



*It is shown that introduction of standard ISO 7500-1-2008 at RUP «BMZ» allowed to meet the requirements of auditors and production consumers to the test equipment, and consequently to the quality of measurable parameters.*

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

УДК 669.

## **ВНЕДРЕНИЕ СТАНДАРТА СТБ ISO 7500-1-2008 «МАТЕРИАЛЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ. ПРОВЕРКА ОДНООСНЫХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ПРИ СТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ. ЧАСТЬ 1. МАШИНЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА РАСТЯЖЕНИЕ/ СЖАТИЕ. ПРОВЕРКА И КАЛИБРОВКА СИЛОИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ» НА РУП «БМЗ»**

Взаимосвязь качества и измерений неразрывна: именно для обеспечения качества требуются достоверные и надежные измерения. Для уверенности в правильности принятых решений, основанных на результатах измерений, необходимо осуществлять постоянное управление всеми системами измерений, что и является метрологическим обеспечением измерений при производстве и контроле качества продукции.

Достаточно часто потребители в спецификациях и технических условиях на продукцию указывают, какие средства измерений следует применять для контроля качества продукции, а также по какому нормативному документу должен быть калиброван прибор. В большинстве случаев это касается испытательного оборудования.

Вопрос калибровки испытательных машин возник при прохождении РУП «БМЗ» одного из внешних аудитов в 2006 г. До этого момента испытательные машины на РУП «БМЗ» проходили ежегодную государственную поверку на соответствие допускаемой относительной погрешности  $\pm 0,5$  и  $\pm 1,0\%$ . Однако соответствие метрологических характеристик испытательных машин допускаемой относительной погрешности  $\pm 0,5$  и  $\pm 1,0\%$  еще не обозначает соответствие классам точности 0,5 и 1,0 (одно из основных требований потребителей Англии, Финляндии, Норвегии, Америки и других стран), так как существует дополнительный ряд параметров, определяющих тот или иной класс точности испытательных машин. Эти требования изложены в методике калибровки, описанной

в Международном стандарте ISO 7500-1:2004 «Материалы металлические. Проверка испытательных машин для приложения статической одноосной нагрузки. Часть 1. Машины для испытания на растяжение/сжатие. Поверка и калибрование системы измерения нагрузки».

Принципы проведения поверки и калибровки, а также методы и порядок проведения работ идентичны. Существенная разница заключается в представлении результата калибровки (поверки). При поверке по ТНПА, действующим в Республике Беларусь, оценивается соответствие относительной погрешности испытательных машин допускаемым значениям погрешности, установленным при утверждении типа или метрологической аттестации. При калибровке испытательных машин по Международному стандарту ISO 7500-1:2004 требуется установить соответствие калибруемой испытательной машины утвержденному классу точности. Для этого оценивается соответствие метрологических характеристик машины не только допускаемой относительной погрешности, но и соответствие целого ряда характеристик установленным для конкретного класса критериям точности.

Так как продукция РУП «БМЗ» поставляется более чем в 50 стран мира, необходимо в своей работе соответствовать международным правилам и нормам. Поэтому освоение калибровки испытательных машин по стандарту ISO 7500-1:2004 было обоснованно и целесообразно.

В связи со сложившейся ситуацией был сделан запрос в орган Госстандарта РБ РУП «Белорус-

ский государственный институт метрологии» о возможности применения Международного стандарта ISO 7500-1:2004. В ответ на наше письмо РУП «БелГИМ» предоставил информацию, что в соответствии со статьей 21 «Применение международных и межгосударственных (региональных) стандартов» Закона Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации» международные и межгосударственные (региональные) стандарты применяются в Республике Беларусь, если их требования не противоречат законодательству РБ. Международные и межгосударственные (региональные) стандарты вводятся в действие в качестве государственных стандартов в порядке, предусмотренном для государственных стандартов. Также нам сообщили, что разработка государственного стандарта, идентичного международному стандарту ISO 7500-1:2004, запланирована Госстандартом РБ на 2007 г.

Однако это не было решением проблемы. Началась активная переписка с Госстандартом РБ, Белорусским Государственным институтом метрологии по применению стандарта ISO 7500-1:2004.

Был сделан сравнительный анализ соответствующих документов по поверке в РБ и калибровке испытательных машин исходя из международной практики, который показал, что стандарты, регламентирующие процедуру поверки испытательных машин, действующие в Республике Беларусь, содержат требования, идентичные международным. Также делали дополнительные расчеты в соответствии с ISO 7500-1:2004, которые прилагали к свидетельству о поверке для демонстрации потребителям соответствия испытательных машин требованиям спецификаций.

Полностью этот вопрос был решен только в 2009 г. В Республике Беларусь был внедрен стандарт СТБ ISO 7500-1-2008 «Машины для испытаний на растяжение/сжатие. Проверка и калибровка силоизмерительной системы». Отдел главного метролога РУП «БМЗ» был аккредитован на калибровку испытательных машин.

СТБ ISO 7500-1-2008 «Машины для испытаний на растяжение/сжатие. Проверка и калибровка силоизмерительной системы» представляет собой стандарт, идентичный международному стандарту ISO 7500-1:2004, который устанавливает требования к проверке и калибровке испытательных машин на растяжение и сжатие.

Проверка включает в себя общий осмотр испытательной машины, а также осмотр приспособлений для приложения силы и калибровку силоизмерительной системы.

Стандарт СТБ ISO 7500-1-2008 является первым национальным стандартом по калибровке

испытательных машин и идет вразрез с установившимися представлениями по обработке результатов калибровки, оформлению результатов, принятию решений о соответствии машины установленному классу точности и т. д.

Структурно стандарт состоит из девяти разделов, при этом центральное место занимает раздел 6 «Калибровка силоизмерительной системы испытательной машины».

Далее приводятся основные положения для каждого из пунктов, приведенных в разделе 6.

### **6.1. Основные положения**

Акценты, расставленные в этом пункте, касаются вопросов правильного подбора эталонного оборудования, прослеживаемости до международных эталонов, диапазонов измерений при проведении калибровки.

Калибровка испытательной машины должна проводиться для каждого диапазона измерений. Если испытательная машина имеет несколько силоизмерительных систем, каждая из них рассматривается как отдельная испытательная машина.

Класс точности применяемых для калибровки силоизмерительных приборов (датчиков) должен быть таким же или выше, чем класс, на который будет калибрована машина. Применяемые для калибровки силоизмерительные датчики должны иметь документально подтвержденную прослеживаемость до международных эталонов. Следует обратить внимание на то, что силоизмерительные датчики должны соответствовать требованиям, установленным в ISO 376, т. е. должны быть калиброваны по прямому стандарту ISO (что является требованием стандарта СТБ ISO 7500-1-2008). В настоящее время это единственное требование стандарта, выполнить которое практически невозможно, так как калибровку датчиков по ISO 376 возможно осуществить лишь в некоторых калибровочных лабораториях Европы, что не для всех организаций Республики Беларусь может быть осуществимо.

### **6.2. Определение разрешения показывающего устройства**

Определение разрешения показывающего устройства различается для устройств с аналоговой и цифровой шкалой. Если в первом случае разрешение  $r$  показывающего устройства рассчитывается как отношение ширины стрелки к расстоянию между центрами двух соседних штрихов шкалы, то во втором случае за разрешение принимается приращение индикации показывающего устройства на одну дискрету при условии, что силоизме-

рительный прибор не нагружен, а индикация показывающего устройства изменяется не более чем на одно числовое значение.

Разрешение  $r$  выражается в единицах измерения силы.

### 6.3. Определение относительного разрешения показывающего устройства

Относительное разрешение  $a$  показывающего устройства определяется следующим образом:

$$a = \frac{r}{F} \cdot 100,$$

где  $r$  – разрешение, определенное в п. 6.2;  $F$  – нагрузка в рассматриваемой точке.

Относительное разрешение определяется в каждой калибруемой точке и не должно превышать значения, приведенного в таблице для калибруемой машины соответствующего класса.

Параметры силоизмерительных систем

Класс точности диапазона показаний	Максимально допускаемое значение, %				относительное разрешение $a$
	относительная погрешность				
	точности $q$	повторяемости $b$	гистерезиса* $v$	нуля $f_o$	
0,5	±0,5	0,5	±0,75	±0,05	0,25
1	±1,0	1,0	±1,5	±0,1	0,5
2	±2,0	2,0	±3,0	±0,2	1,0
3	±3,0	3,0	±4,5	±0,3	1,5

\* Относительная погрешность гистерезиса определяется при необходимости.

### 6.4. Процедура калибровки

Данный пункт является ключевым при выполнении калибровки испытательных машин. В нем оговорены вопросы температурной компенсации, приложения дискретных нагрузок, проверки дополнительных устройств, определения относительной погрешности гистерезиса.

При выполнении калибровки применяется следующий метод: к испытательной машине прикладывают силу  $F_b$ , значение которой определяют по показывающему устройству испытательной машины, а действительное значение силы  $F$  отсчитывают по индикатору силоизмерительного датчика.

Выполняются три серии измерений при возрастающих значениях силы. В каждой серии измерений рассчитывается относительная погрешность нуля:

$$f_o = \frac{F_{io}}{F_N} \cdot 100,$$

где  $F_{io}$  – остаточная индикация показывающего устройства проверяемой машины после прекращения действия силы;  $F_N$  – максимальное значение

диапазона измерения показывающего устройства испытательной машины.

При необходимости определяется относительная погрешность гистерезиса. Для этого проводят измерения сначала при приложении возрастающих сил (прямой ход), а затем при убывающих значениях тех же сил (обратный ход). В этом случае испытательная машина должна быть калибрована и при убывающих силах.

Разность, полученная между прямым и обратным ходом, дает возможность вычислить относительную погрешность гистерезиса по следующей формуле:

$$v = \frac{F - F'}{\bar{F}} \cdot 100,$$

где  $F$  – действительное значение силы, индицируемое эталонным силоизмерительным прибором при увеличении прилагаемой испытательной силы;  $F'$  – действительное значение силы, индицируемое эталонным силоизмерительным прибором при уменьшении приложенной испытательной силы;  $\bar{F}$  – среднеарифметическое значение трех серий измерений силы для одной и той же точки диапазона измерений.

На РУП «БМЗ» данный пункт методики не выполняется, так как все эксплуатируемые на заводе испытательные машины используются только на разрыв (т. е. применяется только прямой ход).

### 6.5. Оценка погрешности показывающего устройства

Относительную погрешность измерений  $q$  определяют как процент от среднего действительного значения силы по формуле:

$$q = \frac{F_i - \bar{F}}{\bar{F}} \cdot 100,$$

где  $\bar{F}$  – среднеарифметическое значение трех серий измерений силы для одной и той же точки диапазона измерений;  $F_i$  – значение силы, индицируемое на показывающем устройстве калибруемой испытательной машины при увеличении прилагаемой испытательной силы.

Относительную погрешность повторяемости  $b$  определяют как разность между наибольшим  $F_{\max}$  и наименьшим  $F_{\min}$  измеренными значениями по отношению к среднему:

$$b = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{\bar{F}} \cdot 100.$$

В случае если для проведения калибровки диапазона измерений применяются два силоизмерительных датчика, то при одном и том же значении силы модуль разности между относительными по-

грешностями измерений, полученными с каждым из приборов, не должен превышать более чем в 1,5 раза модуль повторяемости для соответствующего класса машин, т. е.  $|q_1 - q_2| \leq 1,5b$ .

Раздел 7 определяет классы точности испытательных машин.

Максимально допускаемые значения для различных относительных погрешностей силоизмерительных систем и относительного разрешения показывающего устройства, которые характеризуют диапазон испытательной машины в соответствии с принятым классом точности, приведены в таблице.

Диапазон измерения силы должен соответствовать установленным требованиям, если результаты проверки являются удовлетворительными для области измерений от 20 до 100% номинального диапазона измерений.

Последние два раздела стандарта СТБ ISO 7500-1-2008 относятся к представлению отчета о результатах калибровки и установлению периодичности калибровки. Правильное оформление документа о калибровке является обязательным требованием не только настоящего стандарта, но и других методик калибровки. Отличительной особенностью стандарта СТБ ISO 7500-1-2008 является то, что он содержит критерии для принятия решения в результате калибровки о соответствии испытательной машины требуемому классу точности.

В стандарте СТБ ISO 7500-1-2008 изложен алгоритм расчета расширенной неопределенности,

связанной с оценкой относительной погрешности измерений силы калибруемой испытательной машины. Поскольку погрешность измерений является систематической и в процессе калибровки не корректируется, то если она укладывается в пределы требований, установленных в таблице, диапазон, внутри которого она может находиться, оценивается как  $E = q \pm U$ , где  $q$  – относительная погрешность измерений;  $U$  – расширенная неопределенность.

Проработка и изучение международных стандартов, в том числе и стандарта ISO 7500-1:2004, изменило представление о калибровке средств измерений как о процедуре, позволяющей только лишь оценивать действительные значения метрологических характеристик средств измерений. В международной практике метрологии наряду с определением действительных метрологических характеристик существует калибровка на соответствие установленному классу точности, что позволяет более корректно сделать заключение о пригодности средства измерений для дальнейшего применения.

Внедрение стандарта СТБ ISO 7500-1-2008 на РУП «БМЗ» позволило в полной мере удовлетворить требования аудиторов и потребителей нашей продукции к испытательному оборудованию, применяемому на заводе, а, следовательно, и к качеству измеряемых параметров, повысить доверие к результатам измерений, проводимых в испытательных лабораториях РУП «БМЗ».