

Компараторы массы серии MC

Справочник
пользователя





MC

Компараторы массы

AND

02 1. Введение

03 2. Фундаментальные основы (объяснение терминов)

03 2.1. Нулевая точка и конечное значение диапазона

03 2.2. Повторяемость результатов

04 2.3. Ошибка центрирования

04 2.4. Дрейф нулевой точки

05 2.5. Неопределенность

06 3. Сопоставление значений массы

06 3.1. Выбор модели компаратора массы

07 3.2. Рабочие условия

08 3.3. Настройка оборудования и подготовка к взвешиванию

09 3.4. Метод прямого сопоставления

13 4. Дополнительные возможности моделей серии MC

13 4.1. Сильные стороны и ограничение использования моделей серии MC

13 4.2. Спецификации и отклонения

16 Для заметок

1. Введение

Масс-компараторы серии МС разрабатывались, прежде всего, для проведения калибровки гирь (сопоставления эталонной и поверяемой массы). С самого начала продаж в 2010 году компараторы массы МС были широко востребованы не только пользователями, которым требовалось самостоятельно поверять гири, но и организациями, профессионально занимающимися калибровкой весового оборудования. При правильном использовании масс-компараторы серии МС позволяют выполнять измерения с высокой точностью при оптимальной стоимости.

Для того чтобы полностью использовать потенциал этих устройств, необходимо изучить их особенности и характеристики, соблюдать требования, предъявляемые к их установке, подготовке и функционированию. В данном документе объясняются основные принципы работы компараторов массы, описываются меры, которые позволяют добиться оптимальных результатов при выполнении измерений*.

Широкий диапазон и высокая дискретность позволяют использовать устройства серии МС не только в качестве собственно компараторов массы. Однако даже в этих случаях необходимо четкое понимание основных принципов работы и знание особенностей данного вида оборудования. В противном случае у пользователя может сложиться неверная трактовка полученных результатов или какого-либо явления. Более подробно об этом указано в разделе "Дополнительные возможности моделей серии МС" настоящего Справочника.

*Хотя в данном документе рассказывается о типичных методах сопоставления значений массы, здесь нет подробных инструкций по калибровке гирь. Более детальная информация о процессе калибровки, вычислении неопределенности, предъявляемых требованиях, а также соответствующие рекомендации изложены в различных стандартах, например OIML R111 и JIS B7609.

2. Фундаментальные основы (объяснение терминов)

2.1. Нулевая точка и конечное значение диапазона

Под нулевой точкой понимается значение на дисплее весов до того, как на их чашу помещается предмет, подлежащий взвешиванию (образец). Это – начальная (базовая) точка измерения. В свою очередь, конечное значение диапазона соответствует изменению значения на дисплее после того, как на чашу весов помещается образец. Это значение соответствует чистому (нетто) весу образца.

Для того чтобы получить конечное значение диапазона, следует вычесть значение на дисплее при пустой чаше весов (в нулевой точке) из значения на дисплее, полученного после взвешивания образца. Обычно перед каждым измерением выполняется обнуление значения дисплея, используя клавишу zero/tare или функцию отслеживания нуля (zero tracking)*. В этом случае результат взвешивания будет равен конечному значению диапазона.

Пример.

Нулевая точка	Измеренное значение (полное)	Конечное значение диапазона
0.0007 г	100.0829 г	$100.0829 - 0.0007 = 100.0822$ г
-0.00012 г	19.99637 г	$19.99637 - (-0.00012) = 19.99649$ г

2.2. Повторяемость результатов

Под повторяемостью результатов понимается разброс измеренных значений, когда одна и та же масса взвешивается несколько раз одним и тем же оператором в одинаковых условиях (предполагается, что на результат измерения оказывают влияние такие факторы, как оператор, выполняющий взвешивание, тип образца, процесс взвешивания, окружающие условия и сами весы).

Обычно повторяемость результатов выражается стандартным отклонением (σ), которое вычисляется из нескольких полученных конечных значений диапазона. Например, стандартное отклонение 0.0004 г означает, что результаты (конечные значения диапазона) нескольких повторных взвешиваний находятся в пределах ± 0.0004 г от их среднего значения с вероятностью 68% (Рисунок 1).

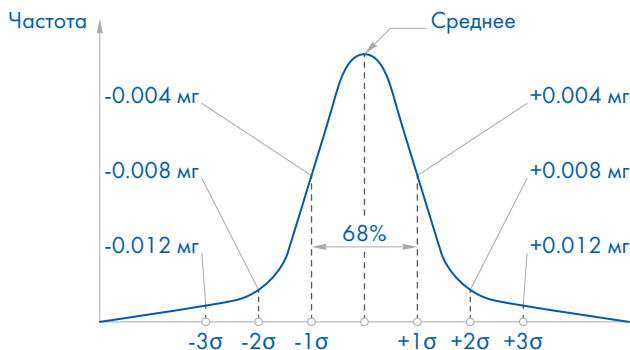


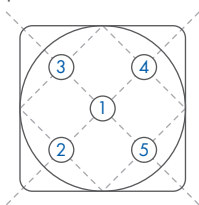
Рисунок 1.

Расчетное распределение результатов при стандартном отклонении, равном 0.0004 г.

* Весы, в которых предусмотрена функция трекинга нуля, автоматически отслеживают нулевую точку для отражения нулевого значения на дисплее.

2.3. Ошибка центрирования (четырёх углов)

Ошибка центрирования представляет собой разницу между измеренным значением веса образца, помещенного в центр чаши и измеренным значением веса того же образца, расположенного со смещением от центра чаши.



Ошибка центрирования измеряется в ходе нескольких последовательных измерений одного и того же образца весом, превышающим $1/3$ наибольшего предела взвешивания устройства. При взвешивании образец помещается поочередно в центр чаши и в каждый из центров тяжести четвертей чаши (Рисунок 2).

Рисунок 2.

Места нагружения для измерения ошибки центрирования.

При большом значении ошибки центрирования даже незначительное смещение образца от центра может привести к существенным погрешностям в измерениях и плохим характеристикам повторяемости.

2.4. Дрейф нулевой точки

Нулевая точка и конечное значение диапазона весов будут изменяться или «дрейфовать» под воздействием температурных изменений или других рабочих условий.

Цель взвешивания – максимально точное определение веса образца. Поэтому производители весов обычно указывают возможную величину дрейфа этого значения (дрейфа чувствительности). Данные о дрейфе нулевой точки зачастую не предоставляются производителями, при этом значение нулевой точки намного сильнее подвержено воздействию окружающих условий.

Изменяющееся, нестабильное значение на дисплее после того, как на устройство положили взвешиваемый образец, свидетельствует о дрейфе нулевой точки. Конечное значение диапазона остается относительно постоянным (Рисунок 3). Функция отслеживания нуля позволяет отражать нулевое значение на дисплее только в начале взвешивания (до нагружения весов, когда выходной сигнал близок к нулевому).



Рисунок 3.

Конечное значение диапазона остается относительно неизменным, тогда как нулевая точка изменяется («дрейфует»).

Дрейф особенно ощутим во время прогрева весов, когда повышается внутренняя температура устройства в результате постепенного распределения тепловой энергии. На этот факт следует обратить особое внимание, поскольку он существенно влияет на повторяемость результатов.

2.5. Неопределенность

Представьте на минуту, что вам задали вопрос о вашем весе. Допустим, вы взвешивались накануне вечером после душа, и весы показали 62.6 кг. Можете ли вы утверждать, что 62.6 кг – это ваш «реальный вес»*?

Давайте подумаем. Насколько тщательно вы вытерли свое тело перед тем, как встать на весы? Принимали ли вы перед этим пищу? Когда в последний раз вы пользовались туалетом? Все эти факторы могут привести к изменению результатов взвешивания. Кроме того, во сне человек потеет. Поэтому, если вы взвеситесь на следующее утро, то значение на весах будет уже другим. Разумеется, нельзя оставлять без внимания, насколько точные у вас весы. Несмотря на то, что электронные весы в последнее время получили большое распространение, многие из них имеют интервал в 100 грамм, что может привести к ошибке округления. Также весы со временем могут терять точность.

Но даже если бы вы не знали обо всех этих факторах, из повседневного опыта можно всегда сделать вывод о том, что при измерении веса возможны небольшие вариации. Другими словами, способа узнать ваш «реальный вес» не существует. Поэтому на самом деле в ответ на вопрос о вашем весе, вы, скорее всего, скажете: «Мой вес равен примерно 62.5 кг».

Неопределенность является количественным выражением этого самого «примерно», которое принимает во внимание различные «составляющие неопределенности**», например, принятие пищи перед душем и округление веса. Оно выражается в вероятностном смысле стандартным отклонением. В частности, неопределенность, которая определяет интервал двух стандартных отклонений (коэффициент охвата $k=2$: 95-процентный доверительный уровень) известна как «расширенная неопределенность». Если взять приведенный выше пример и если расширенная неопределенность составляла 0.74 кг, то можно сказать, что ваш «реальный вес» с 95-процентной вероятностью находится в пределах $62.6 \text{ кг} \pm 0.74 \text{ кг}$.

Для подтверждения отслеживаемости измерения по национальному стандарту какой-либо страны требуется калибровочный сертификат, выданный аккредитованной по стандарту ISO/IEC 17025 лабораторией, в котором, кроме калибровочного значения (номинальное значение + значение коррекции), указывается неопределенность данного значения.

* Хотя и нельзя отрицать наличие проблемы определения «реального веса», для простоты рассмотрения понятия «неопределенности» предположим, что «реальный вес» существует.

** Типичные составляющие неопределенности, связанные с калибровкой гирь, включают в себя неопределенность эталонной гири, неопределенность плавучести воздуха, неопределенность весов (повторяемость, чувствительность, ошибка округления, ошибка центрирования и т. д.).

3. Сопоставление значений массы

3.1. Выбор модели компаратора массы

При выборе НВП (Наибольший предел взвешивания) и дискретности компаратора массы следует принимать во внимание класс и номинальное значение массы гири (в последующем – поверяемой гири), которую следует откалибровать. В идеале следует выбрать модель компаратора, параметр повторяемости которой не превышает 1/6 максимально допустимой погрешности для поверяемой гири*.

Основываясь на вышесказанном, рекомендованные диапазоны измерений в каждом классе для каждой модели компаратора сведены в таблицу.

Модель	Класс гири	100 мг	200 мг	500 мг	1 г	2 г	5 г	10 г	20 г	50 г	100 г	200 г	500 г	1 кг	2 кг	5 кг	10 кг	20 кг	50 кг	100 кг	
		MC-1000	F1 F2 M1 M2																		
MC-6100	F1 F2 M1 M2																				
MC-10K	F1 F2 M1 M2																				
MC-30K	F1 F2 M1 M2																				
MC-100KS	M1 M2																				

В то же время данные рекомендации являются общепринятой практикой, а не правилом, которому должны следовать все без исключения. В зависимости от внутренних требований предприятия, повторяемость, не превышающая 1/3 максимально допустимой погрешности поверяемой гири, часто является достаточной.

*Обоснование данной нормы содержится в стандарте OIML R111: «для каждой гири расширенная неопределенность, U (коэффициент охвата $k = 2.95$ -процентный доверительный уровень), должна быть меньше или равна 1/3 допустимой погрешности, δm ($U \leq 1/3 \delta m$)» (OIML R111-1:2004 5.2). Поскольку основной составляющей расширенной неопределенности, U, является повторяемость весов, σ , двойной коэффициент повторяемости соответствует значению расширенной неопределенности: $2 \sigma \leq 1/3 \delta m$, что можно сократить до $\sigma \leq 1/6 \delta m$.

3.2. Рабочие условия

Поскольку компараторы массы используются для калибровки гирь, они более чувствительны к влиянию рабочих условий (изменениям температуры, влажности, атмосферного давления, сквознякам, вибрации и т. д.), чем обычные весы. Это обуславливает более строгие критерии к поддержанию стабильной окружающей среды в помещении для получения требуемых параметров повторяемости результатов.

Компараторы массы следует устанавливать на твердой прочной поверхности и при необходимости полностью закрывать противосквозняковым экраном. В дополнение, температура и уровень относительной влажности в лаборатории должны быть постоянными. Не следует проводить измерения во время резких колебаний уровня атмосферного давления (например, в дни прохождения низкоатмосферного фронта). Для поддержания постоянных рабочих условий в лаборатории рекомендуем установить барометр и термогигрометр, а также фиксировать данные об окружающей среде во время выполнения калибровки (для этого может понадобиться регистратор данных AD-1687).

Более подробная информация об идеальных параметрах рабочих условий доступна в буклете «12 советов, которые помогут добиться стабильных результатов измерения при эксплуатации микровесов».

Регистратор данных AD-1687

позволяет отслеживать и фиксировать (с указанием даты и времени) изменения температуры, влажности, атмосферного давления и даже вибрации. Более того, при подключении к весам производства компании A&D (включая модели серии MC), регистратор сохраняет результаты измерений вместе с данными текущих рабочих условий.



3.3. Настройка оборудования и подготовка к взвешиванию

Чтобы избежать ошибки центрирования и, как следствие, ухудшения повторяемости результатов, вместе с компараторами массы серии МС (кроме МС-100KS) используйте автоцентрируемую чашку. Данные чашки автоматически обеспечивают совмещение центра тяжести гири с центром чашки (Рисунок 4).

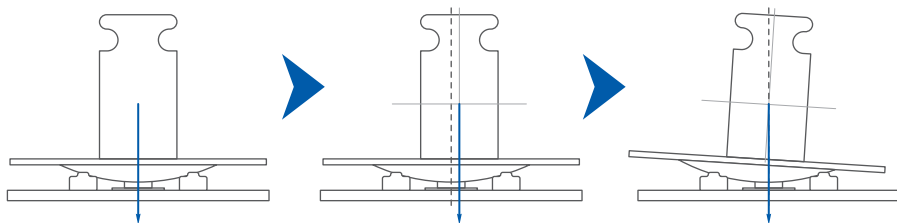


Рисунок 4.

Центр тяжести гири и чашка весов автоматически выравниваются.

Выполните следующие настройки компаратора: COND=2 (медленный (SLOW) отклик), FIL=1 (стабилизирующий фильтр включен) и TRC=0 (функция отслеживания нуля отключена). Отключение функции трекинга нуля является особенно важным моментом.

Включите компаратор массы в розетку и дайте ему прогреться в течение 24 часов. В это же время несколько раз поместите и снимите с чашки весов гирию, равную НПВ устройства (или поверяемую гирию, если предполагается поверять только одну гирию), чтобы датчик настроился на данный вес.

Эталонная и поверяемая гири должны иметь достаточно времени, чтобы приспособиться к температуре в лаборатории. Продолжительность периодов температурной стабилизации в зависимости от класса гири, ее размера и изначальной разницы между температурой гирь и температуры помещения указаны в OIML R111 (OIML R111-1:2004 B.4.3.1). На практике необходимо подержать гири в лаборатории в течение суток до начала процесса поверки.

Для того чтобы избежать деструкции, загрязнения, изменения температуры гири, не трогайте ее "голыми" руками. Надевайте перчатки и используйте пинцет или специальную вилку для перемещения гири (для весов 10 кг и более достаточно просто одевать перчатки).



Пинцет



Вилка

3.4. Метод прямого сопоставления

Ниже описан метод получения калибровочного значения поверяемой гири в результате прямого сопоставления ее массы с массой эталонной гири. Эталонные гири должны иметь одинаковую номинальную массу с поверяемой гирей, но должны быть более высокого класса (например, для калибровки класса F1 используйте эталонные гири класса E2, а для калибровки класса F2 – гири класса F1 и т. д.).

Перед началом сопоставления выполните предварительные нагружения компаратора массы (несколько раз поместите в чашку весов и снимите с нее эталонную или поверяемую гирию). В ходе данной операции с использованием таймера определите время считывания результата (период времени после нагружения компаратора до получения сравнительно стабильного результата на дисплее). Время считывания результата может составлять от 10 до 30 секунд. Если компаратор оснащен противоскользящим экраном (весовой камерой), не следует помещать в камеру руку при нагружении чашки весов.

Цикл АВА

Где **A** – эталонная гиря, **B** – поверяемая гиря.

1. **A1**: Поместите **A** в чашку компаратора массы. Через **P** секунд считайте показание на дисплее и уберите **A** из чашки компаратора.
2. **B1**: Поместите **B** в чашку компаратора массы. Через **P** секунд считайте показание на дисплее и уберите **B** из чашки компаратора.
3. **A2**: Поместите **A** в чашку компаратора массы. Через **P** секунд считайте показание на дисплее и уберите **A** из чашки компаратора.

P – это время считывания, которое вы определили заранее в процессе подготовки. Точно также, как и время **P**, интервалы между измерениями шагов 1, 2 и 3 не должны изменяться.

Здесь следует отметить то, что для всех весов в той или иной степени присущ дрейф значения. Циклы **АВА** (Рисунок 5) и **АВВА** (о котором будет рассказано позже) были разработаны для минимизации влияния дрейфа и, в частности, по этой причине время считывания результата и интервалы между измерениями не должны изменяться.

Использование функции тарирования (метод тарирования) во время считывания результата в шаге 1 облегчат считывание последующих результатов.

4. Рассматривайте шаги 1 и 3 в качестве одного цикла и повторите их столько раз, сколько потребуется*.
5. Определите разницу в значениях массы между **A** и **B** в каждом цикле (в данном примере 3 цикла).

$$C1=B1 - \frac{A1+A2}{2} \quad C2=B2 - \frac{A3+A4}{2} \quad C3=B3 - \frac{A5+A6}{2}$$

6. Вычислите среднюю величину разницы значений массы.

$$D = \frac{C1+C2+C3}{3}$$

7. Если **N** – это номинальное значение, а **CV** – это значение коррекции эталонной гири, калибровочное значение может быть представлено как

$$N + (CV + D)$$

* Минимальное количество циклов для каждого класса гирь указано в OIML R111 (OIML R111-1:2004 С.4.3).

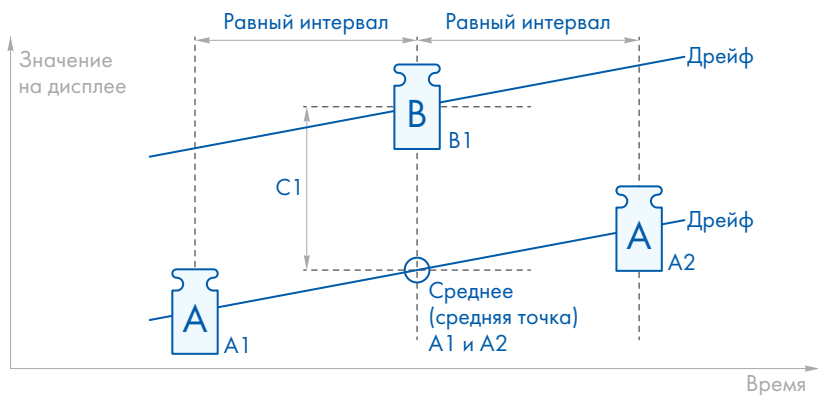


Рисунок 5.

Устранение влияния дрейфа (цикл ABA).

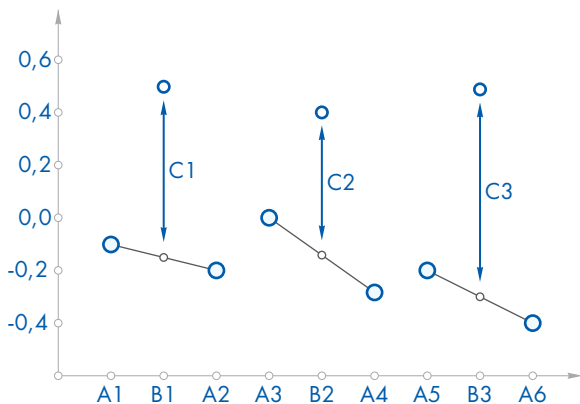
Один цикл измерений ABA (шаги от 1 до 3) на рисунке 5 представлен по оси времени. Как видно на рисунке, несмотря на наличие дрейфа, если выполнять считывание результата в одно и то же время и проводить измерения с одинаковыми интервалами, средняя точка между A1 и A2 пересекается с интервалом измерения B1 и обеспечивает точное сопоставление масс. (Если среднее значение A1 и A2 рассматривать как нулевую точку относительно результата измерения на дисплее B1, разницу в массе между A и B, C1 можно рассматривать в качестве конечного значения диапазона измерения.)

Пример.

Модель МС-1000 (НПВ: 1.100 г/цена деления шкалы: 0.0001 г) используется для калибровки гири массой 1 кг.

Цикл АВА выполняется три раза с использованием функции тарирования.

	A (мг)	B (мг)	Разница (мг)
1	A1 -0,1	B1 0,5	C1 0,65
	A2 -0,2		
	A3 0,0		
2	A4 -0,3	B2 0,4	C2 0,55
	A5 -0,2		
	A6 -0,4		
3	A1 -0,1	B2 0,5	C3 0,80
	A2 -0,2		
	A3 0,0		
		D	0,67



Условная масса* эталонной гири А 1 кг -1,4 мг

Калибровочное значение поверяемой гири В 1 кг -0,7 мг

*Условная масса – это значение результата взвешивания в воздухе. Для гири, взятой при температуре 20 °С, условной массой является масса эталонной гири с плотностью материала 8000 кг/м³, уравновешенной в воздухе плотностью 1.2 кг/м³ (OIML R111-1:2004 2.7).

Цикл АВВА

В данном методе сопоставляется не только среднее значение эталонной гири **A**, но и два результата измерения поверяемой гири **B**. Так же как и в цикле **АВА**, в данном методе учитывается влияние дрейфа (Рисунок 6).

1. **A1**: Поместите **A** в чашку компаратора массы. Через **P** секунд считайте показание на дисплее и уберите **A** из чашки компаратора.
2. **B1**: Поместите **B** в чашку компаратора массы. Через **P** секунд считайте показание на дисплее и уберите **B** из чашки компаратора.
3. **B2**: Поместите **B** в чашку компаратора массы. Через **P** секунд считайте показание на дисплее и уберите **B** из чашки компаратора.
4. **A2**: Поместите **A** в чашку компаратора массы. Через **P** секунд считайте показание на дисплее и уберите **A** из чашки компаратора.

P – это время считывания, которое вы определили заранее в процессе подготовки. Точно так же, как и время, **P**-интервалы между измерениями 1-2, 2-3 и 3-4 не должны изменяться.

5. Рассматривайте шаги от 1 до 3 в качестве одного цикла и повторите их столько раз, сколько потребуется.
6. Установите разницу в значениях массы между **A** и **B** в каждом цикле (в данном примере 2 цикла).

$$C1 = \frac{B1+B2}{2} - \frac{A1+A2}{2} \quad C2 = \frac{B3+B4}{2} - \frac{A3+A4}{2}$$

7. Вычислите среднюю величину разницы значений массы.

$$D = \frac{C1+C2}{2}$$

8. Если **N** – это номинальное значение, а **CV** – это значение коррекции эталонной гири, калибровочное значение может быть представлено как

$$N + (CV + D)$$

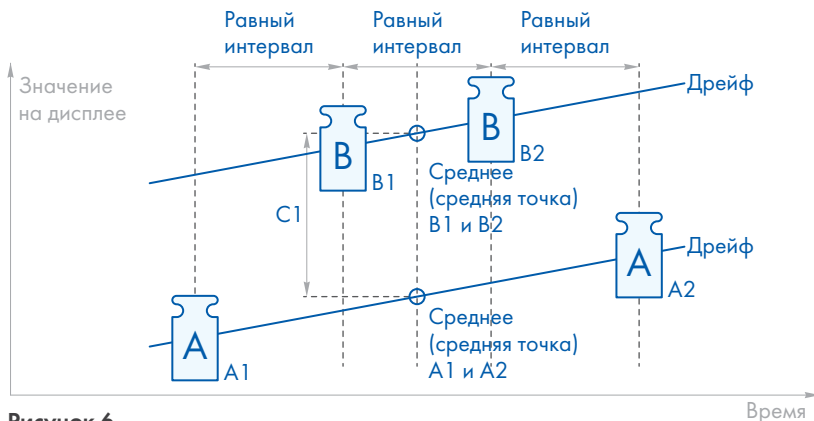


Рисунок 6.

Устранение влияния дрейфа (цикл АВВА).

4. Дополнительные возможности моделей серии МС

4.1. Сильные стороны и ограничение использования моделей серии МС

Как уже было сказано ранее, основное назначение моделей серии МС – калибровка гирь. С этим связана повышенная дискретность данных устройств. Компараторы массы серии МС имеют на один разряд больше, чем обычные весы компании А&D с теми же пределами взвешивания. Данная особенность позволяет использовать весы серии МС для взвешиваний, при которых собственно измеряемый чистый вес чрезвычайно мал относительно общего веса, помещенного на весы (включая тару). Например, для измерения степени износа металлических деталей или уровней наполнения газов.

Следует, однако, учитывать, что независимо от сферы применения моделей серии МС, для получения максимально точных результатов необходимо строго придерживаться установленных правил. Кроме того, если сравнивать данные устройства с весами компании А&D, имеющими сходную цену деления шкалы (например, аналитические весы с ценой деления 0.0001 г и МС-1000), модели серии МС будут иметь больший НПВ, но меньшую стабильность последнего разряда.

4.2. Спецификации и отклонения

Давайте посмотрим, что это означает. Для начала ознакомимся с характеристиками повторяемости компараторов массы серии МС. Они представлены в таблице.

	МС-1000	МС-6100	МС-10К	МС-30К	МС-100KS
НПВ	1100 г	6100 г	10.1 кг	31 кг	101 кг
Дискретность (D)	0,0001 г	0,001 г	0,001 г	0,01 г	0,1 г
Повторяемость (σ)*	0,0005 г	0,004 г	0,005 г	0,015 г	0,2 г

Например, для аналитических весов производства компании А&D с ценой деления шкалы 0.0001 параметр повторяемости обычно находится в диапазоне от 0.0001 г до 0.0002 г (от 1 d до 2 d). Для модели МС-1000 этот параметр составляет 0.0005 г (5 d).

Как уже упоминалось, при стандартном отклонении 0.0005 г результаты измерения должны находиться в пределах ± 0.0005 г ($\pm 1 \sigma$) от их среднего значения с вероятностью 68% при проведении повторных взвешиваний одного и того же образца, одним и тем же оператором, в одних и тех же условиях**.

*При благоприятных рабочих условиях, с использованием автоцентрируемой чашки (для модели МС-100KS применяется автозагрузчик, который выполняет операции из одной и той же позиции).

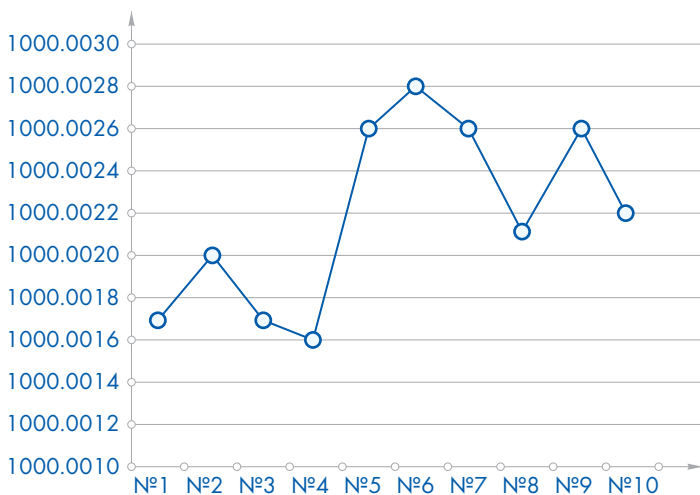
** Больше того, 95% результатов должно быть в диапазоне ± 0.0010 г ($\pm 2 \sigma$), а 99.7% – в диапазоне $\pm 0,0015$ г ($\pm 3 \sigma$).

Ниже приведены результаты повторных измерений гири массой 1 кг с использованием модели МС-1000. Несмотря на то, что полученные результаты нельзя назвать идеальными, они соответствуют спецификации $\sigma=0.0005$ г.

	№1	№2	№3	№4	№5
Нулевая точка	0.0000 г	0.0003 г	0.0000 г	0.0005 г	0.0002 г
Измеренное значение	1000.0017 г	1000.0023 г	1000.0017 г	1000.0021 г	1000.0028 г
Конечное значение диапазона	1000.0017 г	1000.0020 г	1000.0017 г	1000.0016 г	1000.0026 г

№6	№7	№8	№9	№10	Повторяемость
0.0000 г	0.0006 г	0.0006 г	0.0005 г	0.0003 г	
1000.0028 г	1000.0032 г	1000.0027 г	1000.0031 г	1000.0025 г	
1000.0028 г	1000.0026 г	1000.0021 г	1000.0026 г	1000.0022 г	0.000441 г

На графике отображены только конечные значения диапазона.



Какое складывается впечатление от результатов? Хотя стандартное отклонение составляет 0.000441 г (< 0.0005 г), разброс результатов может вызвать удивление (разница между максимальным и минимальным значением составляет 12 d). Как видно из этого примера, поскольку стандартное отклонение является вероятностью измерения как целого, вполне возможно, что когда рассматриваются частные случаи, допустимы значительные колебания. Следует также учитывать, что у моделей серии МС достаточно большое стандартное отклонение относительно цены деления шкалы. Поэтому колебания значений особенно ощутимы.

Перейдем к ошибке центрирования. Как было сказано в сноске к таблице на странице 13, спецификации моделей серии МС указаны для измерений с использованием автоцентрируемой чашки весов или автозагрузчика. Другими словами, взвешивание выполнялось в условиях, когда ошибка центрирования исключена. Здесь следует отметить, что влияние ошибки центрирования на результат велико, и отказ от использования автоцентрируемой чашки или автозагрузчика с большой долей вероятности приведет к ухудшению повторяемости.

В завершение отметим, что, как уже было сказано, при работе компаратора массы (метод прямого сопоставления) априори учитывается наличие дрейфа. Поэтому, несмотря на то, что в моделях серии МС дрейф больше, чем в весах компании A&D с сопоставимой ценой деления шкалы, его наличие не рассматривается в качестве проблемы. Разумеется, так же как и в случае с разбросом в результатах измерений, дрейф можно значительно уменьшить за счет оптимизации рабочих условий, соблюдения требований к установке оборудования, его настройке и подготовке к работе.

В связи с этим при применении устройств серии МС для обычного взвешивания компания A&D рекомендует использовать последний десятичный знак (например, 0.0001 г для МС-1000) для подтверждения значения следующего по величине десятичного знака (0.001 г). Таким образом, при использовании масс компараторов в качестве весов, последний десятичный знак стоит расценивать как информационный.

Для заметок:

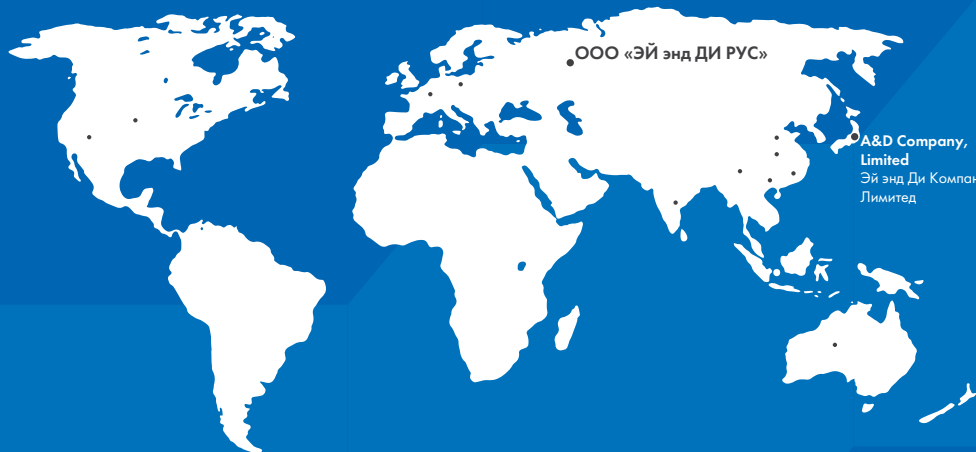
MC

Компараторы массы

AND

A&D

Эй энд Ди, Япония



ООО «Эй энд Ди РУС»
дочерняя компания
«Эй энд Ди», Токио, Япония
Адрес: РФ, 121357,
Москва, ул. Вере́йская, д. 17
Тел.: +7 (495) 937 3344
Факс: +7 (495) 937 5566
E-mail: opit@and-rus.ru
Web: www.aandd.ru

Разработано:
A&D Company, Limited, Japan/
Эй энд Ди Компани, Лимитед, Япония
Фактический адрес:
3-23-14, Higashi-Ikebukuro, Toshima-ku,
Tokyo, 170-0013, Japan/
3-23-14, Хигаши-Икебукуро, Тошима-ку,
Токио, 170-0013, Япония
Tel.: +81 (3) 5391 6132
Fax: +81 (3) 5391 6148
Web: www.aandd.jp

Ваш дилер:

