, поскольку недостоверные данные могут привести к проблемам, связанным с производственным процессом и качеством конечного продукта. Производители аналитических приборов также участвуют в разработке схемы аттестации оборудования, создают специальные валидационные пакеты, удовлетворяя всем строжайшим требованиям различных отраслей промышленности.

Процедура аттестации состоит из нескольких этапов:

DQ – Определяет соответствие прибора аналитической задаче. DQ – желательно провести ДО приобретения прибора. На этом этапе формируется спецификация на оборудование.

IQ – Аттестация прибора в процессе установки. Документальное подтверждение правильности установки оборудования.

OQ – Это проверка того, что прибор функционирует в соответствии с требуемой спецификацией. Документальное оформление проверки завершает OQ.

PQ – проверка прибора на соответствие спецификации и конкретной методике в процессе эксплуатации. На этом этапе пользователь обязан «валидировать» свой прибор самостоятельно, т.е. подвергать его испытаниям и документально оформлять результаты этих испытаний!



MQ – Требования к техническому обслуживанию прибора, включая процесс оценки квалификации персонала и проведения соответствующих требований.

Процесс валидации оборудования достаточно дорогой и занимает много времени, поскольку требует привлечения специалистов разного уровня, поэтому каждый клиент выбирает для себя оптимальную степень валидации.

Компания Аналитик Йена предлагает специальные валидационные пакеты для проведения валидации оборудования непосредственно внутри лаборатории. Результаты испытаний строго документируются.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

I. Анализ воды

Анализ питьевых, природных и сточных вод: ГОСТ Р 51212-98 (Hg в питьевой воде, ААС, метод «холодного пара»), ГОСТ Р 51309-99 (Определение содержания различных элементов методом ААС с ЭТА в питьевой воде), ПНД Ф 14.1:2:4.134-98 (Определение Cd, Cu, Co, Ni, Pb, Cr, Fe, Zn, Mn, Al, Ti в различных водах методом ААС с ЭТА), ПНД Ф 14.1:2.20-95 (Определение Hg в природных и очищенных сточных водах ААС, метод «холодного пара»), ПНД Ф 14.1:2:4.59-96 (Определение Cd, Co, Mn, Cu, Ni, Pb и Zn в различных водах методом пламенной ААС), ПНД Ф 14.1:2.22-95 МВИ (Определение Fe, Cd, Pb, Zn, Cr в пробах природных и сточных водах методом пламенной ААС), ПНД Ф 14.1.82-97 (Определение Cd, Pb, Zn в пробах атмосферных осадков, питьевых и сточных водах сорбционно-АА методом с применением концентрирующих патронов), ПНД Ф 14.1:2:4.135 (Определение Al, Cr, Cd, Cu, Co, Pb, Fe, Mn, Ni методом АЭС с ИСП в питьевой, природной, сточных водах и атмосферных осадков), ПНД Ф 14.1:2:4.136-98 (Определение Hg ААС методом «холодного пара» в питьевой, природной, сточных водах и атмосферных осадках), ПНД Ф 14.1:2:4.137-98 (Определение Mg, Ca, Sr в различных водах методом ААС), ПНД Ф 14.1:2:4.138-98 (Определение Na, K, Li, Sr в различных водах методом пламенной АЭС), ПНД Ф 14.1:2:4.139-98 (Определение Co, Ni, Cu, Cr, Zn, Mn, Fe, Ag в различных водах методом пламенной ААС), ПНД Ф 14.1:2:4.140-98 (Определение Be, V, Bi, Cd, Co, Cu, Mo, As, Ni, Sn, Pb, Se, Ag, Sb, Cr в различных водах методом ААС-ЭТА).
ГОСТ 27566-87. Вещества особо чистые. Метод АЭС для определения примесей химических элементов в жидкофазных веществах.

II. Анализ твердых проб

ПНД Ф 16.1:2:3.3.11-98. МВИ содержания металлов в твердых объектах методами АЭС с ИСП.
ПНД Ф 16.1:2:3.3.10-98. МВИ содержания ртути в твердых объектах методом ААС (метод «холодного пара»).

Анализ почв на содержание металлов: РД 52.18.191-89 МУ Определение кислоторастворимых форм металлов (Cu, Pb, Zn, Ni, Cd), РД 52.18.286-91 МУ Определение водорастворимых форм металлов (Cu, Pb, Zn, Ni, Cd, Co, Cr, Mn), РД 52.18.289-90 Определение подвижных форм металлов (Cu, Pb, Zn, Ni, Cd, Co, Cr, Mn).

Анализ почв и донных отложений на содержание металлов: РД 52.18.571-96 (As, ААС, гидридная техника), РД 52.18.573-96 (Ti, ААС, гидридная техника), РД 52.18.583-96 (Sb, ААС, гидридная техника), ПНД Ф 16.1.1-96 (Hg, ААС, гидридная техника).

ПНД Ф 16.1.4-98. МВИ массовой доли Cd и Pb в почвах и почвенных вытяжках методом пламенной ААС после проточно-сорбционного концентрирования.
ПНД Ф 16.1:2:3.17-98. МВИ массовой доли (валового содержания) As и Sb в твердых сыпучих материалах методом ААС с гидридной техникой.
ПНД Ф 16.2:2:3.3.25-2002. МВИ массовой конц-ии общей Hg в твердых отходах, осадках, шламах, донных отложениях, активном или очистных сооружений методом беспламенной ААС.
ПНД Ф 16.1:2:3.36-2002. МВИ валового содержания Cu, Cd, Zn, Pb, Ni и Mn в почвах, донных отложениях и осадках сточных вод методом пламенной ААС.
ПНД Ф 16.3.24-2000. МВИ массовых долей Fe, Cd, Al, Mg, Mn, Cu, Ni, Ca, Cr, Zn в пробах промышленных отходов методом ААС.
ГОСТ 22001-87. Реактивы и особо чистые вещества. Метод ААС определения примесей.
ГОСТ 27163-86. Целлюлоза для химической переработки. Метод пламенной ААС.
Определение различных металлов в лако-красочных материалах: ГОСТ Р 50279.10-92 (ИСО 6503-84) (Pb, ААС, пламя), ГОСТ Р 50279.11-92 (ИСО

7252-84) (Hg, беспламенная ААС), ГОСТ Р 50279.3-92 (ИСО 3856-1-84) (Раств. Pb, ААС, пламя), ГОСТ Р 50279.4-92 (ИСО 3856-2-84) (Раств. Sb, ААС, пламя), ГОСТ Р 50279.5-92 (ИСО 3856-3-84) (Раств. Ba, АЭС, пламя), ГОСТ Р 50279.6-92 (ИСО 3856-4-84) (Раств. Cd, ААС, полярографический метод), ГОСТ Р 50279.8-92 (ИСО 3856-6-84) (Раств. Cr, ААС, пламя), ГОСТ Р 50279.9-92 (ИСО 3856-7-84) (Раств. Hg, ААС).

III. Анализ пищевых продуктов

Сырьё и пищевые продукты: ГОСТ 26927-86 (Hg), ГОСТ Р 51766-2001 (As, ААС, гидридная техника), МУ 01-19/47-11-92 (Cd, Pb, Cu, Zn, Fe, Cr, Ni, ААС, пламя), МУ 5178-90 (Hg). ГОСТ Р 30178-98 (Cd, Pb, Cu, Zn, Fe, ААС, пламя), ГОСТ 26929-946 (Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов), ГОСТ 30538-97 (Определение токсичных элементов, АЭС).

Корма растительные: ГОСТ 27995-88 (Cu, ААС, пламя), ГОСТ 27996-88 (Zn, ААС, пламя), ГОСТ 27997-88 (Mn, ААС, пламя), ГОСТ 27998-88 (Fe, ААС, пламя).

Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё: ГОСТ 30502-97 (Mg, ААС), ГОСТ 30503-97 (Na, пламенная фотометрия), ГОСТ 30692-2000 (Cu, Pb, Zn, Cd, ААС). ГОСТ 28612-90. Метионин кормовой. Атомно-абсорб-ционный метод определения ртути.
ГОСТ 28901-91 (ИСО 6490-2-83). Корма для животных. Определение Ca методом ААС.
ГОСТ Р 51429-99. Соки фруктовые и овощные. Определение Na, K, Ca, Mg с помощью ААС.
ГОСТ Р 51637-2000. ПРЕМИКСЫ. Методы определения массовой доли микроэлементов (Mn, Fe, Cu, Zn, Co).
Р 4.1.1672-03. Руководство по методам контроля качества и безопасности БАД к пище. АА метод определения содержания Na, R, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Ni, Cr.

IV. Анализ воздуха

МУ 4945-88 МУ по определению вредных веществ в свая-рочном аэрозоле. 3.4 Атомно-абсорбционные методы. Измерение концентраций Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, Fe, Mn, Mo, Sn, W, оксида ванадия и оксидов хрома.
МУК 4.1.005-94 Методические указания по определению содержания паров ртути в воздухе рабочей зоны и в атмосферном воздухе населенных пунктов методом атомно-абсорбционной спектроскопии

V. Нефть и нефтепродукты.

ASTM D 3237-90 (ГОСТ 51942-2002). Определение Pb в бензине.
EN 237-85, EN 237:2001. Жидкие нефтепродукты. Определение малых конц-ий Pb в бензине методом ААС.
ASTM D 3605-91. Определение Na, Pb, Ca, V в газотурбинных топливах ААС и фотометрией пламени. ASTM D 3831-94. Пред-е Mn в бензине методом ААС. Определение концентраций Pb в бензине методом ААС.
ASTM D 4628-97, ASTM D 5056-96, ASTM D 5184-91, ASTM D 5186-97. ASTM D 5600-98, ASTM D 5708-95a, ASTM D 5863-00.

VI. Металлы

ГОСТ 11884.14-78, ГОСТ 13637.1-93, ГОСТ 13637.2-93, ГОСТ 13637.3-93, ГОСТ 14047.11-78, ГОСТ 14047.12-78, ГОСТ 14047.2-78, ГОСТ 14047.4-78, ГОСТ 14048.18-99, ГОСТ 20996.12-82, ГОСТ 23859.11-90, ГОСТ 23957.1-80, ГОСТ 23957.2-80, ГОСТ 25363-82, ГОСТ 26100-84, ГОСТ 26418-85, ГОСТ 26473.12-85, ГОСТ 26880.1-86, ГОСТ 27225-87, ГОСТ 27236-87, ГОСТ 27973.2-88, ГОСТ 27973.3-88, ГОСТ 27981.2-88, ГОСТ 28353.2-89, ГОСТ 27981.4-88, ГОСТ 28353.2-89, ГОСТ 28407.5-89, ГОСТ 28407.6-89, ГОСТ 28407.7-89, ГОСТ 6012-98, ГОСТ 8776-99, ГОСТ 9519.3-77, ГОСТ 9816.5-84, ГОСТ Р 50233.4-92, ГОСТ Р 50233.5-92, ГОСТ Р 51014-97, ГОСТ Р 51056-97, ГОСТ Р 51927-2002.

Обзор продукции

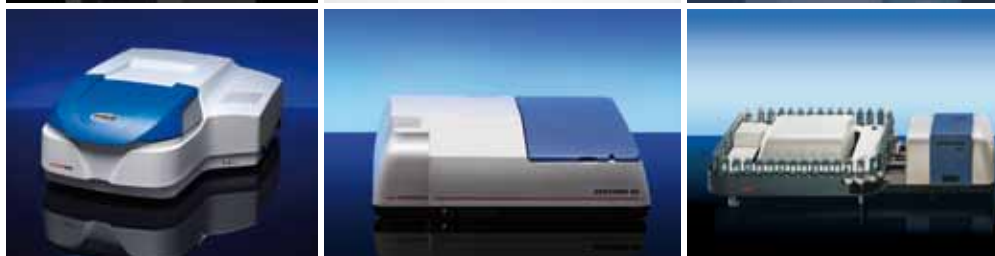
Атомная спектроскопия:

атомная абсорбция, атомная флуоресценция, микроволновая пробоподготовка



Молекулярная спектроскопия:

УФ-Вид, ИК



Элементный анализ:

C, N, S, Cl



Анализ суммарных параметров:

ТОС, ТН, ТОХ/АОХ



- **Analytik Jena Austria**
info@analytik-jena.at
- **Analytik Jena China**
info@analytik-jena.com.cn
- **Analytik Jena Far East**
ajfareast@analytik-jena.co.th
- **Analytik Jena India**
info@ajindia.com
- **Analytik Jena Japan Co., Ltd.**
info@analytik-jena.co.jp
- **Analytik Jena Korea Co. Ltd.**
jskim@analytik-jena.co.kr
- **Analytik Jena Middle East**
middleeast@analytik-jena.com.eg
- **Analytik Jena Romania srl**
office@analytikjenaromania.ro
- **Analytik Jena Russia**
info@analytik-jena.ru
- **Analytik Jena Thailand Ltd.**
sales@analytik-jena.co.th
- **Analytik Jena Taiwan Co. Ltd.**
sales@analytik-jena.com.tw
- **Analytik Jena UK**
sales@aj-uk.co.uk
- **Analytik Jena Vietnam Co., Ltd.**
ajvietnam@viettel.vn

Более подробную информацию Вы можете получить на сайте: www.analytik-jena.ru

Аналитик Йена АГ

Московское представительство
Старосадский переулок, д.7 / 10, стр.3
101000, Москва

Телефон: +7 (495) 628 32 62
+7 (495) 624 77 48
Факс: +7 (495) 624 77 48

mmukhina@analytik-jena.ru
www.analytik-jena.ru



Мы оставляем за собой право на изменение моделей, объемов поставок и на усовершенствование приборов!