ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА
(В Н И И М)

МЕТОДИКА

ПОВЕРКИ ГОЛОВОК ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРУЖИННЫХ С ЦЕНОЙ ДЕЛЕНИЯ 0,05 мкм

МИ 12—74

Москва — 1975

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНА Всесоюзным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом метрологии им Д. И. Менделеева (ВНИИМ)

Директор **В. О. Арутюнов**

Руководитель темы **Я. М. Цейтлин**

Исполнитель **И. А. Гофман**

ПОДГОТОВЛЕН К УТВЕРЖДЕНИЮ лабораторией законодательной метрологии ВНИИМ

Руководитель лаборатории **М. И. Селиванов**

Исполнитель **А. И. Орлова**

УТВЕРЖДЕНА Научно-техническим советом ВНИИМ 29 февраля 1974 г. (протокол № 3)

© Издательство стандартов, 1975

УДК 531.71.5.089.6

МЕТОДИКА

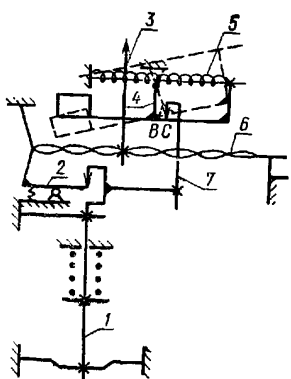
ПОВЕРКИ ГОЛОВОК ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРУЖИННЫХ С ЦЕНОЙ ДЕЛЕНИЯ 0,05 мкм МИ 12—74

Настоящая методика распространяется на измерительные пружинные головки типов 005 ИГП и 005 ИГПУ с ценой деления 0,05 мкм, пределами измерений ±2 мкм, выпускаемые по ТУ 2-034-276-72, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1. НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО

Измерительные пружинные головки типов 005 ИГП и 005 ИГПУ предназначены для линейных измерений.

Головки имеют пружинный механизм. Основной деталью головки является бронзовая скрученная лента *6* (рис. 1). К середине



1—измерительный стержень; *2*—гибкая лента; *3*—стрелка; *4*—рычаг компенсатора; *5*—пружина; *6*—скрученная лента; *7*—толкатель.

Рис. 1

ленты приклеена стрелка *3* из стеклянной нити. При перемещении измерительного стержня *1* связанная с ним гибкая лента *2* растягивает скрученную ленту *6*, в результате стрелка поворачивается на угол, пропорциональный перемещению измерительного стержня. У головки 005 ИГПУ имеется силовой компенсатор *4, 5, 7*. В оформлении передаточного элемента *2* и силового компенсатора возможны варианты.

Головки имеют механизм точной установки нуля и снабжены арретиром с теплоизоляционной планкой. Для исключения погрешности от параллакса отсчетное устройство головки оснащено дуговым зеркалом.

2. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки выполняются операции и применяются средства поверки, указанные в таблице.

Наименование операций	Номер пункта методики	Средства поверки и их нормативно-технические характеристики	Обязательность проведения операций при	
			выпуске из производства и ремонте	эксплуатации и хранении
1. Внешний осмотр	4.1	—	да	да
2. Проверка взаимодействия узлов	4.2	Стойка С-1 (ГОСТ 10197—70)	да	да
3. Проверка измерительных наконечников	4.3	По ГОСТ 11007—66	да	да
4. Определение ширины штрихов и ширины рабочей части стрелки	4.4	Универсальный микроскоп (ГОСТ 14968—69). Инструментальный микроскоп (ГОСТ 8074—71)	да	нет
5. Измерение присоединительного диаметра и посадочного диаметра под измерительный наконечник	4.5	Скоба с отсчетным устройством (ГОСТ 11098—64) или микрометр рычажный (ГОСТ 4381—68). Пределы измерения 0—25 и 25—50 мм. Плоскопараллельные концевые меры длины класса 3 (ГОСТ 9038—73)	да	нет
6. Определение измерительного усилия	4.6	Специальное приспособление (рис. 2). Набор гирь (ГОСТ 7328—73). Стойка С-1 (ГОСТ 10197—70) Циферблатные весы типа ВЦН (ГОСТ 13882—68).	да	да
7. Определение шероховатости поверхности гильзы	4.7	Образцы шероховатости 7, 8 и 9-го классов (ГОСТ 9378—60)	да	нет
8. Определение основной погрешности	4.8	Интерферометры для поверки контактных приборов (рис. 3 и 4). Погрешность интерферометров 0,007 мкм	да	да
9. Определение размаха показаний	4.9	Стойка С-1 (ГОСТ 10197—70). Плоскопараллельные концевые меры длины класса 0 размеров 5—10 мм (ГОСТ 9038—73)	да	да

2.2. Допускается применение других средств поверки, прошедших метрологическую аттестацию в органах государственной метрологической службы, точность которых удовлетворяет требованиям настоящей методики.

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1. Условия поверки должны соответствовать нормальным условиям выполнения линейных измерений (ГОСТ 8.050—73).

3.2. Направление линии измерения — вертикальное наконечником вниз.

4. ПОВЕРКА

4.1. При проведении внешнего осмотра проверяют комплектность головок и устанавливают соответствие их следующим требованиям:

а) головки должны быть укомплектованы наконечником со сферической поверхностью — I шт., арретиром с планкой — I шт., лупой — I шт. и паспортом;

б) маркировка, упаковка и хранение головок должны соответствовать ГОСТ 13762—68;

в) наружные металлические поверхности головок должны иметь надежное противокоррозионное покрытие;

г) на наружных поверхностях не должно быть дефектов, влияющих на эксплуатационные качества. При выпуске из производства не допускаются также дефекты, ухудшающие внешний вид;

д) шкала должна быть светлого тона с четкими штрихами, цифрами и надписями;

е) защитное стекло шкалы должно быть чистым, прозрачным и не иметь дефектов, препятствующих отсчету показаний.

4.2. Поверку взаимодействия узлов головок осуществляют путем опробования ее в стойке С-1, при этом:

а) измерительный стержень головки должен перемещаться плавно, без заеданий и толчков;

б) стрелка при любом положении головки должна передвигаться без заеданий и возвращаться в исходное положение;

в) фиксатор ограничения хода измерительного стержня должен надежно закреплять измерительный стержень;

г) конец стрелки должен перекрывать короткие отметки шкалы не менее чем на 0,3 и не более чем на 0,8 их длины;

д) расстояние от плоскости шкалы до стрелки не должно превышать 0,7 мм в рабочем положении головки. Это расстояние определяют по параллаксу. Для этого стрелку устанавливают в нулевое положение и производят несколько отсчетов. Перед каждым отсче-

том, повернув голову, наблюдатель изменяет угол зрения (примерно до 45°). Разность между отсчетами не должна превышать 0,7 деления шкалы;

е) арретир должен свободно надеваться на гильзу, надежно закрепляться и не мешать свободному ходу измерительного стержня;

ж) винт точной установки стрелки на нуль должен передвигаться плавно. Пределы перемещения стрелки должны быть не менее шести делений шкалы.

4.3. Измерительные наконечники должны быть типа НГС, класса 0 точности. Проверку наконечников проводят по ГОСТ 11007—66.

4.4. Ширину отметок шкалы и ширину рабочей части стрелки определяют на универсальном или инструментальном микроскопе. На шкале следует проверить не менее двух отметок наиболее широких и двух наиболее тонких. Ширина отметок шкалы должна быть в пределах 0,15—0,25 мм. Разница в ширине отдельных отметок в пределах одной шкалы не должна превышать 0,05 мм. Ширина стрелки в той ее части, которая находится над отметками, должна составлять 0,15—0,20 мм.

4.5. Присоединительный диаметр головки и посадочный диаметр под измерительный наконечник измеряют при помощи скобы с отсчетным устройством или рычажным микрометром с пределами измерения 0—25 мм и 25—50 мм методом сравнения с концевой мерой класса 3. Присоединительный диаметр головки должен быть 28—0,021 мм, посадочный диаметр под измерительный наконечник — 6—0,008 мм.

4.6. Измерительное усилие определяют при помощи весов или набора гирь массой 1—150 г и специального приспособления (рис. 2). Приспособление укрепляют на гильзе поверяемой головки, как указано на рисунке. Может быть использовано приспособление для определения измерительного усилия у контактных интерферометров с переменной ценой деления. Гири необходимой массы присоединяют к рычагу приспособления. Под их действием стрелка головки должна переместиться от начального значения шкалы к конечному значению. У начального и конечного значений шкалы следует зафиксировать массу гирь. По наибольшей массе взятых гирь определяют измерительное усилие. Для головок типа 005 ИГП оно не должно превышать 150 сН, для головок типа 005

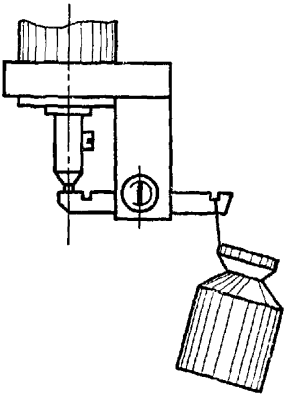


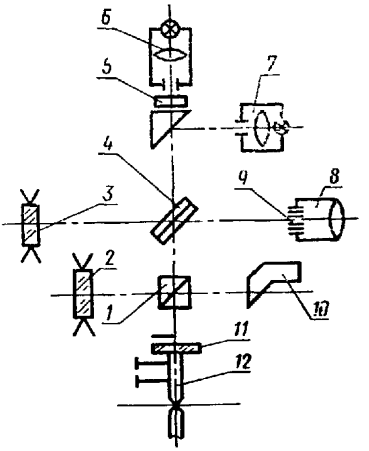
Рис. 2

ИГПУ — 50 сН. По разности масс гирь, соответствующих начальному и конечному значениям шкалы, определяют колебание измерительного усилия. Для головок типа 005 ИГП оно не должно превышать 20 сН, для головок типа 005 ИГПУ — 15 сН.

4.7. Шероховатость наружной поверхности гильзы определяют путем визуального сравнения с соответствующими образцами шероховатости или с образцами деталей, аттестованными на приборах для определения шероховатости поверхности. Шероховатость наружной поверхности гильзы должна быть не грубее класса 8 шероховатости (ГОСТ 2789—73).

4.8. Основную погрешность головок определяют на интерферометрах для проверки контактных приборов. Рекомендуемые схемы интерферометров изображены на рис. 3 и 4.

4.8.1 Интерферометр, схема которого приведена на рис. 3, состоит из стойки, монохроматического источника света *6*, разделительной призмы *1*, подвижного зеркала *11*, укрепленного на измерительном стержне *12*, относительного зеркала *2*, призмы двойного изображения *10*, источника белого света *7*, дополнительной разделительной пластины *4*, относительного зеркала *3* и приемного устройства *8* со шкалой *9*. Устройство, включающее в себя источник белого света, дополнительную разделительную пластину *4*, относительное зеркало *3* и приемное устройство *8* со шкалой *9*, используется в интерферометре как позиционный счетчик числа интерференционных полос



1—разделительная призма; *2* и *3*—относительные зеркала; *4*—разделительная пластина; *5*—элемент Фабри-Перо; *6*—монохроматический источник света; *7*—источник белого света, *8*—приемное устройство; *9*—шкала; *10*—призма; *11*—подвижное зеркало; *12*—измерительный стержень.

Рис. 3

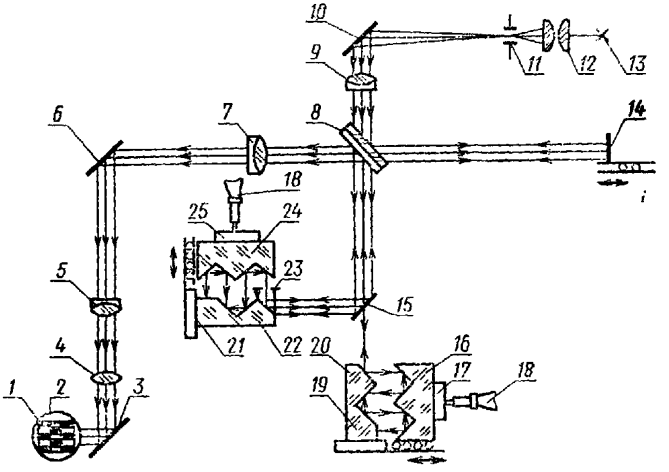
Работа на приборе выполняется следующим образом. Включают монохроматический источник света с длиной волны λ, аттестованной с погрешностью, не превышающей 10^{-5}. Совмещают ряды интерференционных полос, наблюдаемых в призме двойного изображения путем подачи соответствующего напряжения на пьезопреобразователь вертикального перемещения. Устанавливают стрелку поверяемой головки на нулевую отметку шкалы — нуль начальный. Измерительный стержень интерферометра и измерительный стержень головки перемещают на величину $n\frac{\lambda}{4}$ мкм, соответствующую по заданному целому числу n совпадений полос. Осуществляют отсчет по шкале поверяемой головки. Измерительный стержень интерферометра возвращают на то же число совпадений

полос и по шкале головки проверяют нулевую отметку — нуль конечный. Результат считается удовлетворительным, если нуль конечный отличается от нуля начального не более чем на 1/10 деления шкалы головки. В противном случае определение погрешности повторяют.

Погрешности в каждом интервале определяют не менее трех раз. Погрешность головки в одном из интервалов определяют как разность между средним арифметическим из трех показаний головки и перемещением измерительного стержня интерферометра на целое число совмещений полос. Пример определения погрешности головки приведен в приложении.

Погрешность головки определяют от нулевой отметки шкалы не менее чем в восьми интервалах (4 интервала на плюсовой части шкалы и 4 на минусовой), равномерно расположенных по всей шкале. При этом алгебраическая разность наибольших положительной и отрицательной погрешностей в любых интервалах шкалы не должна превышать 0,03 мкм на участке шкалы в пределах 30 делений и 0,05 мкм на участке шкалы более 30 делений.

4.8.2. Описание и принцип работы интерферометра, схема которого приведена на рис. 4. Свет от источника монохроматическо-



1 и *2*—интерференционные полосы; *3* и *6*—поворотные зеркала; *4, 5* и *7*—объективы зрительной трубы; *8*—разделяющая пластина; *9, 10* и *11*— коллиматор; *12*—конденсор; *13*—источник монохроматического излучения; *14*—относительное зеркало; *15*—зеркало; *16, 19* и *20*—угловые зеркала; *17*—каретка; *18*—поверяемый прибор; *21, 22* и *24*—угловые зеркала; *23*—зеркало с отверстием; *25*—каретка.

Рис. 4

го излучения *13*, коллиматором *9, 10, 11* направляется на разделяющую пластину *8*, где делится на две части, одна из которых падает на относительное зеркало *14*, а вторая зеркалом *15* направляется на грань неподвижных угловых зеркал *21, 22*. После отраже-

ния пучок света направляется на угловое зеркало *24* и, отразившись от его граней, падает на вторую грань неподвижных зеркал *21*, *22*. Далее пучок совершает свой обратный путь от разделяющей пластины, где соединяется с пучком, отраженным от относительного зеркала *14*. Эти два пучка интерферируют. В поле зрительной трубы наблюдаются интерференционные полосы *1* и *2* равной толщины. Перемещая каретку *25* с укрепленной на держателе головкой, по количеству смещенных интерференционных полос на величину $n\frac{\lambda}{8}$ определяют погрешность в одном интервале головки в вертикальном положении. Для поверки головки в горизонтальном положении направляют пучок света от разделяющей пластины *8* в ветвь горизонтального блока на угловые зеркала *20*, *19*, *16*. Погрешность в одном из интервалов определяют по методу, описанному в п. 4.8.1, с той лишь разницей, что совмещение рядов интерференционных полос на данном приборе заменено совмещением середины соответствующей интерференционной полосы с указателем.

4.9. Размах показаний определяют путем десятикратного арретирования измерительного наконечника, приведенного в контакт с помещенной на столе стойки С-1 концевой мерой класса 0 размером 5—10 мм.

Размах показаний определяют в трех отметках шкалы, соответствующих начальному, конечному и нулевому значениям шкалы. Разность между наибольшим и наименьшим отсчетами на данной отметке шкалы принимают за размах показаний. Размах показаний не должен превышать $^1/_2$ деления шкалы головки.

5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

5.1. Головки, прошедшие поверку с положительными результатами, признаются годными к выпуску в обращение и применению, и на них выдается свидетельство о государственной или ведомственной поверке.

Результаты поверки головок при выпуске из производства заносятся заводом-изготовителем в паспорт прибора.

5.2. Головки, прошедшие поверку с отрицательными результатами, к выпуску в обращение и применению не допускаются, на них выдается извещение о непригодности с указанием ее причины или делается соответствующая отметка в паспорте.

ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТИ ГОЛОВКИ НА ИНТЕРФЕРОМЕТРЕ

Длина волны монохроматического источника света интерферометра (см. рис. 3) λ равна 0,55285 мкм. Смещение измерительного стержня интерферометра на два последовательных совмещения рядов интерференционных полос вызывает смещение измерительного стержня головки, предварительно установленной на нуль, на $(1/4 \cdot 0{,}55285 \cdot 2) = 0{,}27642$ мкм. При этом среднее из трех отсчетов на плюсовой части шкалы головки равно 0,263 мкм. Разность между значением 0,263 и 0,27642 мкм даст погрешность головки 0,263—0,276 = —0,013 мкм в интервале $0 - \lambda/4 \cdot 2$. Аналогично определяют погрешность в минусовой части шкалы и в других интервалах шкалы. Пример записи результатов измерений и определения погрешности приведен в таблице.

ПРОТОКОЛ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТИ ГОЛОВКИ

Число совмещений полос	Интервал перемещений	$\lambda/4 \cdot n$, мкм	Показание головки, мкм		Погрешность поверяемого интервала, мкм	
			+	—	+	—
2	$0—\lambda/4 \cdot 2$	0,27642	0,260 0,270 0,260 ср. 0,263	—0,290 —0,280 —0,280 ср. —0,283	—0,013	—0,007
6	$0—\lambda/4 \cdot 6$	0,82926	0,830 0,850 0,840 ср. 0,840	—0,840 —0,840 —0,850 ср. —0,843	+0,011	—0,014
10	$0—\lambda/4 \cdot 10$	1,3821	1,400 1,390 1,390 ср. 1,393	—1,400 —1,400 —1,400 ср. —1,400	+0,011	—0,018
14	$0—\lambda/4 \cdot 14$	1,9349	1,950 1,940 1,960 ср. 1,950	—1,960 —1,950 —1,950 ср. —1,953	+0,015	—0,018

Наибольшая погрешность головки на участке в 30 делений шкалы равна 0,024 мкм, на участке свыше 30 делений равна 0,033 мкм.

Примечание. Числовые значения приведены в качестве примера.

МЕТОДИКА

поверки головок измерительных пружинных с ценой деления 0,05 мкм

МИ 12—74

Редактор *Л. В. Ярова*

Технический редактор *В. Н. Малькова*

Корректор *В. М. Смирнова*

Т—07621. Сдано в наб. 15.08.74. Подп. в печ. 12.04.75 0,75 п. л. 0,57 уч. изд. л.
Тир. 3000 Бумага тип. № 2 Цена 6 коп.

gost.e-ecolog.ru

Издательство стандартов. Москва. Д-22. Новопресненский пер., д. 3.
Вильнюсская типография Издательства стандартов, ул. Миндауго, 12/14. Зак. 628