

**Доклад главного метролога ООО «ОКБ Веста» -
Быковой Марины Андреевны, на учебном семинаре
«Внедрение новых стандартов в области измерений массы и силы», проводимом
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», Санкт-Петербург
24-25 апреля 2008 г.**

Внимание! Все авторские права на публикацию, размещённую на сайте www.okbvesta.ru принадлежат ООО «ОКБ Веста».

Тема доклада:

**«Проверка весов по проекту ГОСТ Р76-1- «Весы неавтоматического действия...» и
рекомендации МОЗМ МР76-1 (2006)»**

Проект ГОСТ Р 76-1- заменяет 4 стандарта: ГОСТ 24104-2001, ГОСТ 29329-92, ГОСТ 8.520-84 и ГОСТ 8.453-82 и является модифицированным по отношению к рекомендации Международной организации по законодательной метрологии (МОЗМ) МР76-1 (2006). Аналогично тому, как рекомендация МР76-1 распространяет своё действие только на весы неавтоматического действия, предназначенные для применения в сфере законодательной метрологии, так и национальный стандарт ГОСТ Р 76-1- распространяет своё действие только на весы неавтоматического действия, предназначенные для применения в сфере государственного регулирования.

По количеству требований к метрологическим и техническим характеристикам новый стандарт превосходит все стандарты на весы, существовавшие ранее в СССР и РФ.

Многочисленность требований к характеристикам весов и к устройствам, входящим в состав весов, вызвана необходимостью решения двух задач:

1) Обеспечение доверия к результатам измерений, полученным с помощью весов, при работе неквалифицированного пользователя, соблюдающего положения руководства по эксплуатации на весы.

2) Весы должны сохранять свои характеристики во всём диапазоне рабочих температур, при различной относительной влажности и должны адекватно реагировать на:
-ошибочные действия – команды пользователя, в том числе и попытки мошенничества,
-различные электромагнитные помехи,
-изменение параметров электропитания,
-внутренние поломки,
-внешние толчки и т.п.

Заложенный двукратный метрологический запас по пределам допускаемой погрешности - пределы допускаемой погрешности в два раза меньше при испытаниях (при утверждении типа и поверках), чем в эксплуатации, повышает достоверность результатов измерений на весах. При испытаниях пределы допускаемой погрешности в зависимости от нагрузки составляют: $\pm 0,5e \pm 1e$; $\pm 1,5e$, а в эксплуатации - для потребителя, соответственно - $\pm 1e$; $\pm 2e$; $\pm 3e$.

Проверка выполнения всех требований стандарта происходит на образцах весов при проведении испытаний для целей утверждения типа.

Самые важные метрологические характеристики контролируются у каждого экземпляра весов при проведении поверки.

Методика поверки весов является дополнительным приложением по отношению к тексту оригинала (МР76-1) и составлена для удобства пользования текстом стандарта при поверке. В данном приложении (Приложение Н) собраны, то есть, повторены все пункты текста стандарта, относящиеся к проведению поверки.

1 Операции поверки

Операции, выполняемые при поверке, обязательность их выполнения и критерии годности, указаны в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Обязательность выполнения	Критерий годности
Визуальный контроль	Всегда	Наличие обязательных надписей маркировки и поверительных и контрольных клейм..
Определение погрешности показаний (при центрально-симметричном положении нагрузки, при нецентральной положении нагрузки, при работе устройства (устройств) выборки или компенсации массы тары)	Всегда	$\leq mpe$ (не более предельно допустимой погрешности)
Определение точности установки нуля устройством установки нуля	Всегда, если $e=d$ или $e=2d$	$0,25e$
Определение точности установки нуля устройством тарирования	Всегда, если $e=d$ или $e=2d$	$0,25e$ (электронные весы и весы с аналоговой индикацией), $0,5d$ (механические весы с цифровой индикацией)
Определение погрешности показаний устройства взвешивания тары	Всегда, если есть устройство взвешивания тары	$\leq mpe$ (не более предельно допустимой погрешности)
Испытание на сходимость (определение размаха)	Всегда	$\leq mpe$ (не более абсолютного значения предельно допустимой погрешности)
Испытание на реагирование	Только для весов с неавтоматическим установлением показаний и весов с аналоговой индикацией	Смещение указателя отсчётного устройства на величину равную или большую $0,7\Delta L$ (ΔL - масса дополнительных гирь, вызвавших смещение указателя)
Испытание на чувствительность	Только для весов с неавтоматическим установлением показаний, подчиняющихся требованию п.6.1 (неградуированные весы)	Смещение указателя на: 1 мм - весы I и II кл., 2 мм - весы III и III кл. с $Max \leq 30$ кг, 5 мм - весы III и III кл. с $Max > 30$ кг.
Испытание на наклоны	Только для передвижных весов	$\leq 2e$ - без нагрузки (только весы III и III кл.) $\leq mpe$ - с нагрузкой (в диапазоне автоматического установления показаний и при максимальной нагрузке)

Пределы допускаемой погрешности (*тре*) для различных нагрузок, зависящих от класса точности весов, указаны в таблице 2.

Таблица 2

Пределы допускаемой погрешности при поверках: первичной и последующих, <i>тре</i>	Для нагрузки <i>m</i> , выраженной в <i>e</i>			
	Класс Ⅰ	Класс Ⅱ	Класс Ⅲ	Класс Ⅳ
$\pm 0,5 e$	$0 \leq m \leq 50\,000$	$0 \leq m \leq 5\,000$	$0 \leq m \leq 500$	$0 \leq m \leq 50$
$\pm 1,0 e$	$50\,000 < m \leq 200\,000$	$5\,000 < m \leq 20\,000$	$500 < m \leq 2\,000$	$50 < m \leq 200$
$\pm 1,5 e$	$200\,000 < m$	$20\,000 < m \leq 100\,000$	$2\,000 < m \leq 10\,000$	$200 < m \leq 1\,000$

При определении погрешностей необходимо исключить погрешность округления, присутствующую в любом цифровом показании, если значение действительной цены деления больше $0,2e$ (то есть, если $e=d$ или $e=2d$).

При поверке весов, у которых $e=d$, допускается использовать отсчётное устройство с расширением, если таковое имеется в весах.

Особенности выполнения операций поверки приведены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование операции	Особенности выполнения операции
Визуальный контроль	Должны быть указаны: класс точности, Max, Min, e, d (если $e \neq d$) программная версия (если есть программное обеспечение); модули (если модульный подход); другие обязательные надписи (маркировки). Проверка наличия поверительных и контрольных клейм. Проверка соответствия условий эксплуатации тем, что указаны изготовителем.
Определение погрешности показаний при центрально-симметричном положении нагрузки	5 нагрузок приблизительно равномерно делящих диапазон измерений: Min (если $Min \geq 100$ мг), нагрузки, близкие к тем, при которых происходит изменение <i>тре</i> , Max. Нагружение и разгружение.
Определение погрешности показаний при нецентральной нагрузке	В весах устройство выборки массы тары: а) Не более 4-х опор грузоприёмного устройства - нагрузка равна $1/3$ Max и прикладывается в центр каждого из 4-х сегментов. б) Более 4-х опор ($n > 4$) - нагрузка равна $1/(n-1)$ от Max и прикладывается на площади равной $1/n$. Если опоры близко друг к другу, то нагрузка удваивается и прикладывается на удвоенной площади. в) Грузоприёмное устройство имеет особую конструкцию, при которой маловероятно нецентральное наложение нагрузки (бункер, цистерна и т.п.) – нагрузка равна $1/10$ Max и прикладывается к каждой опоре.

	<p>г) Весы, используемые для взвешивания грузов, прокатывающихся через грузоприёмное устройство (весы для взвешивания транспортных средств, весы с рельсовым подвесом и т.п.) – нагрузка равна массе обычно взвешиваемого концентрированного груза, но не более $0,8M_{\max}$. Нагрузка должна устанавливаться: в начале, в середине и в конце грузоприёмного устройства при нормальном направлении движения. Нагружение должно быть повторено в обратном направлении, если движение в обе стороны. Если грузоприёмное устройство состоит из различных секций, то испытывается каждая секция.</p> <p>д) Передвижные весы - если не применимы пункты а)-г), то положение испытательных нагрузок должно определяться в соответствии с условиями эксплуатации.</p> <p>В весах <u>устройство компенсации массы тары</u>: условия нагружения такие же, как и для весов с устройством выборки массы тары, только испытательная нагрузка для случаев, описанных в пунктах:</p> <p>а) $1/3$ от $(M_{\max} + \max_{T+})$.</p> <p>б) $1/(n-1)$ от $(M_{\max} + \max_{T+})$</p> <p>в) $1/10$ от $(M_{\max} + \max_{T+})$</p> <p>г) не более $0,8$ от $(M_{\max} + \max_{T+})$.</p> <p>где \max_{T+} - максимальная нагрузка, компенсируемая устройством компенсации массы тары.</p>
<p>Определение погрешности показания при работе устройства (устройств) тарирования:</p>	<p>5 нагрузок приблизительно равномерно делящих диапазон измерений: Min (если $Min \geq 100$ мг), нагрузки, близкие к тем, при которых происходит изменение <i>тре</i>, максимальная возможная.</p> <p>(При поверке весов практическая проверка может быть заменена другой подходящей процедурой, например, вычислением или графическим методом. Работа устройства уравновешивания тары имитируется путём перемещения начала отсчёта (нуля) и <i>тре</i> в любые точки на кривой погрешности. При этом проверяют находится ли каждая точка кривых погрешности и гистерезиса внутри пределов допускаемой погрешности (<i>тре</i>)).</p>
<p>а) устройство выборки массы тары</p>	<p>При одном значении массы тары (m_{T-}):</p> $\frac{1}{3} \max_{T-} < m_{T-} < \frac{2}{3} \max_{T-}$
<p>б) устройство компенсации массы тары</p>	<p>При двух значениях массы тары (m_{T+}):</p> $m_{T+} \approx \frac{1}{3} \max_{T+}$ $m_{T+} \approx \frac{2}{3} \max_{T+}$ <p>где \max_{T+} - максимальная нагрузка, компенсируемая устройством компенсации массы тары</p>
<p>Устройство взвешивания тары</p>	<p>Погрешность показания устройства взвешивания тары оценивается на соответствие <i>тре</i> и сравнивается с погрешностью показания весов при тех же нагрузках. Разница показаний также не должна превышать <i>тре</i>.</p>
<p>Определение точности установки нуля устройством установки нуля</p>	<p>Если в весах неавтоматическое или полуавтоматическое устройство установки нуля:</p> $\Delta_0 = 0,5e - \Delta L_0$ <p>Если в весах автоматическое устройство установки нуля или</p>

	<p>устройство слежения за нулём:</p> $\Delta_0 = I_0 - L_0 + 0,5e - \Delta L_0,$ <p>где I_0 – показание весов при нагрузке равной L_0; L_0 – нагрузка, например равная $10e$ (для того, чтобы выйти из диапазона работы устройства слежения за нулём); ΔL_0 – масса дополнительных гирь, вызвавших изменение показания.</p>
Определение точности установки нуля устройством тарирования	<p>Если нет устройства слежения за нулём или оно не работает во время операции тарирования:</p> $\Delta_0 = 0,5e - \Delta L_0$ <p>Если устройство слежения за нулём работает во время операции тарирования:</p> $\Delta_0 = I_0 - L_0 + 0,5e - \Delta L_0,$ <p>где I_0 – показание весов при нагрузке равной L_0; L_0 – нагрузка, например равная $10e$ (для того, чтобы выйти из диапазона работы устройства слежения за нулём); ΔL_0 – масса дополнительных гирь, вызвавших изменение показания.</p>
Испытание на сходимость (определение размаха)	<p>Нагрузка примерно равна $0,8Max$. 3 взвешивания – для весов III и III классов 6 взвешиваний – для весов I и II классов</p>
Испытание на реагирование	<p>Только для весов с неавтоматическим установлением показаний и весов с аналоговой индикацией Испытание проводится при трёх значениях нагрузки: примерно при: Min, $\frac{1}{2}Max$ и Max.</p> <p><u>Весы с неавтоматическим установлением показаний</u> Дополнительная нагрузка (ΔL) равна $0,4 mpe$, но не менее 1 мг.</p> <p><u>Весы с полу- или автоматическим установлением показаний и аналоговой индикацией</u> Дополнительная нагрузка (ΔL) равна mpe, но не менее 1 мг.</p>
Испытание на чувствительность	<p>Только для весов с неавтоматическим установлением показаний, подчиняющихся требованию п.6.1 (неградуированные весы) Испытание проводится с ненагруженными весами и при нагрузке близкой к Max. Дополнительная нагрузка (ΔL) равна mpe, но не менее 1 мг.</p>
Испытание на наклоны	<p>Только для передвижных весов 1) На ненагруженных весах, находящихся в рабочем положении, устанавливают нулевое показание. Затем весы наклоняют в продольном направлении: -до предельного значения (по индикатору уровня) или -до положения близкого к такому, при котором отключается индикация или появляются сигналы о превышении угла наклона – при использовании автоматического датчика наклона или -на угол $50/1000$ (или больший, если указан изготовителем) - при использовании карданного амортизатора. Записывают</p>

	<p>показание весов без нагрузки.</p> <p>Данную процедуру повторяют для остальных направлений наклона: для второго продольного и двух поперечных.</p> <p>2) Показание весов должно быть установлено на нуль, когда весы находятся в рабочем положении (без наклона), и затем выполнено два взвешивания с нагрузками: близкой к наименьшему значению, при котором изменяется предел допускаемой погрешности, и близкой к M_{\max}. После этого весы разгружают, наклоняют в продольном направлении. Наклон должен быть выполнен:</p> <ul style="list-style-type: none"> -до предельного значения (по индикатору уровня) или -до положения близкого к такому, при котором отключается индикация или появляются сигналы о превышении угла наклона – при использовании автоматического датчика наклона или -на угол 50/1000 (или больший, если указан изготовителем) - при использовании карданного амортизатора. Показание весов снова устанавливают на нуль и выполняют взвешивания с теми же двумя нагрузками. Данную процедуру повторяют для остальных направлений наклона: для второго продольного и двух поперечных.
--	---

2 Эталонные гири

Пределы допускаемой погрешности гирь (пределы допускаемого отклонения действительного значения массы гири от номинального значения) не должны превышать $1/3$ предела допускаемой погрешности весов при данной нагрузке. Для гирь класса точности E_2 и выше допускается, чтобы их неопределенность, а не погрешность, не превышала $1/3$ предела допускаемой погрешности весов при данной нагрузке, при этом долговременная стабильность массы гирь должна позволить использовать действительное значение условной массы гирь.

Дополнительные гири номинальной массой $0,1e$ должны быть:

- класса точности F_1 или выше – массой от 1 до 10 мг включительно;
- класса точности M_1 или выше – массой от 20 до 500 мг включительно;
- класса точности M_3 или выше – массой свыше 500 мг.

Замещение эталонных гирь

применение метода замещения эталонных гирь возможно только при проведении поверки на месте эксплуатации весов.

Масса эталонных гирь должна составлять не менее половины от максимальной нагрузки весов - $1/2 M_{\max}$. Допускается уменьшать долю эталонных гирь до:

$1/3 M_{\max}$, если сходимость (размах) не превышает $0,3e$;

$1/5 M_{\max}$, если сходимость (размах) не превышает $0,2e$.

Сначала необходимо определить количество замещений согласно приведённому правилу. Для этого трёхкратным наложением на грузоприёмное устройство нагрузки (гирь или любого другого груза) близкой к значению, при котором происходит замещение эталонных гирь, определяют размах показаний. Можно использовать результаты проверки сходимости (размаха), полученные при проверке сходимости показаний весов, если массы испытательных нагрузок близки.

При применении метода замещения весы нагружают от нуля до максимальной массы имеющихся эталонных гирь. Определяют погрешности показаний, в том числе и при максимальной массе эталонных гирь. При этом, если весы с цифровой индикацией имеют устройство для считывания показания с меньшей ценой деления (не более $1/5e$), это устройство может быть использовано для определения погрешности. Если весы с цифровой индикацией не имеют отсчётного устройства с меньшей ценой деления (не более $1/5e$), то показания должны быть скорректированы на погрешность округления.

Разгружают весы - удаляют эталонные гири, при этом, если весы имеют устройство слежения за нулём (если не отключена функция), то на грузоприёмном устройстве должна остаться нагрузка, чтобы показание было, например $10e$. Устанавливают замещающие грузы, при этом показание весов, нагруженных замещающими грузами должно совпадать с показанием весов, когда на грузоприёмном устройстве находилось максимальное количество эталонных гирь. Далее нагружают весы эталонными гирями и определяют погрешности показаний в данном диапазоне нагрузок. Полученные погрешности показаний следует скорректировать на погрешность показания (вычесть из них) в точке замещения (при максимальной массе эталонных гирь). Повторяют процедуры замещения, пока не будет достигнут Мах весов.

Разгружают весы в обратном порядке – снимают эталонные гири, записывают показание и возвращают эталонные гири на грузоприёмное устройство, удаляют замещающий груз, до достижения записанного показания и так далее до полного разгрузки весов. Могут применяться другие эквивалентные процедуры.

3 Пример расчёта погрешности показания

Мах = 15 кг

$e = d = 5$ г

Необходимо определить погрешность показания при нагрузке 1 кг.

Перед нагружением определяют погрешность установки нуля устройством установки нуля. Для этого с помощью устройства установки нуля приводят показание весов к нулю. Затем в центр грузоприёмной платформы устанавливают нагрузку L_0 , близкую к нулю, например, равную $10e = 50$ г (чтобы выйти за пределы диапазона слежения за нулём). При этом показание весов равно: $I_0 = 50$ г. В результате последовательного помещения на грузоприёмную платформу дополнительных гирь массой по $0,1e = 0,5$ г, показание весов изменилось на одно деление и стало равным: $I + e = 55$ г. Суммарная масса дополнительных гирь составила: $\Delta L_0 = 3$ г.

Погрешность установки нуля устройством установки нуля Δ_0 рассчитывают по формуле:

$$\Delta_0 = I_0 - L_0 + 0,5e - \Delta L_0 = 50 - 50 + 0,5 \cdot 5 - 3 = 2,5 - 3 = -0,5 \text{ (г)}.$$

Снимают все гири с грузоприёмного устройства, при необходимости устанавливают нулевое показание с помощью клавиши обнуления и помещают гирю массой 1 кг ($L=1$ кг). Показание весов равно:

$$I = 1000 \text{ г.}$$

На грузоприёмное устройство осторожно добавляют дополнительные гири массой по $1/10 e = 0,5$ г до тех пор, пока не установится показание: $I = 1005$ г,

Вычисляют массу дополнительных гирь: $\Delta L_0 = 1,5$ г.

Скорректированное показание весов (исключена погрешность округления) при нагрузке 1 кг равно:

$$I_K = I + 0,5e - \Delta L = 1000 + 2,5 - 1,5 = 1001 \text{ (г)}$$

Погрешность показания при нагрузке L (без учёта погрешности установки нуля устройством установки нуля) равна:

$$\Delta = I_K - L = I + 0,5e - \Delta L - L = 1001 - 1000 = 1 \text{ (г)}$$

С учетом погрешности установки нуля (Δ_0) скорректированную погрешность показания (Δ_K), рассчитывают по формуле:

$$\Delta_K = \Delta - \Delta_0 = +1 - (-0,5) = +1,5 \text{ (г)}$$

Пределы допускаемой погрешности (*пре*) при нагрузке 1 кг равны:

$$\pm 0,5e = \pm 2,5 \text{ г}$$

Скорректированная погрешность показания (погрешность округления и погрешность установки нуля исключены) составляет +1,5 г, что не превышает *пре*.