

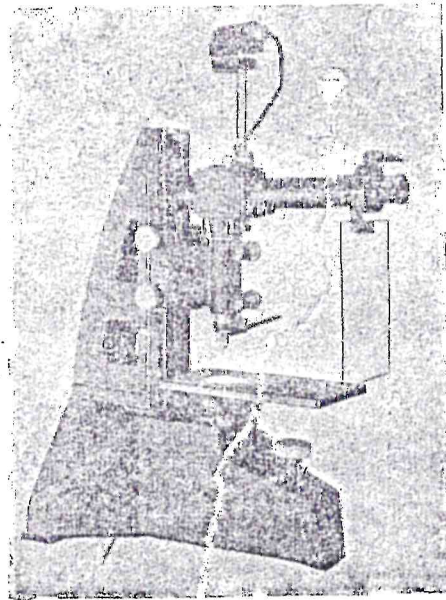
Московский (городской) Совет народного хозяйства

МОСКОВСКИЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ ЗАВОД «КАЛИБР»

КК

Инструкция по пользованию

# ИНТЕРФЕРОМЕТР КОНТАКТНЫЙ ВЕРТИКАЛЬНЫЙ типа ИКПВ $T = 26$



Москва — 1958

## I. Назначение интерферометра

Интерферометр контактный вертикальный типа ИКПВ системы И. Уверского предназначен для измерения длин различных объектов до 150 мм с высокой точностью методом сравнения с концевыми мерами, калибрами и образцовыми деталями в лабораторных и цеховых условиях.

## II. Принцип действия интерферометра

Действие контактного интерферометра основано на принципе двухлучевой интерференции света, возникающей без участия измеряемого объекта и действующей как масштабный механизм высокой чувствительности, причем черная ахроматическая полоса интерференции белого света служит для неподвижной шкалы подвижным указателем положения измерительного стержня в приборе.

Шкала прибора градуируется на любую цену деления путем изменения ширины интерференционных полос в пределах их четкости и может выражать длину в длинах световых волн, микронах, микродюймах и т. п. величинах.

Измерительное усилие прибора переменное и устанавливается на требуемую величину в широких пределах.

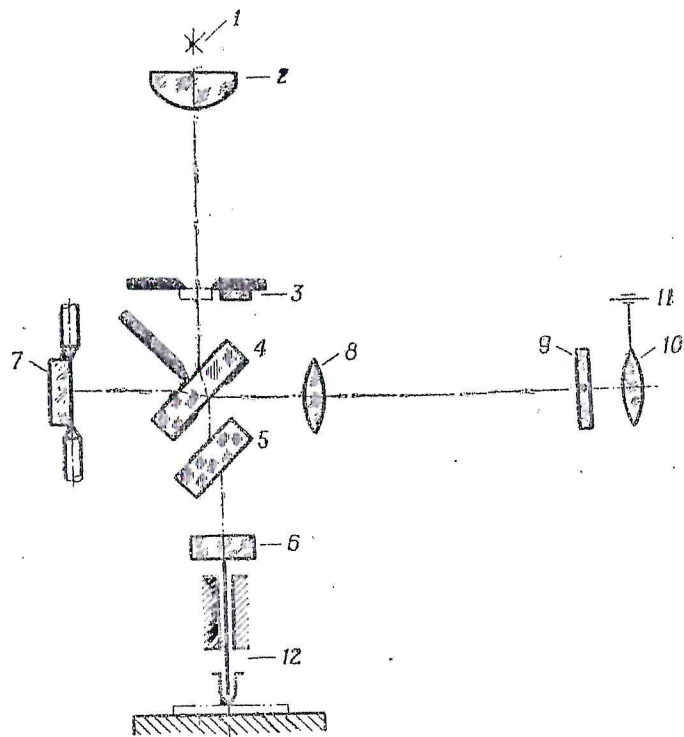
## III. Оптическая система интерферометра

Схему контактного интерферометра составляют (фиг. 1): лампочка электрическая 1, линза конденсорная 2, светофильтр интерференционный монохроматический 3, пластина разделительная 4, компенсатор 5, зеркало подвижное 6, зеркало основ- мерительный 12.

Конденсор 2 собирает белый свет электрической лампочки 1 и направляет его непосредственно, или через светофильтр 3 на разделительную пластину 4.

Разделительная плоскопараллельная пластина 4 служит для одновременного наблюдения двух зеркал 6 и 7, располо-

женных во взаимно перпендикулярных плоскостях и освещаемых посредством пластины 4 одним источником света. С целью устранения вредных отражений от рабочей поверхности рабо-



Фиг. 1. Схема трубки интерферометра

чая поверхность этой пластины ограничена щелью, ширина которой не больше толщины пластины, а нерабочая поверхность разграничена светопоглощающей ширмой, установленной вдоль линии симметрии щели.

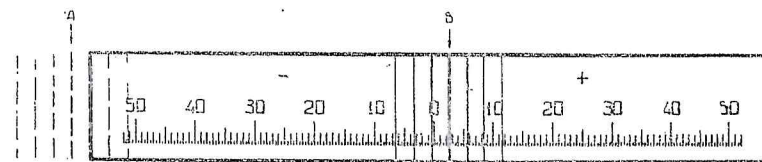
Одинаковые оптические условия для света, направленного рабочей поверхностью пластины на зеркала 6 и 7, создаются компенсатором 5, помещенным вне оси объектива 8.

Пучки света, отраженные зеркалами 6 и 7, проходят в объектив 8, установленный на оба зеркала прибора и

при небольшой разности хода лучей интерферируют в плоскости шкалы 9.

Интерференционные полосы и шкала наблюдаются одновременно через окуляр 10, который может поворачиваться около оси 11 и таким путем устанавливаться против любой полосы в любом месте шкалы.

Зеркало 6 укреплено на измерительном стержне 12 и вместе с ним может перемещаться вдоль оси стержня. Подъем или опускание зеркала 6 вызывает пропорциональное и весьма увеличенное перемещение интерференционной картины в плоскости шкалы. При этом наиболее характерная и единственная черная ахроматическая полоса интерференции белого света, направленная вдоль штрихов шкалы, может служить подвижным указателем для этой шкалы (фиг. 2).

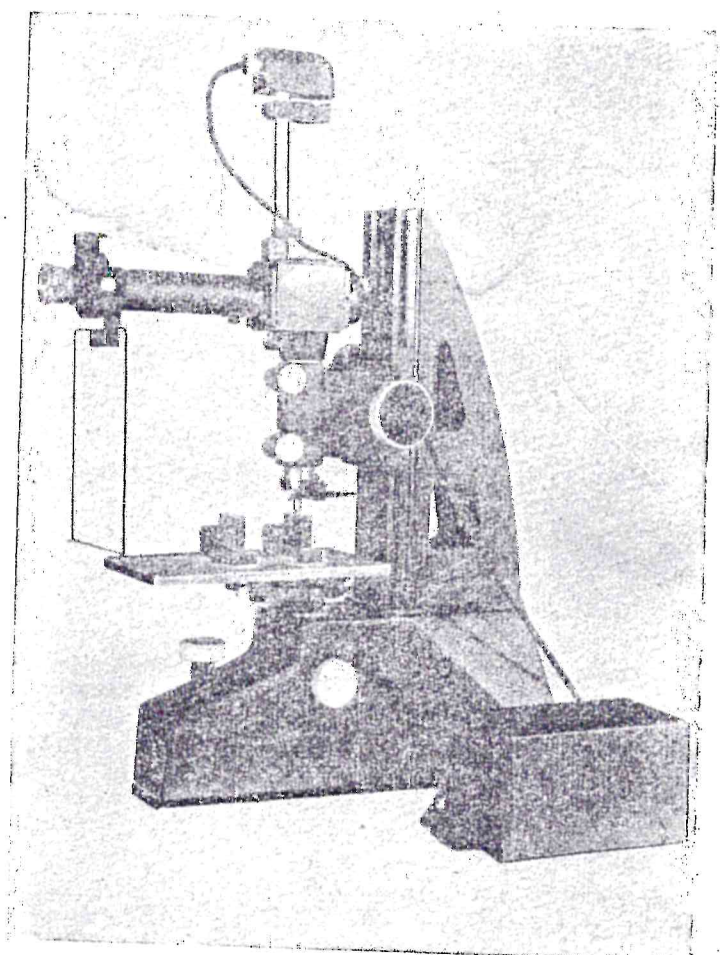


Фиг. 2. Шкала интерферометра  
В — рабочее положение указателя  
А — исходное положение указателя

Зеркало 7 укреплено на шпильках и может поворачиваться около горизонтальной и вертикальной осей. При этом изменяется ширина и направление интерференционных полос.

Направление перемещения измерительного стержня и направление перемещения черной полосы согласовываются путем расширения интерференционных полос с переходом через максимум, после чего они сужаются и перемещаются в обратном направлении.

Светофильтр подвижен и включается, когда на шкале необходимо наблюдать большое количество отчетливых интерференционных полос в монохроматическом свете. Например, когда шкала градуируется или поверяется. При этом учитывается, что смещению интерференционной картины на ширину интерференционной полосы соответствует перемещение измерительного стержня вдоль оси на половину длины световой волны, пропускаемой светофильтром, т. е.  $0,5 \lambda$ . В результате  $\lambda$ , известная из аттестата на прибор, служит для этого прибора образцовой мерой длины.



Фиг. 3. Интерферометр ИКПВ

### Оптические характеристики системы

Объектив	Окуляр	Шкала				
		Число делений	Видимая ширина деления в мм	цена деления в мк		
				0,2	0,1	0,05
увеличение						
ИТ=3X	ОМС-12,5X	±50	2,25	11250	22500	45000

Примечание. Каждое деление разделено пополам дополнительным штрихом, облегчающим отсчет десятых долей деления.

#### IV. Краткое описание вертикального интерферометра

Интерферометр вертикальный ИКПВ состоит из трубки и стойки со сменными столами и приспособлениями для установки измеряемых объектов (фиг. 3).

##### 1. Трубка

Трубка интерферометра имеет Г-образную форму и в основном состоит из оптических деталей, указанных в разделе III. Корпус трубки составляют дет. 1 и 2 (фиг. 4).

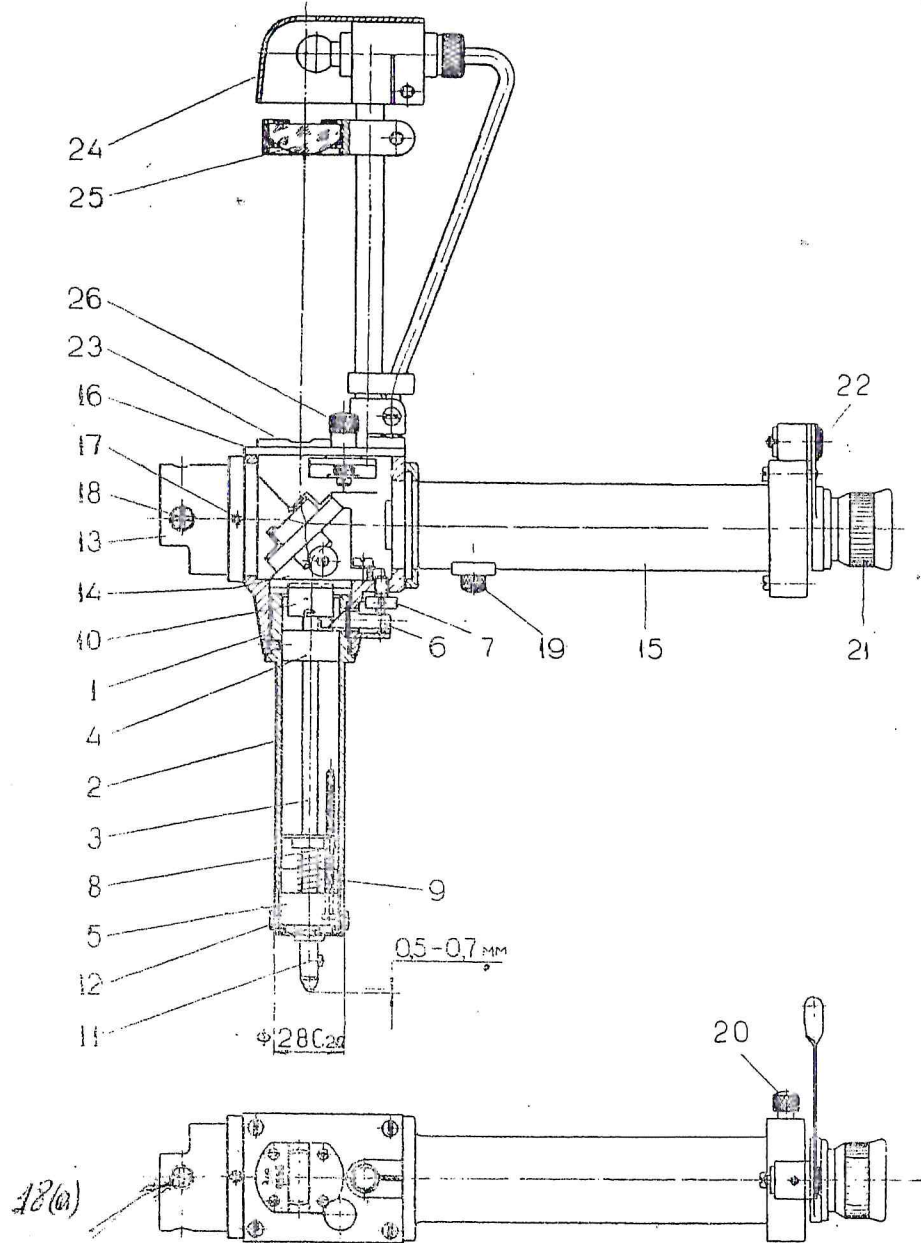
Измерительный стержень 3 подвешен в корпусе на кольцевых пружинах, находящихся в оправках 4 и 5. Он легко перемещается вдоль своей оси и не имеет радиального люфта. Его движение ограничено оправой 5 и упором 6. Положение упора регулируется винтом 7.

Пружина 8 прижимает измерительный стержень к упору с усилием, которое регулируется винтом 9 и устанавливается отверткой на требуемую величину при помощи специального везового приспособления (фиг. 5).

На внутреннем конце измерительного стержня укреплено зеркало в оправе 10, на наружном — одет наконечник 11.

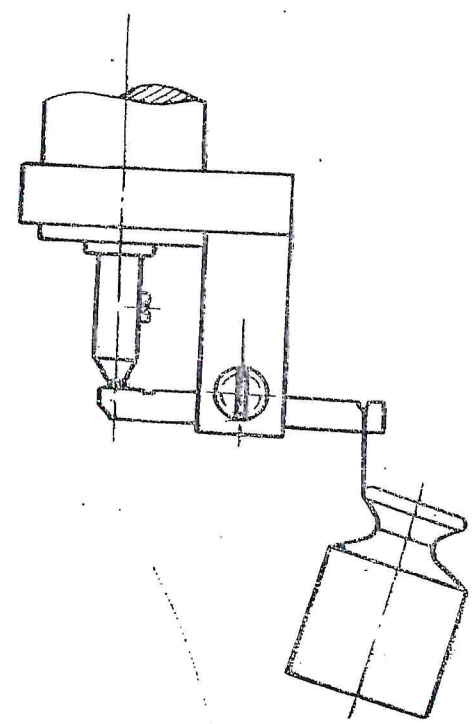
Отводка 12 присоединяется к трубке так, чтобы в нерабочем состоянии ее рычаг не касался наконечника, но мог подымать его на требуемую величину. Подъем рычага регулируется специальным винтом, встроенным в отводку.

К корпусу привинчены: стакан 13, угольник 14, микроскоп 15 и крышка 16.



Фиг. 4. Трубка интерферометра

В стакане 13 находится зеркало основное, укрепленное на шпильках 17. Оно может поворачиваться микровинтами 18 и таким путем юстироваться относительно зеркала в оправе-10.



Фиг. 5. Весовое приспособление

На угольнике 14 укреплены разделительная пластина и компенсатор интерференционной камеры.  
 Микроскоп установлен на оба зеркала интерферометра. Для этого его объектив может перемещаться вдоль своей оси и прочно стопориться винтом 19. Винт 20 служит для продольного перемещения шкалы при установке прибора на нулевой отсчет.  
 Окуляр 21 поворачивается на оси 22 и таким путем устанавливается приосевой частью на любой штрих шкалы.  
 Крышка 16 имеет световое окно в оправе 23 и зажим для крепления фонаря 24 с конденсорной линзой 25. К крышке при-



соединен светофильтр, который может поворачиваться ручкой 26, и таким путем устанавливается в требуемое положение (см. раздел III).

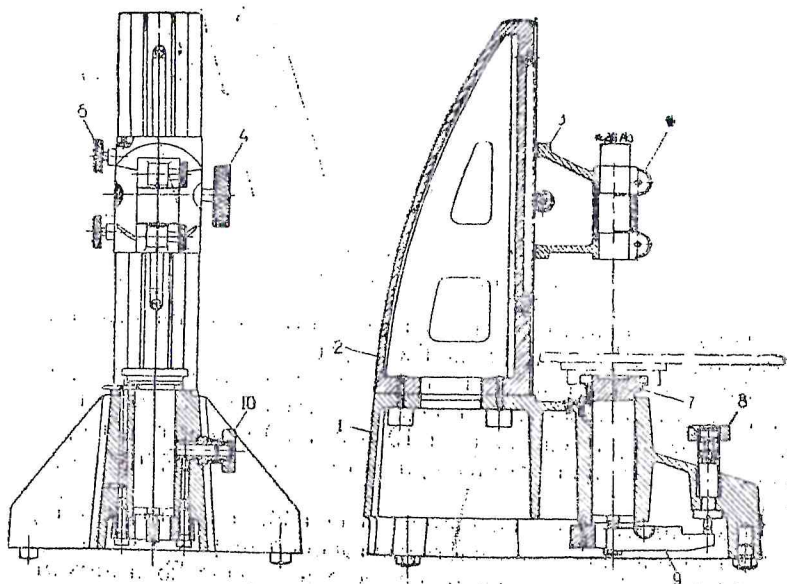
Действительное значение длины волны света  $\lambda$ , пропускаемая светофильтром, маркируется на оправе 23 и записывается в аттестат на прибор.

Освещение производится электрической лампой СЦ-80, включаемой через трансформатор 127—220/8, вольт и реостат, служащий для регулирования силы свечения лампы.

Кроме весового приспособления (фиг. 5) к трубке прилагаются: наконечники, ключ для вращения микровинтов 18, ключ для регулирования окуляра на оси 22, штифт для поворота винта 7 и отвертка для установки измерительных наконечников 11 (фиг. 4).

## 2. Стойка

Стойка интерферометра имеет жесткую конструкцию. Ее корпус состоит из основания 1 и угольника 2, соединенных прочно (фиг. 6).



Фиг. 6. Стойка интерферометра

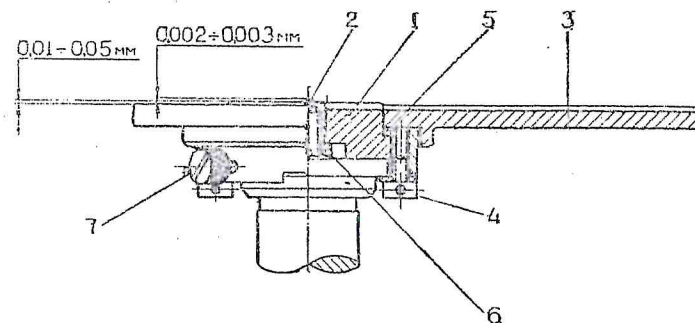
Кронштейн 3 перемещается по направляющим угольника кремальерой 4 и стопорится винтами 5. К кронштейну присоединяется трубка интерферометра винтами 6.

Ход кронштейна регулируется упорными винтами и гайкой кремальеры 4, которая может поворачиваться прилагаемым ключом.

Шток 7, встроенный в основание, служит для крепления сменных столов прибора и может перемещаться вдоль своей оси микровинтом 8 через рычаг 9. Он стопорится гайкой 10.

## 3. Стол ребристый

Ребристый стол 1 со сферическим поднаконечником 2 и вспомогательный стол 3 (фиг. 7) укрепляются на штоке стойки



Фиг. 7. Стол ребристый

винтами 4 через компенсатор 5 и служат для установки на приборе плоско-параллельных концевых мер длины до 20 мм и тому подобных деталей, у которых может быть вогнутость рабочих поверхностей в свободном состоянии до 0,0015 мм. При этом к трубке интерферометра присоединяется сферический наконечник.

Возвышение поднаконечника на 0,002—0,003 мм фиксируется контргайкой 6. Снижение вспомогательного стола на 0,01—0,05 мм обеспечивается компенсатором. Радиальная юстировка с целью совмещения вершины сферического поднаконечника стола с вершиной сферического наконечника трубки достигается винтами 7.

Размеры, указанные на фиг. 7, обязательны.

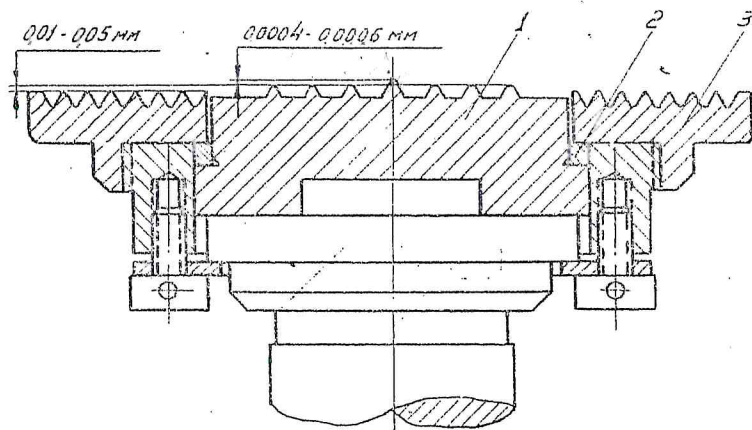
## 4. Стол ребристый дополнительный

Дополнительный ребристый стол 1 через компенсатор 2 (фиг. 8) укрепляется на штоке стойки взамен ребристого сто-

ла 1 с компенсатором 5 (фиг. 7), как указано выше, и вместе с вспомогательным столом 3 служит для установки на приборе плоскопараллельных концевых мер длины до 150 мм и т. п. деталей, у которых может быть вогнутость рабочих поверхностей в свободном состоянии до 0,0003 мм.

Возвышение срединного ребра на 0,0004—0,0006 мм получается при изготовлении или ремонте стола. Снижение вспомогательного стола на 0,01—0,05 мм обеспечивается компенсатором. Радиальная юстировка с целью совмещения оси срединного ребра с вершиной сферического наконечника трубки достигается винтами 7 (рис. 7).

Размеры, указанные на рис. 8, обязательны.



Фиг. 8. Стол ребристый дополнительный

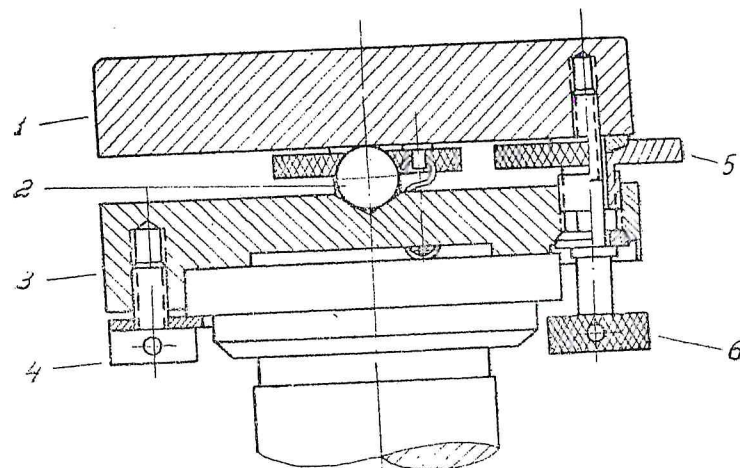
Для каждого прибора комплект ребристых столов и к ним компенсаторы клеймятся условным общим номером, причем номер компенсатора для стола со сферическим поднаконечником дополняется буквой «С», а номер компенсатора для дополнительного стола — буквой «П».

Комплект ребристых столов снабжается движками для перемещения концевых мер длины типа МКП (фиг. 3).

### 5. Стол основной

Основной стол состоит из пластины 1, опирающейся через шарик 2 на корпус 3, который укрепляется на штоке стойки

винтами 4 (фиг. 9) и служит для установки на приборе калибров, контркалибров и тому подобных деталей до 150 мм.



Фиг. 9. Стол основной

Пластина 1 устанавливается параллельно измерительной поверхности наконечника трубки прибора микровинтами 5 и в требуемом положении стопорится винтами 6. При этом пользуются прилагаемой к прибору плоскопараллельной стеклянной пластиной так же, как при установке стола вертикального оптиметра.

Требуемое ориентирование измеряемых деталей на основном столе достигается упором, который присоединяется к угольнику стойки.

Крепление стола на штоке стойки рекомендуется производить прилагаемым штифтом.

### 6. Ширма

Для защиты измеряемых объектов от непосредственного влияния теплоты и влажности воздуха, выдыхаемого наблюдателем, к прибору прилагается ширма. Она прозрачна и может быть легко подвешена к трубке интерферометра (фиг. 3).

## 7. Основные данные

Наибольшая длина (или диаметр) измеряемого объекта	150 мм
Ход стола	5 мм
Присоединительный диаметр трубки	28С2а
Присоединительный диаметр измерительного стержня	5 Д
Ход измерительного стержня	не менее 0,5 мм
Число делений шкалы от нулевого штриха	±50
Цена деления шкалы при градуировке по $\lambda$ регулируется	от 0,00005 до 0,0002 мм
Рекомендуемая цена деления шкалы	0,0001 мм
Предельная погрешность показаний прибора определяется выражением	$\delta = \pm (0,03 + 1,5\pi \frac{\Delta\lambda}{\lambda})$ * мк
Измерительное усилие юстируется	от 75 до 275 гс
Установленное измерительное усилие	150 ± 10 гс
Нестабильность измерительного усилия в пределах показаний при цене деления 0,00005 мм	2 гс
Габаритные размеры трубки	100 × 245 × 310 мм
Габаритные размеры интерферометра	280 × 500 × 700 мм
Вес трубки	2,4 кг
Вес интерферометра	40 кг

## V. Комплектация

В комплект трубки интерферометра входят:

1. Фонарь	1 шт.
2. Трансформатор 127-220 в на 8 в	1 шт.
3. Электролампа СЦ-80 8 в, 9 вт.	3 шт.
4. Приспособление весовое	1 шт.
5. Наконечник сферический диаметром 3 мм; R = 14 мм	1 шт.
6. Наконечник плоский диаметром 5 мм	2 шт.
7. Отводка (арретир)	1 шт.
8. Штифт	1 шт.
9. Ключи регулировочные	2 шт.
10. Футляр	1 шт.
11. Кисточка беличья.	1 шт.
12. Отвертка для установки измерительных наконечников	1 шт.
13. Инструкция по пользованию	1 шт.

\* См. раздел VI, п. 3.

В комплект вертикального интерферометра, кроме принадлежностей, указанных для трубки, входят:

1. Стол ребристый	1 шт.
2. Стол ребристый дополнительный с компенсатором	1 шт.
3. Стол основной	1 шт.
4. Стол вспомогательный	1 шт.
5. Поднаконечник сферический диаметром 3 мм; R = 14 мм	2 шт.
6. Движки для концевых мер длины с сечениями 9 × 30 мм и 9 × 35 мм	1 комплект
7. Пластина стеклянная плоскопараллельная	1 шт.
8. Ширма прозрачная	1 шт.
9. Ключ регулировочный	1 шт.
10. Амортизаторы резиновые	3 шт.
11. Чехол	1 шт.
12. Ящик упаковочный	1 шт.
13. Выпускной аттестат	1 шт.

## VI. РУКОВОДСТВО К ПОЛЬЗОВАНИЮ ИНТЕРФЕРОМЕТРОМ

### 1. Общие указания

Интерферометр должен быть установлен в помещении, где вибрации минимальны. Для уменьшения влияния вибраций рекомендуется подкладывать под основание прибора губчатую резину (амортизаторы). Это уменьшает влияние вибраций настолько, что можно работать с прибором даже в неблагоприятных условиях.

Прибор включается в сеть переменного тока 127—220 вольт (включения указаны на трансформаторе).

Прибор следует установить так, чтобы наблюдатель не был обращен лицом к окну или сильному источнику света; в противном случае глаз наблюдателя ослепляется ярким посторонним светом и контрастность интерференционных полос снижается.

### 2. Подготовка интерферометра

Подготовка интерферометра для измерения заключается в установке стола и наконечника требуемой конструкции, а также в осмотре прибора и градуировке шкалы.

а) Установка стола и наконечника

Для измерения плоскопараллельных концевых мер до 20 мм тому подобных деталей, у которых может быть вогнутость рабочих поверхностей в свободном состоянии до 0,0015 мм, на прибор устанавливается ребристый стол с поднаконечником, как указано в разделе IV, п. 3.

Если на этом столе будут измерены концевые меры свыше 20 до 150 мм, то в результате измерений непараллельности их измерительных поверхностей войдут систематические погрешности, возникающие под влиянием веса этих мер. Ими можно пренебречь, если требуемая точность измерений не превышает 3-й разряд ОСТ 85000-39. При более точных измерениях концевых мер на прибор устанавливается дополнительный ребристый стол, как указано в разделе IV, п. 4.

Для измерения калибров, контркалибров и т. п. деталей к прибору присоединяется основной стол. При этом он устанавливается в положение параллельное измерительной поверхности плоского наконечника с помощью плоскопараллельной стеклянной пластины, до исчезновения интерференционных полос между ними.

б) Осмотр приборов

При осмотре прибора необходимо очистить прибор от смазки и проверить плавность хода подвижных частей, надежность стопорных винтов, качество измерительных поверхностей, отсутствие люфта в соединении наконечника, посадку отводки (свободный рычаг не должен касаться наконечника), центрирование стола, освещенность поля зрения и четкость интерференционных полос, прямолинейность и расположение интерференционных полос (фиг. 2), согласованность перемещения измерительного стержня и черной интерференционной полосы (указателя).

Если в поле зрения прибора интерференция отсутствует, необходимо включить светофильтр и, медленно поворачивая винт 7 (фиг. 4), ввести интерференцию в поле зрения прибора. Затем светофильтр выключить.

Если интерферометр разрегулирован настолько, что действия винтом 7 недостаточны, следует найти два выходных зрачка прибора, которые легко наблюдаются через лупу 5—6 крат в виде четких световых пятен перед окуляром. Эти пятна необходимо совместить, поворачивая основное зеркало микровинтами, а затем ввести интерференцию, как указано выше.

16  $n = 0,5 \lambda \cdot \frac{K}{i} = 0,5 \lambda \cdot \frac{20}{0,1} = 100 \lambda$   
 $n = 100 \lambda = 100 \cdot 0,564 = 56,4$   
 $n = 56,4 = 20 \text{ делений} = 56,4 \text{ дел.}$   
 $n = 56,4$

Винт 18 (фиг. 4) — сужение и расширение пера  
 и — 18(a) — установка 1 интерф. шкалы

Резкое изображение интерференционных полос на шкале достигается путем перемещения объектива винтом 19, который после этого прочно стопорится.

Усилие измерительного стрежня трубки регулируется тогда, когда оно не обеспечивает постоянства показаний прибора или удельное измерительное усилие в зоне контакта превышает 80% предела упругости для материала измеряемых объектов. Регулировка усилия производится с помощью весового приспособления, которое одевается на трубку прибора, вместо отводки, как указано в разделе IV, п. 1 фиг. 5.

Сущность регулировки заключается в том, что требуемый груз подвешивается к свободному концу равноплечего рычага приспособления и затем уравнивается усилием пружины 8, которая может сжиматься или распускаться винтом 9 (фиг. 4). Их равновесие определяется по смещению интерференционной картины на шкале прибора.

в) Градуировка шкалы

Градуировка шкалы производится путем совмещения произвольно выбранного количества интерференционных полос (интервалов) в фильтрованном свете с соответствующим количеством делений шкалы, которое определяется по формуле:

$$n = 0,5 \lambda \frac{K}{i} \quad (1)$$

где  $n$  — количество делений шкалы, в которое нужно уложить  $K$  интерференционных полос (интервалов), чтобы получить требуемую цену деления шкалы  $i$ .

Коэффициент 0,5 учитывает, что значению  $\lambda$ , указанному в аттестате на интерферометр, соответствуют две интерференционные полосы (2 интервала), наблюдаемые в фильтрованном свете.

Примечание: Дополнительные штрихи во внимание не принимаются.

45,12 Таблица 1

Цена деления шкалы в микронах	0,05	0,1	0,2
K	10 8	16 20	32 40

Для градуировки шкалы включают светофильтр и, подымая измерительный стержень интерферометра, вводят на середину шкалы зону наиболее отчетливых интерференционных полос.

$n = 0,5 \cdot 0,564 \cdot \frac{16}{0,1} = 45,12$   $n = 100 \cdot \lambda$   
 $n = 0,5 \cdot 0,564 \cdot \frac{8}{0,05} = 45,12$

Намечают любой (например, 25-й) штрих и от него отсчитывают  $n$  делений. Изменяя ширину интерференционных полос, совмещают интервал  $K$  полос с намеченным интервалом делений шкалы. При этом полосы устанавливают параллельно штрихам шкалы и шкалу перемещают винтом 20 (фиг. 4).

Градуировка считается удовлетворительной, если при многократном арретировании погрешность совмещения интервала  $K$  полос с интервалом  $n$  делений шкалы не превышает  $0,1 i$ . После этого светофильтр выключают, измерительный стержень опускают до упора и черную полосу (указатель) устанавливают в исходное положение (фиг. 2) винтом 7 (фиг. 4).

Ранее установленная цена делений шкалы  $i$  проверяется путем наложения интервала  $K$  интерференционных полос в фильтрованном свете на интервал  $n$  делений шкалы, как указано выше.

### 3. Измерения на интерферометре

Сущность измерений на вертикальном интерферометре та же, что и на вертикальном оптиметре, ультраоптиметре и т. п. приборах.

Оформление результатов измерений производится в соответствии с указаниями инструкций Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при СМ—СССР.

Погрешности показаний интерферометра существенно зависят от условий контактов (чистоты) между рабочими поверхностями прибора, меры и объекты. При поверке плоскопараллельных концевых мер длины с измерительным усилием 150 гс предельная погрешность показаний прибора, градуированного по длине световой волны  $\lambda$ , не превышает величин, определяемых по формуле:

$$\delta = \pm \left( 0,03 + 1,5 n i \frac{\Delta \lambda}{\lambda} \right) \text{ мк} \quad (2)$$

где  $n$  — число делений шкалы, отсчитанных от нулевого штриха;

$i$  — цена деления шкалы в микронах;

$\Delta \lambda$  — погрешность измерения по аттестату в микронах.

Нестабильность показаний допускается до 0,02 микрона.

Примечание: Формула 2 учитывает погрешности концевых мер 1-го разряд ОСТ85000-39. Определение погрешности производится в соответствии с методикой поверки комитета.

## VII. Правила по уходу и сбережению интерферометра

Интерферометр является точным измерительным прибором и потому требует внимательного отношения.

Необходимо предохранить прибор от толчков и ударов, в противном случае может быть нарушена юстировка прибора.

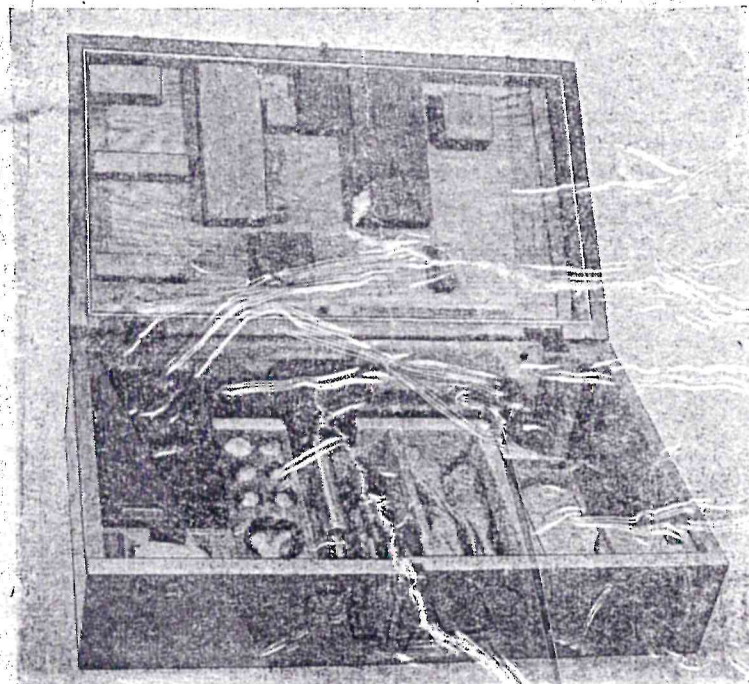


Fig. 10. Футляр ИКПВ

Не следует производить разборку трубки интерферометра, отвинчивать ее отдельные части, крутить винты и т. п. Всякая разборка поведет к разбюстировке и вызовет необходимость отправки ее на завод.

Если глазная линза окуляра или покровное запялене, их нельзя снимать, а следует вычищать, смахнув пыль тщательно промытой беличьей костью.

Если открытые поверхности оптических деталей значительно загрязнены, их следует протереть чистой багистовой или фланелевой салфеткой, слегка смоченной спиртом или эфиром, а затем сухой салфеткой.

Все внутренние подвижные части прибора смазаны невысыхающей смазкой и нет надобности их еще смазывать. Непроверенная смазка может вызвать коррозию и ухудшить качество подвижных частей прибора.

Прибор следует предохранять от влаги и пыли. Рекомендуется держать его под чехлом, в сухом помещении с температурой 20°C и снимать чехол только на время работы.

Пыль с металлических и лакированных частей прибора следует снимать чистой салфеткой.

Запасные и дополнительные части прибора должны храниться в футляре.

где  $n$  — число  
шагов;

$i$  — цена деления;

$\Delta l$  — погрешность;

Нестабильность

Тир. 500

Примечание  
1-го разряд ОСТ 88  
в соответствии с методами

Тип. Фотоиздательство ВСХВ

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ. МЕТОДИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

---

Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь  
ИНТЕРФЕРОМЕТРЫ КОНТАКТНЫЕ С ЦЕНОЙ ДЕЛЕНИЯ 0,05-0,2 мкм  
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

РД МИ 50-28-93

Издание официальное

Белстандарт  
Минск

БелГИМ  
ФОНД ДОКУМЕНТОВ

---

Ключевые слова: методика поверки, интерферометры контактные

---

Предисловие

- 1 РАЗРАБОТАН Минским центром стандартизации и метрологии  
ВНЕСЕН Управлением метрологии Белстандарта
- 2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Решением НТК Управления  
метрологии Белстандарта, протокол N 4 от 10.09.93г.
- 3 ВЗАМЕН Инструкции 147-58

102

Настоящий руководящий документ не может быть тиражирован и  
распространен без разрешения Белстандарта

---

Издан на русском языке

Содержание

1	Область применения .....	1
2	Нормативные ссылки .....	1
3	Операции и средства поверки .....	1
4	Требования безопасности .....	4
5	Условия поверки и подготовка к ней .....	4
6	Проведение поверки .....	5
7	Оформление результатов поверки .....	14
	Приложение А Концевая мера длины для поверки измерительных столов .....	15
	Приложение Б Плоская стеклянная пластина для поверки измерительных столов .....	16
	Приложение В Контрольная оправка для определения отклонения от соосности посадочных отверстий .....	17
	Приложение Г Автоколлимационное устройство .....	18
	Приложение Д Пример записи результатов измерений при определении погрешности интерферометра с ц.д. 0,05 мкм парным методом по концевым мерам длины .....	19

## РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ. МЕТОДИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

ИНТЕРФЕРОМЕТРЫ КОНТАКТНЫЕ С ЦЕНОЙ ДЕЛЕНИЯ 0,05-0,2 мкм  
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Дата введения 1994-07-01

## 1 Область применения

Настоящая методика распространяется на интерферометры типа ИКПВ и ИКПГ с ценой деления 0,05 - 0,2 мкм по ТУ 2-034-100-78; ТУ 2-034-101-78 и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящей методике использованы ссылки на следующие стандарты и технические условия:

- ГОСТ 443-76 Нефрасы С2-80 и С3-80/120. Технические условия
- ГОСТ 801-78 Сталь подшипниковая. Технические условия
- ГОСТ 1012-72 Бензины авиационные. Технические условия
- ГОСТ 1050-88 Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали
- ГОСТ 3514-76Е Стекло оптическое бесцветное. Технические условия
- ГОСТ 4381-87 Микрометры рычажные. Общие технические условия
- ГОСТ 7328-82Е Меры массы общего назначения и образцовые. Технические условия.
- ГОСТ 9038-90 Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия.
- ГОСТ 9847-79 Приборы оптические для измерения параметров шероховатости поверхности.
- ГОСТ 11007-66 Наконечники измерительные к приборам для измерения линейных измерений. Технические условия.
- ГОСТ 11680-76 Ткани хлопчатобумажные бязевой группы. Технические условия.
- ГОСТ 18300-87 Спирт этиловый ректификованный технический. Технические условия.
- ГОСТ 19300-86 Профилографы-профилометры контактные. Типы и основные параметры.
- МИ 1604-87 Меры длины концевые плоскопараллельные. Общие требования к методикам поверки

## 3 Операции и средства поверки

3.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства поверки, указанные в табл.1.

3.2 Допускается применять другие, вновь разработанные или находящиеся в применении средства поверки, удовлетворяющие по точности требованиям настоящей методики.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МИ	Наименование образцового средства измерения или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические основные технические характеристики	Обязательность проведения операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4	5
Внешний осмотр	6.1	-	да	да
Опробование	6.2	-	да	да
Определение метрологических характеристик	6.3	-		
Проверка измерительных наконечников	6.3.1	ГОСТ 11007-66 Пластина плоская стеклянная диаметром 60 мм кл.т. 2 по ТУ 3-3.2123	да	да
Определение присоединительных диаметров трубки и стержня под измерительный наконечник	6.3.2	Микрометры рычажные типа МР25 и МР50 с ц.д. 0,002 мм по ГОСТ 4381	да	нет
Определение измерительного усилия и пределов регулирования измерительного усилия	6.3.3	Набор гирь Г-2-210 ГОСТ 7328	да	нет
Определение изменения показаний прибора при нажатии на измерительный стержень трубки в направлении перпендикулярном к его оси	6.3.4	Плоскопараллельная концевая мера длины кл.т.2 по ГОСТ 9038; Граммометр с диапазоном измерения 0,5-3 Н, ц.д. 0,1 Н по ТУ 25-02.021301	да	да
Определение осевого перемещения измерительного стержня	6.3.5	Плоскопараллельная концевая мера длины размером 0,5 мм кл.т.2 по ГОСТ 9038	да	нет
Определение характеристик светофильтра	6.3.6	Спектрофотометр типа СФ с погрешностью измерения длины волны $\pm 0,002$ мкм	да	нет

1	2	3	4	5
Определение изменения показаний прибора при закреплении стола ИКПВ или измерительного стежня пиноли ИКПГ стопорными винтами	6.3.7	Плоскопараллельная концевая мера длины размером 0,5 мм кл.т. 2 по ГОСТ 9038	да	да
Определение шероховатости рабочих поверхностей столов	6.3.8	Оптический прибор типа МИИ по ГОСТ 9847 или профилограф-профилометр по ГОСТ 19300	да	нет
Определение отклонения от плоскостности рабочих поверхностей столов	6.3.9	Пластины плоские стеклянные диаметром 80 мм кл.т. 2 по ТУ 3-3.2123 Пластина плоская стеклянная для поверки измерительных столов (см.приложение Б)	да	да
Определение превышения сферической вставки ребристого стола и среднего ребра дополнительного ребристого стола над их рабочей поверхностью	6.3.10	Плоскопараллельная концевая мера длины для поверки измерительных столов (см. приложение А)	да	да
Определение разности высот расположения ребристых столов над рабочей поверхностью вспомогательного ребристого стола	6.3.11	Щуп толщиной 0,05 мм кл.т.2 по ТУ 2-034-225 Линейка лекальная типа ЛД кл.т.1 по ГОСТ 8026 Плоскопараллельные концевые меры длины кл.т.2 по ГОСТ 9038 Пластина плоская стеклянная кл.т.2 по ТУ 3-3.2123	да	да
Определение отклонения от перпендикулярности рабочей поверхности ребристого стола к оси трубки ИКПВ	6.3.12	Автоколлимационное устройство (см.приложение Г) Плоскопараллельная концевая мера длины для поверки измерительных столов (см.приложение А)	да	нет
Определение разности между максимальным и минимальным отсчетами при повторных регулировках взаимного положения измерительных наконечников пиноли и трубки ИКПГ	6.3.13	-	да	да

1	2	3	4	5
Определение усилия трогания предметного стола ИКПГ при продольном перемещении	6.3.14	Граммометр с диапазоном измерения от 0,05 Н до 0,5 Н с ц.д. 0,01 Н, погрешностью измерения не более 0,01 Н по ТУ 25-02.021301	да	нет
Определение отклонения от соосности посадочных отверстий для трубки и пиноли ИКПГ	6.3.15	Контрольная оправка (см. приложение В)	да	нет
Определение изменения взаимного расположения осей бабок ИКПГ при их перемещении	6.3.16	Автоколлимационное устройство (см. приложение Г). Плоскопараллельная концевая мера длины размером 2 мм кл.т.0 по ГОСТ 9038	да	нет
Определение цены деления шкалы интерферометра	6.3.17	-	да	да
Определение размаха показаний	6.3.18	Плоскопараллельные концевые меры длины 1-го разряда по МИ 1604	да	да
Определение погрешности интерферометра	6.3.19	Плоскопараллельные концевые меры длины 1-го и 2-го разряда по МИ 1604	да	да

#### 4. Требования безопасности

4.1. При подготовке к проведению поверки следует соблюдать правила пожарной безопасности, установленные для работы с легковоспламеняющимися жидкостями, к которым относится бензин, используемый для промывки.

4.2. Бензин хранят в металлической посуде, плотно закрытой металлической крышкой, в количестве не более однодневной нормы.

4.3. В помещении, где проводят промывку должны быть предупредительные знаки и сигнальные цвета по ГОСТ 12.4.026.

Запрещено пользоваться открытым огнем, применять электробытовые приборы.

#### 5. Условия поверки и подготовка к ней

5.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие правила:

- температура помещения, в котором проводят поверку интерферометров, должна быть  $(20 \pm 2)$  С. Изменение температуры окружающего воздуха в течение 0,5 ч не более 0,2 С;

- относительная влажность воздуха в помещении  $(60 \pm 20)\%$ ;
- атмосферное давление  $(101,3 \pm 4)$  кПа.

5.2. Перед проведением поверки все наружные поверхности интерферометра должны быть предварительно протерты от пыли и грязи. Измерительные поверхности и плоскопараллельные концевые меры длины, по которым проводят поверку должны быть промыты бензином по ГОСТ 1012 или бензином-растворителем по ГОСТ 443, вытерты чистой хлопчатобумажной тканью и выдержаны на рабочем месте не менее 4 ч.

Рабочие поверхности плоских стеклянных пластин, используемых для поверки, должны быть промыты спиртом по ГОСТ 18300 и протерты чистой хлопчатобумажной салфеткой по ГОСТ 11680 или батистовой по ГОСТ 12530.

5.3 Горизонтальные интерферометры должны быть установлены в горизонтальное положение по микрометрическому уровню с ц.д. 0,1 мм/м.

## 6 Проведение поверки

6.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие интерферометров следующим требованиям: на наружных поверхностях приборов не должно быть коррозии и механических повреждений, влияющих на эксплуатационные свойства.

Комплектность интерферометров на соответствие требованиям ТУ 2-034-100-78 и ТУ 2-034-101-78 проверяют только при выпуске из производства при их первичной поверке.

Комплектность интерферометров, выпускаемых из ремонта и находящихся в эксплуатации, определяется организацией, которой они принадлежат.

6.2 При опробовании проверяют взаимодействие узлов интерферометра, которое должно соответствовать следующим требованиям:

6.2.1 Кронштейн ИКПВ с трубкой интерферометра при отпущенном стопорном винте должен свободно перемещаться при помощи кремальеры вдоль направляющих стойки и не опускаться под действием собственного веса; стопорные винты должны надежно крепить кронштейн в любом его рабочем положении.

6.2.2 Стол ИКПВ должен перемещаться при помощи подъемного винта плавно без задержки; стопорный винт должен надежно крепить стол в требуемом положении на всем его рабочем ходе.

6.2.3 Арретир в свободном состоянии не должен касаться наконечника. При нажатии на арретир указатель должен переходить с отрицательной на положительную часть шкалы прибора.

6.2.4 Стол ИКПГ должен легко перемещаться по станине и надежно крепиться стопорным винтом.

Все регулирующие части стола должны перемещаться свободно, стопорные винты должны надежно крепить их в любом требуемом положении. Плавающие перемещения верхней части стола должны быть равномерными. Люфт не допускается.

6.2.5 Винт осевого перемещения наконечника пиноли должен поворачиваться свободно, без люфта и надежно крепиться стопорным винтом.

6.2.6 Бабки ИКПГ при отпущенных стопорных винтах должны свободно перемещаться по станине и надежно крепиться стопорными винтами.

6.2.7 Измерительные наконечники должны свободно, но без люфта надеваться на измерительные стержни и надежно крепиться зажимными винтами. При сведении сферического наконечника трубки ИКПВ с ребристым столом, точка отсчета должна быть: если стол со вставкой — на вершине вставки, если стол дополнительный ребристый — на середине среднего ребра.

Плоские наконечники ИКПГ должны быть отрегулированы на параллельность. Допускаемое смещение — 0,3 мм.

6.2.8 Поле зрения трубки интерферометра должно быть чистым и равномерно освещенным; блики не допускаются. Черная полоса должна быть единственной, контрастной, прямолинейной и параллельной штрихам шкалы. В исходном положении измерительного стержня она должна быть вне поля зрения, но при этом цветные полосы интерференции белого цвета должны быть видны в левой части шкалы.

Окуляр должен плавно поворачиваться около оси, на которой укреплен и устанавливаться против черной полосы (указателя) на любом участке шкалы. При установке окуляра на резкое изображение штрихов шкалы, одинаково резким должен быть и указатель.

Примечание — У приборов, находящихся в эксплуатации, допускается наличие в поле зрения окуляра отдельных точек и небольших пятен, не препятствующих отсчету по шкале прибора.

### 6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1 При выпуске из производства наконечники должны соответствовать требованиям, предъявленным к наконечникам 0 класса точности и поверяться по ГОСТ 11007-66.

При проверке после ремонта и при периодической проверке у наконечников из синтетического корунда проверяют отсутствие дефектов на измерительных поверхностях (сколов, царапин и заметных следов износа).

Проверку плоских и ленточных наконечников производят при помощи плоской стеклянной пластины. Пластины накладывают на поверяемую поверхность так, чтобы появилась интерференционная картина.

Отклонение от плоскостности определяют визуально по изгибу интерференционной полосы в долях интервала между полосами.

Отклонение от плоскостности измерительной поверхности плоского и ленточного наконечников (по ширине ленты) не должно превышать 0,06 мкм, а по длине ленты ленточного наконечника 0,1 мкм.

6.3.2 Присоединительные диаметры трубки и измерительного стержня определяют с помощью рычажного микронметра в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Присоединительные диаметры должны быть 28h7 для трубки интерферометра, 6g6 для измерительного стержня.

6.3.3 Измерительное усилие и пределы регулирования измерительного усилия определяют при помощи гирь из набора Г-2-210 и приспособления для определения измерительного усилия, поставляемого в комплекте. Приспособление укрепляют на трубке прибора (см. рисунок 1) 7

Гири необходимого веса подвешивают к рычагу приспособления и уравнивают их усилием измерительного стержня до получения показания, близкого к нулю по шкале прибора.

Измерительное усилие, устанавливаемое при выпуске из производства, должно быть:

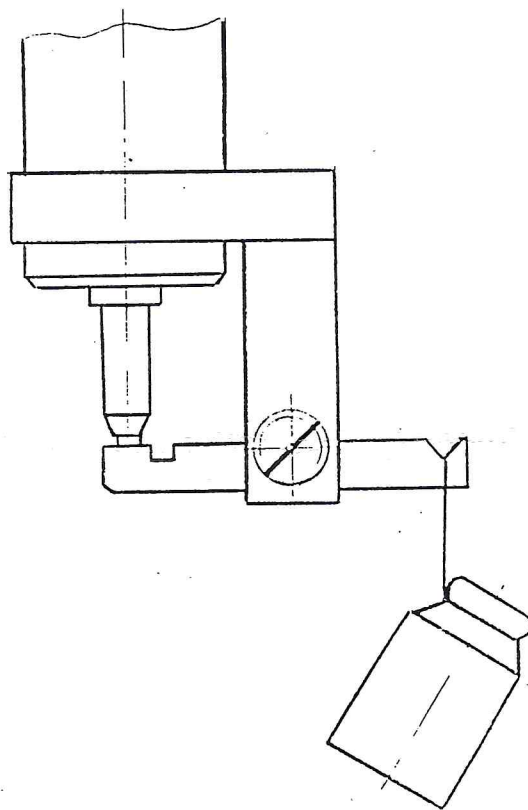


Рисунок I

(1,5 ± 0,1) Н для интерферометра типа ИКПВ;

(2,0 ± 0,1) Н для интерферометра типа ИКПГ.

Пределы регулирования измерительного усилия:

0,75 Н – 2,75 Н для ИКПВ;

0,1 Н – 2,1 Н для ИКПГ.

Погрешность установки измерительного усилия на требуемую величину не должна превышать ± 0,1 Н.

6.3.4 Изменение показаний интерферометра при нажатии на измерительный стержень в направлении, перпендикулярном к его оси, определяют граммометром. При этом прибор должен быть установлен по концевой мере длины размером 0,5 мм на нулевой отсчет. Затем нажимают наконечником граммометра последовательно в двух взаимно перпендикулярных направлениях на измерительный стержень с усилием 2 Н и наблюдают изменение показаний прибора.

Изменение показаний не должно превышать 0,02 мкм.

6.3.5 Определение осевого перемещения измерительного стержня трубки производят при помощи концевой меры длины размером 0,5 мм. Прибор настраивают на нулевой отсчет. Наконечник трубки отводят до упора и между измерительными поверхностями проводят концевую меру. Мера должна проходить свободно.

6.3.6 Определение характеристик светофильтра производится на регистрирующем спектрофотометре СФ- по методике, изложенной в технической документации на прибор.

Допускаемые значения длины волны в максимуме пропускания светофильтра 0,54–0,57 мкм; полуширина области пропускания не более 0,008 мкм; – в максимуме пропускания не менее 20%.

6.3.7 Изменение показаний прибора при закреплении стола ИКПВ или измерительного стержня пиноли ИКПГ стопорными винтами определяют при помощи концевой меры длины размером 0,5 мм.

Прибор устанавливают по мере на нулевой отсчет и наблюдают положение указателя при введении в действие стопорного винта.

Изменение показаний не должно превышать 0,2 мкм у приборов, выпускаемых из производства и 0,3 мкм у приборов, выпускаемых из ремонта и находящихся в эксплуатации.

6.3.8 Шероховатость рабочих поверхностей столов проверяют при помощи микроинтерферометра или профилографа-профилометра по методике, изложенной в технической документации на эти приборы.

Параметр шероховатости рабочих поверхностей столов:

$R \leq 0,063$  мкм – для основного стола;

z

$R \leq 0,032$  мкм – для ребристых столов.

z

6.3.9 Отклонение от плоскостности основного стола ИКПВ определяют интерференционным методом при помощи стеклянной пластины по ТУ 3-3.2123.

Отклонение от плоскостности ребристых столов ИКПВ проверяют при помощи специальной стеклянной пластины (см. приложение Б).

Стеклянную пластину накладывают на рабочую поверхность стола так, чтобы появилась интерференционная картина и притирают ее к столу.

Для основного стола допускается не более двух интерференционных колец (0,6 мкм), которые должны расходиться при нажатии на пластину, т.е. допускается только выпуклость.

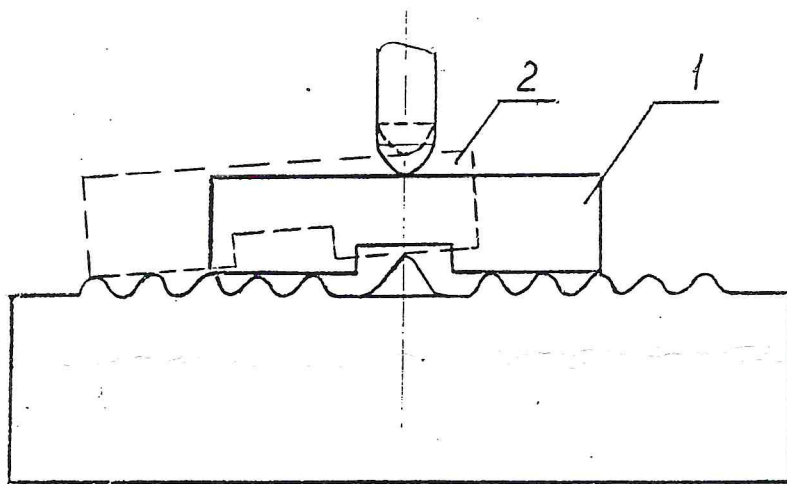


Рисунок 2

Отклонение от плоскостности рабочей поверхности ребристого стола со вставкой не должно превышать 0,2 мкм. Допускаются оттенки в виде светлых пятен.

Отклонение от плоскостности рабочей поверхности дополнительного ребристого стола не должно превышать 0,06 мкм. Оттенки не допускаются.

6.3.10 Превышение сферической вставки ребристого стола и среднего ребра дополнительного ребристого стола над их рабочей поверхностью определяют при помощи специальной концевой меры длины (см. приложение А).

Концевую меру длины устанавливают на проверяемом столе прибора в положение 1 и 2 (см. рисунок 2) и определяют разность показаний интерферометра при первой и второй установке меры.

Превышение сферической вставки над рабочей поверхностью ребристого стола должно находиться в пределах 2-3 мкм.

Превышение среднего ребра над рабочей поверхностью дополнительного ребристого стола должно находиться в пределах 0,4-0,6 мкм.

6.3.11 Разность высот расположения ребристых столов над рабочей поверхностью вспомогательного ребристого стола определяют при помощи лекальной линейки и щупа. Для определения нижней границы высоты расположения, лекальную линейку накладывают на ребристый стол. Величину просвета оценивают визуально путем сравнения ее с образцом просвета равным 0,01 мм. Просвет между линейкой и вспомогательным ребристым столом должен быть равен или больше размера образца просвета.

Верхнюю границу высоты расположения ребристых столов определяют при помощи щупа 0,05 мм. Щуп не должен проходить между лекальной линейкой и вспомогательным столом. Рабочие поверхности ребристых столов должны выступать над рабочей поверхностью вспомогательного стола на 0,01 - 0,05 мм.

6.3.12 Отклонение от перпендикулярности рабочей поверхности ребристого стола к оси трубки определяют при помощи автоколлиматора и специальной концевой меры (см. приложение А). Автоколлиматор присоединяют к кронштейну прибора вместо трубки, а меру укладывают на стол, как указано на рис. 2 (положение 1).

Автоколлиматор поворачивают в кронштейне до получения наибольшего (наименьшего) отсчета  $r_1$ , по шкале. Затем автоколлиматор поворачивают на 180° и снимают второй отсчет  $r_2$  наименьший (наибольший). При этом знаки отсчетов сохраняются.

Отклонение от перпендикулярности определяют по формуле

$$r = 0,5(r_1 - r_2), \quad (1)$$

и не должно превышать 10'.

6.3.13 Разность между максимальным и минимальными отсчетами при повторных регулировках взаимного положения измерительного наконечника трубки интерферометра и пинноли определяют по показаниям проверяемого прибора при контакте сферических наконечников. Действуя поочередно регулировочными винтами в двух взаимно перпендикулярных направлениях, определяют наибольшие показания (точки возврата) прибора. Регулировку повторяют не менее трех раз. Разность между наибольшими отсчетами не должна превышать 0,1 мкм.

6.3.14 Усилие трогания предметного стола ИКПГ при продольном перемещении определяют при помощи граммометра и уровня.

Стол устанавливают в горизонтальное положение по уровню. Шупом граммометра прикладывают усилие с левой, а затем с правой стороны стола параллельно линии измерения прибора. По показанию граммометра, соответствующему началу перемещения стола, определяют усилие трогания.

Усилие трогания предметного стола не должно превышать 0,05 Н у приборов, выпускаемых из производства; 0,10 Н у приборов, находящихся в эксплуатации и выпускаемых из ремонта.

6.3.15 Отклонение от соосности посадочных отверстий для трубки и пинноли ИКПГ определяют при помощи контрольной оправки (см. приложение В). Для проведения поверки с интерферометра снимают стол, трубку и пиноль.

Оправку зажимают в правой бабке так, чтобы заточка диаметром 27,9 мм выступала слева на 10 мм, после чего ее вводят в отверстие левой бабки. Затем оправку перемещают в правой бабке до размера консоли 650 мм, зажимают ее и вводят заточку диаметром 27,4 мм в отверстие левой бабки.

После этого поверку продолжают в обратном направлении.

Оправка диаметрами 27,4 мм и 27,9 мм должна входить в отверстия бабок диаметром 28,0 мм. В этом случае, отклонения от соосности посадочных отверстий не будет превышать 0,05 мм при сдвинутых к центру бабках и 0,3 мм при установке бабок в крайние положения.

6.3.16 Изменение взаимного расположения осей бабок ИКПГ при их перемещении определяют с помощью автоколлиматора и концевой меры длины размером 2 мм в два приема:

а) Автоколлиматор присоединяют к правой бабке вместо трубки так, чтобы направление его шкалы было горизонтальным. Концевую меру приклеивают пластилином к пинноли и регулируют ее положение до нулевого отсчета по шкале прибора. Наблюдая шкалу, перемещают бабки и по смещению шкалы определяют наибольшее изменение взаимного расположения осей бабок в горизонтальной плоскости.

б)

Автоколлиматор поворачивают на 90° и повторяя наблюдение, определяют наибольшее изменение взаимного расположения осей бабок в вертикальной плоскости.

Отклонения, найденные в обоих направлениях, не должны превышать 10'.

6.3.17 Определение цены деления шкалы контактного интерферометра производится путем совмещения произвольно выбранного количества интерференционных полос (интервалов) в монохроматическом свете с соответствующим количеством делений шкалы  $n$ , которое определяется по формуле

$$n = 0,5 \lambda \cdot \frac{K}{c}, \quad (2)$$

где  $\lambda$  — длина волны, пропускаемая светофильтром, мкм (указана на оправе светофильтра);

$K$  — количество интерференционных полос;

$c$  — цена деления шкалы, мкм.

При этом дополнительные штрихи шкалы, разделяющие деления пополам, во внимание не принимаются.

Рекомендуемые значения количества интерференционных полос  $K$  указаны в таблице 2.

Таблица 2

Цена деления шкалы интерферометра, мкм	0,05	0,1	0,2
$K$	10	20	40

Если  $K = 10; 20; 40$ , то  $n = 100 \cdot \lambda$

Например -  $\lambda = 0,555$  мкм, тогда количество делений  $n = 55,5$ .

Погрешность совмещения интервала  $K$  полос с количеством делений шкалы  $n$  не должна превышать 0,01 мкм. В противном случае необходимо произвести градуировку шкалы по методике, изложенной в технической документации на прибор.

6.3.18 Размах показаний ИКПВ определяют, как наибольшую разность показаний прибора при десятикратном арретировании сферического наконечника по плоскопараллельной концевой мере длины размером 2 мм. При этом на приборе должен быть установлен ребристый стол со сферической вставкой и сферический наконечник.

Размах показаний не должен превышать 0,02 мкм.

Размах показаний ИКПГ определяют с помощью концевых мер длины размером 2 и 10 мм.

Меру размером 2 мм помещают между наконечниками прибора и показывают вручную.

Меру размером 10 мм закрепляют на столе прибора и устанавливают между наконечниками путем перемещения частей стола.

Для каждого из этих случаев находят наибольшую разность между отсчетами при повторных (не менее десяти раз) установках меры в положение для измерения срединной длины концевой меры.

Размах показаний не должен превышать 0,02 мкм при измерениях без применения стола и 0,05 мкм при измерениях с применением стола.

6.3.19 При определении погрешности прибора на интерферометре типа ИКПВ должен быть установлен ребристый стол со сферической вставкой и сферический наконечник; на интерферометре типа ИКПГ должны быть установлены сферические наконечники.

Погрешность интерферометров, выпускаемых из производства, определяют с ценой деления шкалы, указанной в таблице 3.

Погрешность интерферометров, находящихся в эксплуатации, допускается определять с ценой деления, с которой они эксплуатируются.

Погрешность интерферометров определяют парным методом по плоскопараллельным концевым мерам длины. Пары составляют так, чтобы разность длин мер в каждой паре равнялась поверяемому диапазону. При этом вторая пара первой пары являлась первой мерой второй пары и т.д.

Разряды концевых мер длины и их рекомендуемые номинальные размеры указаны в таблице 3.

Таблица 3

Цена деления шкалы интерферометра	Разряд концевых мер длины	Номера пар концевых мер							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		Номинальные размеры концевых мер длины, мм							
0,05	1	1,001	1,002	1,003	1,004	1,005	1,006	1,007	1,008
		1,002	1,003	1,004	1,005	1,006	1,007	1,008	1,009
0,1	2	0,991	0,993	0,995	0,997	0,999	1,001	1,003	1,005
		0,993	0,995	0,997	0,999	1,001	1,003	1,005	1,007
0,2	2	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08
		1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09

Поверяемый прибор по первой мере пары устанавливают на нулевое показание  $a_1$ . Затем производят измерение по второй концевой мере длины и отсчитывают показание  $a_2$ . Далее повторяют измерение на последующих парах концевых мер длины.

Погрешность интерферометра  $\Delta_i$  на поверяемой отметке шкалы определяют по формуле:

$$\Delta_i = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_i -(L_n - L_i) \cdot 1000}{n - 1}, \quad (3)$$

где  $L_n$  и  $L_i$  - действительные размеры (из свидетельства о поверке) первой и последней мер ряда, по которым поверялась отметка шкалы;  $\sum_{i=1}^{n-1} \sum_i$  - алгебраическая сумма разностей показаний интерферометра для каждой пары концевых мер;  $n$  - число образцовых мер.

Разность показаний при измерениях одной и той же величины на положительной и отрицательной частях шкалы не должна превышать 0,02 мкм.

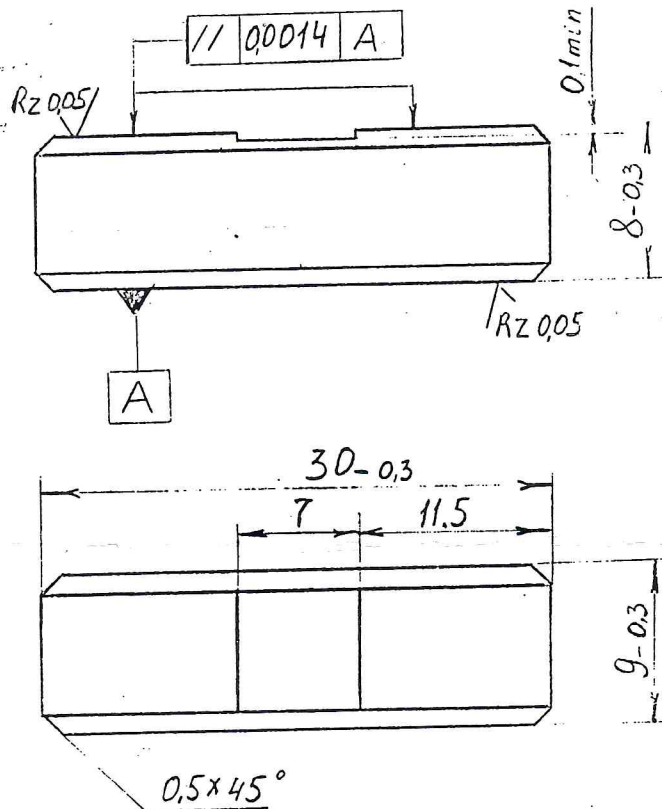
Величина погрешности  $\Delta_i$  не должна превышать величины  $\delta$ , рассчитанной по формуле:

$$\delta = \pm (0,03 + 1,5n \cdot c \frac{\Delta \lambda}{\lambda}) \text{ мкм}, \quad (4)$$



Концевая мера длины для  
поверки измерительных столов

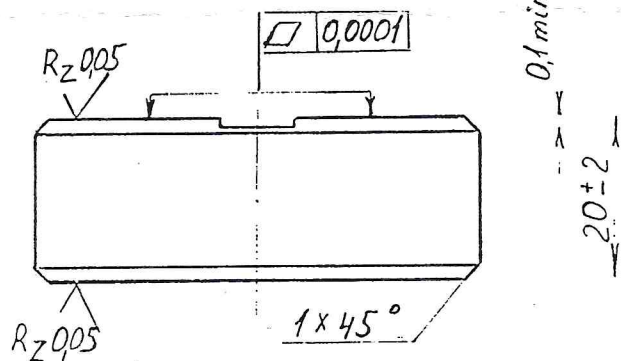
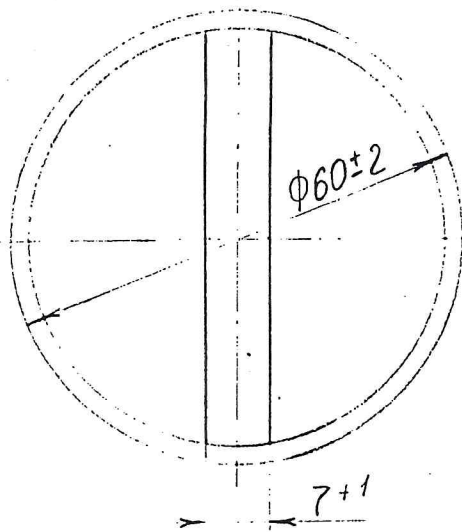
0,63 (✓)



Материал: сталь марки ШХ15 по ГОСТ 801  
Технические требования к измерительным поверхностям по  
ГОСТ 9038 для плоскопараллельных концевых мер длины класса  
точности 0

Плоская стеклянная пластина  
для поверки измерительных столов

2,5√(✓)

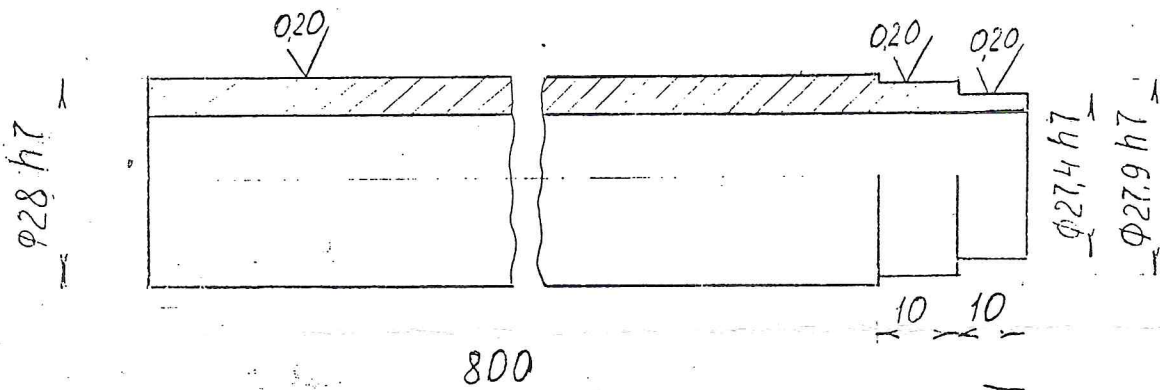


Материал: оптическое стекло марки К8 или ЛКЧ по ГОСТ 3514

Технические требования к стеклу - класс 2 по ТУ 3-3.2123

Контрольная оправка для определения отклонения от  
соосности посадочных отверстий

2,5  
√(√)



Труба. Материал: сталь 20 ГОСТ 1050

Термообработка: цементировать и калий НРС 55-60

Автоколлимационное устройство

В качестве автоколлимационного устройства может быть использована трубка оптиметра без механизма измерительного стержня с ценой деления шкалы 30'.

Приложение Д  
(справочное)

Пример записи результатов измерений при определении погрешности интерферометра с ц.д. 0,05 мкм парным методом по концевым мерам длины

Поверяемый диапазон измерений, дел.	Номинальная длина реко-мендуемых концевых мер длины, мм	Отклоне-ние от номина-льной длины наибол. и наимм. меры, мкм	Отсчет при первой новке пары а 1		Отсчет при уста-новке второй меры пары а 2		Разность отсчетов $\sum_{i=1}^n a - a$ мкм	Погрешность интерферометра $\sum_{i=1}^n (+L - L) \cdot 1000$ $\Delta = \frac{\sum_{i=1}^n p}{n - 1}$ , мкм
			дел.	мкм	дел.	мкм		
0+20	1,001-1,002	+0,02	+0	0	+20,7	+1,035	+1,035	$\Delta = \frac{8,015 - 8,030}{8} = - 0,002$
	1,002-1,003		0	0	+19,5	+0,975	+0,975	
	1,003-1,004		0	0	+19,6	+0,980	+0,980	
	1,004-1,005		0	0	+19,2	+0,960	+0,960	
	1,005-1,006		0	0	+20,1	+1,005	+1,005	
	1,006-1,007		0	0	+20,0	+1,000	+1,000	
	1,007-1,008		0	0	+19,5	+0,975	+0,975	
	1,008-1,009	+0,05	0	0	+21,7	+1,085	+1,085	
	$\sum_{i=1}^n = 8,015$							
0-20	1,009-1,008	+0,05	0	0	-21,7	-1,085	-1,085	$\Delta = \frac{-8,005 - (- 8,030)}{8} = + 0,00$
	1,008-1,007		0	0	-19,5	-0,975	-0,975	
	1,007-1,006		0	0	-20,0	-1,000	-1,000	
	1,006-1,005		0	0	-20,0	-1,000	-1,000	
	1,005-1,004		0	0	-19,2	-0,960	-0,960	
	1,004-1,003		0	0	-19,5	-0,975	-0,975	
	1,003-1,002		0	0	-19,5	-0,975	-0,975	
	1,002-1,001	+0,02	0	0	-20,7	-1,035	-1,035	
	$\sum_{i=1}^n = -8,005$							
$(L - L) \cdot 1000 = (1,00102 - 1,00102) \cdot 1000 = +8,030$								
$(L - L) \cdot 1000 = (1,00102 - 1,00905) \cdot 1000 = -8,030$								