

Федеральное государственное унитарное предприятие
**«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени профессора Н.Е. Жуковского»
ФГУП «ЦАГИ»**

СОГЛАСОВАНО

Начальник отделения измерительной
техники и метрологии,
главный метролог ФГУП «ЦАГИ»

 В.В. Петроневич

_____ 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Наборы калибровочные мер массы, длины в области измерений
координат центра масс и момента инерции НКМ-6ГС-60, НКМ-50**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 4.28.013-2020

Заместитель начальника НИО-7

 А.И. Самойленко

И.о. начальника отдела № 2 НИО-7

 С.В. Дыцков

Инженер 2 категории сектора № 3 НИО-7

 В.Ю. Шевченко

Разработчик:

Начальник сектора № 4 НИО-7,
метролог-эксперт

 О.В. Довыденко

г. Жуковский
2020 г.

1 Область применения

Настоящий документ распространяется на наборы калибровочные мер массы, длины в области измерений координат центра масс и момента инерции НКМ-6ГС-60 (заводской номер 09) и НКМ-50 (заводской номер 08) (далее – наборы) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

2 Нормативные ссылки

В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 10597-87	Кисти и щетки малярные. Технические условия
ГОСТ 1012-2013	Бензины авиационные. Технические условия
ГОСТ OIML R 111-1-2009	Государственная система обеспечения единства измерений. Гири классов E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} и M_3 . Часть 1. Метрологические и технические требования
МИ 1747-87	Государственная система обеспечения единства измерений. Меры массы образцовые и общего назначения

3 Термины и определения

В настоящей методике поверки используются термины с соответствующими определениями, приведенные в Федеральном законе [1].

4 Общие положения

4.1 Настоящая методика предназначена для передачи наборам единицы массы - килограмма (кг), единицы длины в области измерений координат центра масс – метра (м) и единицы момента инерции – килограмм-метра квадратного ($\text{кг}\cdot\text{м}^2$), а также определения действительных значений и погрешностей воспроизведения этих величин наборами.

4.2 Прослеживаемость наборов к государственным первичным эталонам единиц величин обеспечивается методом косвенных измерений МИЦ 07.28-001-2020 [2] (далее – аналитический метод). Пределы допускаемой погрешности метода косвенных измерений характеристик наборов, обусловленной показателями точности используемых средств поверки, не превышают 30 % пределов допускаемой погрешности наборов.

5 Перечень операций поверки

5.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	10	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	11	Да	Да
Определение метрологических характеристик	12	Да	Да
Измерения массы эталонных мер	12.1	Да	Да
Измерения массы крепежных элементов	12.2	Да	Нет
Измерения геометрических размеров эталонных мер	12.3	Да	Да
Измерения отклонений формы и расположения поверхностей эталонных мер	12.4	Да	Нет
Контроль геометрических размеров крепежных элементов	12.5	Да	Нет
Определение вертикальной координаты центра масс статической балансировкой	12.6	Да	Нет
Определение объема эталонных мер и крепежных элементов	13.2	Да	Да
		Да	Нет
Определение плотности эталонных мер и крепежных элементов	13.3	Да	Да
		Да	Нет
Определение координат центра масс и центральных моментов инерции эталонных мер и крепежных элементов	13.4 – 13.10	Да	Да
		Да	Нет
Определение массы, координат центра масс и моментов инерции стандартных комплектов наборов	13.11	Да	Да
Определение массы, координат центра масс и моментов инерции конфигураций наборов, воспроизводящих характерные точки диапазона измерений	13.12	Да	Да
Определение погрешности наборов и подтверждение их соответствия метрологическим требованиям	13.14 – 13.17	Да	Да

5.2 При получении отрицательного результата любой из операций по таблице 1 поверку набора рекомендуется прекратить; последующие операции поверки проводят, если отрицательный результат предыдущей операции не влияет на достоверность поверки последующего параметра.

6 Требования к условиям поверки

6.1 При выполнении измерений массы в процессе поверки соблюдают следующие условия:

Температура воздуха, °С	20 ± 2
Максимальное изменение температуры за 12 часов, °С.....	± 1
Относительная влажность воздуха, %	70 ± 10
Напряжение сети переменного тока, В	от 187 до 242
Частота сети, Гц	50 ± 1

6.2 При выполнении геометрических измерений соблюдают следующие условия:

Температура воздуха, °С	20 ± 2
Относительная влажность воздуха, %	60 ± 20
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7
Напряжение сети переменного тока, В	220 ± 15
Частота сети, Гц	от 50 до 60

6.3 Помещение, где проводятся измерения массы (весовая комната), должно быть оборудовано виброзащитными фундаментами для установки компаратора массы или устойчивыми прочными столами, не подверженными вибрациям.

6.4 В весовой комнате должно быть исключено одностороннее нагревание мер набора, гирь и компараторов массы. Воздух в помещении не должен содержать вредных примесей и газов, вызывающих коррозию мер набора, гирь и деталей компараторов.

7 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

7.1 В качестве персонала, выполняющего непосредственные измерения при поверке, допускаются лица с высшим образованием или среднетехническим и дополнительным образованием по профилю, соответствующему выполняемым измерениям.

7.2 В качестве персонала, выполняющего обработку результатов измерений и вычисление параметров при поверке, допускаются лица с высшим образованием и дополнительным образованием по профилю, соответствующему выполняемым измерениям.

7.3 Персонал, выполняющий поверку, должен иметь опыт поверки или калибровки аналогичных наборов, а также опыт практической работы с эталонами и средствами измерений, указанными в таблице 2, не менее трех лет.

8 Метрологические и технические требования к средствам поверки

8.1 При выполнении поверки по данной методике применяют средства поверки, приведенные в таблице 2. Допускается применять средства поверки с метрологическими и техническими характеристиками, отличные от рекомендуемых, в том случае, если они обеспечивают требуемую точность передачи единиц величин поверяемым наборам.

8.2 Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть утверждены приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в соответствии с пунктом 6 Положения об эталонах единиц величин [3] и аттестованы. Средства измерений должны быть утвержденного типа и поверены.

Таблица 2

Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые для применения средства поверки	Номер пункта методики поверки
1 Гири, соответствующие классу точности F ₂ по ГОСТ OIML R 111-1-2009 Масса от 10 ⁻³ до 20 кг Общая максимальная масса 550 кг	Гири 2-го класса Регистрационный номер 2469-74 - номинальные значения массы от 1 до 500 г; - допускаемые отклонения массы от ± 0,1 до ± 2,5 мг	12.1 – 12.2
	Гири общего назначения 3-ого класса типа КГ-3 Регистрационный номер 16034-97 - номинальные значения массы от 1 до 10 кг; - допускаемые отклонения массы от ± 15 до ± 150 мг	
	Гири 20 кг Регистрационный номер 52768-13 - номинальное значение массы 20 кг; - допускаемые отклонения массы ± 100 мг	
2 Компараторы массы Диапазон сличаемых масс от 10 г до 550 кг СКО ≤ 1/9 пределов допускаемых отклонений для гирь массой от 10 ⁻³ до 20 кг; 500 кг класса точности M ₁ по ГОСТ OIML R 111-1-2009	Компаратор массы МС-1000 Регистрационный номер 50151-12 - диапазон измерений до 1,1 кг; - СКО показаний весов 0,0005 г (до 1 кг); - СКО показаний весов 0,0004 г (до 500 г)	12.1 – 12.2
	Компаратор массы МС-10К Регистрационный номер 50151-12 - диапазон измерений до 10,1 кг; - СКО показаний весов 0,005 г (до 10 кг); - СКО показаний весов 0,004 г (до 5 кг) - СКО показаний весов 0,015 г (до 2 кг)	
	Весы электронные ХР-К, модель ХР155KS (в режиме компаратора массы) Регистрационный номер 38187-14 - диапазон измерений от 0,05 до 150,00 кг; - СКО показаний весов 0,08 г (до 100 кг) - СКО показаний весов 0,15 г (св. 100 кг)	

Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые для применения средства поверки	Номер пункта методики поверки
	Компаратор массы CCS 600К Регистрационный номер 31814-06 - диапазон измерений от 0 до 605 кг; - СКО показаний весов 2,5 г	
3 Приборы для измерений наружных и внутренних размеров Диапазон измерений: от 0 до 2000 мм Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений: ±30 мкм, не более	Машина координатная измерительная портативная CimCore5100 INFINITE 2.0 Plus Регистрационный номер 42764-09 Диапазон измерений от 0 до 2400 мм Пределы допускаемой погрешности измерений ± 0,029 мм	12.3 – 12.5
4 Штангенциркули ШЦ-I Диапазоны измерений: 0 – 300 мм Класс точности 2	Штангенциркуль ШЦ-I Регистрационный номер 260-05 Диапазон измерений от 0 до 300 мм Пределы допускаемой погрешности измерений Класс точности 2	12.5
5 Гири массой от 1 мг до 1 кг, соответствующие классу точности F ₂ по ГОСТ OIML R 111-1-2009 общая максимальная масса 3,5 кг	Гири 2-го класса Г-2-1110 Регистрационный номер 2469-74 - номинальные значения массы от 1 до 500 г; - допускаемые отклонения массы от ± 0,2 до ± 5 мг Гири класса точности E ₂ Регистрационный номер 52768-13 - номинальные значения массы от 1 мг до 1 кг; - допускаемые отклонения массы от ± 0,006 до ± 1,6 мг	12.6
6 Установка с призматическими опорами	УПО-1 Диапазон регулировки расстояния между опорами от 50 до 500 мм Высота от пола до опор 400 мм, не менее Минимальная масса проверяемых изделий 9 кг Максимальная масса проверяемых изделий 600 кг	12.6
7 Бензин ГОСТ 1012-2013	-	11
8 Кисть или щетка ГОСТ 10597-87	-	
9 Салфетка полотняная или ветошь	-	

9 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

9.1 При проведении поверки в помещении, где располагаются средства измерений, эталоны и другие технические средства, персоналу, надлежит соблюдать требования безопасности, указанные в следующих документах:

- эксплуатационные документы наборов и используемых средств поверки;
- инструкции по охране труда при эксплуатации ПЭВМ и другого оборудования вычислительной техники;
- инструкции по охране труда для слесарей-сборщиков изделий;
- инструкции для стропальщиков по безопасному производству работ грузоподъемными машинами.

9.2 Персонал должен быть аттестован на право работы с напряжением до 1000 В и иметь действующие квалификационные группы по электробезопасности:

- II для операторов ПЭВМ;
- III для сотрудников, обслуживающих СИ.

10 Внешний осмотр средства измерений

10.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие следующим требованиям:

- внешний вид наборов должен соответствовать изображению, приведенному в описании типа;
- комплектность и состав наборов должны соответствовать их эксплуатационной документации (паспорт набора, руководство по эксплуатации набора, этикетки эталонных мер и крепежных элементов набора);
- форма и маркировка эталонных мер должны соответствовать эксплуатационной документации;
- на поверхности эталонных мер не должно быть глубоких трещин, сколов, следов коррозии, забоин.

10.2 При обнаружении на поверхности эталонных мер глубоких трещин, сколов, следов коррозии, забоин дальнейшая поверка не проводится. Набор подлежит ремонту путем замены эталонной меры на новую с последующей первичной поверкой после ремонта.

11 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

11.1 При подготовке к поверке проводят следующие работы:

11.1.1 Поверхности эталонных мер и крепежных элементов очищают от пыли и грязи кистью или щеткой, не допуская повреждения поверхности, и при необходимости протирают полотняной салфеткой или ветошью, смоченной в бензине, чистом спирте, дистиллированной воде или других растворителях. После чистки эталонные меры и крепежные элементы должны быть просушены в течение 1 ч.

11.1.2 Эталонные меры и крепежные элементы выдерживают в помещении, где будут производиться измерения, не менее 24 часов.

11.1.3 Перед началом измерений массы эталонные меры, крепежные элементы и эталонные гири выдерживают рядом с компаратором массы не менее 2 часов.

11.2 При опробовании проверяют собираемость эталонных мер в стандартные комплекты, предусмотренные эксплуатационными документами наборов.

12 Определение метрологических характеристик средства измерений

12.1 Измерения массы эталонных мер

12.1.1 Измерение действительного значения массы эталонных мер проводят методом сличения с помощью гирь, соответствующих классу точности F_2 и компаратора массы. При измерениях необходимо обеспечивать максимально возможное центрирование сличаемых эталонных мер и гирь.

12.1.2 Измерениям при первичной и периодической поверке подлежит масса каждой эталонной меры в соответствии с приложением С ГОСТ OIML R 111-1-2009. При этом должны быть выбраны методы измерений АВВА или АВА и число циклов измерений $n \geq 1$. Допускается проводить измерения в соответствии с МИ 1747-87.

12.1.3 Результаты измерений оформляют протоколом измерений. Значения массы эталонных гирь набора НКМ-50 в протоколе должны быть зарегистрированы в граммах, набора НКМ-6ГС-60 – в килограммах с точностью, соответствующей дискретности компаратора массы.

12.2 Измерения массы крепежных элементов

12.2.1 Измерение действительного значения массы крепежных элементов проводят методом сличения с помощью гирь, соответствующих классу точности F_2 и компаратора массы. При измерениях необходимо обеспечивать максимально возможное центрирование сличаемых крепежных элементов и гирь.

12.2.2 Измерениям при первичной поверке подлежит масса каждого крепежного элемента в соответствии с Приложением С ГОСТ OIML R 111-1-2009. При этом должны быть выбраны методы измерений АВВА или АВА и число циклов измерений $n \geq 1$. Допускается проводить измерения в соответствии с МИ 1747-87.

12.2.3 Результаты измерений оформляют протоколом измерений. Значения массы крепежных элементов набора НКМ-50 в протоколе должны быть зарегистрированы в граммах, набора НКМ-6ГС-60 – в килограммах с точностью, соответствующей дискретности компаратора массы.

12.2.4 Измерения массы крепежных элементов при периодической поверке не проводят.

12.3 Измерения геометрических размеров эталонных мер

12.3.1 Измерения геометрических размеров эталонных мер проводят методом прямых измерений с помощью координатной измерительной машины в соответствии с указаниями метода [2].

12.3.2 Результаты измерений геометрических размеров эталонных мер должны быть зарегистрированы в миллиметрах с точностью до трех знаков после запятой в протоколах измерений.

12.3.3 Количество сечений для измерений диаметров: продольных – не менее 4, поперечных – не менее 3. Количество сечений для измерений высот: – не менее 10. Сечения должны быть равномерно расположены по измеряемой поверхности.

12.4 Измерения отклонений формы и расположения поверхностей эталонных мер

12.4.1 Измерения отклонений формы и расположения поверхностей эталонных мер проводят с помощью координатной измерительной машины.

12.4.2 Измерению при первичной поверке подлежат:

1) Отклонение профиля продольного сечения EFP наружных и внутренних боковых цилиндрических поверхностей эталонных мер типа «Сегмент» на всей длине с установлением формы (конусообразность, бочкообразность, седлообразность), кроме поверхностей фланцев и под посадку крепежных элементов.

2) Отклонения от параллельности EPA для эталонной меры типа «Сегмент» плоских поверхностей верхнего фланца и плоских поверхностей нижнего фланца между собой в пределах всего диаметра.

3) Отклонения от перпендикулярности EPR оси цилиндрической поверхности эталонной меры типа «Сегмент» по отношению к ее нижней плоской поверхности на всей длине цилиндрических поверхностей. База – нижняя плоская поверхность эталонной меры.

12.4.3 Количество измерительных точек для определения отклонения от плоскостности – не менее 90, для определения остальных параметров – не менее 30. Где не указано особо, база – нижняя поверхность эталонной меры.

12.4.4 Результаты измерений отклонений формы и расположения эталонных мер должны быть зарегистрированы в миллиметрах с точностью до трех знаков после запятой в протоколах измерений.

12.4.5 Измерения отклонений формы и расположения при периодической поверке не проводят.

12.5 Контроль геометрических размеров крепежных элементов

12.5.1 Измерительный контроль геометрических размеров крепежных элементов типа «Болт» и «Гайка», а также всех резьбовых элементов проводят с помощью штангенциркуля. Измерительный контроль геометрических размеров крепежных элементов типа «Шпилька» и «Фланец» проводят с помощью координатной измерительной машины (количество и расположение измерительных сечений – по п. 12.3.3).

12.5.2 Измерению при первичной поверке подлежат высоты и диаметры цилиндрических поверхностей, входящих в состав крепежных элементов, а также внутренние диаметры внутренней резьбы и наружные диаметры наружной резьбы.

12.5.3 Результаты измерений геометрических размеров крепежных элементов должны быть зарегистрированы в миллиметрах с точностью до двух знаков после запятой в протоколах измерений.

12.5.4 Измерительный контроль геометрических размеров крепежных элементов при периодической поверке не проводят.

12.6 Определение вертикальной координаты центра масс статической балансировкой

12.6.1 Вертикальную координату центра масс статической балансировкой определяют только для эталонных мер типа «Сегмент» наборов НКМ-6ГС-60 и НКМ-50 с целью исключения влияния неоднородности материала на действительные значения метрологических характеристик наборов, определяемых при поверке.

12.6.2 Вертикальную координату центра масс экспериментальным методом определяют с помощью установки с призматическими опорами и гирь массой от 1 мг до 1 кг.

12.6.3 Призматические опоры устанавливают на ровную горизонтальную поверхность.

12.6.4 Эталонную меру типа «Сегмент» балансировочными штифтами устанавливают на призматические опоры (рисунок 1). Равновесие конструкции достигается при отсутствии опрокидывающего момента, который появляется при смещении положения центра масс относительно вертикальной плоскости симметрии эталонной меры, совпадающей с плоскостью симметрии балансировочных штифтов (смещении относительно расчетного положения центра масс $L_{б.к.ан.}$). Если неоднородность материала незначительна, то устанавливается равновесие. В противном случае возникает дисбаланс, который компенсируют уравновешивающим грузом массой $m_{гр}$ (гирями массой от 1 мг до 1 кг), размещенным на расстоянии $L_{гр}$ от плоскости симметрии балансировочных штифтов. При этом моменты от действия силы тяжести уравновешивающего груза и эталонной меры уравновешивают друг друга.

Примечание – Расстояние $L_{гр}$ от центра штифтов до размещения центра тяжести уравновешивающего груза должно быть измерено на этапе определения геометрических размеров эталонных мер с погрешностью не более $\pm 0,1$ мм.

12.6.5 Для определения погрешности, обусловленной наличием остаточного дисбаланса, при достижении системой равновесия к уравновешивающему грузу добавляют корректирующие грузы существенно меньшей массы до тех пор, пока система снова не выйдет из равновесия. Значение корректирующей массы $\Delta m_{гр}$ определяют методом подбора.

12.6.6 Результаты измерений регистрируют в протоколах измерений.

12.6.7 Определение вертикальной координаты центра масс статической балансировкой при периодической поверке не проводят.

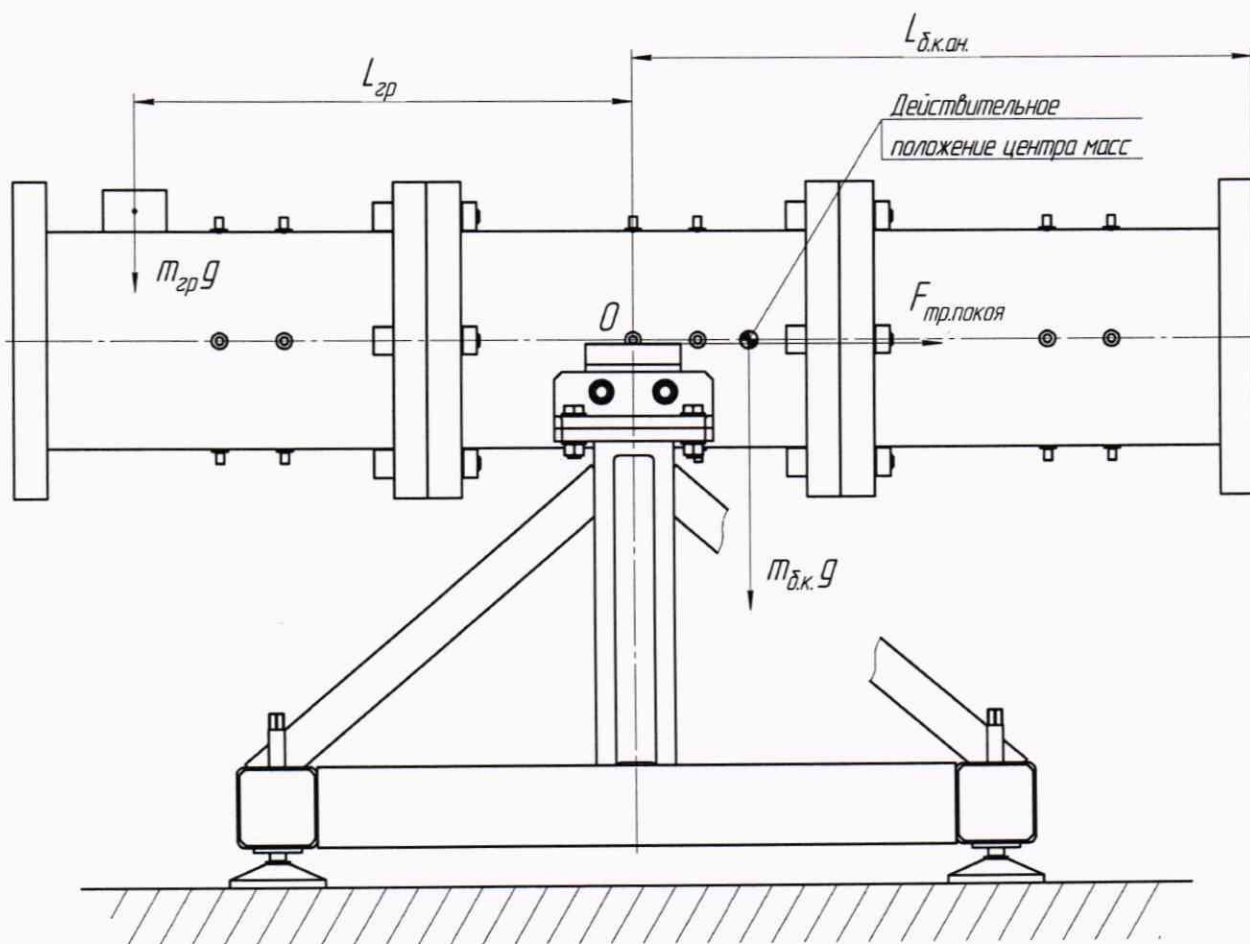


Рисунок 1

12.7 Порядок поверки в сокращенном объеме

12.7.1 Допускается проводить периодическую поверку в сокращенном объеме для части воспроизводимых величин. В этом случае поверка проводится в соответствии со всеми положениями данной методики, за исключением тех, которые имеют отношение к определению величин, не подвергающихся поверке, при этом в записях о результатах поверки указываются наименования величин, для которых осуществлена поверка.

12.7.2 Допускается проводить первичную (периодическую) поверку отдельного автономного блока из состава набора НКМ-6ГС-60 – стандартного комплекта 17-125-01, который применяется для определения и контроля метрологических характеристик установок многокомпонентных для аэродинамических весов (градуировочных и калибровочных стендов). В этом случае поверка проводится в соответствии со всеми положениями данной методики, касающихся определения массы эталонных мер, входящих в состав стандартного комплекта эталонных модулей. Операции по определению координат центра масс и моментов инерции в данном случае не проводят. При этом в записях о результатах поверки указывается состав набора (стандартный комплект 17-125-01), для которого проведена поверка.

12.7.3 Поверка в сокращенном объеме и поверка отдельного автономного блока из состава набора НКМ-6ГС-60 (стандартного комплекта 17-125-01) проводится на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, оформленного в произвольной форме.

13 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

13.1 Обработку результатов измерений выполняют для определения действительных значений массы, координат центра масс и моментов инерции эталонных мер и крепежных элементов наборов, массы, координат центра масс и моментов инерции стандартных комплектов и конфигураций, воспроизводящих характерные точки диапазона измерений (далее – характерных конфигураций) наборов (таблица 3).

Таблица 3

Характерные точки	Обозначение конфигурации, номинальное значение, состав конфигурации	
	НКМ-50	НКМ-6ГС-60
Минимальная масса	Конфигурация 2г 1 кг Один комплект 02.2-01, 02.2-02, 02.2-03 или 02.2-04 из двух гирь 500	Конфигурация 1д 25,5 кг Один диск
Максимальная масса	Конфигурация 3с-4в-4(1н1г) 57 кг Один комплект 04.3 из трех сегментов; Один комплект 03.4-02 из четырех гирь 2000 верх; Четыре комплекта 03.1-01, 03.1-02, 03.1-03, 03.1-04 из одной гири 2000 низ Четыре комплекта 02.1-01, 02.1-02, 02.1-03 и 02.1-04 гирь 500 из 1 гири	Конфигурация 1сф-2(40д)-2(20д)-1(5д) 4 346,5 кг Один комплект 01.1 из одного сегмента и переходного фланца; Два комплекта 17.40-01 и 17.40-02 из 40 дисков; Два комплекта 17.20-01 и 17.20-02 из 20 дисков; Один комплект 17.5-01 из 5 дисков;
Минимальная вертикальная координата центра масс	Конфигурация 1г 13 мм Один комплект 02.1-01, 02.1-02, 02.1-03 или 02.1-04 из одной гири 500	Конфигурация 1(5д) 114 мм Один комплект 17.5-01 из 5 дисков
Максимальная вертикальная координата центра масс	Конфигурация 3с-4в 555 мм Один комплект 04.3 из трех сегментов; Один комплект 03.4-02 из четырех гирь 2000 верх	Конфигурация 1сф-2(40д)-2(20д)-1(5д) 3285 мм Один комплект 01.1 из одного сегмента и переходного фланца; Два комплекта 17.40-01 и 17.40-02 из 40 дисков; Два комплекта 17.20-01 и 17.20-02 из 20 дисков; Один комплект 17.5-01 из 5 дисков; Установлены друг на друга

Характерные точки	Обозначение конфигурации, номинальное значение, состав конфигурации	
	НКМ-50	НКМ-6ГС-60
Минимальный момент инерции	Конфигурация 1с 0,15 кг·м ² Один комплект 04.1 из одного сегмента	Конфигурация 1(5д) 4 кг·м ² Один комплект 17.5-01 из 5 дисков
Максимальный момент инерции	Конфигурация 3с-4в-4(1н1г) 7,4 кг·м ² Один комплект 04.3 из трех сегментов; Один комплект 03.4-02 из четырех гирь 2000 верх; Четыре комплекта 03.1-01, 03.1-02, 03.1-03, 03.1-04 из одной гири 2000 низ Четыре комплекта 02.1-01, 02.1-02, 02.1-03 и 02.1-04 гирь 500 из 1 гири	Конфигурация 1с-2(40д)[y;z] 2991 кг·м ² Один комплект 01.1 из одного сегмента; Два комплекта 17.40-01 и 17.40-02 из 40 дисков; Каждый комплект установлен на рабочий стол

13.2 Вычисляют аналитическим методом объемы эталонных мер и крепежных элементов набора.

13.3 Вычисляют аналитическим методом плотность эталонных мер и крепежных элементов набора.

13.4 Вычисляют аналитическим методом координаты центра масс и центральные моменты инерции эталонных мер и крепежных элементов.

13.5 Для эталонных мер типа «Сегмент» наборов НКМ-6ГС-60 и НКМ-50 рассчитывают поправку на неоднородность материала $q_{\text{неодн}}$, мм, как разность значений, полученных аналитическим методом и экспериментальным методом статической балансировки по п. 12.6, по формуле:

$$q_{\text{неодн.}} = X_M - \left(L_{\text{б.к.ан.}} - \frac{m_{\text{гр}} \cdot L_{\text{гр}}}{m_{\text{б.к.}}} \right), \quad (1)$$

где X_M – координата центра масс базовой конфигурации, мм, определенная аналитическим методом;

$L_{\text{б.к.ан.}}$ – расстояние, мм, от нижней плоскости базовой конфигурации до плоскости симметрии балансировочных штифтов;

$m_{\text{гр}}$ – масса уравнивающего груза, кг, при которой система остается в равновесии;

$L_{\text{гр}}$ – расстояние, мм, от плоскости симметрии балансировочных штифтов до оси уравнивающего груза;

$m_{\text{б.к.}}$ – масса базовой конфигурации.

Примечание – Здесь и далее под базовой конфигурацией понимается эталонная мера типа «Сегмент». Рассматриваются только базовые конфигурации, для которых проводилось определение вертикальной координаты центра масс статической балансировкой.

13.6 Если рассчитанное значение поправки q составляет более 10 % допускаемой погрешности измерений для вертикальной координаты центра масс, то в ее значение для эталонной меры типа «Сегмент» вводят поправку на неоднородность материала по формуле:

$$X'_M = X_M + q_{\text{неодн.}}, \quad (2)$$

Примечание – Если в значение координаты центра масс базовой конфигурации была введена поправка, то при всех дальнейших расчетах аналитическим методом вместо значений X_M подставляют значение с поправкой X'_M , определенное по формуле (2).

13.7 Вычисляют аналитическим методом высоту, массу, координаты центра масс и центральные моменты инерции стандартных комплектов.

13.8 Вычисляют аналитическим методом массу, координаты центра масс и центральные моменты инерции характерных конфигураций.

13.9 По заявлению Заказчика поверки и по согласованию с юридическим лицом (индивидуальным предпринимателем), осуществляющим поверку, дополнительно вычисляют массу, координаты центра масс и центральные моменты инерции других конфигураций набора, определенных Заказчиком.

13.10 При первичной поверке в соответствии с указаниями аналитического метода определяют следующие показатели точности наборов:

- систематическую погрешность Δ_{c1} , обусловленную отклонениями формы и расположения поверхностей;

- систематическую погрешность Δ_{c2} , обусловленную неоднородностью материала, или систематическую погрешность Δ_{c2q} , обусловленную введением поправки на неоднородность;

- суммарную погрешность Δ_{Σ} .

13.11 При периодической поверке в соответствии с указаниями аналитического метода определяют следующие показатели точности наборов:

- нестабильность $\Delta_{\text{нест}}$.

13.12 При первичной поверке наборы признаются соответствующими установленным метрологическим требованиям и пригодными к дальнейшему применению, если по каждой характеристике для всех стандартных комплектов, характерных и других запрашиваемых заказчиком конфигураций наборы соответствуют требуемому уровню локальной поверочной схемы, в соответствии с которой их планируется применять для поверки, а также выполняется следующее условие:

$$|\Delta_{\Sigma}| \leq 0,5 \cdot |\Delta_{\text{доп}}|; \quad (3)$$

$\Delta_{\text{доп}}$ – допускаемая погрешность воспроизведения характеристик наборов.

13.13 При периодической поверке наборы признаются соответствующими установленным метрологическим требованиям и пригодными к дальнейшему применению, если по каждой характеристике для всех стандартных комплектов, характерных и других запрашиваемых заказчиком конфигураций наборы соответствуют требуемому уровню локальной поверочной схемы, в соответствии с которой их планируется применять для поверки, а также выполняется следующее условие:

$$|\Delta_{\text{нест}}| \leq 0,5 \cdot |\Delta_{\text{доп}}|. \quad (4)$$

13.14 В протоколе поверки наборов регистрируют:

- действительные значения массы, координат центра масс и центральных моментов инерции эталонных мер и крепежных элементов;

- действительные значения массы, высоты, координат центра масс и центральных моментов инерции стандартных комплектов;

- действительные значения массы, координат центра масс и центральных моментов инерции характерных конфигураций наборов;

- показатели точности наборов для каждой из оцениваемых характеристик, определенные при поверке.

13.15 Действительные значения высоты, массы, координат центра масс и центральных моментов инерции стандартных комплектов наборов, определенные при первичной поверке до ввода в эксплуатацию, вносят в раздел «Сведения о стандартных комплектах мер набора калибровочного» паспорта.

13.16 Действительные значения массы, высоты, координат центра масс и центральных моментов инерции стандартных комплектов наборов, определенные при первичной поверке после ремонта, вносят в раздел «Скорректированные характеристики стандартных комплектов мер набора калибровочного» паспорта.

13.17 В случае, если для какой-либо характеристики нестабильность при периодической поверке превышает значение $0,1 \cdot |\Delta_{\text{доп}}|$, то действительные значения этих характеристик, определенные при периодической поверке, вносят в раздел «Скорректированные характеристики стандартных комплектов мер набора калибровочного» паспорта.

14 Оформление результатов поверки

14.1 Результаты поверки наборов оформляют установленным порядком.

14.2 Протокол первичной поверки оформляют по форме приложения А, периодической – по форме приложения Б.

14.3 При положительных результатах поверке оформляется свидетельство о поверке, в котором должно быть приведено заключение о соответствии требуемому уровню локальной поверочной схемы, в соответствии с которой наборы планируется применять для поверки. Знак поверки наносят в паспорта наборов и на свидетельство о поверке (в случае его оформления).

14.4 При отрицательных результатах поверки оформляется извещение о непригодности к применению.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)
Форма протокола первичной поверки

Протокол первичной поверки набора калибровочного мер массы, длины в области измерений координат центра масс и момента инерции

(модификация, заводской номер, состав)

№ _____

Дата: _____

1 Применяемая методика поверки: МП 4.28.013-2020

2 Применяемые средства поверки: см. протоколы измерений № _____ от _____

3 Условия поверки: см. протоколы измерений № _____ от _____

4 Установленные метрологические характеристики мер набора калибровочного

4.1 Меры типа _____

Зав. №	Воспроизводимые единицы величин, значения и погрешность измерений						
	Масса, кг	Длина (координата центра масс), мм			Момент инерции, кг·м ²		
	М	X	Y	Z	I _x	I _y	I _z

4.2 Меры типа _____

Зав. №	Воспроизводимые единицы величин, значения и погрешность измерений						
	Масса, кг	Длина (координата центра масс), мм			Момент инерции, кг·м ²		
	М	X	Y	Z	I _x	I _y	I _z

...

5 Установленные метрологические характеристики стандартных комплектов мер набора калибровочного

Обозначение комплекта	Воспроизводимые единицы величин, значения и погрешность							
	Высота, мм	Масса, кг	Длина (координата центра масс), мм			Момент инерции, кг·м ²		
	H	M	X	Y	Z	I _x	I _y	I _z
Δ _Σ	-							

6 Установленные метрологические характеристики конфигураций набора калибровочного

6.1 Конфигурации, воспроизводящие характерные точки диапазона

Номер конфигурации	Описание конфигурации			Воспроизводимые единицы величин, значения и погрешность измерений						
	Обозначение стандартного комплекта	горизонтальные координаты		Масса, кг М	Длина (координата центра масс), мм			Момент инерции, кг·м ²		
		Y	Z		X	Y	Z	I _x	I _y	I _z
Δ _Σ										

6.2 Конфигурации, определенные Заказчиком

Номер конфигурации	Описание конфигурации			Воспроизводимые единицы величин, значения и погрешность измерений						
	Обозначение стандартного комплекта	горизонтальные координаты		Масса, кг М	Длина (координата центра масс), мм			Момент инерции, кг·м ²		
		Y	Z		X	Y	Z	I _x	I _y	I _z
Δ _Σ										

7 Результаты поверки

7.1 Внешний осмотр показал:

7.1.1 Комплектность и состав набора соответствует/не соответствует требованиям конструкторской документации на стенд

7.1.2 Качество покрытий, форма, маркировка мер набора соответствует/не соответствует конструкторской документации;

7.1.3 На поверхности мер набора отсутствуют/присутствуют трещины, сколы, следы коррозии, забоины.

7.2 При опробовании установлено: Меры набора собираются/не собираются в стандартные комплекты, указанные в эксплуатационных документах.

7.3 Определение (контроль) метрологических характеристик

7.3.1 Набор воспроизводит единицу массу в диапазоне от _____ до _____ кг с погрешностью не более _____ кг, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на набор.

7.3.2 Набор воспроизводит единицу длины в области измерений вертикальной координаты центра масс в диапазоне от _____ до _____ мм с погрешностью не более _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на набор.

7.3.3 Набор воспроизводит единицу длины в области измерений горизонтальных координат центра масс в диапазоне от _____ до _____ мм с погрешностью не более _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на набор.

7.3.4 Набор воспроизводит единицу момента инерции относительно центральной вертикальной оси в диапазоне от _____ до _____ мм с относительной погрешностью не более _____ %, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на набор.

7.3.5 Набор воспроизводит единицу момента инерции относительно центральных горизонтальных осей в диапазоне от _____ до _____ мм с относительной погрешностью не более _____ %, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на набор.

Исполнители:

_____	_____	_____
(Должность)	(Подпись)	(Расшифровка подписи)
_____	_____	_____
(Должность)	(Подпись)	(Расшифровка подписи)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)
Форма протокола периодической поверки

Протокол периодической поверки набора калибровочного мер массы, длины в области измерений координат центра масс и момента инерции

(модификация, заводской номер, состав)

№ _____

Дата: _____

1 Применяемая методика поверки: МП 4.28.013-2021

2 Применяемые средства поверки: см. протоколы измерений № ____ от ____

3 Условия поверки: см. протоколы измерений № ____ от ____

4 Установленные метрологические характеристики мер набора калибровочного

4.1 Меры типа _____

Зав. №	Воспроизводимые единицы величин, значения и погрешность измерений						
	Масса, кг	Длина (координата центра масс), мм			Момент инерции, кг·м ²		
	М	X	Y	Z	I _x	I _y	I _z

4.2 Меры типа _____

Зав. №	Воспроизводимые единицы величин, значения и погрешность измерений						
	Масса, кг	Длина (координата центра масс), мм			Момент инерции, кг·м ²		
	М	X	Y	Z	I _x	I _y	I _z

...

5 Установленные метрологические характеристики стандартных комплектов мер набора калибровочного:

Обозначение комплекта	Воспроизводимые единицы величин, значения и погрешность						
	Масса, кг	Длина (координата центра масс), мм			Момент инерции, кг·м ²		
	М	X	Y	Z	I _x	I _y	I _z
Днест.							

6 Установленные метрологические характеристики конфигураций набора калибровочного

6.1 Конфигурации, воспроизводящие характерные точки диапазона

Номер конфигурации	Описание конфигурации			Воспроизводимые единицы величин, значения и погрешность измерений						
	Обозначение стандартного комплекта	горизонтальные координаты		Масса, кг М	Длина (координата центра масс), мм			Момент инерции, кг·м ²		
		Y	Z		X	Y	Z	I _x	I _y	I _z
Днест.										

6.2 Конфигурации, определенные Заказчиком

Номер конфигурации	Описание конфигурации			Воспроизводимые единицы величин, значения и погрешность измерений						
	Обозначение стандартного комплекта	горизонтальные координаты		Масса, кг М	Длина (координата центра масс), мм			Момент инерции, кг·м ²		
		Y	Z		X	Y	Z	I _x	I _y	I _z
Днест.										

7 Результаты поверки

7.1 Внешний осмотр показал:

7.1.1 Комплектность и состав набора соответствует/не соответствует требованиям конструкторской документации на стенд

7.1.2 Качество покрытий, форма, маркировка мер набора соответствует/не соответствует конструкторской документации;

7.1.3 На поверхности мер набора отсутствуют/присутствуют трещины, сколы, следы коррозии, забоины.

7.2 При опробовании установлено: Меры набора собираются/не собираются в стандартные комплекты, указанные в эксплуатационных документах.

7.3 Определение (контроль) метрологических характеристик

7.3.1 Набор воспроизводит единицу массу в диапазоне от _____ до _____ кг с погрешностью не более _____ кг, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на набор.

7.3.2 Набор воспроизводит единицу длины в области измерений вертикальной координаты центра масс в диапазоне от _____ до _____ мм с погрешностью не более _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на набор.

7.3.3 Набор воспроизводит единицу длины в области измерений горизонтальных координат центра масс в диапазоне от _____ до _____ мм с погрешностью не более _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на набор.

7.3.4 Набор воспроизводит единицу момента инерции относительно центральной вертикальной оси в диапазоне от _____ до _____ мм с относительной погрешностью не более _____ %, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на набор.

7.3.5 Набор воспроизводит единицу момента инерции относительно центральных горизонтальных осей в диапазоне от _____ до _____ мм с относительной погрешностью не более _____ %, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на набор.

Исполнители:

_____	_____	_____
(Должность)	(Подпись)	(Расшифровка подписи)
_____	_____	_____
(Должность)	(Подпись)	(Расшифровка подписи)

Библиография

- [1] Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»
- [2] МИЦ 07.28-001-2020 Инструкция. Метод измерений массы, координат центра масс и моментов инерции наборов НКМ-6ГС-60 и НКМ-50 при определении действительных значений метрологических характеристик (свидетельство об аттестации № 055/РОСС СОБ 6.00112.2013/2020)
- [3] Положение об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. N 734