



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР**

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ
ИЗДЕЛИЙ**

**МАЯТНИКОВЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ
КАЧЕНИЯ**

ГОСТ 23.214—83

Издание официальное

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва**

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ИЗДЕЛИЙ

Маятниковый метод измерения коэффициента
трения качения

Products wear resistance assurance.
Measurement of the rolling friction coefficient
by the pendulum method

ГОСТ
23.214-83

ОКСТУ 0023

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 20 декабря
1983 г. № 6352 срок введения установлен

с 01.07.85

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт устанавливает метод измерения коэффициента трения качения в зоне контакта шаровой опоры с плоской поверхностью испытуемых образцов из материалов, используемых в опорах качения.

Метод основан на измерении затухающих во времени амплитуд свободных колебаний маятника.

1. ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ

1.1. Установка для измерения коэффициента трения качения f_k обеспечивающая:

получение давления в рабочей камере не более 10^{-2} Па безмасляными средствами откачки;

арретирование колеблющегося тела маятника до амплитуды не менее 1 рад;

измерение коэффициента трения качения в диапазоне от 10^{-5} до 10^{-2} при температуре (293 ± 10) К с погрешностью не более 10 %.

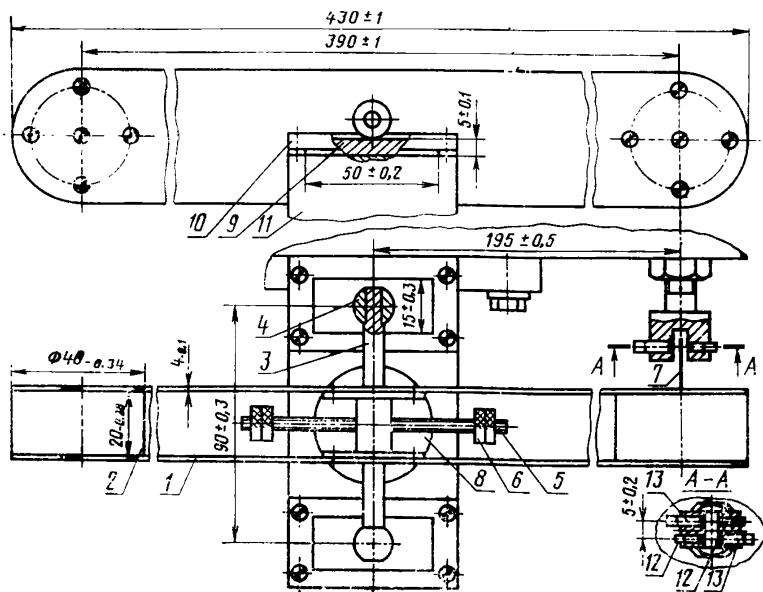


Описание установки приведено в рекомендуемом приложении 1.

1.2. Колеблющееся тело маятника массой $(0,8 \pm 0,1)$ кг (чертеж), содержащее плоские планки 1, цилиндрические грузы 2, ось 3 с шаровыми опорами 4, балансировочную ось 5 с грузами 6, флажок 7, диск 8. В качестве опор качения используют стальные шары по ГОСТ 3722—81 II степени точности, группы Н, диаметром 12,3 мм из стали марки ШХ-15 по ГОСТ 801—78. Цилиндрические грузы 2 изготовляют из латуни марки ЛС 59 по ГОСТ 15527—70, грузы 6 — из стали марки СтЗсп по ГОСТ 380—71, все остальные детали — из алюминиевого сплава Д-16 по ГОСТ 4784—74. Диск 8, имеющий три симметрично расположенных по окружности отверстия, предназначен для арретирования колеблющегося тела маятника вертикальным подъемным устройством. Параметры колеблющегося тела обеспечивают:

период колебаний $(3,8 \pm 0,2)$ с;

линейную скорость перемещения пятна контакта в пределах от $2 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ м/с;



настройку положения равновесия в пределах $2 \cdot 10^{-2}$ рад с погрешностью не более $1 \cdot 10^{-3}$ рад.

1.3. Плоские образцы 9 (см. чертеж) изготавливают из испытуемого материала в виде прямоугольных пластин и крепят прижимом 10 к верхней площадке кронштейна 11.

1.4. Система измерения углов колебаний, включающая два фотодиода 12 типа ФД-8К группы 1691, два светодиода 13 типа АЛ107Б и флажок 7, укрепленный на колеблющемся теле маятника, имеет погрешность не более 5 % в диапазоне углов от 0,02 до 1 рад. Ширина флажка 7, составляющая $(1 \pm 0,1)$ мм, равна ширине каждой из двух щелей, установленных перед фотодиодами 12.

1.5. Промывочные жидкости — бензин по ГОСТ 443—76, ацетон по ГОСТ 2603—79, спирт по ГОСТ 5962—67.

1.6. Протирочный материал — отбеленная хлопчатобумажная бязь по ГОСТ 11680—76.

2. ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЯМ

2.1. Закрепляют испытуемые образцы 9 прижимом 10 к площадке кронштейна 11 (см. чертеж).

2.2. Протирают последовательно бязью, смоченной в жидкостях, указанных в разд. 1, шаровые опоры 4 и рабочую поверхность образцов 9.

2.3. Снимают с арретира диск 8, опуская колеблющееся тело маятника шаровыми опорами 4 на испытуемые образцы 9.

2.4. Устанавливают грузами 6 колеблющееся тело маятника таким образом, чтобы флажок 7 расположился симметрично относительно фотодиодов 12.

2.5. Арретируют колеблющееся тело маятника, герметизируют рабочий объем и откачивают вакуумную систему до давления не выше 10^{-2} Па.

2.6. Рассчитывают интервал времени τ_0 между импульсами с фотодиодов 12, соответствующий начальной амплитуде колебаний α_0 , по формуле

$$\tau_0 = 1,21 \arcsin(0,0128 E^*),$$

где E — модуль Юнга материала испытываемого образца, Па.

3. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

3.1. Освобождают колеблющееся тело маятника от арретира и воздействуя электромагнитом на груз 6 (см. чертеж) раскачивают его до достижения интервала времени между импульсами с фотодиодов 12 до величины τ_0 в соответствии с п. 2.6.

3.2. Регистрируют количество импульсов с фотодиодов 12 и интервалы времени между импульсами до увеличения интервала времени τ на $(20 \pm 5) \%$; по количеству импульсов определяют количество полных колебаний n . Измерения проводят пять раз.

3.3. Арретируют колеблющееся тело маятника.

4. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

4.1. Определяют начальную амплитуду колебаний α_0 по формуле

$$\alpha_0 = 0,0128 [\sin(0,827\tau_0)]^{-1}.$$

4.2. Определяют амплитуду колебаний α_n по формуле

$$\alpha_n = 0,0128 [\sin(0,827\tau_n)]^{-1},$$

где τ_n — интервал времени в с между импульсами с фотодиодов 12 после n полных колебаний.

4.3. Рассчитывают коэффициент трения качения по формуле

$$f_k = (\cos \alpha_n - \cos \alpha_0) [2n(\alpha_0 + \alpha_n)]^{-1}.$$

4.4. Находят среднее арифметическое результата измерения по формуле

$$\bar{f}_k = 0,2 \sum_{i=1}^5 f_{ik},$$

вычисляя \bar{f}_k с точностью до двух значащих знаков.

4.5. Оценивают среднее квадратическое отклонение $\sigma(\bar{f}_k)$ результата измерения по формуле

$$S(\bar{f}_k) = \sqrt{0,05 \sum_{i=1}^5 (f_{ik} - \bar{f}_k)^2}.$$

4.6. Находят доверительные границы ϵ случайной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$ по формуле

$$\epsilon = 2,776 S(\bar{f}_k).$$

4.7. Вычисляют суммарное среднее квадратическое отклонение результата измерения по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{0,00166 \bar{f}_k^2 + S^2(\bar{f}_k)}.$$

4.8. Вычисляют границы погрешности результата измерения по формуле

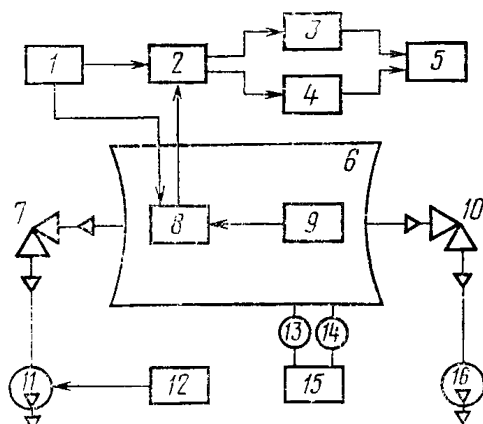
$$\Delta = K S_{\Sigma},$$

где $K = \frac{\epsilon + 0,0778 \bar{f}_k}{S(\bar{f}_k) + 0,04 \bar{f}_k}$.

4.9. В рекомендуемом приложении 2 приводится методика определения коэффициента гистерезисных потерь испытуемого материала с помощью результата измерения коэффициента трения качения. Методика применима для материалов с коэффициентом гистерезисных потерь $C \geq 0,05$.

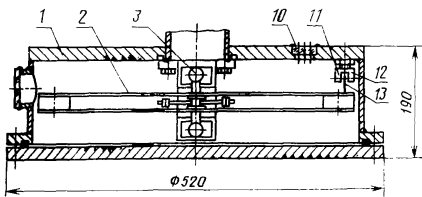
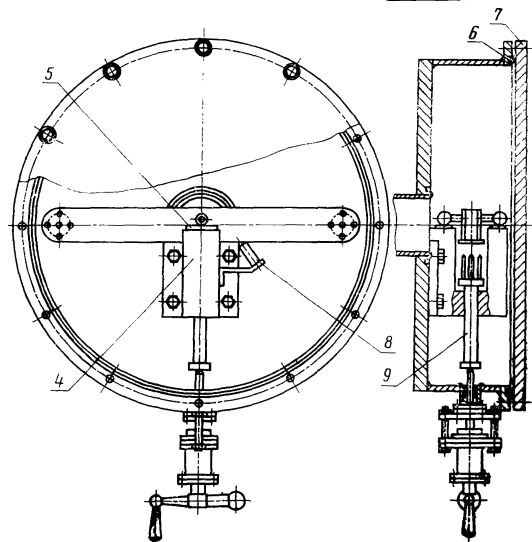
УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА
ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ

Схема установки приведена на черт. 1. Вентили 7 и 9 соединяют рабочую камеру 6 с магнитоэлектрическим насосом 11 и цеолитовым насосом 16. Система индикации 8 и предварительный усилитель 2, питаемые блоком 1, формируют электрические импульсы, поступающие на вход электронных частотомеров 3, 4. Частотомер 3 измеряет интервалы времени между импульсами, что позволяет определить амплитуду колебаний. Частотомер 4 суммирует импульсы, в течение одного полного периода колебаний формируется 4 импульса. Цифропечатающее устройство 5 фиксирует результаты измерений частотомеров 3, 4 через определенное количество колебаний или через заданный интервал времени.



1—блок питания типа Б5-44; 2—предварительный усилитель; 3, 4—частотомер типа Ф5080; 5—цифропечатающее устройство типа Ф5033К; 6—рабочая камера; 7—вентиль; 8—система измерений углов колебаний; 9—маятник; 10—вентиль; 11—магнитоэлектрический насос типа НОРД-100; 12—блок питания насоса; 13—преобразователь манометрический термопарный МПТ-2; 14—преобразователь манометрический ионизационный ПМИ-2; 15—вакуумметр типа ВИТ-3; 16—цеолитовый насос типа ЦВА-1-2

Черт. 1



Черт. 2

На черт. 2 представлена схема маятника, установленного на фланце вакуумной камеры 1. Для предохранения от сотрясений, случайных толчков и вибраций камера 1 крепится на специальном фундаменте. Колеблющееся тело 2 опирается двумя шаровыми опорами 3 на укрепленный на кронштейне 4 испытуемый образец 5. Резиновая прокладка 6 герметизирует камеру 1 с фланцем 7. Электромагнит 8 раскачивает колеблющееся тело 2 до заданной амплитуды. Шток 9 при движении вверх арретирует колеблющееся тело 2. Токовводы 10 обеспечивают питание электромагнита 8, светодиодов 11 и съем информации с фотодиодов 12. Фотодиоды 12 и светодиоды 11 обеспечивают формирование электрических импульсов при прохождении флажка 13 мимо щелей, установленных перед фотодиодами 12. Один из фотодиодов 12 и один из светодиодов 11 расположены с одной стороны от флажка 13, а остальные — с другой стороны. Расположение фотодиодов 12 рядом со светодиодами 11 устраняет паразитную засветку фотодиодов светодиодами, что расширяет диапазон измерений в сторону малых углов колебаний.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ГИСТЕРЕЗИСНЫХ ПОТЕРЬ

При $\overline{f_k} > 1 \cdot 10^{-4}$ основной вклад в силу сопротивления качению вносит гистерезисная составляющая, что позволяет по полученному значению $\overline{f_k}$ определить также коэффициент гистерезисных потерь C материала испытуемого образца по формуле

$$C = 0,13 \overline{f_k} E^{1/2},$$

где E — модуль Юнга материала образца, Па.

Редактор *С. И. Бобарыкин*
Технический редактор *В. Н. Малькова*
Корректор *В. Ф. Малюгина*

Сдано в наб. 25.01.84 Подп. к печ. 19.03.84 0,75 усл. п. л. 0,75 усл. кр.-отт. 0,41 уч.-изд. л.
Тираж 16000 Цена 3 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер., 3.
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 249