



*The main problems of providing of the required accuracy at determination of mass and ways of their solution at RUP "BMZ" are examined.*

*И. В. БУЯНОВА, Е. В. БОРИСЕНКО, РУП «БМЗ»*

УДК 669.

## **ВЕСОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ РУП «БМЗ». ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБУЕМОЙ ТОЧНОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ МАССЫ И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ**

Качество выпускаемой продукции зависит как от качества технологических процессов производства, так и в немалой степени от качества метрологического обеспечения производства, т.е. качества выполняемых в процессе производства и при приемке готовой продукции измерительных и контрольных операций. Эти операции применяются при входном контроле сырья и материалов, контроле состояния производственных технологических процессов, выходном контроле качества. Следовательно, измерения – это важные элементы управления качеством продукции.

Одним из параметров, определяющих качество сырья и материалов, а также качество продукции на различных стадиях технологического процесса, в том числе готовой продукции, является масса.

«Не делайте неправды в суде, в мере, в весе и в измерении: да будут у вас весы верные, гири верные, ефа верная и гин верный,» – говорится в Библии в Ветхом Завете (12 век до н.э.). Мы видим, что уже в те далекие времена среди всех измерений особое значение придавалось точности и достоверности результата измерения массы (веса) продукта труда человека при торговле и обмене.

В настоящее время, время рыночных отношений, результаты взвешивания служат основой для расчетов между производителями и потребителями продукции, для внутрипроизводственного и бухгалтерского учета, для управления технологическими процессами. Данные взвешиваний часто служат основной информацией для принятия управляющих решений. Поэтому недостаточно точно произведенное взвешивание может стать причиной неверных решений, материальных потерь, привести к несанкционированному перераспределению товаров и денежных средств между участниками производства и торговли.

Единица физической величины «масса» – килограмм. Килограмм (кг) – основная международная единица массы, равная массе международного прототипа килограмма, который представляет собой гирю из платино-иридиевого сплава. Этот прототип килограмма – вторичный эталон по отношению к «килограмму Архива», изготовленному во Франции и принятому в качестве эталона массы в 1872 г. «Килограмм Архива» представляет собой платиновую цилиндрическую гирю, высота и диаметр которой равны по 39 мм.

Средствами измерения массы являются меры массы (гири) и весоизмерительные приборы (весы).

На РУП «БМЗ» для настройки, поверки и калибровки лабораторных и технологических весов используются меры массы, представленные эталонными гирями и наборами гирь, а также гирями специального назначения – контрольными грузами.

Для настройки, поверки и калибровки лабораторных весов на заводе используются наборы гирь классов точности F1 (1 мг–1 кг), F1 (1–100 г), F2 (1–500 г), F2 (1–10 кг).

Для поверки и калибровки весов, используемых в технологической цепи и для коммерческого учета продукции, применяются эталонные гири 4-го разряда (класса точности  $M_1$ ) номинальной массой 20, 500, 2000 кг, а также гири специального назначения (контрольные грузы), которые изготавливаются на РУП «БМЗ» и позволяют проводить калибровку специальных технологических весов, предназначенных для металлургического производства, которые имеют специфичные платформы (под стальковш, промковш, для заготовки) и диапазоны измерений (до 200 т).

На РУП «БМЗ» установлены и эксплуатируются весы ведущих фирм мира: «Mettler-Toledo»,

«Sartorius», а также «Siemens» и «Asea». Современные весы представляют собой сложные электронно-механические системы. РУП «БМЗ» идет в ногу со временем. Специалисты завода отслеживают новые разработки, усовершенствования в сфере весоизмерительной техники и внедряют их на нашем заводе. Так осуществляется переход от весов с рычажными, призматическими и тензорезисторными датчиками к весам с частотными датчиками (с цифровым выходом). Эти специальные датчики с цифровым выходом были разработаны и запатентованы фирмой «Mettler-Toledo» и предназначены для автомобильных и вагонных весов.

На РУП «БМЗ» такие датчики входят в конструкцию автомобильных весов КПП-2 и таможни. В конце 2007 г. были введены в эксплуатацию новые вагонные весы, которые сконструированы также на основе датчиков с цифровым выходом фирмы «Mettler-Toledo». Так называемая «умная» электроника позволяет сократить до минимума искажения измерительной информации при преобразовании и передаче ее в процессе измерения массы. Кроме того, новые вагонные весы фирмы «Mettler-Toledo» дают возможность производить взвешивание вагонов и составов в динамике, что привело к увеличению производительности работ по определению массы поступающих на завод сырья и материалов и отгружаемой потребителю продукции. Ввод в эксплуатацию новых вагонных весов позволил не только производить взвешивание с наибольшей точностью, но и в некоторой степени разгрузить вагонные весы с целью проведения их модернизации и капитального ремонта.

Большая часть измерительного оборудования РУП «БМЗ» эксплуатируется уже более 20 лет. Поэтому в настоящее время в связи с износом и старением оборудования необходимо усилить метрологический контроль за состоянием средств измерений не только со стороны службы метрологии завода, но и обеспечивать регулярный контроль со стороны подразделений-пользователей. Например, контроль за состоянием весов может осуществляться персоналом цеха и реализовываться в виде контрольных проверок весов с использованием аттестованных контрольных грузов. Такие контрольные проверки на РУП «БМЗ» проводятся в обязательном порядке в отношении весов, на которых ведется коммерческий учет продукции.

Необходимо также уделять должное внимание модернизации весоизмерительного оборудования. На нашем заводе сегодня разработана и внедрена программа модернизации весового хозяйства РУП «БМЗ» на 2005–2010 гг.,

которая содержит перечень весов, нуждающихся в модернизации, по всем основным цехам завода; сроки выполнения работ; стоимость программы. Экономический эффект от внедрения программы будет получен по мере достижения основных целей:

- уменьшение простоев (из-за поломки весового оборудования);
- улучшение качества продукции (за счет повышения точности взвешивания);
- снижение себестоимости продукции;
- снижение расходов на сырье.

В 2007 г. в соответствии с программой выполнена модернизация коммерческих весов сортопрокатного цеха стана 320. На 2008 г. в сортопрокатном цехе запланирован капитальный ремонт весов стана 850, на которых ведется коммерческий учет продукции.

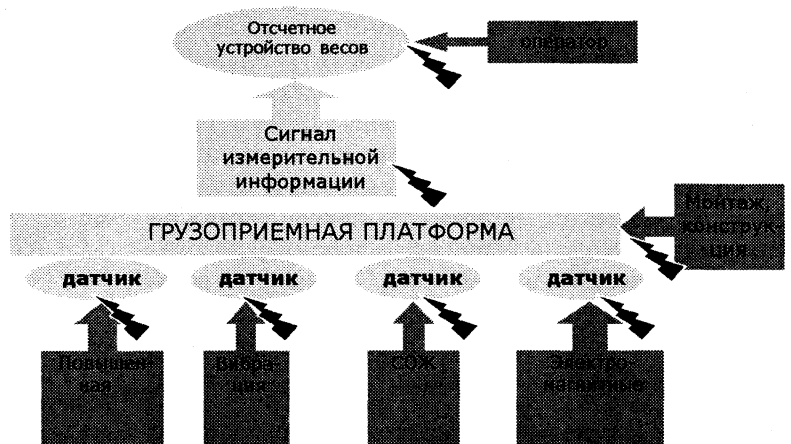
Рассмотрим теперь один из вопросов обеспечения требуемой точности при измерении массы на весах.

Бытует мнение, что погрешность измерений при взвешивании равна погрешности весов и при учете потерь (недогрузов-перегрузов) при отгрузке-приемке продукции, сырья и материалов часть их списывают на возможные потери при взвешивании (так как измерений без погрешностей не бывает). В ряде случаев это вполне правомерно. Погрешность измерений – это некое объединение влияющих на результат измерений величин (см. рисунок). Ее можно представить следующим образом:

$$\Delta_{\text{изм}} = \Delta_{\text{си}} \Delta_{\text{м}} \Delta_{\text{усл}} \Delta_{\text{оп.}}$$

где  $\Delta_{\text{изм}}$  – погрешность измерений на весах;  $\Delta_{\text{си}}$  – погрешность средства измерений (весов);  $\Delta_{\text{м}}$  – погрешность метода измерений;  $\Delta_{\text{усл}}$  – погрешность из-за отклонения условий измерений от нормальных;  $\Delta_{\text{оп.}}$  – погрешности субъективные (вносимые оператором, производящим измерение).

Анализируя приведенную выше формулу, делаем вывод, что равенство  $\Delta_{\text{изм}} = \Delta_{\text{си}}$  может быть выполнено лишь в том случае, когда составляющими  $\Delta_{\text{м}}$ ,  $\Delta_{\text{усл}}$  и  $\Delta_{\text{оп.}}$  можно пренебречь. Это условие



Влияние входных величин на результат измерения массы

реализуется при взвешивании на электронных (цифровых) весах, когда условия проведения измерений соответствуют указанным в паспорте на весы. Погрешность метода измерений  $\Delta_m$  пренебрежимо мала, так как реализуется самый точный метод – метод прямых измерений, субъективной погрешностью  $\Delta_{оп.}$  пренебрегаем благодаря цифровому отсчету, который исключает погрешность считывания показаний (например, из-за параллакса), погрешностью  $\Delta_{усл.}$  можно пренебречь, если весы эксплуатируются в соответствии с руководством по эксплуатации, когда условия измерений соответствуют установленным для данного средства измерений.

Но существуют такие условия проведения измерений на весах (и методы взвешивания), при которых влиянием на результат измерения других, кроме погрешности весов, входящих величин пренебречь нельзя. В этом случае их необходимо учитывать либо расчетным методом, либо провести дополнительные мероприятия для того, чтобы свести влияние таких величин на результат измерений к нулю.

Например, на РУП «БМЗ» в технологическом процессе производства заготовок участвуют весы специального назначения, на которых определяется масса горячекатаной заготовки. Для охлаждения весоизмерительных датчиков (нагрев происходит от горячекатаной заготовки) к ним под напором подается смазочно-охлаждающая жидкость, что оказывает влияние на точность результата измерений.

Чтобы исключить это влияние, предприняты следующие меры:

- основой таких весов служат датчики высокого класса защиты от воздействия агрессивных сред (класса IP);
- перед каждым измерением массы заготовки производится автоматическое обнуление (тарировка) весов;
- ежедневно производится контрольная проверка весов с помощью гирь специального назначения (аттестованных контрольных грузов).

Таким образом, для обеспечения приемлемой точности измерений, производимых на весах, необходимо рассчитывать и учитывать каждый раз вклад в результат измерений всех входных влияющих величин.

Влияние входных величин также можно учесть, не производя все приведенные выше расчеты. При этом должно выполняться следующее соотношение допускаемой погрешности весов и технологической погрешности измерения массы при взвешивании:

$$\Delta_{сн} \leq \frac{1}{3} \Delta_{изм.},$$

т.е., имея изначально определенные технологией требования к точности взвешивания продукции,

подбираются весы, обеспечивающие трехкратный запас точности (этот запас и позволяет учесть без расчета влияние всех остальных входных величин, о которых говорилось выше). Следует отметить, что трехкратный запас точности – это минимальный запас, так как есть такие виды измерений, где необходимо выбирать десятикратный запас точности в связи с тем, что влияние большого числа входных величин на результат измерений очень велико.

Для расчета погрешностей взвешивания при определении массы грузов (продукции, сырья и материалов) на автомобильных, вагонных, бункерных, крановых весах и весовых дозаторах необходимо пользоваться рекомендацией МИ 1953-88 «Масса народнохозяйственных грузов при бестарных перевозках. Методика выполнения измерений», которая действует на территории Республики Беларусь.

Кроме определения массы методом прямых измерений на весах, на заводе довольно часто применяются методы расчета массы.

Например, в электросталеплавильном цехе № 1 отсутствуют весы на участке выходного контроля качества продукции, отгружаемой не только для последующих переделов в сортопрокатном цехе завода, но и сторонним организациям. Отгрузка продукции (заготовок) осуществляется по теоретической массе. Отметим, что погрешность таких косвенных измерений гораздо больше погрешности взвешивания на весах, когда реализуется самый точный метод – метод прямых измерений. При расчете теоретической массы заготовок используются усредненные значения входных величин. Погрешность результата таких измерений растет из-за допущений и пренебрежений, которые возникают при промежуточных измерениях.

В настоящее время очень актуальным является вопрос учета выпускаемой продукции, а также сырья и материалов. Одним из самых точных способов учета является взвешивание на весах, имеющих нормированные метрологические характеристики. Поэтому процессы взвешивания при производстве металлопродукции играют немаловажную роль и все подразделения завода принимают в этом процессе непосредственное участие.

Достижение цели обеспечения высокой точности измерения массы продукции, сырья и материалов возможно в результате решения следующих задач:

- повышение точности средств измерений массы;
- развитие систем взвешивания объектов в движении;
- повышение производительности весовых операций.