

История 14: Разработка новой серии аналитических весов HR-AZ/A

Серия HR-AZ/HR-A

5 января 2012 г.

Разработка новой серии аналитических весов HR-AZ/A Series

Naoto Izumo

Отдел R&D 5, A&D Company, Limited

В январе 2012 года компания A&D выпустила новую серию аналитических весов HR-AZ/HR-A. Прежде чем начать обсуждение разработки этих устройств, я хотел бы поговорить об аналитических весах в целом.

В сфере производства измерительных приборов все устройства для взвешивания принято называть «весами». Среди них можно выделить «рычажные весы», в которых используется точка опоры и механизм уравнивания взвешиваемого предмета. Именно такие приборы используются для измерения самых незначительных масс. Высокая дискретность (предел взвешивания, поделенный на минимальное значение дисплея) достигается за счет механизма уравнивания, который возвращает коромысло весов в первоначальное равновесное положение. Данный способ измерения веса обычно называют нулевым методом.



Существует два типа рычажных весов: универсальные и аналитические. Обычно, универсальные весы имеют дискретность 1 мг или более, а аналитические – 0,1 мг или менее. Кстати говоря, минимальное значение дисплея в аналитических весах принято выражать в единицах «dig». Поэтому параметр минимального значения дисплея обычно записывают так: "1 dig = 0.1 мг". В старину один палец (или digit) использовался как минимальная единица измерения. Со временем «digit» сократили до «dig» и теперь применяют для обозначения минимального значения дисплея аналитических весов.

Как вы знаете, стандартное значение НПВ в аналитических весах равно 200 г, а

минимальное значение дисплея – 0,1 мг. К примеру, при взвешивании лекарственных трав в Китае обычно требуется минимальное значение дисплея 10 мг, а в фармацевтической промышленности на Западе – 1 мг. Исторически сложилось так, что минимальное значение дисплея в аналитических весах должно быть на одну цифру меньше, то есть 0,1 мг.

Рассмотрим приведенный выше пример аналитических весов с разрешением 200 г × 0.1 мг.

$$200,000 \text{ мг} \div 0.1 \text{ мг} = 2,000,000$$

Таким образом, данные аналитические весы имеют разрешение 2 000 000 : 1. Разрешение измерительных приборов обычно составляет от 0,1 до 0,01%, что соответствует разрешению 10 000 : 1. Скажем, у микрометра, построенного на методе механического контакта, разрешение составляет только лишь сотни тысяч на 1.

Насколько важно высокое разрешение проще понять на примере длины.

Расстояние между Токио и Осакой – 500 км. Следовательно 1 dig при разрешении 2 000 000 : 1 вычисляется следующим образом:

$$500 \text{ км} = 500 \times 1000 \text{ м} \div (200 \times 10,000) = 0.25 \text{ м} = 25 \text{ см}$$

Соответственно, можно сказать, что данные весы способны измерить расстояние между Токио и Осакой с инкрементом примерно 22 см (расстояние от большого пальца расправленной ладони до мизинца).

Если же взять в качестве примера гору Фудзияма, то инкремент составит:

$$3776 \text{ м} \div (200 \times 10,000) = 0.019 \text{ м} = 1.9 \text{ см}$$

В данном случае, если поделить высоту Фудзиямы на отрезки длиной 2 см (примерно ширина большого пальца руки), то наши весы смогут распознать каждый из этих отрезков.

Из приведенных выше примеров следует, что добиться минимального значения дисплея аналитических весов не так просто.

После такого достаточно долгого вступления, давайте вернемся к созданию новой серии аналитических весов HR-AZ/HR-A. Как отмечалось в одном из предыдущих отчетов, существующая в настоящее время серия HR была разработана около 20

лет и в качестве линейки аналитических весов с верхней загрузкой. В то время, аналитические весы представляли собой устройства с большим датчиком массы в задней части и камерой взвешивания в передней. У данного типа весов был очень большой механизм, большая теплоемкость и мощная магнитная схема, поэтому передаточное отношение рычажного механизма было незначительным. За счет хорошей термостойкости и отличных рабочих характеристик эти весы до сих пор относятся к классу высокоточных аналитических весов. В том, что касается объемов продаж, универсальные весы с верхней загрузкой, которые впервые появились 20 лет назад, теперь являются наиболее распространенными даже среди аналитических весов.

Серия HR, которая стала родоначальником аналитических весов с верхней загрузкой, выпускается и популярна до сих пор, хотя многие ее конкуренты уже давно сняты с производства. Однако, время идет, ЖК-дисплей и общий дизайн этих весов немного устарели. Кроме того, на рынке аналитических весов за пределами Японии, и особенно в Азии, существует жесткая конкуренция, поэтому назрел вопрос пересмотра ценовой политики и функционального переоснащения.

Все эти факторы обусловили начало процесса создания новой серии. Поскольку разработка специального весового датчика обошлась бы в сотни миллионов иен, я изначально решил, что оптимальным решением станет перепрофилирование уже существующего сенсора. Кроме того, это существенно сократило бы сроки выполнения работ. В результате, мы начали разработку новых аналитических весов с разрешением $1 \text{ dig} = 0,1 \text{ мг}$ на основе сенсора C-SHS, который использовался в универсальных весах. Сенсор C-SHS, который разрабатывался для серии FZ-i/FX-i, обладает отличными характеристиками и я решил, что это позволит нам добиться желаемого результата достаточно быстро.

Однако уже в самом начале мы столкнулись с проблемой повторяемости при измерениях на уровне $0,1 \text{ мг}$. Оглядываясь назад, я понимаю, что тогда не осознавал необходимости технологического прорыва в двух областях: чувствительности механических составляющих сенсора и в электронных схемах. Мы потратили уйму времени на то, чтобы добиться нужных базовых характеристик. Мы изменили процесс обработки комплектующих и проводили испытание за испытанием, чтобы устранить колебания в результатах, вызванных индивидуальными различиями электронных деталей. После бесчисленных тестов и споров, нам удалось добиться нужного результата. Весь процесс от начала разработки новых весов до начала продаж занял три года.

У меня достаточно большой опыт разработки новых устройств. Но, когда мы достигли результата, уже после того, как многие из нашей команды отчаялись и покинули проект, я словно увидел свет в конце тоннеля - тоннеля, который нам уже казался тупиком.



В новой серии аналитических весов HR-AZ/HR-A нам удалось увеличить НПВ (по сравнению с серией HR) с 200 г до 250 г и достигнуть скорости отклика 2 секунды. В качестве дисплея используется негативный ЖК-дисплей с подсветкой, который отлично себя проявил в плохо освещенных помещениях. В серии AZ применен чрезвычайно надежный механизм встроенной калибровки, построенный на уникальном операционном методе.

Противосквозняковый бокс входит в стандартную комплектацию и снимается одним движением, для чистки весов и измерений в условиях, когда бокс не требуется. Бокс выполнен из пластика и покрыт стойким антистатическим веществом. Это было сделано, чтобы решить две проблемы: статического электричества – главного источника неприятностей при аналитических измерениях, и появления устройства без использования стекла с тем, чтобы оно соответствовало нормам FDA/HDACCP, регулирующих безопасность производственных линий по выпуску продуктов питания и лекарств.

Конструкция противосквознякового бокса упрощает установку весов вплотную к стене за счет использования раздвижных поворотных дверок. Следует отметить, что весы можно интегрировать в автоматическую производственную линию, а также работать с ними в условиях ограниченного пространства за счет легкоснимаемого бокса и компактных размеров.

Хотя разработка этих весов заняла больше времени, чем ожидалось, мы считаем, что нам удалось создать весы с беспрецедентным соотношением цена/производительность/простота в работе/компактность и эргономика. Мы думаем, что в серии аналитических весов HR-AZ/HR-A сконцентрировано большое количество необходимых функций, которые позволяют использовать эти весы в самых различных областях и даже открывать новые рынки.