

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт
метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



А.Н. Пронин

«11» июля 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Твердомеры маятниковые лакокрасочных покрытий
по методу Кенига-Персоза byko-swing**

Методика поверки

МП 2512-0002-2022

Руководитель отдела
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

 Н.А. Кононова

Ведущий научный сотрудник
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

 А.А. Москалев

Санкт-Петербург
2022

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на твердомеры маятниковые лакокрасочных покрытий по методу Кенига-Персоза byko-swing (далее – твердомеры), изготавливаемые ВУК-Gardner GmbH, Германия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Настоящая методика поверки обеспечивает прослеживаемость измерителей к Государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021, Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022.

1.3 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки: поэлементная поверка.

1.4 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

1.5 При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой поверки следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки средства измерений (далее – поверка) выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
1. Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	7
3. Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
4. Определение технических характеристик маятников			9
4.1 Проверка массы	Да	Да	9.1
4.2 Проверка диаметров опорных шариков	Да	Да	9.2
4.3 Проверка расстояния между центрами опорных шариков	Да	Да	9.3
4.4 Проверка расстояния от плоскости опоры до острия стрелки	Да	Да	9.4
4.5 Проверка расстояния от плоскости опоры до центра тяжести*	Да	Да	9.5
5. Определение метрологических характеристик средства измерений, подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			10
5.1 Определение абсолютной погрешности измерений числа колебаний маятника	Да	Да	10.1
5.2 Определение среднего периода колебаний маятника на контрольной стеклянной пластине	Да	Да	10.2
5.3 Проверка времени уменьшения амплитуды колебаний маятника на контрольной стеклянной пластине	Да	Да	10.3
5.4 Проверка углов отклонения маятника	Да	Да	10.4
5.5 Проверка повторяемости	Да	Да	10.5
* Только для маятника Персоза			

2.2 Поверка прекращается при получении отрицательных результатов по одному из пунктов.

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия измерений:

- диапазон температуры окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 85.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки твердомеров должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
7	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 до +25 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более ± 1 °С; средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 20 до 90 % с пределами допускаемой абсолютной погрешностью измерений не более ± 2 %. Вспомогательное оборудование - контрольная стеклянная пластина, длина (120 \pm 1) мм, ширина (90 \pm 1) мм, толщина $5^{+0,5}_{-0,1}$ мм, непараллельность 5 мкм, шероховатость Ra не более 0,63 мкм, твердость не менее 500 HV.	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18; контрольная стеклянная пластина из состава твердомера
9.1	Средства измерений массы, максимальная нагрузка не менее 510 г, класс точности II по ГОСТ OIML R 76-1-2011.	Весы лабораторные электронные неавтоматического действия ВЛГЭ-2100Т, рег. № 69452-17
9.2, 9.3	Средства измерений длины, диапазон измерений длины (0-100) мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm(2,5+0,01 \cdot L)$ мкм, где L – измеряемая длина в мм.	Микроскоп измерительный MarVision серии MM 420, рег. № 67119-17
9.4	Средства измерений длины, диапазон измерений длины (40-400) мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины $\pm 0,05$ мм. Вспомогательное оборудование - контрольная стеклянная пластина по п. 7.	Штангенрейсмас ШР-400-0,05, рег. № 198-92; контрольная стеклянная пластина по п. 7
9.5	Средства измерений длины по п. 9.2, 9.3. Вспомогательное оборудование - меры наружного диаметра, номинальный диаметр (10-15) мм, 2 шт. одного номинального диаметра.	Микроскоп измерительный по пп. 9.2, 9.3; ролики, класс точности 1 по ГОСТ 2475-88

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.2, 10.3	Средства измерений времени, диапазон измерений интервалов времени от 0 до 30 мин, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений не более $\pm 0,1$ с. Вспомогательное оборудование - контрольная стеклянная пластина по п. 7.	Секундомер электронный «Интеграл С-01», рег. № 44154-16; контрольная стеклянная пластина по п. 7
10.4	Средства измерений длины, диапазон измерений (0-150) мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm 0,03$ мм. Средства измерений длины по п. 9.4. Вспомогательное оборудование - контрольная стеклянная пластина по п. 7.	Штангенциркуль цифровой модели RD-10, рег. № 28048-04; штангенрейсмас по п. 9.4; контрольная стеклянная пластина по п. 7
10.5	Вспомогательное оборудование - контрольная стеклянная пластина по п. 7.	Контрольная стеклянная пластина по п. 7

4.2 Допускается применять другие вновь разработанные или существующие средства поверки с аналогичными или лучшими метрологическими характеристиками, удовлетворяющие по точности требованиям настоящей методики поверки.

4.3 Применяемые средства поверки должны быть поверены согласно порядку, установленному приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510, или аттестованы согласно порядку, установленному приказом Минпромторга России от 11.02.2020 № 456.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в технической документации на твердомер и средства поверки.

6 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие твердомера следующим требованиям:

- наличие и соответствие маркировки требованиям технической документации;
- соответствие комплектности требованиям технической документации;
- отсутствие повреждений твердомера, маятника (-ов) и контрольной стеклянной пластины, способных повлиять на результаты поверки.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с документом «Твердомеры маятниковые лакокрасочных покрытий по методу Кенига-Персоза byko-swing. Руководство по эксплуатации». Подготавливают средства поверки к работе в соответствии с технической документацией на них. Выдерживают поверяемый твердомер не менее 1 часа при условиях, приведенных в п. 3. Проводят контроль параметров окружающего воздуха (температура, влажность) в помещении, где выполняется поверка.

При опробовании проверяют работоспособность твердомера. Включают твердомер в соответствии с руководством по эксплуатации. Выполняют установку твердомера по

уровню. Устанавливают контрольную стеклянную пластину и маятник из состава на твердомер. Запускают процесс измерений.

При выполнении измерений должны отсутствовать сбои при работе твердомера, на жидкокристаллическом дисплее электронного блока должен отображаться счет количества колебаний маятника и времени уменьшения амплитуды колебаний маятника (в зависимости от режима измерений).

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

Информация о версии программного обеспечения (далее - ПО) отображается на жидкокристаллическом дисплее электронного блока твердомера при включении.

Результаты идентификации ПО считаются положительными, если версия ПО не ниже 1.09.

9 Определение технических характеристик маятников

9.1 Проверка массы

Проверку массы маятника твердомера выполняют взвешиванием с помощью весов.

Измерения выполняют для каждого маятника из состава твердомера.

Масса маятника должна соответствовать значениям, указанным в таблице 3.

9.2 Проверка диаметров опорных шариков

Проверку диаметров опорных шариков выполняют с помощью микроскопа измерительного. Маятник размещают и закрепляют (при необходимости) на измерительном столе микроскопа и выполняют фокусировку на край образующей шарика. Измерения выполняют в проходящем свете. Измеряют диаметр каждого шарика не менее трех раз и вычисляют среднее арифметическое значение диаметра для каждого шарика.

Измерения выполняют для каждого маятника из состава твердомера.

Диаметр опорных шариков должен соответствовать значениям, указанным в таблице 3.

Таблица 3 – Основные технические характеристики маятников

Наименование характеристики	Значение	
	Маятник Кенига	Маятник Персоза
Масса, г	200,0±0,2	500,0±0,1
Диаметр опорных шариков, мм	5,000±0,005	8,000±0,005
Расстояние между центрами опорных шариков, мм	30,0±0,2	50,0±1,0
Расстояние от плоскости опоры до острия стрелки, мм	400,0±0,2	
Расстояние от плоскости опоры до центра тяжести, мм	-	60±1

9.3 Проверка расстояния между центрами опорных шариков

Проверку расстояния между центрами опорных шариков выполняют с помощью микроскопа измерительного. Маятник устанавливают по п. 9.2. Измерения выполняют в проходящем свете. Измеряют расстояние между центрами шариков не менее трех раз и вычисляют среднее арифметическое значение.

Измерения выполняют для каждого маятника из состава твердомера.

Расстояние между центрами опорных шариков должно соответствовать значению, указанному в таблице 3.

9.4 Проверка расстояния от плоскости опоры до острия стрелки

Проверку расстояния от плоскости опоры до острия стрелки маятника выполняют с помощью штангенрейсмаса. Устанавливают контрольную стеклянную пластину и маятник из состава на твердомер. Приводят опорные шарики маятника в контакт с поверхностью контрольной стеклянной пластины. С помощью штангенрейсмаса измеряют расстояние от верхней плоскости контрольной стеклянной пластины до острия стрелки маятника. Измерения выполняют не менее трех раз и вычисляют среднее арифметическое значение.

Измерения выполняют для каждого маятника из состава твердомера.

Расстояние от плоскости опоры до острия стрелки маятника должно соответствовать значению, указанному в таблице 3.

9.5 Проверка расстояния от плоскости опоры до центра тяжести

Проверку расстояния от плоскости опоры до центра тяжести маятника выполняют с помощью микроскопа измерительного и двух мер наружного диаметра одинакового номинала.

Маятник устанавливают горизонтально на измерительном столе микроскопа. Под противоположные участки рамы маятника подкладывают меры наружного диаметра (далее – меры). Меры располагают соосно таким образом, чтобы ось мер была перпендикулярна оси маятника. Перемещают маятник вдоль мер до наступления состояния равновесия. С помощью микроскопа измеряют расстояние вдоль оси маятника от оси мер до линии, касательной к образующим опорных шариков, что соответствует расстоянию от плоскости опоры до центра тяжести маятника. Измерения выполняют не менее трех раз и вычисляют среднее арифметическое значение.

Расстояние от плоскости опоры до центра тяжести маятника должно соответствовать значению, указанному в таблице 3.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений, подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений числа колебаний маятника

Для определения абсолютной погрешности измерений числа колебаний маятника используют маятник из состава твердомера. Запускают процесс измерений на контрольной стеклянной пластине. По окончании процесса измерений число колебаний маятника считывают с дисплея электронного блока твердомера.

За величину абсолютной погрешности измерений числа колебаний маятника принимают разность числа колебаний, полученного по показаниям электронного блока твердомера, и прямого счета числа колебаний.

Измерения выполняют с каждым маятником из состава твердомера.

10.2 Определение среднего периода колебаний маятника на контрольной стеклянной пластине

Для определения среднего периода колебаний маятника на контрольной стеклянной пластине используют секундомер электронный.

Запускают процесс измерений на контрольной стеклянной пластине и одновременно запускают секундомер. Измеряют время, за которое маятник совершает 100 колебаний по показаниям твердомера. Измерения выполняют не менее трех раз и вычисляют среднее арифметическое. За средний период колебаний маятника принимают среднее арифметическое трех измерений, разделенное на 100.

Измерения выполняют с каждым маятником из состава твердомера.

10.3 Проверка времени уменьшения амплитуды колебаний маятника на контрольной стеклянной пластине

Для определения времени уменьшения амплитуды колебаний маятника на контрольной стеклянной пластине используют секундомер электронный.

Запускают процесс измерений на контрольной стеклянной пластине и одновременно запускают секундомер. Измеряют время выполнения измерения до остановки счета колебаний. Измерения выполняют не менее чем на трех участках контрольной стеклянной пластины и вычисляют среднее арифметическое значение.

Измерения выполняют для каждого маятника из состава твердомера. При этом проверяют время уменьшения амплитуды колебаний для углов отклонения от 6° до 3° для маятника Кенига и от 12° до 4° для маятника Персоза.

10.4 Проверка углов отклонения маятника

Устанавливают контрольную стеклянную пластину на твердомер. С помощью штангенрейсмаса измеряют расстояние H от верхней плоскости стеклянной пластины до линии расположения фотодетекторов. Измерения выполняют не менее трех раз и вычисляют среднее арифметическое значение. С помощью штангенциркуля измеряют расстояния L_i между центральным фотодетектором и фотодетекторами, соответствующими углам отклонения маятников. Измерения выполняют вдоль угловой шкалы. Измерения в каждой точке выполняют не менее трех раз и вычисляют среднее арифметическое значение.

Угол отклонения маятника α_i в каждой точке шкалы вычисляют по формуле

$$\alpha_i = \arctg \frac{L_i}{H} . \quad (1)$$

За отклонение угла отклонения маятника от номинального значения принимают наибольшее по модулю значение разности между величиной угла, вычисленной по формуле (1), и номинальным значением угла отклонения маятника.

10.5 Проверка повторяемости

10.5.1 Для маятника Кенига выполняют три серии измерений числа колебаний маятника на контрольной стеклянной пластине, измерения в каждой серии выполняют три раза и вычисляют среднее арифметическое значение. За повторяемость (r) принимают наибольшую по модулю разность результатов измерений.

10.5.2 Для маятника Персоза выполняют три серии измерений числа колебаний маятника на контрольной стеклянной пластине, измерения в каждой серии выполняют три раза и вычисляют среднее арифметическое значение (\bar{t}_j). Вычисляют среднее арифметическое результатов измерений, полученных в трех сериях, по формуле

$$\bar{T} = \frac{(\bar{t}_1 + \bar{t}_2 + \bar{t}_3)}{3} . \quad (2)$$

За повторяемость принимают наибольшее по модулю отклонение результатов измерений от среднего значения, выраженное в процентах:

$$r_j = \left| \left(\frac{\bar{t}_j}{\bar{T}} - 1 \right) \right| \cdot 100\% . \quad (3)$$

10.6 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

Твердомер считается прошедшим поверку с положительным результатом, если:

- абсолютная погрешность измерения количества колебаний маятника не превышает значения, указанного в таблице 4;
- средний период колебаний маятника соответствует значениям, указанным в таблице 4;

- время уменьшения амплитуды колебаний маятника соответствует значениям, указанным в таблице 4;
- отклонение угла отклонения маятника от номинального не превышает значений, указанных в таблице 4;
- повторяемость не превышает значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4 – Метрологические характеристики твердомеров

Наименование характеристики	Значение	
	Маятник Кенига	Маятник Персоза
Диапазон измерений твердости, усл. ед.	от 0,10 до 1,50	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений твердости, усл. ед.	±0,01	
Дискретность отсчета времени уменьшения амплитуды колебаний маятника, с	1	
Диапазон измерений числа колебаний маятника	от 0 до 999	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений числа колебаний маятника	±1	
Средний период колебаний маятника на контрольной стеклянной пластине, с	1,40±0,02	1,00±0,01
Время уменьшения амплитуды колебаний маятника на контрольной стеклянной пластине при изменении углов отклонения, с: - от 6° до 3° - от 12° до 4°	250±10 -	- 430±10
Допускаемое отклонение углов отклонения маятника от номинального значения, не более: - 3°, 4° - 6°, 12°	±10' ±20'	
Повторяемость результатов измерений числа колебаний маятника, не более: - абсолютная; - относительная, %	5 -	- 3

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом (рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А).

11.2 Твердомер, удовлетворяющий требованиям настоящей методики поверки, признают годным к применению. В случае отрицательных результатов по любому из вышеперечисленных пунктов твердомер признается негодным к применению.

11.3 Результаты поверки вносят в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на твердомер выдается свидетельство о поверке или извещение о непригодности. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке при оформлении.

Приложение А
Форма протокола поверки (рекомендуемая)

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

№ _____

Наименование средства измерения, тип	Твердомер маятниковый лакокрасочных покрытий по методу Кенига-Персоза byko-swing
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение	
Изготовитель	
Год выпуска	
Заказчик (наименование и юридический адрес)	
Серия и номер знака предыдущей поверки (при наличии)	
Дата предыдущей поверки	

Вид поверки: _____

Методика поверки: МП 2512-0002-2022 «ГСИ. Твердомеры маятниковые лакокрасочных покрытий по методу Кенига-Персоза byko-swing. Методика поверки».

Средства поверки: _____

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °С		
Относительная влажность окружающего воздуха, %		

Результаты поверки:

Внешний осмотр _____

Опробование _____

Подтверждение соответствия программного обеспечения _____

Определение технических характеристик маятников

Наименование характеристики	Номинальное значение		Действительное значение	
	Маятник Кенига	Маятник Персоза	Маятник Кенига	Маятник Персоза
Масса, г	200,0±0,2	500,0±0,1		
Диаметр опорных шариков, мм	5,000±0,005	8,000±0,005		
Расстояние между центрами опорных шариков, мм	30,0±0,2	50,0±1,0		
Расстояние от плоскости опоры до острия стрелки, мм	400,0±0,2			
Расстояние от плоскости опоры до центра тяжести, мм	-	60±1		

Определение метрологических характеристик твердомеров

Наименование характеристики	Номинальное значение		Действительное значение	
	Маятник Кенига	Маятник Персоза	Маятник Кенига	Маятник Персоза
Диапазон измерений твердости, усл. ед.	от 0,10 до 1,50			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений твердости, усл. ед.	±0,01			
Дискретность отсчета времени уменьшения амплитуды колебаний маятника, с	1			
Диапазон измерений числа колебаний маятника	от 0 до 999			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений числа колебаний маятника	±1			
Средний период колебаний маятника на контрольной стеклянной пластине, с	1,40±0,02	1,00±0,01		
Время уменьшения амплитуды колебаний маятника на контрольной стеклянной пластине при изменении угла отклонения маятника, с: - от 6° до 3°; - от 12° до 4°	250±10 -	- 430±10		
Допускаемое отклонение углов отклонения маятника от номинального значения, не более: - 3°, 4°; - 6°, 12°	±10' ±20'			
Повторяемость результатов измерений числа колебаний маятника, не более: - абсолютная; - относительная, %	5 -	- 3		

Заключение: СИ соответствует (не соответствует) предъявляемым требованиям и признано годным (не годным) к применению.

На основании результатов поверки выдано (по заявлению владельца СИ):

Свидетельство о поверке № _____ от _____
(Извещение о непригодности № _____ от _____)

Поверку произвел _____
ФИО _____ подпись _____ Дата _____