ЛАБОРАТОРНОЕ ВЕСОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ТРЕНДЫ – МОДУЛЬНОСТЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

УДК 681.26
БАК 02.00.02

Милокумов В.С., ООО "Сарториус Рус", viktor.milokumov@sartorius.com

В текущем году компания Sartorius представила новую платформу весов премиального уровня Cubis II. В России их премьера состоялась в марте на международной выставке "Аналитика Экспо". В настоящее время Cubis II проходят процесс сертификации, после чего станет возможна их официальная поставка в нашу страну. Весы новой серии унаследовали от предшественников модульную конструкцию, предлагая при этом значительно больше автоматизированных функций на основе новой управляющей электроники и современного программного обеспечения. Фактически платформа Cubis II обозначила текущую вершину развития весов от компании Sartorius, а потому на их примере интересно рассмотреть основные направления и тренды эволюции данного типа лабораторного оборудования.

МОДУЛЬНОСТЬ, ШИРОКАЯ НОМЕНКЛАТУРА ВЕСОВЫХ МОДУЛЕЙ И ВАРИАНТОВ КОМПЛЕКТАЦИИ

В настоящее время приблизительно 90% весоизмерительных задач в лаборатории могут быть выполнены с помощью стандартных весов с наибольшим пределом взвешивания 200 г и дискретностью (разрешением) 0,1 мг. Однако оставшиеся примерно 10% задач требуют более высокой точности или, например, способности работать с небольшими навесками. Так, при взвешивании на обычных весах образца массой 10 мг погрешность составит несколько процентов, поэтому для повышения точности потребуются весы с разрешением 0,01 мг. На практике же может возникнуть необходимость взвешивания навесок и менее 1 мг. Например, одной из самых сложных задач с точки зрения мини-

мального предела взвешивания является так называемый пробирный анализ – определение содержания золота или серебра в руде или сплаве, когда из навески 25–50 г получают корточку ценного металла массой порядка 0,5 мг. Для такого анализа требуются ультрамикровесы с разрешением 0,1 мкг, а это наивысшая доступная точность современных лабораторных весов.

Благодаря модульной конструкции весы серии Cubis II охватывают все возможные области применения от супермалых навесок (рис.1) до задач по взвешиванию объектов массой в десятки килограммов. В модельный ряд входят 46 весовых модулей для максимальных нагрузок от 2,1 г до более чем 70 кг с разрешением от 0,1 мкг до 1 г, в том числе несколько вариантов стандартных аналитических весов с наибольшим пределом взвешивания 120–520 г и точностью до 4-го знака после запятой.

Техническое исполнение весовой ячейки с применением современной электроники и прецизионной механики обеспечивает высокий уровень стабильности и быстродействия Cubis II. Каждая модель может комплектоваться различными блоками и функциями, чтобы повысить удобство работы, оптимально вписать весы в операционные процедуры лаборатории или производственный процесс. Например, предлагаются на выбор два варианта блока управления: МСЕ со стандартным сегментным ЖК-дисплеем, на котором отображаются результаты измерения массы, и МСА с расширенной функциональностью и возможностью настройки множества параметров. Также, в зависимости от модели весов, доступны семь различных вариантов витрин из стекла и нержавеющей стали. Для устранения электростатических зарядов на образцах

Рис.1. Микровесы серии Cubis II

Рис.2. Весы Cubis II со стеклянной витриной и встроенным ионизатором Q-Stat

и сосудах служит опциональный встроенный ионизатор Q-Stat (рис.2).

Весы имеют интерфейс USB с портами USB-A, USB-B и USB-C с возможностью подключения к компьютеру и присоединения флэш-накопителя. Также предусмотрены классический последовательный порт RS-232 и Ethernet-контроллер для подключения по локальной сети. Соответственно, можно передавать данные на локальный сервер и управлять весами удаленно через веб-интерфейс.

В число аксессуаров входят 16 видов держателей для эппендорфов, круглодонных колб, фильтров, шприцов, колб для титрования, лодочек для взвешивания и др. (рис.3). По индивидуальному заказу может быть разработан держатель нестандартной формы.

Рост точности и скорости измерений

РОСТ ТОЧНОСТИ И СКОРОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Основа весов – весовая ячейка, конструкция и параметры которой определяют характеристики всего устройства: пределы измерений, разрешение, повторяемость, нелинейность. В современных лабораторных весах используются весовые ячейки с электромагнитной компенсацией силы тяжести (Electromagnetic Force Restoration, EMFR). Первые такие устройства были изобретены в конце XIX века, а к середине прошлого столетия они стали широко применяться в высокоточном весовом оборудовании.

Весовая ячейка с электромагнитной компенсацией представляет собой систему рычагов, где с одной стороны расположена грузоприемная платформа, с другой – индуктивная катушка, взаимодействующая с постоянным магнитом (рис.4). Путем регулирования величины тока, протекающего по обмотке катушки, можно управлять силой Ампера и удерживать систему в определенном положении, контролируемом оптическим датчиком. Когда грузоприемная платформа нагружается, рычаги смещают катушку, что фиксируется датчиком. В ответ система обратной связи увеличивает силу тока в катушке до тех пор, пока сила Ампера не скомпенсирует вес образца и катушка не вернется в исходное положение. Поскольку приращение тока в катушке прямо пропорционально массе образца, последнюю легко рассчитать с учетом калибровочных данных.

Системы, основанные на электромагнитной компенсации силы, характеризуются наибольшей точностью и др. (рис.3). По индивидуальному заказу может быть разработан держатель нестандартной формы.

Рис.3. Держатели разных типов

Рис.4. Принципиальная схема весовой ячейки с электромагнитной компенсацией силы тяжести

стью, а также наилучшими линейностью и скоростью измерений по сравнению с датчиками веса других типов. Вместе с тем существенным недостатком долгое время была высокая зависимость точности от условий окружающей среды, в частности температуры, которая влияет на геометрические параметры элементов прецизионной механики. Еще в 1960-е годы механическая система весовой ячейки состояла из более чем 100 деталей, изготавливавшихся из разных материалов, которые имеют различные коэффициенты температурного расширения. Как следствие, реакция системы на изменение температуры была нелинейной.

Рис.5. Монолитная весовая ячейка

Для устранения этого недостатка компания Sartorius разработала в конце 1990-х годов технологию "монокристаллической" весовой ячейки (рис.5). Теперь вся механическая часть изготавливается из цельного куска алюминиевого сплава. Таким образом, коэффициенты температурного расширения всех элементов механической системы стали одинаковыми, что значительно повысило воспроизводимость измерений и упростило калибровку.

Поскольку температура все-таки оказывает значительное влияние на результаты измерения, современные лабораторные весы оснащаются встроенной системой автоматической калибровки. Весовой блок оборудован датчиками, которые фиксируют изменение температуры, и при достижении им определенного порогового значения автоматически подстраивают метрологическую характеристику весов. Для этого взвешивается встроенный груз и определяется актуальный коэффициент перевода силы тока в значение массы. Автоматическая калибровка позволяет учесть также и высоту установки прибора над уровнем моря.

В последние два десятилетия конструкция весовой ячейки претерпела лишь незначительные изменения. Тем не менее развитие не останавливается – совершенствование элементной базы и оптимизация отдельных узлов позволяют добиваться дальнейшего повышения характеристик. В частности, весы серии Cubis II стали работать быстрее и стабильнее предшественников. Кроме того, в линейке микровесов наряду с моделью с максимальной нагрузкой 6 г появилась новинка, позволяющая взвешивать образцы массой до 10 г с точностью 1 мкг.

АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСТРОЙКИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ

Значительная часть новых функций в Cubis II направлена на автоматизацию работы. Действия оператора считаются потенциальным источником ошибок и проблем, поэтому создатели платформы предприняли максимум возможного для снижения влияния человеческого фактора на результат измерений.

Например, было автоматизировано выравнивание весов в горизонтальной плоскости. Точная установка по уровню важна, потому что в весовой ячейке измеряется не непосредственно масса или вес, а сила, действующая на грузоприемную платформу в направлении, перпендикулярном ее поверхности. Соответственно, если платформа не выровнена, то вектор этой силы не будет совпадать с вектором силы тяжести, вследствие чего возникнет погрешность, тем большая, чем

Cubis® II

Ваши весы – ваш выбор

Рис.6. Интерфейс системы электронного контроля уровня на дисплее МСА

значительное отклонение от горизонтали. Обычные весы, как правило, снабжаются пузырьковым уровнем, а выравнивание выполняется вручную путем регулировки высоты винтовых ножек. Однако если прибор в процессе работы немного сдвигается, а поверхность, на которой он установлен, неровная, то регулировка горизонтальности нарушается. Тот же эффект возникает, если персонал при измерении облокачивается на стол и тот немного прогибается.

Чтобы избежать погрешностей, вызванных неровной установкой, в весы Cubis II встроена система электронного контроля уровня, которая постоянно следит за горизонтальностью прибора (рис.6). В моделях с максимальной нагрузкой до 8 кг ножки имеют моторизованный привод, и регулировка уровня выполняется автоматически без участия оператора. Благодаря этому снижается вероятность возникновения ошибок и упрощается обслуживание весов.

Еще одна полезная функция, упрощающая обслуживание Cubis II, – управление открыванием и закрытием ветрозащитной витрины с помощью кнопки или в автоматическом режиме бесконтактным ИК-датчиком. Такое решение позволяет освободить руки оператору и предотвращает загрязнение витрины, если руки испачканы.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Самые важные новшества, реализованные в весах Cubis II, относятся к системе управления, в частности интеллектуальному программному обеспечению для

автоматизации рабочих процедур. Cubis II не просто отображают значение массы, но и выполняют обработку результатов измерений, например, позволяют определить среднее значение по результатам взвешивания серии образцов, посчитать среднеквадратическое отклонение, минимальное и максимальное значения, сравнить результат с контрольной величиной. Также доступен счетный режим, в котором весы рассчитывают количество помещенных на платформу одинаковых по массе предметов на основе предварительно определенной массы одного образца.

Новинкой стал центр управления приложениями. В общей сложности для Cubis II доступно более 60 разных приложений, которые регулярно обновляются и дополняются новыми функциями. Приложения разделены по тематическим пакетам. Возможности бесплатного основного набора могут быть существенно расширены благодаря четырем дополнительным пакетам:

- **Pharma** для фармацевтических лабораторий;
- **Advanced**, который включает средства для решения более 20 различных измерительных задач, в том числе статистической обработки, счетного режима, контрольного взвешивания, повторного взвешивания и т.д.;
- **Utilities** – пакет служебных программ, например, для изменения цветовой гаммы интерфейса, установки пользовательской заставки на загрузку и др.;
- **Connectivity** – приложения для передачи данных в разных форматах в различные системы, в том числе для подключения к серверам FTP, SQL, Windows File Server, системе StarLIMS и др.

Рассмотрим более подробно особенности пакета для фармацевтических производств, поскольку именно в фармацевтических лабораториях предъявляются наиболее строгие требования к точности измерений, соблюдению формализованных процедур и защите данных. В пакете Pharma стандартный функционал по защите данных – наличие учетных записей пользователей, защищенных паролями, дополнен специальным пакетом приложений. Последний включает расширенные функции управления правами доступа пользователей, например, позволяет задавать политику паролей: наборы символов, которыми набирается пароль, число попыток ввода, частоту смены пароля. Для проведения авторизации весы могут подключаться к серверу организации, на котором хранятся учетные записи пользователей.

Второй важный момент – использование метаданных. В фармацевтике для того, чтобы гарантировать правильность и достоверность результатов измерения, а также соответствие требованиям условий хранения и использования данных, разработан набор правил

и принципов управления целостностью данных ALCOA. В пакете Pharma выполняются все пять основных принципов ALCOA:

- **attributable** – возможность однозначной идентификации данных. Применительно к весам – знание, какое вещество взвешивалось;
- **legible** – разборчивость информации, применение понятных шрифтов, понятная форма записи данных;
- **contemporaneous** – одновременность получения и фиксации данных. Иными словами, результаты измерения фиксируются в системе непосредственно в момент их получения;
- **original** – сохранение изначально полученных данных без промежуточных операций переноса;
- **accurate** – точность, обеспечиваемая метрологической точностью весов, функциями автоматической калибровки и установки по уровню, а также автоматизацией измерительных процедур. Выполнение этого пункта возможно, только если весы правильно работают и правильно эксплуатируются. Для этого реализованы дополнительные приложения, например, при рецептурном взвешивании весы указывают, какое количество какого компонента надо взять.

Таким образом, пакет Pharma обеспечивает выполнение самых строгих требований к целостности, защи-

щенности, правильности и достоверности данных. Хотя в России эти возможности пока требуются немногим – в основном дочерним предприятиям международных фармацевтических корпораций, но в дальнейшем они будут становиться все более актуальными.

Все указанные программные пакеты встроены в весы и могут запускаться через центр приложений на блоке управления. Одно и то же приложение, например рецептурное взвешивание, может использоваться для разных задач. Опциональные приложения можно покупать как по отдельности, так и в пакетах. В обоих случаях сначала можно воспользоваться бесплатным пробным периодом, чтобы оценить функциональность и полезность приложения.

***

Эволюция аналитических весов идет по пути создания высокоавтоматизированных высокоточных модульных систем, конфигурация которых может подбираться в соответствии с требованиями конкретных пользователей. Платформа Cubis II создана с учетом указанных тенденций и включает модели весов для любых весоизмерительных задач, которые решаются в современных исследовательских и производственных лабораториях. ■

РЕКЛАМА

www.rvs-ltd.ru

поставщик современной лабораторной техники

Р
В
С

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕТАЛЛОГРАФИИ

Компания РВС предлагает широкий спектр высококласного оборудования для пробоподготовки в металлографических исследованиях производства компании TOP TECH (Тайвань): абразивные отрезные станки и прецизионные пилы, прессы для запрессовки образцов, оборудование для холодной заливки, ручные и автоматические шлифовально-полировальные станки, расходные материалы.

Автоматические прессы
для горячей запрессовки
PRESIDON

Шлифовально-полировальные станки
серии PLATO

Прецизионные отрезные станки
серии PRECISO

TOP TECH

Наши специалисты предложат Вам полное техническое и методическое сопровождение для решения Ваших исследовательских и практических задач.