

УДК 658.562

© В. И. Матвеев, 2022

ОБЗОР "ANALITIKA EXPO-2022"

20-я юбилейная международная выставка лабораторного оборудования и химических реактивов состоялась в Москве в период 19–22 апреля 2022 г. Участники демонстрировали лабораторное оборудование, химические реактивы, лабораторную мебель, лабораторную посуду, средства автоматизации лабораторных исследований, оборудование для биотехнологий и контрольно-измерительное оборудование (спектрометры, анализаторы размера частиц, плотномеры, pH-метры, оксиметры, ионометры и др.).

Кл. сл.: выставка, лабораторное оборудование, химические реактивы, контрольно-измерительное оборудование, средства автоматизации

УЧАСТНИКИ ВЫСТАВКИ

20-я юбилейная международная выставка лабораторного оборудования и химических реактивов состоялась в Москве в период 19–22 апреля 2022 г.

В мероприятии приняли участие 104 компании из Белоруссии, Германии, Израиля, Индии, Китая, России, США и Франции, которые представили новейшие достижения в области аналитической химии, лабораторного и контрольно-измерительного оборудования. Среди лидеров: BICASA, CATROSA, CHIMMED, CHROMATEC, CHROMOS, ECROSKHIM, HELICON, INTERANALYT, LABCONCEPT, LUMEX, MELITEK, MERCK, MILLAB, NETZSCH-GERÄTEBAU GmbH, PE-TROTECH, TESCAN, WATERS.

Современный лабораторный анализ в любой отрасли (биологии, медицине, криминалистике, в многочисленных промышленных технологиях) требует наличия и использования значительного

количества соответствующих приборов-анализаторов, приспособлений и аксессуаров. Все это многообразие было представлено на выставке: специальная мебель, лабораторная посуда, химреактивы, газоанализаторы, нагреватели, мешалки, титраторы, диспергаторы, сушилки, испарители, вискозиметры и, конечно, специализированное контрольно-измерительное оборудование (рис. 1).

ВЕСОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Лабораторный анализ редко обходится без операций взвешивания, поэтому многие компании демонстрировали свои новые весоизмерительные средства для взвешивания больших масс с высокой точностью и микровесы.

Новинкой в семействе ViBRA (компания ВИБРА РУС) стали электронные влагозащищенные



Рис. 1. Выставочные залы



Рис. 2. Лабораторно-промышленные весы ViBRA HJ (а) и ювелирные весы ViBRA CT-603GCE (б)

лабораторно-промышленные весы ViBRA HJ японского производителя "Shinko Denshi" (рис. 2). Максимальный взвешиваемый вес (в зависимости от модели) — от 17 до 33 кг, но с дискретностью 0.1 г, калибровка в двух вариантах: внешняя и встроенная. Вызвали особый интерес ювелирные весы ViBRA CT-603GCE с акустическим датчиком Tuning-Fork и самой низкой зависимостью показаний от внешних вибраций и изменения температуры. Максимальный вес 120 г, дискретность 0.0002 г.

Все оборудование ViBRA имеет свидетельства об утверждении типа средства измерения, мировое научное признание в виде 27 Гран-при за инновации, а также российского Знака качества "За обеспечение высокой точности измерений в аналитической химии" (серия HT и серия GZH/GZH). По российской классификации все взрывобезопасные весы ViBRA FZ соответствуют категории взрывобезопасности 0 Exia IIB T4(X).



Рис. 3. Анализатор влажности АВГ-60 (компания "Госметр")

Анализатор влажности серии АВГ — первый отечественный прибор такого класса с весовым устройством, выполненным на основе технологии электромагнитной компенсации, что позволяет значительно улучшить повторяемость измерений, а также снизить погрешность. В основе работы анализатора влажности АВГ-60 используется термогравиметрический принцип измерения, при котором измеряется масса образца, производится его сушка в заданном режиме с последующим измерением массы остатка и вычислением относительного изменения массы. На дисплее в цифровом виде отображается результат измерений, а именно: массовая доля влаги в процентах от массы образца до или после сушки (рис. 3).

СПЕКТРОМЕТРЫ

ИК-спектрометры

Среди многочисленных аналитических методов контроля и диагностики материалов и веществ преобладают *спектральные* методы, основанные на использовании широкого электромагнитного спектра. Спектрометрия излучений позволяет проанализировать структуру вещества путем его взаимодействия с излучением, которое оно поглощает, рассеивает или испускает. Среди разных видов спектрометров были представлены атомно-эмиссионные спектрометры, спектрофотометры, спектрофлуориметры, ИК-Фурье спектрометры, спектрометры ЯМР, спектрометры комбинационного рассеяния и многие другие.

Проводя презентацию, компания "Диаэм" продемонстрировала свое современное оборудование для анализа методами ИК-спектрометрии. ИК-спектрометрия — это в основном абсорбционная спектрометрия, определяющая характер химических связей, присутствующих в молекулах, а сле-



Рис. 4. ИК-спектрометр FT-IR EM27 (Bruker Optics, Германия) для экологических приложений

довательно, может быть применена для идентификации материалов и молекул. В ИК-спектрометрии используется широкий участок инфракрасного диапазона электромагнитного спектра: от 2 до 50 мк. Инфракрасный спектрометр подходит для анализа поверхностей в полупроводниковой промышленности или для быстрого определения количества воды в семенах для сельского хозяйства. Он также позволяет идентифицировать сырье и компоненты в химической, косметической, пластмассовой и фармацевтической промышленности. ИК-спектрометр используется для контроля сильно впитывающих твердых веществ и предоставления информации по содержанию белка, жира, клетчатки и крахмала.

Ряд подобных ИК-спектрометров (рис. 4) можно было увидеть на стендах компаний ЛАБТЕСТ, МИЛЛАБ и ТЕРМОТЕХНО — для решения прикладных задач в биомедицине, материаловедении, пищевой промышленности, клинических исследованиях, фармакологии, безопасности, в области мониторинга загрязнения воздуха. Общим для всех приборов является высокий уровень программного обеспечения, в основе которого лежит математический аппарат спектральных преобразований Фурье.

Эмиссионные спектрометры

Эмиссионные спектрометры (компании IMC) с индуктивно связанной плазмой Expec 6000

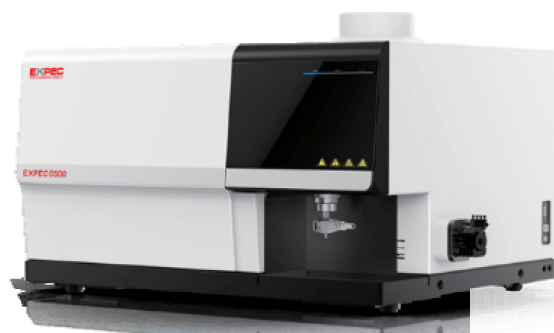


Рис. 5. Спектрометр Expec 6500

и Expec 6500 (рис. 5) предназначены для измерения массовой концентрации элементов в растворах после необходимой пробоподготовки в соответствии со стандартизованными и аттестованными методиками выполнения измерений в диапазоне от 1×10^{-9} до 99.995%. Конструкция прибора включает двумерный малогабаритный эшелле-полихроматор, термостабилизированный до $+36\text{ }^\circ\text{C}$, с двойным прохождением луча через призму перекрестной дисперсии с диапазоном длин волн 160–900 нм и со спектральным разрешением < 0.007 нм на 200 нм. Относительное среднеквадратическое отклонение от частоты выходного сигнала составляет не более 1.0% за 8 ч. При измерении концентрации, превышающей более чем в 500 раз предел обнаружения, относительное отклонение выходного сигнала не превышает 0.5%. Данные спектрометры позволяют определять до 72 элементов одновременно. Специализированное ПО Element V включает в себя встроенную библиотеку на более чем 50 000 спектральных линий.

Масс-спектрометры

Квадрупольный масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой SUPEC 7000 (рис. 6) является новейшей разработкой фирмы Focused Photonics, где воплощен ряд передовых инженерных и технических решений ведущих производителей аналитического оборудования. Компактный узел ввода образца с полностью разборной горелкой. Устранение вторичного разряда плазмы без использования экрана между индуктором и горелкой. Легкий и удобный доступ к конусам для их осмотра, снятия и установки. Открытая архитектура отклоняющей системы для предотвращения попадания нейтральных частиц в реакционную ячейку. Возможность включения аэрозольного разбавления для анализа проб с высоким содержанием растворенного вещества.



Рис. 6. Масс-спектрометр SUPEC 7000

Опико-эмиссионные анализаторы

Для контроля металлопродукции используются спектрометры совсем другого типа. Так, для решения задач по входному контролю металлов, определению полного химического состава материала, включая все легирующие элементы и примеси, мониторинга качества изделий машиностроения получил распространение искровой опико-эмиссионный метод спектрометрии. Примером реализации может быть компактный настольный спектрометр Foundry-Master Smart, разработанный компанией Hitachi High-Tech Analytical Science GmbH (Германия) (рис. 7).

Спектрометр определяет практически все химические элементы, включая С, S и P. Возможны измерения сплавов на основах: Fe, Al, Cu, Ni, Ti, Zn, Pb, Sn, Mg, Co. Оптическая система работает в диапазоне длин волн от 165 до 700 нм и продувается аргоном. Время анализа 5–10 с. Пределы обнаружения элементов, точность и сходимости показаний соответствуют всем отечественным и зарубежным стандартам. Запатентованная система обтекания электрода аргоном позволяет анализировать даже маленькие образцы без применения



Рис. 7. Искровой опико-эмиссионный спектрометр Foundry-Master Smart (стенды компаний Мелитэк, ИМС)

адаптеров. Опыт внедрения спектрометра на разных предприятиях машиностроительной, авиационной и литейной отраслей свидетельствует о его универсальности и востребованности на российском рынке.

В последнее время для энергетического возбуждения образцов материалов стали применять лазерные технологии. Так, компания НПП "Структурная Диагностика" разработала портативный лазерный анализатор металлов ЛИС-01, предназначенный для оперативного входного контроля металлопродукта, определения марок сталей, лома цветных и черных металлов и сплавов. Анализатор металлов обеспечивает высокую скорость при определении таких химических элементов, как С, Ве, Mg, Al, Si, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Nb, Mo, Sn, Sb, W, Pb. Лазерный спектрометр ЛИС-01 внесен в Государственный реестр средств измерений под № 69700-17 (рис. 8, а).

Другой вариант — портативный лазерно-искровой эмиссионный спектрометр ЭЛАНИК, разработанный специалистами компании "Лазер-Экспорт" (входящей в ГК "Лазер-Компакт"). Прибор способен измерять концентрацию углерода (до 0.01%) в сталях и чугунах без использования инертного газа (рис. 8, б).

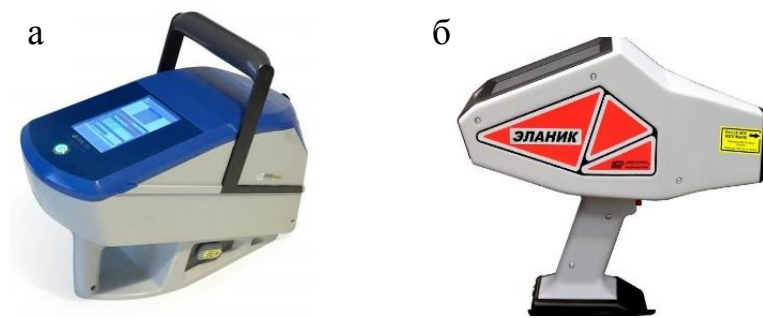


Рис. 8. Лазерные спектрометры металлов и сплавов ЛИС-01 (а) и ЭЛАНИК (б)

Рентгенофлуоресцентные спектрометры

Большую конкуренцию оптико-эмиссионному методу анализа с искровым или лазерным источниками возбуждения образцов материалов составляет рентгенофлуоресцентная спектроскопия, основанная на применении источников радиации (рентгеновской трубки, определенных изотопов или источников электронов). В результате воздействия радиации вещество эмитирует излучение, которое анализируется по волновому или энергетическому спектрам. Рентгенофлуоресцентный спектрометр является неразрушающим экспрессным методом определения элементного состава. С ростом порядкового номера элемента чувствительность метода растет, а ошибка определения количественного элементного состава снижается. Рядовые приборы могут определять содержание элементов со средними атомными номерами с ошибкой 0.1%.



Рис. 9. Рентгенофлуоресцентные спектрометры X-MET 8000 (Hitachi High-Tech Analytical Science GmbH, Германия) (а) и VANTA (Olympus, Япония) (б)

Приборы позволяют анализировать все элементы от бериллия до урана в жидких, твердых и порошкообразных пробах. Уровень измеряемых концентраций от долей ppm до 100%. Объекты исследования — металлы, концентраты, руды, огнеупоры, шлаки, золы, топлива, сточные воды и многие другие вещества и среды. Самым легким ручным рентгенофлуоресцентным спектрометром в мире на текущий момент является спектрометр серии Vanta компании Olympus (рис. 9).

ПРИБОРЫ СТЕНДА "СОЛАР"

Необходимо отметить заслуги ЗАО "Спектроскопия, Оптика и Лазеры — Авангардные Разработки" (бренд "СОЛАР"), белорусского инновационного разработчика и производителя спектрально-аналитического оборудования для клиничко-диагностических лабораторий медицинских учреждений, научно-исследовательских и производственных лабораторий многих областей науки, техники, промышленного и сельскохозяйственного производства (лабораторий химии, биологии, экологии, ветеринарии, агрохимии, криминалистики и судебной медицины, энергетики и др.) (рис. 10). Приборами бренда СОЛАР оснащены практически все лечебно-профилактические учреждения Республики Беларусь, многие университеты и научные институты, а также организации в странах ближнего и дальнего зарубежья.

Метрологическая поверка анализаторов металлов и сплавов, рентгенофлуоресцентных спектрометров, внесенных в Государственный реестр средств измерений, проводится в соответствии с методикой поверки МП 66-251-2019 и выполняется один раз в год (компанией "А3 Инжиниринг").



Рис. 10. Стенд ЗАО "СОЛАР", Беларусь

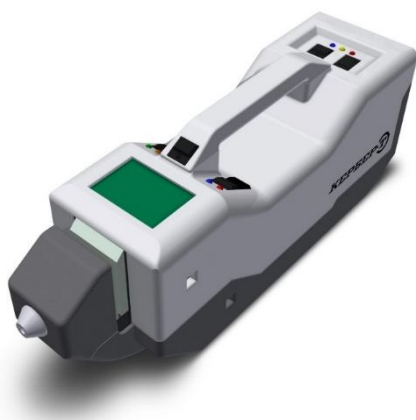


Рис. 11. Спектрометр ионной подвижности "КЕРБЕР" (МИФИ, "Южполиметалл-Холдинг")

РАЗРАБОТКИ МИФИ

Особый подход предьявляется к анализу взрывчатых, наркотических и отравляющих веществ. И здесь могут быть использованы предложенные выше методы анализа. Однако практика показала необходимость разработки специальных методов. Так зародилась спектроскопия ионной подвижности. Суть ее заключается в отборе проб, ионизации, дрейфе ионов в электрическом поле и измерении их массо-временных параметров. В результате специалистами МИФИ был разработан ионно-дрейфовый детектор "КЕРБЕР" (спектрометр ионной подвижности), предназначенный для обнаружения следовых количеств малолетучих органических веществ (взрывчатых, наркотических и отравляющих веществ), находящихся в воздухе вблизи контролируемых объектов, на поверхности предметов, на пальцах и одежде людей (рис. 11).

Прибор обеспечивает обнаружение паров взрывчатых веществ, боевых отравляющих веществ, наркотических веществ и других опасных веществ в сверхмалых концентрациях (до 10^{-14} г/см³).

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА ВЫСТАВКИ

Впервые в рамках многочисленных мероприятий деловой программы был организован специальный семинар по современным масс-спектрометрическим методам для биомедицинских исследований. Вызвал интерес доклад "Оптические мультисенсорные системы как новое направление в спектральном анализе" (Суркова А.А., к.х.н., доцент Самарского ГТУ). О перспективах "Маломощных тонкопленочных химических сенсоров с наноструктурированными газочувствительными слоями на пористом анодном оксиде алюминия" рассказал Горох Г.Г., к.т.н., заведующий научно-исследовательской лабораторией "Нанотехноло-

гии" Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (г. Минск, Беларусь).

В процессе Большой лектория состоялся круглый стол "Обеспечение работы аналитических и испытательных лабораторий в условиях санкций", на котором эксперты обсудили возможные последствия введения санкций для сферы лабораторных исследований и меры федеральных органов исполнительной власти по преодолению кризиса. Модератором выступил А. Лоцманов, зам. председателя Комитета по техническому регулированию, стандартизации и оценке соответствия Российского союза промышленников и предпринимателей.

В рамках выставки прошел ежегодный конкурс на соискание Знака качества "За обеспечение высокой точности измерений в аналитической химии". Организаторы конкурса — ФБУ "Ростест-Москва" и Ассоциация "Росхимреактив". С результатами можно ознакомиться на сайте "Ростест-Москва":

www.rostest.ru/services/expert/chemistry_index.php

В завершение выставки на площадке Большой лектория состоялась торжественная церемония награждения лауреатов общего конкурса среди участников. Победителей в пяти номинациях определили члены экспертного жюри во время работы выставки. Ими стали: компания "Петротех" — "За стенд, привлекший наибольшее внимание посетителей"; компания Qualitest — "За активную работу персонала на выставке"; компания "Праймкемикалс групп" — "За отлично продуманное расположение экспонатов на стенде"; компания "Хроматэк СКБ" — "За эффективные визуальные коммуникации"; компания "Химмед" — "За наибольшее количество привлеченных посетителей на выставку при помощи промокода".



Рис. 12. Заслуженные награды

Благодарственные письма за экспертную поддержку и многолетний вклад в развитие научно-деловой программы выставки получили эксперты ряда организаций, среди них Ю.А. Золотов — академик РАН, д.х.н., проф., зав. кафедрой аналитической химии Химического фак-та МГУ им. М.В. Ломоносова.

Дипломы, за многолетнее участие в выставке вручены компаниям: "Биохиммак СТ", "Вибра рус", "Диаэм НТК", "Катроса Реактив", "Лабтест", "Люмэкс-Центрум", "Мелитэк", "Мерк", "Миллаб", "Неохром", "Соктрейд", "Спектр ОКБ", "Уотерс", "Химмед", "Хроматэк", "Хромос", "Шелтек", "Экросхим", "Энерголаб", "Эпак-Сервис" (рис. 12).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, *спектроскопия* во всех ее проявлениях явилась неотъемлемым атрибутом современной аналитической науки и техники. Вы-

ставка продемонстрировала многообразие методов и методик спектроскопии и высокий метрологический уровень приборов и оборудования в целом. В последнее время в спектрометрах в качестве энерговозбудителей все чаще стали использоваться лазерные технологии.

НИИ Интроскопии МНПО "Спектр", Москва

Контакты: *Матвеев Владимир Иванович*,
v.matveev98@yandex.ru

Материал поступил в редакцию 12.05.2022

ANALITIKA EXPO-2022 REVIEW

V. I. Matveev

Scientific Research Institute of Introscopy of MNPO Spektrum, Moscow, Russia

The 20th Anniversary International Exhibition of Laboratory Equipment and Chemical Reagents was held in Moscow on April 19–22, 2022. Participants demonstrated laboratory equipment, chemical reagents, laboratory furniture, laboratory utensils, laboratory automation tools, biotechnology and measuring equipment (spectrometers, particle size analyzers, density meters, pH meters, oximeters, ionomers, etc.).

Keywords: exhibition, laboratory equipment, chemical reagents, control and measuring equipment, automation tools

EXHIBITION PARTICIPANTS

The 20th Anniversary International Exhibition of Laboratory Equipment and Chemical Reagents took place in Moscow on April 19–22, 2022.

104 companies from Belarus, Germany, Israel, India, China, Russia, USA and France presented their latest achievements in analytical chemistry, laboratory and instrumentation equipment. Of the majors were Bicasa, Catrosa, Chimmed, Chromatec, Chromos, Ecoskhim, Helicon, Interanalyt, Labconcept, Lumex, Melitek, Merck, Millab, Netzsch-Gerätebau GmbH, Petrotech, Tescan, Waters.

Modern laboratory analysis in any industry (biology, medicine, forensics, numerous industrial technologies) requires the presence and use of a significant number of appropriate analyzing instruments, devices, and accessories. All this diversity was presented at the exhibition: special furniture, laboratory glassware, chemical reagents, gas analyzers, heaters, stirrers, titrators, dispersants, dryers, evaporators, viscometers, and, of course, specialized control and measuring equipment (Fig. 1).

Fig. 1. Exhibition halls

WEIGHT MEASURING DEVICES

Laboratory analysis is rarely carried out without weighing operations, so many companies demonstrated their new instruments for weighing large masses with high accuracy and microbalances.

A novelty in the ViBRA family (Вибра рyc company) is electronic waterproof ViBRA HJ laboratory and industrial scales by the Japanese manufacturer Shinko Denshi (Fig. 2). The maximum measurable weight, depending on the model, is from 17 to 33 kg with a discreteness of 0.1 g. The calibration is available in external and built-in versions.

Fig. 2. ViBRA HJ laboratory and industrial scales (a) and ViBRA CT-603GCE jewelry scales (б)

Of particular interest were the ViBRA CT-603GCE jewelry scales with a Tuning-Fork acoustic sensor and the smallest dependence of readings on external vibrations and temperature changes. Maximum weight is 120 g, discreteness is 0.0002 g.

All ViBRA equipment has a Type Approval Certificate for measuring instruments, some devices have received world scientific recognition such as 27 Grands Prix for innovations, as well as the Russian Quality Marks "For ensuring high measurement accuracy in analytical chemistry" (HT and GZII / GZH series). According to the Russian classification, all ViBRA FZ explosion-proof scales correspond to explosion safety category 0 Exia IIB T4(X).

The ABГ series moisture analyzer is the first domestic device with a weighing unit based on electromagnetic compensation technology, which can significantly improve the measurement repeatability and reduce the error. The operation of the ABГ-60 moisture analyzer is based on the thermogravimetric principle of measurement, in which the mass of the sample gets measured, then the sample gets dried in a given mode, followed by the measurement of the mass of the remainder and the calculation of the relative change in mass. The display digitally shows the measurement result, namely: the mass fraction of moisture as a percentage of the mass of the sample before or after drying (Fig. 3).

Fig. 3. Moisture analyzer ABГ-60 (Госметр [Gosmetr] company)

SPECTROMETERS

IR-spectrometers

Spectral methods based on the use of a wide electromagnetic spectrum predominate among the numerous analytical methods for monitoring and diagnosing materials and substances. Spectrometry allows for analyzing the structure of a substance by its interaction with the emission that it absorbs, scatters or emits. The different types of spectrometers including atomic emission spectrometers, spectrophotometers, spectrofluorimeters, IR-Fourier spectrometers, NMR spectrometers, Raman spectrometers and many others were exhibited.

During the presentation, Диаэм [Dia-m] company demonstrated its modern equipment for IR spectrometry analysis. IR spectrometry is basically absorption spectrometry that determines the nature of the chemical bonds in molecules, and therefore can be used to identify materials and molecules. In IR spectrometry, a vast section of the infrared range of the electromagnetic spectrum from 2 to 50 microns is used. The infrared spectrometer is suitable for surface analysis in the semiconductor industry or for quick determining the amount of water in seeds for agriculture. It also allows the identification of raw materials and components in the chemical, cosmetic, and pharmaceutical industries. An IR spectrometer is used to monitor highly absorbent solids and provide information on protein, fat, fiber and starch content.

A number of such IR spectrometers (Fig. 4) were exhibited at the stands of Labtest, Millab and Thermo-techno companies, the devices are purposed to solve applied problems in biomedicine, materials science, food industry, clinical research, pharmacology, security, and air pollution monitoring. Common to all devices is a high level of software, which is based on the mathematical apparatus of spectral Fourier transforms.

Fig. 4. IR spectrometer FT-IR EM27 (Bruker Optics, Germany) for environmental applications

Emission spectrometers

Emission spectrometers of IMC company with inductively coupled plasma Expec 6000 and Expec 6500 (Fig. 5) are aimed to measure the mass concentration of elements in solutions after the sample preparation in accordance with standardized and certified measurement procedures in the range 1×10^{-9} —99.995%. The design of the device includes a two-dimensional compact echelle polychromator, thermally stabilized to +36°C, with beam double-pass through a cross-dispersion prism at a wavelength range of 160–900 nm and with a spectral resolution of <0.007 nm

at 200 nm. The relative standard deviation from the frequency of the output signal is no more than 1.0% for 8 hours. When measuring a concentration that is more than 500 times the detection limit, the relative deviation of the output signal does not exceed 0.5%. These spectrometers allow the determination of up to 72 elements simultaneously. The specialized Element V software includes a built-in library of more than 50 000 spectral lines.

Fig. 5. Spectrometer Expec 6500

Mass spectrometers

The inductively coupled plasma quadrupole mass spectrometer SUPEC 7000 (Fig. 6) is the latest development of the Focused Photonics company, implementing a number of advanced engineering and technical solutions of leading manufacturers of analytical equipment. The compact sample entry unit has a fully collapsible burner. Elimination of secondary plasma discharge is carried out without a shield between the inductor and the burner. Easy and convenient access to the cones for inspection, removal and installation is provided. The open architecture of the deflector is to prevent neutral particles from entering the reaction cell. The possibility of including aerosol dilution for analysis of samples with high solute content is provided.

Fig. 6. Mass spectrometer SUPEC 7000

Optical emission analyzers

Spectrometers of a completely different type are used to control metal products. So, the spark optical emission spectrometry method has become widespread to solve the problems of input checking of metals, determination of the complete chemical composition of the material, including all alloying elements and impurities, and monitoring the quality of engineering products. An example of an implementation could be a compact desktop Foundry-Master Smart spectrometer developed by Hitachi High-Tech Analytical Science GmbH (Germany) (Fig. 7).

Fig. 7. Foundry-Master Smart spark optical emission spectrometer (presented at the booths of Melitek, IMC)

The spectrometer determines almost all chemical elements, including C, S and P. Measurements of al-

loys based on Fe, Al, Cu, Ni, Ti, Zn, Pb, Sn, Mg, Co are possible. The optical system works in the wavelength range from 165 to 700 nm and is argon-blown. The analysis time is 5–10 s. Limits of detection of elements, accuracy and convergence of indications correspond to all domestic and foreign standards. The patented argon flow around the electrode makes it possible to analyze even small samples without the use of adapters. The experience of implementing the spectrometer at various enterprises in the machine building, aircraft building and foundry industries testifies to its versatility and demand in the Russian market.

Recently, laser technologies have started to be used for energy excitation of material samples. For example, НПП Структурная диагностика [NPP Struktural'naya diagnostika] company has developed the LIS-01 portable laser metal analyzer, designed for on-line input inspection of rolled metal products, determination of grade of steel, scrap of non-ferrous and ferrous metals and alloys. The metal analyzer provides high speed detection of chemical elements such as C, Be, Mg, Al, Si, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Nb, Mo, Sn, Sb, W, Pb. The LIS-01 laser spectrometer is included in the State Register of Measuring Instruments under No. 69700-17 (Fig. 8, a).

Another option is the portable laser-spark emission spectrometer ELANIK, developed by Лазер-Экспорт [Laser-Export] company (part of Лазер-Компакт [Laser-Compact] group of companies). The device is able to measure the concentration of carbon (up to 0.01%) in steel and cast iron without the use of an inert gas (Fig. 8, б).

Fig. 8. Laser spectrometers for metals and alloys LIS-01 (a) and ELANIK (б)

X-ray fluorescence spectrometers

The optical emission method of analysis with spark or laser excitation sources of material samples is greatly competitive with X-ray fluorescence spectroscopy based on the use of radiation sources (X-ray tubes, certain isotopes or electron sources). As a result of exposure to radiation, a substance emits radiation, which is analyzed by wave or energy spectra. The X-ray fluorescence spectrometer is a non-destructive express method for determining the elemental composition. With an increase in the ordinal number of the element, the sensitivity of the method increases, and the error in determining the quantitative elemental composition decreases. Regular instruments can determine the content of elements in the range of average atomic numbers with an error of 0.1%.

The instruments allow the analysis of all elements, from beryllium to uranium, in liquid, solid and powder

samples. The range of measured concentrations is from fractions of ppm to 100%. Objects of study are metals, concentrates, ores, refractories, slags, ash, fuels, wastewater and many other substances and media. The lightest handheld XRF spectrometer in the world is currently the Vanta series spectrometer manufactured by Olympus corporation (Fig. 9).

Fig. 9. X-ray fluorescence spectrometers X-MET 8000 (Hitachi High-Tech Analytical Science GmbH, Germany) (a), and VANTA (Olympus, Japan) (б)

DEVICES ON THE STAND SOLAR

It is necessary to note the merits of ЗАО Спектроскопия, Оптика и Лазеры — Авангардные Разработки [CJSC Spectroscopy, Optica and Lasery — Avantgardnye Razrabotki] (brand СОЛАР [SOLAR]), a Belarusian innovative developer and manufacturer of spectral analytical equipment for diagnostic laboratories of medical institutions, research and production laboratories in many areas of science and technology, such as chemistry, biology, ecology, veterinary medicine, agrochemistry, criminalistics and forensic medicine, energy, etc. (Fig. 10). Practically all medical institutions of the Republic of Belarus, many universities and research institutes, as well as organizations in the countries near and far abroad, are equipped with SOLAR brand devices.

Fig. 10. Stand of CJSC SOLAR, Belarus

Metrological verification of analyzers of metals and alloys, X-ray fluorescence spectrometers included in the State Register of Measuring Instruments is carried out in accordance with the verification procedure МР 66-251-2019 and is performed once a year (by АЗ Инжиниринг [A3 Engineering]).

МЕРФИ DEVELOPMENTS

A special approach is presented to the analysis of explosive, narcotic and poisonous substances. Here too, the methods of analysis proposed above can be used. However, practice has shown the need to develop special methods. This is how ion mobility spectroscopy was born. Its essence lies in sampling, ionization, drift of ions in an electric field and measurement of their mass-time parameters.

As a result, National research nuclear university МЕРФИ specialists developed the KERBER ion-drift detector (ion mobility spectrometer), designed to detect trace amounts of low-volatile organic sub-

stances (explosives, narcotics and poisonous substances) that are in the air near controlled objects, on the surface of objects, on the fingers and clothes of people (Fig. 11).

Fig. 11. Ion mobility spectrometer KERBER (МЕРНИ, Yuzhpolimetall-Holding)

The device provides detection of vapors of explosives, chemical warfare agents, narcotic substances and other hazardous substances at ultra-low concentrations (up to 10^{-14} g/cm³).

BUSINESS PROGRAM OF THE EXHIBITION

For the first time, a special seminar on modern mass spectrometric methods for biomedical research was organized within the business program. The report "Optical multisensor systems as a new direction in spectral analysis" (Surkova A.A., Ph.D. in Chemistry, Assoc. Prof. of the Samara State Technical University) aroused interest. The prospects of "Low-power thin-film chemical sensors with nanostructured gas-sensing layers on porous anodic alumina" were reported by Gorokh G.G., Ph.D. in Technology, head of the Nanotechnologies research laboratory of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics (Minsk, Belarus).

Within the framework of the Big Lecture, a round table "Ensuring the work of analytical and testing laboratories in the conditions of sanctions" was held, at which experts discussed the possible consequences of the imposition of sanctions on the field of laboratory research and the measures of federal executive authorities to overcome the crisis. The moderator was A. Lotsmanov, Deputy Chairman of the Committee for Technical Regulation, Standardization and Conformity Assessment of the Russian Union of Industrialists and Entrepreneurs.

An annual competition for the *Quality Mark* "For ensuring high measurement accuracy in analytical chemistry" was held during the exhibition. The organizers of the competition are ФБУ "Ростест-Москва" [FBU Rostest-Moscow] and Ассоциация "Росхимреактив" [Roskhimreaktiv Association]. The results can be found on the Rostest-Moscow website:

www.rostest.ru/services/expert/chemistry_index.php

Contacts: Matveev Vladimir Ivanovich,
v.matveev98@yandex.ru

At the end of the exhibition, a solemn ceremony of honoring the laureates of the competition among the participants took place in the Big Lecture Hall. The winners in five nominations were chosen by the members of the expert jury during the exhibition. They were: Петротех [Petrotech] company — "For the stand that drew the most visitors attention"; Qualitest company — "For the active work of the staff at the exhibition"; Праймкемикалс групп [Prime Chemicals Group] — "For the well-thought-out arrangement of exhibits at the stand"; Хроматэк СКБ [Chromatec SCB] — "For effective visual communications"; ХИММЕД [Chimmed] — "For the largest number of visitors attracted to the exhibition using a promotional code."

Letters of thanks for expert support and long-term contribution to the development of the scientific and business program of the exhibition were received by experts from a number of organizations, among them Yu.A. Zolotov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Chemical Sciences, Prof., Head. Department of Analytical Chemistry, Chemical Faculty, M.V. Lomonosov Moscow State University.

Diplomas for long-term participation in the exhibition were awarded to the following companies: Biochemmack ST, Vibra Rus, Dia-m, Catrosa Reaktiv, Lab-test, Lumex-Centrum, Melytec, Merck, Millab, Neochrom, Soctrade, Spektr ОКБ, Waters, Chimmed, Chromatec, Chromos, SchelTec, Ecroskhim, Energo-lab, Ераc-Service (Fig. 12).

Fig. 12. Honored awards

CONCLUSION

Thus, *spectroscopy* in all its manifestations has become an inalienable attribute of modern analytical science and technology. The exhibition demonstrated the variety of methods and techniques of spectroscopy and the high metrological level of instruments and equipment in general.

Recently, laser technologies have been increasingly used as energy exciters in spectrometers.

Article received by the editorial office on 12.05.2022