

Проблемы нормирования методов контроля
геометрических характеристик как неотъемлемой
части оптимизации работ по метрологическому
обеспечению производства

Майер Н. Н.
Главный метролог
Филиал ПАО «ОДК-Сатурн» - ОМКБ

19.04.2024

Метрологическая служба филиала проводит:

- ❖ поверку и калибровку средств измерений; аккредитована в Федеральной службе по аккредитации на право выполнения работ по поверке средств измерений;
- ❖ метрологическую экспертизу конструкторской и технологической документации;
- ❖ метрологический надзор в подразделениях.

Метрологическая служба филиала принимает участие:

- ❖ при аттестации испытательного оборудования;
- ❖ при утверждении типа средства измерений;
- ❖ при проведении обязательной метрологической экспертизы.

Перечень действующей нормативной документации по теме «Допуски формы и расположения поверхностей»:

- ГОСТ Р 2.308-2023 Единая система конструкторской документации. Допуски формы и расположения поверхностей. Правила выполнения
- ГОСТ Р 53442-2015 Основные нормы взаимозаменяемости характеристики изделий геометрические Установление геометрических допусков. Допуски формы, ориентации, месторасположения и биения
- ГОСТ Р 53090-2008 Основные нормы взаимозаменяемости характеристики изделий геометрические Требования максимума материала, минимума материала и взаимодействия
- ГОСТ 30893.2-2002 Основные нормы взаимозаменяемости общие допуски. Допуски формы и расположения поверхностей, не указанные индивидуально
- ГОСТ 28187-89 Основные нормы взаимозаменяемости Отклонения формы и расположения поверхностей общие требования к методам измерений

В ГОСТ 2.308-2011 в таблице 1 были приведены несколько уже недействительных символов допуска форм и расположения, из-за чего до сих пор их ошибочно применяют в чертежах. С удалением этих устаревших символов из нового стандарта подобная ошибка искоренится.

Таблица 1 ГОСТ 2.308-2011

Группа допусков	Вид допуска	Знак
Допуск формы	Допуск прямолинейности	—
	Допуск плоскостности	
	Допуск круглости	○
	Допуск цилиндричности	
	Допуск профиля продольного сечения	≡
Допуск расположения	Допуск параллельности	//
	Допуск перпендикулярности	⊥
	Допуск наклона	∠
	Допуск соосности	◎
	Допуск симметричности	≡
	Позиционный допуск	⊕
	Допуск пересечения осей	×
Суммарные допуски формы и расположения	Допуск радиального биения Допуск торцового биения Допуск биения в заданном направлении	
	Допуск полного радиального биения Допуск полного торцового биения	
	Допуск формы заданного профиля	⌒
	Допуск формы заданной поверхности	⌒

Так теперь выглядит таблица 1 в ГОСТ Р 2.308-2023, все символы допусков действующие.

ГОСТ Р 2.308-2023

Таблица 1

Группа допусков	Вид допуска	Графический символ
Допуски формы	Допуск прямолинейности	—
	Допуск плоскостности	
	Допуск круглости	○
	Допуск цилиндричности	
	Допуск формы заданного профиля Допуск формы заданной поверхности	⌒
Допуски ориентации	Допуск параллельности	//
	Допуск перпендикулярности	⊥
	Допуск наклона	∠
Допуски месторасположения	Позиционный допуск	⊕
	Допуск соосности	◎
	Допуск симметричности	≡
Допуски биения	Допуск биения	
	Допуск полного биения	

Примечание — В зависимости от необходимости указания базы для допусков формы заданного профиля и допусков формы заданной поверхности они могут быть отнесены к допускам формы, ориентации или месторасположения.

Допуск формы:

Наибольшее допускаемое значение отклонения формы нормируемого элемента от формы номинального элемента.

Допуск расположения:

Наибольшее допускаемое значение отклонения расположения нормируемого элемента от номинального расположения, определяемого относительно базы (комплекта баз) и/или теоретически точных размеров (допуски расположения подразделяются на допуски ориентации, месторасположения и биения).

ДОПУСКАЕМЫЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ОТКЛОНЕНИЙ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ (ГОСТ 28187-89)

Допускаемые погрешности измерений отклонений формы и расположения поверхностей при приемочном контроле рекомендуется принимать в соответствии с табл. 4 в зависимости от соответствующего допуска формы или расположения измеряемой детали.

Допускаемые погрешности по табл. 4 ограничивают случайные и неисключенные систематические погрешности намерений.

Данные рекомендации не распространяются на изделия, для которых допускаемые погрешности намерений установлены другими стандартами.

С. 17 ГОСТ 28187—89

Таблица 4

мм					
Допуск формы или расположения поверхности измеряемой детали	Допускаемая погрешность измерений	Допуск формы или расположения поверхности измеряемой детали	Допускаемая погрешность измерений	Допуск формы или расположения поверхности измеряемой детали	Допускаемая погрешность измерений
0,1	0,04	6	2	400	80
0,12	0,04	8	3	500	100
0,16	0,06	10	3,5	600	120
0,2	0,07	12	4	800	160
0,25	0,09	16	6	1000	200
0,3	0,1	20	7	1200	240
0,4	0,14	25	9	1600	320
0,5	0,18	30	9	2000	400
0,6	0,2	40	12	2500	500
0,8	0,3	50	15	3000	600
1	0,35	60	18	4000	800
1,2	0,4	80	20	5000	1000
1,6	0,6	100	25	6000	1200
2	0,7	120	30	8000	1600
2,5	0,9	160	40	10000	2000
3	1	200	50	12000	2400
4	1,4	250	50	16000	3200
5	1,8	300	60		

Погрешность измерений отклонений формы и расположения при прямых измерениях определяют по следующей структурной формуле:

$$U_{\Sigma} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2 + U_6^2} ,$$

где U_{Σ} — погрешность измерений;

U_1 — погрешность средств измерений;

U_2 — погрешность метода измерений;

U_3 — погрешность от температурных деформаций;

U_4 — погрешность от измерительного усилия;

U_5 — субъективные погрешности оператора;

U_6 — прочие составляющие погрешности измерений, не охваченные составляющими U_1 — U_5 .

Под погрешностью U_{Σ} , U_1 , U_2 ... понимают предельную погрешность, включающую неисключенную систематическую и случайную составляющие и оцененную с доверительной вероятностью P (рекомендуется $P = 0,95$).

Условные обозначения методов измерений устанавливаются в стандартах на методы измерений отдельных видов отклонений формы или расположения поверхности и состоят из порядкового номера метода измерений и обозначения соответствующего стандарта.

Например: «Метод измерений 5 по ГОСТ ...»



**Техническая справка
№ ...
о расчете погрешности измерения наружного диаметра диска**

Погрешность результата измерения является суммарной погрешностью инструментальной и методической погрешностей:

$$\Delta_{\text{изм.}} = \Delta_{\text{инстр.}} + \Delta_{\text{мет.}}$$

1. Инструментальная погрешность зависит от точности применяемых средств измерений (СИ) и используемого диапазона измерений.

Если используется весь диапазон показаний и настройка производится на «0» шкалы, то инструментальная погрешность равна допускаемой

$$\Delta_{\text{инстр.}} = 0,003 \text{ мм}$$

2. Методическая погрешность характеризует точность метода измерения, который должен обеспечивать попадание на вход СИ только измеряемой величины. Разность между показаниями отсчетного устройства и действительным значением измеряемой величины и составляет методическую погрешность. Составляющие методической погрешности:

$$\Delta_{\text{мет.}} = \Delta_{\text{сх.}} + \Delta_{\text{баз.}} + \Delta_{\text{т.}} + \Delta_{\text{н.}} + \Delta_{\text{л.}} \quad \text{где}$$

$\Delta_{\text{сх.}}$ – погрешность схемы измерения,
 $\Delta_{\text{баз.}}$ – погрешность базирования при измерении,
 $\Delta_{\text{т.}}$ – температурная погрешность,
 $\Delta_{\text{н.}}$ – погрешность настройки,
 $\Delta_{\text{л.}}$ – субъективная погрешность,

- 1) Погрешность схемы измерения.

а) Погрешность схемы измерения из-за шероховатости поверхности

$$\Delta_{\text{сх. шерох.}} = -1/8 \times S^2/R, \text{ где}$$

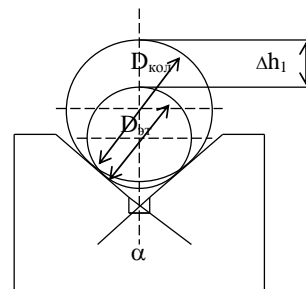
S – шаг микронеровностей,
 R – радиус измерительного наконечника

$$\Delta_{\text{сх. шерох.}} = 1/8 \times 0,0002^2/3 = 0,000000001 \text{ мм,}$$

т.к пренебрежимо мала, то принимаем равной «0»

б) расчет погрешности схемы измерения, возникающей из-за неучета реальной формы поверхности не проводился.

- 2) Погрешность базирования погрешность трехточечной схемы базирования от изменения диаметра контролируемого размера рассчитывается по следующей формуле:



α – угол призматической опоры приспособления

при $\alpha=120^\circ$

$$K_1=1,077$$

$\Delta_{\text{разн. диам.}}$ – погрешность от неучета коэффициента передачи размера K_1

$$\Delta_{\text{разн. диам.}} = \Delta h_1 (1 - 1/K_1)$$

$$D_{\text{эт.}} = 69,986 \text{ мм}$$

$$D_{\text{кол.}} = 70^{+0,055}_{+0,035}$$

т.е. Δh_1 может изменяться от 0,053 до 0,074

$\Delta_{\text{разн. диам.}}$ от 0,005 до 0,004 мм. Погрешность является систематической.

- 3) Температурная погрешность. вызывается тепловыми деформациями устройств прибора и объекта измерения вследствие изменения их температуры Для $\varnothing 70$ мм при разности температур $\Delta t^\circ \text{C} = 5^\circ \text{C}$

$$\Delta_{\text{т.}} = 0,0022 \text{ мм.}$$

- 4) Погрешность настройки. В данном случае настройка производится по контрольному образцу.

Погрешность измерения диаметра контрольного образца

$$\Delta_{\text{н.}} = 0,002 \text{ мм}$$

- 5) Субъективной погрешностью пренебрегаем, т.е. она равна «0».

Методическая погрешность измерения диаметра диска

$$\Delta_{\text{мет.}} = \sqrt{0,002^2 + 0,0022^2 + 0,002^2} = 0,0036 \text{ мм}$$

Погрешность результата измерения

$$\Delta_{\text{изм.}} = 0,005 \pm \sqrt{0,003^2 + 0,0036^2} = 0,005 \pm 0,0046 \text{ мм}$$

Примеры нормативных документов по измерениям геометрических параметров.

УДК 621.9.772.2:531.717.083

ОМ ТРМ 3382-001—69	МИНИСТЕРСТВО СТАНКОСТРОИТЕЛЬНОЙ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ОБЩЕМАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ТИПОВЫЕ И РУКОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА	
ТИПОВЫЕ ПРИМЕРЫ СХЕМ ИЗМЕРЕНИЙ РАЗМЕРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ <i>2-е стереотипное издание</i>	
ОМ ТРМ 3382-001—69	НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИИ ПО МАШИНОСТРОЕНИЮ МОСКВА 1969

ВВЕДЕНИЕ

«Планом совместных работ по созданию общемашиностроительных типовых и руководящих материалов в области технологии и организации производства на 1961—1962—1963 гг.» предусматривается издание руководящих материалов по организации технического контроля на машиностроительных заводах.

Руководящий материал «Типовые примеры схем измерений размерных параметров деталей машиностроения» (раздел II, тема 64) состоит из двух разделов.

Раздел I. Измерение размеров от 1 до 500 мм.

Раздел II. Измерение размеров от 500 до 10000 мм.

В каждом разделе настоящего руководящего материала приведены типовые схемы измерений и даны конкретные примеры измерений деталей на ведущих заводах машиностроения.

В связи с тем, что в схемах измерений больших размеров обычно применяются определенные измерительные средства, а одной из основных составляющих погрешностей измерений этих размеров является температурная погрешность, в разделе II руководящего материала приводятся сравнительные данные о погрешностях измерений больших размеров.

Руководящий материал предназначен для работников ОТК, измерительных лабораторий и технических отделов машиностроительных заводов.

Кроме данного руководящего материала, планом совместных работ предусматривается выпуск следующих материалов, имеющих отношение к организации технического контроля на машиностроительных заводах:

«Измерительная лаборатория машиностроительного завода и рекомендации по выбору оборудования.»

«Выбор измерительных средств для линейных измерений от 1 до 500 мм в зависимости от точности измерения.»

Настоящий руководящий материал разработан Бюро взаимозаменяемости (БВ) металлообрабатывающей промышленности.

Ответственный за выпуск БВ (Москва, И-85, ул. Годовикова, дом 5, территория завода «Калибр»).

СХЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ НАРУЖНЫХ ДИАМЕТРОВ

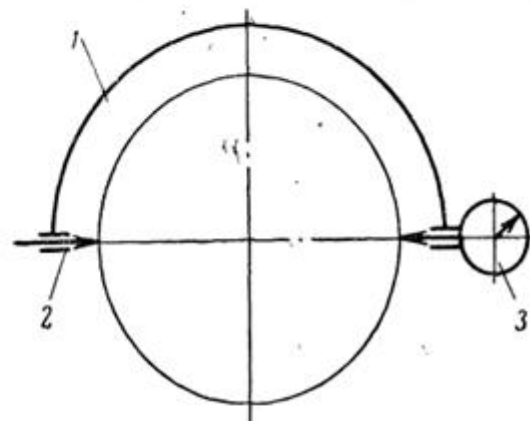
Измерение наружных диаметров при помощи дуговых скоб.

В схеме измерения регулируемой дуговой скобой (фиг. 129) обозначены: 1—корпус скобы; 2—регулируемый жесткий упор; 3—измерительная головка.

В качестве регулируемого жесткого упора используется микрометрическая головка. При этом отсчеты осуществляются по индикатору часового типа с ценой деления шкалы 0,01 мм или по микрометрической головке.

Измерительные головки устанавливаются на нуль по установочным мерам.

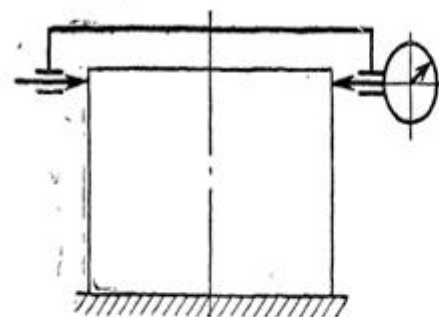
Скобы применяются для измерения диаметров до 2000 мм и должны соответствовать ГОСТ 4381—61 на микрометры рычажные.



Фиг. 129

Измерение наружных диаметров у торца при помощи линейных скоб (фиг. 130).

Схема измерения регулируемой линейной скобой, показанная на фиг. 130, принципиально не отличается от схемы на фиг. 129.



Фиг. 130

Линейные скобы с индикатором применяются для измерения размеров до 6000 мм.

Наружные диаметры у торца могут измеряться также при помощи штангенциркуля. Штангенциркули применяются для грубых измерений диаметров до 4000 мм.

Средние значения предельных погрешностей измерений
различными измерительными средствами и методами

Средства и методы измерений	Измеряемые размеры, мм							
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	8000	10000
	Величины погрешностей, ± мк							
Метод прямых измерений:								
нутромерами микрометрическими и индикаторными	25	40	60	80	95	120	140	170
скобами индикаторными	20	25	30	40	45	60	70	80
	30	50	65	90	105	130	—	—
	25	35	40	50	60	70		
Методы косвенных измерений:								
от дополнительных баз	—	50	65	90	100	120	150	190
опоясыванием рулетками:								
3-й класс точности	200	240	260	280	290	300	330	350
2-й класс точности	50	70	80	90	100	110	130	150
опоясыванием измерительными лентами	40	60	75	90	110	—	—	—
седлообразными приборами, основанными на измерении по хорде и высоте сегмента	50	100	120	160	180	220	260	400

Погрешности, приведенные в табл. 1 для нутромеров и скоб, проставленные в числителе, рассчитаны для измерений в обычных условиях. Погрешности, проставленные в знаменателе, рассчитаны для условий стабилизации температуры в процессе проверки нутромеров и установочных мер и введение поправок на температурную погрешность. Как видно из таблицы, погрешности измере-

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий руководящий материал построен на анализе и математической обработке результатов более чем 10 000 измерений в станкостроении.

В данном материале приведены наиболее ходовые схемы измерения. Схемы измерения сопровождаются формулами, позволяющими решить в каждом конкретном случае, возможно ли реализовать выбранную схему контроля при существующих сочетаниях допусков и погрешностях измерительных средств. Отклонения формы, при этом, рассматриваются как равноправные компоненты погрешности измерения. В то же время необходимо помнить, что формулами следует пользоваться главным образом тогда, когда закладывается обычный цеховой контроль.

При лабораторном и арбитражном контроле иногда имеется возможность:

- аттестовать и исключить отклонения формы;
- аттестовать систематические ошибки применяемых измерительных средств;
- исключить методическим путем установочные погрешности;
- уменьшить путем многократных измерений случайные погрешности применяемых измерительных средств. В этих случаях надо ожидать меньшую погрешность измерения, и контроль можно производить при больших отклонениях формы, погрешностях установки и измерительных средств.

Для облегчения примерной оценки схем измерения с точки зрения допусков, конфигурации детали и погрешности измерительных средств многие схемы измерения иллюстрируются таблицами.

МИНИСТЕРСТВО СТАНКОСТРОИТЕЛЬНОЙ
И ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
«ОРГСТАНКИНПРОМ»

РУКОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

КОНТРОЛЬ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ В КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЯХ И ДЕТАЛЯХ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИИ
ПО МАШИНОСТРОЕНИЮ
МОСКВА 1972

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Обозначение	Единица измерения	Наименование	Находится
Δ_1	мкм	Погрешность измерительного средства	По ОМТРМ 0466-001—68 или по паспортным данным
Δ_4	мкм	Расчетная погрешность, вызываемая неплоскостностью поверочной плиты	$\Delta_4 = \delta_{пл} \frac{L_{шт}}{l_{шт}}$
$\Delta_{пер\,i,k}$	мкм	Наибольший расчетный перекося оправки в отверстии (на длине отверстия)	$\Delta_{пер\,i,k} = \frac{\delta_{кон\,i,k}}{2} + \Delta_{зас\,i,k}$
$\Delta_{зас\,i,k}$	мкм	Зазор между оправкой и минимальным диаметром отверстия или зазор между ступенью диска и отверстием	$\Delta_{зас\,i,k} = \frac{\delta_{отв\,i,k}}{n_{i,k}}$
$\Delta_{пр}^*$	мкм	Наибольший прогиб консоли оправки под собственным весом оправки и весом уровня	$\Delta_{пр} = \frac{(P_{опр} + P_{ур})l_{конс}^3}{8d_{опр}^4}$
$\Delta_{5\,i,k}$	мкм	Погрешность положения оправки в точке номинального пересечения осей	$\Delta_{5\,i,k} = \frac{\Delta_{пер\,i,k} C_{i,k}}{l_t - T_{i,k}}$
δ_2	мкм	Допуск на неплоскостность базовой (устанавливаемой) плоскости или на непрямолинейность базовой (устанавливаемой) прямой	По чертежу детали

* Для ориентации можно принять, что наибольший прогиб консоли оправки $d_{опр}=40$ мм под воздействием собственной массы и массы брускового уровня ($\approx 1,5$ кг) при длине консоли $l_{конс}=200$ мм составляет $\approx 1,5$ мкм.

Продолжение

Обозначение	Единица измерения	Наименование	Находится
δ_3	мкм	Допуск на неплоскостность отсчетной плоскости или на непрямолинейность отсчетной прямой	По чертежу детали
$\delta_{из}$	мкм	Допуск на изогнутость отверстия проверяемой детали	То же
$\delta_{пл}$	мкм	Допуск на неплоскостность поверочной плиты	По ГОСТ 10905—64 или по чертежу специальной плиты
$\delta_{дет}$	мкм	Допуск на расположение поверхностей (прямых) проверяемой детали	По чертежу детали
$\delta_{кон\,i,k}$	мкм	Допуск на конусообразность отверстия проверяемой детали	То же
$\delta_{отв\,i,k}$	мкм	Допуск на отверстие детали	»
$\delta_{векр\,i,k}$	мкм	Допуск на некруглость отверстий (наружных цилиндрических поверхностей) проверяемой детали	»
$\delta_{неп}$	мкм	Допуск на непараллельность базовых (устанавливаемых) плоскостей (прямых) деталей	»
$L_{шт}$	мм	Расстояние от оси штатива до оси измерительного средства	По чертежу стандартного или специального штатива
L	мм	Длина измерения	По чертежу детали или специального приспособления
$l_{шт}$	мм	Длина основания штатива	По чертежу стандартного или специального штатива
$l_{i,k}$	мм	Длина проверяемого отверстия (шейки вала), длина цилиндрической поверхности	По чертежу детали

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Условные обозначения	5

I. Общая часть

1. Общие определения	11
2. Определение отклонений расположения	13
3. Влияние отклонений формы, перекосов, оправок и неплоскостности проверочных плит на измерения отклонений расположения	17

II. Схемы измерений отклонений расположения

1. Измерение непараллельности плоскостей	23
1.1. Измерение непараллельности плоскостей на заданной площади	23
1.1.1. Измерение при помощи мерных прокладок	23
1.1.2. Измерение при помощи плиты	25
1.1.3. Измерение при помощи координатно-измерительных машин	26
1.2. Измерение непараллельности плоскостей на заданной длине	26
2. Измерение непараллельности прямых в плоскости	28
2.1. Измерение при помощи мерных прокладок	29
2.2. Измерение при помощи плиты	30
2.3. Измерение при помощи координатно-измерительных машин	30
2.4. Измерение при помощи микрометров, рычажных или индикаторных скоб	31
2.5. Измерение при помощи измерительного микроскопа	32
3. Измерение непараллельности осей поверхностей вращения (или прямых в пространстве)	32
3.1. Измерение непараллельности прямых в пространстве	33
3.1.1. Измерение при помощи мостиков	33
3.2. Измерение непараллельности осей поверхностей вращения	34
3.2.1. Измерение при помощи комплекта оправок, микрометров, рычажных или индикаторных скоб	34
3.2.2. Измерение при помощи составных ступенчатых оправок, микрометров, рычажных или индикаторных скоб	36
3.2.3. Измерение при помощи оправок и уровня	38
3.2.4. Измерение при помощи специального измерительного прибора	39
3.2.5. Измерение при помощи координатно-измерительных машин	40
4. Измерение перекоса осей (или прямых в пространстве)	41
4.1. Измерение перекоса прямых в пространстве	41
4.1.1. Измерение при помощи карусельного плоскомера и мерных роликов	41
4.1.2. Измерение при помощи уровня, одинаковых мерных роликов и специального мостика	42
4.2. Измерение перекоса осей	43
4.2.1. Измерение при помощи призм и комплектов оправок	43
4.2.2. Измерение при помощи составных ступенчатых оправок, специального мостика и уровня	44
4.2.3. Измерение при помощи составных ступенчатых оправок и уровня	45

4.2.4. Измерение при помощи составных ступенчатых оправок, специального угольника и уровня	45
4.2.5. Измерение при помощи составных ступенчатых оправок и специального приспособления	46
5. Измерение непараллельности осей поверхностей вращения и плоскости	47
5.1. Измерение при помощи комплекта оправок и одинаковых мерных прокладок	47
5.2. Измерение при помощи комплекта оправок и плиты	49
5.3. Измерение при помощи комплекта оправок, мерных прокладок и уровня	51
5.4. Измерение при помощи комплекта оправок, плиты и уровня	51
5.5. Измерение при помощи специального приспособления и одинаковых мерных прокладок	52
5.6. Измерение при помощи специального приспособления и плиты	53
5.7. Измерение при помощи призмы и линейки	54
6. Измерение перпендикулярности плоскостей осей или оси и плоскости	54
6.1. Измерение перпендикулярности плоскостей	54
6.1.1. Измерение при помощи одинаковых мерных прокладок и специального индикаторного угольника	55
6.1.2. Измерение при помощи плиты и специального индикаторного угольника	56
6.1.3. Измерение при помощи кантовки	57
6.1.4. Измерение при помощи одинаковых мерных прокладок и рамного уровня	58
6.1.5. Измерение при помощи плиты и рамного уровня	59
6.2. Измерение перпендикулярности осей	60
6.2.1. Измерение при помощи комплектов оправок и специального приспособления	60
6.2.2. Измерение при помощи комплектов оправок и специального приспособления	62
6.2.3. Измерение при помощи комплекта оправок и специального приспособления	63
7. Измерение перпендикулярности оси и плоскости	64
7.1. Измерение при помощи плиты и упоров	64
7.2. Измерение при помощи опорного кольца и упоров	65
7.3. Измерение при помощи специального накладного приспособления	65
7.4. Измерение при помощи комплекта оправок и специального приспособления	67
7.5. Измерение при помощи комплекта оправок и специального приспособления	68
7.6. Измерение при помощи специального приспособления от общей оси	69
8. Измерение торцового биения	70
8.1. Измерение при помощи призм и специального приспособления	71
8.2. Измерение при помощи специальных внутренних призм и специального приспособления	72
8.3. Измерение при помощи призм и специального приспособления	72
8.4. Измерение при помощи призм и комплекта оправок	73
8.5. Измерение при помощи призм и комплекта оправок	74
9. Измерение несоосности относительно общей оси	75
9.1. Измерение при помощи кругломера	76
9.2. Измерение при помощи специального приспособления	77
9.3. Измерение при помощи ножевидных призм	77
10. Измерение несоосности относительно базовой оси	78
10.1. Измерение при помощи комплекта оправок и специального приспособления	78
11. Измерение радиального биения	79
11.1. Измерение при помощи комплекта оправок	79
11.2. Измерение при помощи призм	81
11.3. Измерение при помощи специального приспособления	82

15. КОНСТРУКТОРСКИЕ, МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

— — — — —

Рекомендации	Кому предназна- чаются	Применительно к схемам измере- ния в соответст- вии с пунктами
Выделять в конструктивно возможных случаях на базовой плоскости три площадки (или платика), максимально разнесенные между собой	Конструкторам	1.1; 1.2; 5; 6.1
Выделять в конструктивно возможных случаях на отсчетной плоскости четыре площадки (или платика) по углам (по краю) детали	То же	1.1
Выделять в конструктивно возможных случаях, на отсчетной плоскости две площадки (или платика) по концам отрезка заданного направления	»	1.2; 6.1
Выделять в конструктивно возможных случаях, на базовой и отсчетной прямых по две площадки (или платика) по концам прямых	»	2
Оговаривать в конструктивно возможных случаях для базовой плоскости (прямой) «выпуклость не допускается»	Конструкторам, метрологам и технологам	1.1; 1.2; 2; 5; 6.1
Длину измерения задавать таким образом, чтобы соотношение $\frac{L}{l_{i,k}}$ было минимально возможным	То же	3.2; 4.2; 5; 6.2; 7.4; 7.5
Назначать допуск на неплоскостность базовой плоскости, равным $\sim 0,3$ допуска на неплоскостность отсчетной плоскости	»	1.1; 6.1
Назначать допуск на неплоскостность базовой плоскости, равным $\sim 0,1$ допуска на непрямолинейность отсчетной плоскости в заданном направлении	»	1.2

Назначать одинаковыми допуски на непрямолинейность базовой и отсчетной прямых

» 2

Назначать допуск на конусообразность отверстия, равным $\sim 0,3$ допуска на диаметр этого отверстия

» 3.2; 4.2; 5; 6.2; 7.4; 7.5; 8.4; 11.1; 12

Назначать допуск на некруглость отверстия, равным $\sim 0,3$ допуска на расположение

» 3.2; 4.2; 5; 11.3

Назначать допуск на неплоскостность базовой плоскости (или допуск на непараллельность базовой и противоположной ей граней) тем меньшим, чем больше соотношение $\frac{L}{l_{осн}}$

» 6.1

Продолжение

Рекомендация	Кому предназна- чаются	Применительно к схемам измере- ния в соответствии с пунктами
Назначать допуск на некруглость цилиндрической поверхности, равным 0,5 допуска на расположение	Конструкторам, метрологам и технологам	7.1; 9; 11.2
Назначать допуск на неплоскостность базовой плоскости тем меньшим, чем больше соотношение $\frac{L}{d_r}$	То же	7.3
Назначать допуск на некруглость цилиндрической поверхности тем меньшим, чем больше соотношение $\frac{L}{l_{i-k}}$	»	7.6; 8.3
Назначать допуск на неплоскостность отсчетного торца тем меньшим, чем больше соотношение $\frac{L}{l_r}$	»	7.6; 8.1; 8.2
Назначать допуск на некруглость цилиндрической поверхности, равным $\sim 0,7$ допуска на торцовое биение	»	8.3
Назначать допуск на торцовое биение, равным $\sim 0,7$ допуска на некруглость цилиндрической поверхности	»	8.1; 8.2
При измерении подкладывать под измерительный наконечник концевую меру	Метрологам и технологам	1.1; 1.2; 2
Пользоваться штативом при минимально возможном соотношении $\frac{L_{шт}}{l_{шт}}$	То же	1.1; 2; 5; 6.1
Пользоваться поверочными плитами с неплоскостью менее 10 мкм	»	1.1; 1.2; 2; 5; 6.1
Располагать три мерные прокладки в строго фиксированных точках; высота треугольника, образованного мерными прокладками, должна быть максимально возможной	»	1.1; 1.2; 5; 6.1
Производить отсчет в четырех строго фиксированных точках по углам (по краю) детали	»	1.1
При выборе точности поверочных плит учитывать, что использование плит с неплоскостью менее 3 мкм не дает существенных преимуществ по сравнению с плитами, имеющими неплоскостность 3 мкм	»	1.1; 1.2; 2; 5; 6.1
При наличии в технических условиях оговорки «выпуклость базовой плоскости (прямой) не допускается» деталь следует устанавливать непосредственно на плиту; в этом случае неплоскостность базовой плоскости (прямой) не входит в погрешность измерения	»	1.1; 1.2; 5; 6.1

Производить отсчет в двух строго фиксированных точках на максимальном удалении друг от друга

Располагать две мерные прокладки на максимальном удалении друг от друга (по концам базовой прямой)

Выбирать число оправок в комплекте, учитывая, что оптимальная величина наибольшего расчетного перегиба ($\Delta_{пер, k}$) оправки равна 8 мкм; дальнейшее уменьшение $\Delta_{пер, k}$

не дает существенных преимуществ

Выставляя оправку, помнить, что она сама должна найти свое положение в отверстии; исключать возможность ориентации оправки под воздействием усилия оператора

Метрологам и технологам

1.2; 6.1

То же

2

Метрологам и технологам; конструкторам по измерительной оснастке

3.2; 4.2; 5; 6.2; 7.4; 7.5; 8.4; 11.1; 12

Метрологам и технологам

3.2; 4.2; 5; 6.2; 7.4; 7.5; 8.4; 11.1; 12

* Когда предварительный выбор схемы измерения не представляется возможным, следует устанавливать наиболее жесткое, из рекомендуемых, соотношение допусков формы и расположения.

11.2. ИЗМЕРЕНИЕ ПРИ ПОМОЩИ ПРИЗМ

Деталь типа ступенчатого вала укладывают на две призмы (рис. 63). Наконечник измерительной головки, ось которой располагают в плоскости, нормальной к опорной поверхности призм, вводят в контакт с проверяемой поверхностью. Деталь поворачивают на 360°, наблюдая за показаниями измерительной головки. Размах стрелки измерительной головки определит искомое радиальное биение.

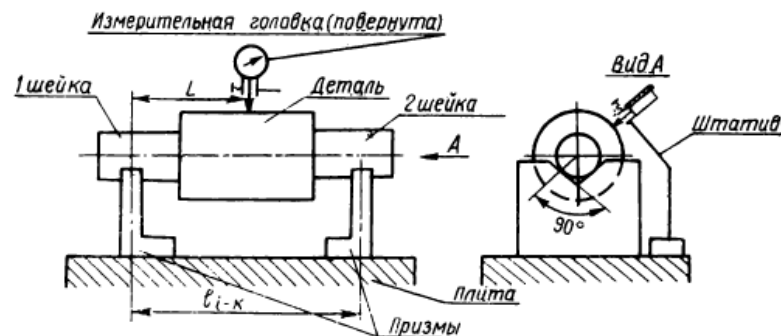


Рис. 63

Измерение производят при соблюдении условия*:

$$\sqrt{2\Delta_1^2 + \left[\delta_{\text{некр}_{i,k}} \left(1 - \frac{L}{l_{i-k}}\right)\right]^2} \leq K\delta_{\text{дет.}} \quad (50)$$

Минимальные величины радиального биения, которые могут быть измерены при соответствующих допусках на некруглость, приведены в табл. 34.

Таблица 34

$\delta_{\text{некр}_{i,k}}$ мкм	0,5	1,0	1,6	2,0	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30
$\delta_{\text{дет.}}$ мкм	1,5	2	3	4	5	6	8	10	11	15	19	27	37	45	67	93

* Второй подкоренной член для первой шейки имеет большее значение, чем для второй.

Расчет ведется для обеих шеек, для второй шейки второй подкоренной член имеет вид: $(\delta_{\text{некр}_{i,k}} \frac{L}{l_{i-k}})^2$; в формулу подставляется большее из двух выражений.

МИНИСТЕРСТВО СТАНКОСТРОИТЕЛЬНОЙ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Московский завод координатно-расточных станков

А Л Б О М

ТИПОВЫХ МЕТОДИК КОНТРОЛЯ

Том I

Москва 1985

УТВЕРЖДАЮ:

Главный инженер

" " "

Группа

СТАНДАРТ ПРЕДПРИЯТИЯ

Комплексная система управле-
ния качеством продукции
ТИПОВЫЕ МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ

СТП ОКР.010 - 80

Распоряжением главного инженера МЗКРС №50 от 19.05.81г.
срок введения установлен

с 1.07.81г.

© ВНИИТЭМР, 1985

СТН 06K.010-80

О Г Л А В Л Е Н И Е

TJK

Введение.

Общие требования к условиям проведения измерений. 000-01

Общие рекомендации и сведения по применению средств измерений

Общие рекомендации по применению краски при контроле прилегаемости поверхностей 000-03

Часть I. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ.

1.1. Контроль отклонений от номинальных размеров.

I.I.I. Контроль наружных размеров III-01...10

I.1.2. Контроль внутренних размеров II2-01...04

I.I.3. Контроль глубин II3-01

I.1.4. Контроль углов, конусов, наклонов II4-01...08

1.2. Контроль отклонений формы поверхностей.

1.2.1. Контроль прямолинейности 121-01...07

I.2.2. Контроль плоскостности I22-01...05

I.2.3. Контроль цилиндричности 123-00

I.2.4. Контроль круглости 124-01...04

1.2.5. Контроль профиля продольного сечения 125-01...05

1.3. Контроль отклонений расположения поверхностей.

1.3.1. Контроль параллельности 131-01...18

1.3.2. Контроль перпендикулярности I32-01...14

I.3.3. Контроль соосности I33-01...06

I.3.4. Контроль пересечения осей I34-01...02

I.3.5. Контроль симметричности 135-00

I.3.6. Контроль позиционного отклонения 136-01...04

1.3.7. Контроль отклонения наклона 137-00

										Лист
										1
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

CTП 06K.CIO-80

1.4. Контроль суммарных отклонений формы и расположения.

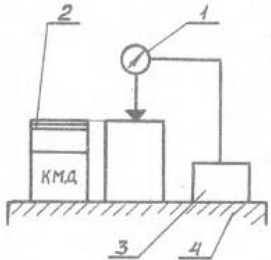
1.4.1.Контроль биений 141-01...09

1.4.2. Контроль формы заданных профиля и
поверхности

1.5. Контроль шероховатости 150-01...03

Приложение. Перечень стандартов, упомянутых в ТМК.

[illegible]

СТП06К.010-80	АЛЬБОМ ТИПОВЫХ МЕТОДИК КОНТРОЛЯ	ТМК-III-08																											
Наименование операции	Контроль наружных размеров с помощью измерительной головки																												
Область применения	Измерение наружных размеров деталей цилиндрической и плоской формы размером (0-250) ± (0,001-0,01) мм																												
1. Схема измерения		2. Средства измерения																											
		<table><tr><th>№</th><th>Наименование</th><th>Тип, кл., ГОСТ</th></tr><tr><td>1а</td><td>Изм. головки</td><td>05-ИПМ(ИПМУ) ГОСТ 14712-79</td></tr><tr><td>1б</td><td>$0,001 < \Delta \leq 0,003$</td><td>I ИГ, 2 ИГ</td></tr><tr><td>1в</td><td>$0,003 < \Delta \leq 0,006$</td><td>I ИГ, 2 ИГ</td></tr><tr><td>1г</td><td>$0,006 < \Delta \leq 0,03$</td><td>I ИГ, 2 ИГ</td></tr><tr><td>1д</td><td>Индикатор $\Delta > 0,03$</td><td>ИЧ-10 ГОСТ 577-68</td></tr><tr><td>2.</td><td>Концевые меры длины</td><td>кл. 2 (х) на 0,01 ГОСТ 9038-83</td></tr><tr><td>3.</td><td>Штатив</td><td>Ш-1-8 ГОСТ 10197-70</td></tr><tr><td>4.</td><td>Плита поверочная</td><td>Исп. I, кл. I ГОСТ 10905-75</td></tr></table>	№	Наименование	Тип, кл., ГОСТ	1а	Изм. головки	05-ИПМ(ИПМУ) ГОСТ 14712-79	1б	$0,001 < \Delta \leq 0,003$	I ИГ, 2 ИГ	1в	$0,003 < \Delta \leq 0,006$	I ИГ, 2 ИГ	1г	$0,006 < \Delta \leq 0,03$	I ИГ, 2 ИГ	1д	Индикатор $\Delta > 0,03$	ИЧ-10 ГОСТ 577-68	2.	Концевые меры длины	кл. 2 (х) на 0,01 ГОСТ 9038-83	3.	Штатив	Ш-1-8 ГОСТ 10197-70	4.	Плита поверочная	Исп. I, кл. I ГОСТ 10905-75
№	Наименование	Тип, кл., ГОСТ																											
1а	Изм. головки	05-ИПМ(ИПМУ) ГОСТ 14712-79																											
1б	$0,001 < \Delta \leq 0,003$	I ИГ, 2 ИГ																											
1в	$0,003 < \Delta \leq 0,006$	I ИГ, 2 ИГ																											
1г	$0,006 < \Delta \leq 0,03$	I ИГ, 2 ИГ																											
1д	Индикатор $\Delta > 0,03$	ИЧ-10 ГОСТ 577-68																											
2.	Концевые меры длины	кл. 2 (х) на 0,01 ГОСТ 9038-83																											
3.	Штатив	Ш-1-8 ГОСТ 10197-70																											
4.	Плита поверочная	Исп. I, кл. I ГОСТ 10905-75																											
3. Содержание операции.																													
<p>По размеру контролируемой детали составить блок 2 концевых мер длины. Установить штатив 3 на плите 4 и закрепить измерительную головку 1 в штативе.</p> <p>По блоку концевых мер длины установить на измерительной головке нуль. Перемещая штатив с головкой по плите, измерительный наконечник головки подвести к измерительной поверхности контролируемой детали и снять отсчет по шкале головки.</p> <p>Размер детали равен алгебраической сумме размера блока концевых мер и отклонения по шкале головки.</p>																													
4. Дополнительные указания.																													
<p>I. (х) Вместо КМД кл. 2 допускается применять КМД, аттестованные на 4 разряд, при этом необходимо учитывать поправки, приведенные в аттестате набора.</p>																													

СТП06К.010-80	АЛЬБОМ ТИПОВЫХ МЕТОДИК КОНТРОЛЯ	ТМК - IBI - 03																								
Наименование операции	Контроль параллельности плоскости относительно плоскости с помощью измерительной головки и поверочной плиты.																									
Область применения	Контроль деталей средних и малых габаритов с установкой на базовую плоскость с допустимыми отклонениями 0,003 мм и более.																									
1. Схема измерения		2. Средства измерения																								
		<table><tr><th>№</th><th>Наименование</th><th>Тип, кл., ГОСТ</th></tr><tr><td>1</td><td>Головка измерит.</td><td>05-ИПМ(ИПМУ) ГОСТ 14712-79</td></tr><tr><td>1а</td><td>$0,003 \leq \Delta \leq 0,005$</td><td>I ИГ, 2 ИГ, ГОСТ 18833-73</td></tr><tr><td>1б</td><td>$0,005 < \Delta \leq 0,020$</td><td>2 ИГ, ГОСТ 18833-73</td></tr><tr><td>1в</td><td>Индикатор $0,020 \leq \Delta$</td><td>ИЧ-10 ГОСТ 577-68</td></tr><tr><td>2</td><td>Штатив</td><td>Ш-1-8 ГОСТ 10197-70</td></tr><tr><td>3</td><td>Плита поверочная</td><td>исп. I, кл. (х) ГОСТ 10905-75</td></tr><tr><td>4</td><td>Брусочки плоскопараллельные</td><td>При необходимости</td></tr></table>	№	Наименование	Тип, кл., ГОСТ	1	Головка измерит.	05-ИПМ(ИПМУ) ГОСТ 14712-79	1а	$0,003 \leq \Delta \leq 0,005$	I ИГ, 2 ИГ, ГОСТ 18833-73	1б	$0,005 < \Delta \leq 0,020$	2 ИГ, ГОСТ 18833-73	1в	Индикатор $0,020 \leq \Delta$	ИЧ-10 ГОСТ 577-68	2	Штатив	Ш-1-8 ГОСТ 10197-70	3	Плита поверочная	исп. I, кл. (х) ГОСТ 10905-75	4	Брусочки плоскопараллельные	При необходимости
№	Наименование	Тип, кл., ГОСТ																								
1	Головка измерит.	05-ИПМ(ИПМУ) ГОСТ 14712-79																								
1а	$0,003 \leq \Delta \leq 0,005$	I ИГ, 2 ИГ, ГОСТ 18833-73																								
1б	$0,005 < \Delta \leq 0,020$	2 ИГ, ГОСТ 18833-73																								
1в	Индикатор $0,020 \leq \Delta$	ИЧ-10 ГОСТ 577-68																								
2	Штатив	Ш-1-8 ГОСТ 10197-70																								
3	Плита поверочная	исп. I, кл. (х) ГОСТ 10905-75																								
4	Брусочки плоскопараллельные	При необходимости																								
3. Содержание операции.																										
<p>Контролируемую деталь установить на плиту 3 базовой плоскостью (схема а) или с помощью плоскопараллельных брусков 4 (схема б). Перемещая штатив 2 с измерительной головкой 1 по плите, опустить контролируемую поверхность измерительным наконечником в нескольких продольных и поперечных сечениях.</p> <p>За результат измерений принимается алгебраическая разность макс. и мин. показаний головки.</p>																										
4. Дополнительные указания.																										
1. (х) Класс точности и размер плиты выбирать по ТМК-000-02 табл. I																										

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

