

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИНК

_____ В.Н. Бориков

“ ____ ” _____ 2015 г.

ИЗМЕРЕНИЕ РАДИАЛЬНОГО БИЕНИЯ ВАЛА

Лабораторная работа №4

Методические указания к выполнению

лабораторной работы по курсу

«Теория измерений»

для студентов IV курса,

по направлению 200100 «Приборостроение»

Издательство

Томского политехнического университета

2015

1 Цель работы

Приобрести навыки:

- назначения допусков формы на основе выбора допуска радиального биения;
- работы измерительными средствами при измерении биений поверхностей тел вращения, установленных в центрах;
- выбора измерительных средств на основе сопоставления допускаемой погрешности измерения и предельной погрешности измерительного средства.

Ознакомиться:

- с устройствами: индикаторов часового типа;
- с устройством и конструкцией центровых контрольных базирующих устройств.

2 Средства измерения

2.1 Измерительная головка.

2.2 Прибор для контроля деталей на биение.

3. Общие теоретические сведения

3.1 Рычажно-механические приборы

Рычажно-механические приборы предназначены для контроля линейных размеров и отклонений формы и расположения поверхностей. Главным образом эти приборы используются для относительных измерений.

Из рычажно-механических приборов наиболее широко применяются индикаторы часового типа.

Зубчатые измерительные головки – *индикаторы часового типа* с ценой деления 0,01 мм – изготавливаются следующих основных типов:

ИЧ02, ИЧ05, ИЧ10 и ИЧ25 – перемещение измерительного стержня параллельно шкале, диапазоны измерений соответственно 0...2, 0...5, 0...10 и 0...25 мм;

ИТ02 – перемещение стержня перпендикулярно к шкале и диапазон измерений 0...2 мм.

Устройство и принципиальная схема индикатора типа ИЧ показаны на рис. 1. Основными узлами индикатора являются циферблат 1 со шкалой, ободок 2, стрелка 3, указатель 4 числа оборотов стрелки, гильза 5, измерительный стержень 6 с наконечником 7, корпус 8, ушко 9 и головка 10 стержня. Гильза и ушко служат для крепления индикатора на стойках, штативах и приспособлениях. Поворотом ободка 2, на котором закреплен циферблат, стрелку совмещают с любым делением шкалы. За головку 10 стержень отводят при установке изделия под измерительный наконечник.

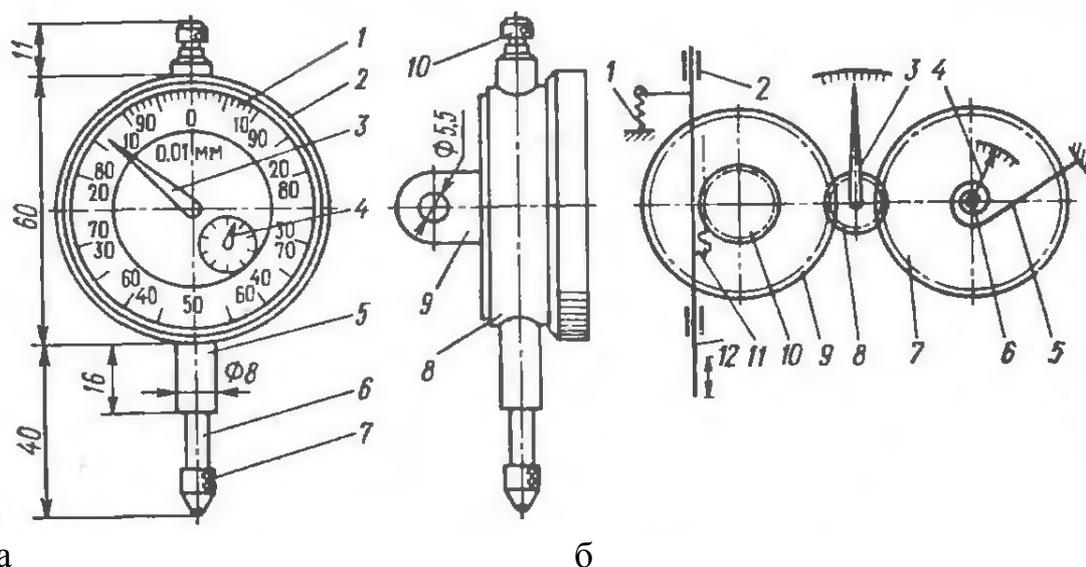


Рис. 1 Индикатор часового типа ИЧ

Принцип действия индикатора заключается в следующем (рис. 1, б). Измерительный стержень 12 перемещается в точных направляющих втулках 2, запрессованных в гильзах корпуса. На стержне нарезана зубчатая рейка 11, которая поворачивает триб 10 с числом зубьев $z=16$ (трибом в приборостроение называют зубчатое колесо с числом зубьев $z \leq 18$). Зубчатое колесо 9 ($z=100$), установленное на одной оси с трибом 10, передает вращение трибу 8 ($z=10$). На оси триба 8 закреплена стрелка 3. В зацеплении с трибом 8 находится также зубчатое колесо 7 ($z=100$), на оси которого закреплены указатель 4 и втулка 6 с пружинным волоском 5, другой конец которого прикреплен к корпусу. Колесо 7, находясь под действием волоска, обеспечивает работу всей передачи прибора на одной стороне профиля зуба и тем самым устраняет мертвый ход передачи. Пружина 1 создает измерительное усилие на стержне.

Передаточное отношение зубчатого механизма выполнено так, что при перемещении измерительного стержня на расстоянии $l=1$ мм стрелка совершает полный оборот, а указатель поворачивается на одно деление. Шкала индикатора имеет число делений $n=100$. Цена деления шкалы циферблата $C=l/n=1/100=0,01$ мм.

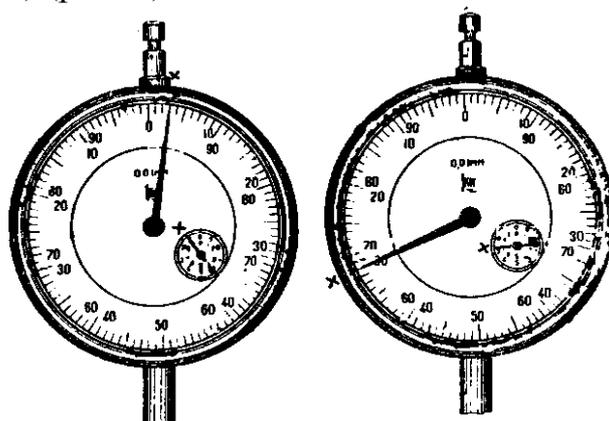
Индикаторы часового типа выпускаются классов точности 0 и 1. Основные допускаемые погрешности индикаторов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Допускаемая погрешность индикаторов часового типа

Класс точности	Допускаемая погрешность, мкм, в пределах участка шкалы, мм					
	0,1	1	0...2	0...5	0...10	0...25
0	4	8	10	12	15	22
1	6	10	12	16	20	30

Чтение показаний

Целое число миллиметров отсчитывается стрелкой указателя оборотов по малой шкале. Сотые доли миллиметров отсчитываются стрелкой по большой шкале. При подъеме измерительного стержня (прямой ход) показания читают по наружным цифрам большой шкалы (увеличение по часовой стрелке). При опускании измерительного стержня (обратный ход) показания читают по внутренним цифрам большой шкалы (увеличение против часовой стрелки) (рис. 2).



Прямой ход: 1 мм +
+0,03 мм = 1,03 мм.
Обратный ход: 8 мм +
+0,97 мм = 8,97 мм

Прямой ход: 2 мм +
+0,69 мм = 2,69 мм.
Обратный ход: 7 мм +
+0,31 мм = 7,31 мм

Рис. 2 Показания индикатора

При измерении индикатор закрепляется на кронштейне стойки или в державке штатива (рис. 3).

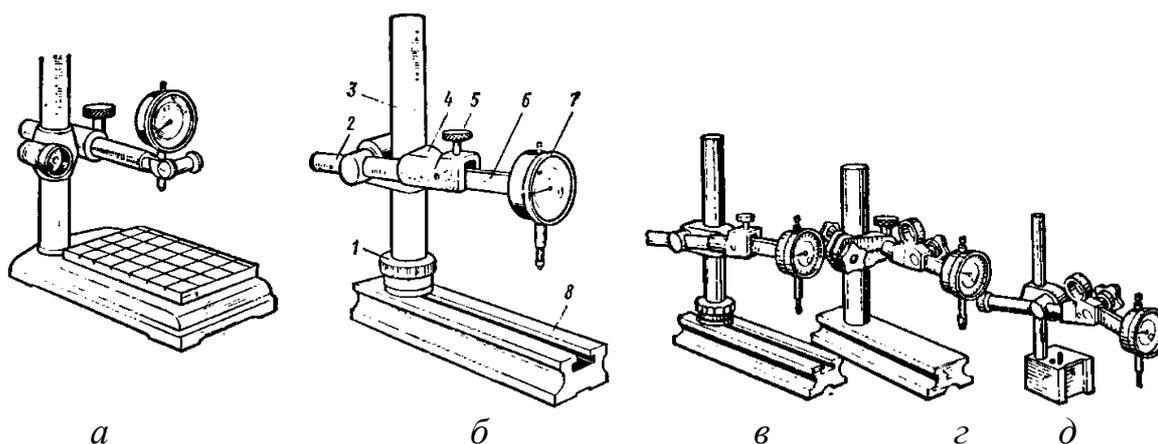


Рис. 3 Варианты крепления индикатора часового типа:

а – стойка; *б* – универсальный штатив с микроподачей (1 – гайка крепления колонки; 2 – стержень; 3 – колонки; 4 – муфта; 5 – винт микроподачи; 6 – державка; 7 – индикатор; 8 – основание); *в* – штатив с подвижной колонкой; *з* – штатив с неподвижной колонкой; *д* – штатив с магнитным основанием.

3.2 Назначение допуска и измерение биения

При изготовлении деталей машин поверхности элемента детали получают с отклонениями, как по форме, так и по расположению одновременно. Параметры такого типа относят к числу комплексных в силу того, что они дают характеристику на базе нескольких дифференциальных (например: отклонения от круглости + отклонения от соосности, отклонения от перпендикулярности + отклонения от плоскостности...). Суммарную характеристику отклонений можно получить на основе анализа принятых типов биений. Комплексные характеристики очень удобны на выходном контроле, а вот для выяснения причин, полученного результата, необходимы дифференциальные.

Радиальное биение – разность наибольшего и наименьшего расстояний от точки реального профиля поверхности вращения до базовой оси в сечении плоскостью, перпендикулярной базовой оси.

Торцовое биение – разность наибольшего и наименьшего расстояний от точки реального профиля торцовой поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой плоскости.

Полное радиальное биение – разность наибольшего и наименьшего расстояний по всей реальной поверхности до базовой оси в пределах нормируемого участка.

Полное торцовое биение – разность наибольшего и наименьшего расстояний по всей реальной торцовой поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой оси.

Для обозначения полных биений применяется знак рис. 4.

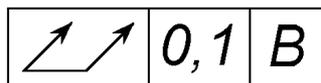


Рис. 4 Знак полных биений

В рассмотренных знаках: на первом месте проставляется собственно сам знак, на втором величина допустимого отклонения в мм и на третьем база, которая должно быть указана на детали и обозначена предписанным знаком.

4. Подготовка к измерению

4.1. Подготовка детали

Протереть чистой тканью измеряемую поверхность детали и ее центровые отверстия.

4.2 Осмотр прибора

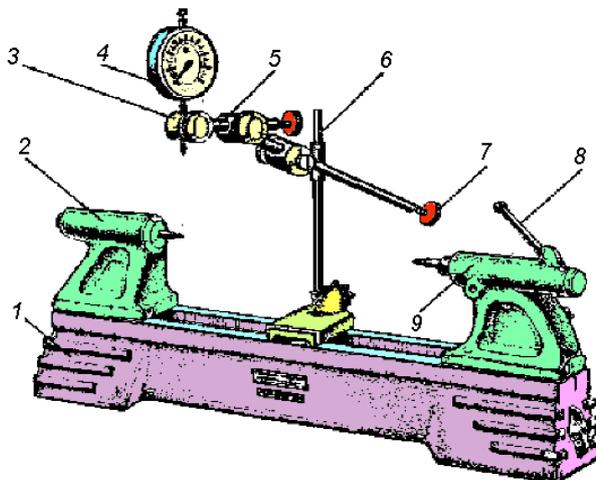


Рис. 5 Прибор для контроля деталей на биение

Основанием прибора (рис. 5) служит станина *1* с направляющими, по которым передвигают центровые бабки; одна бабка *2* снабжена жестким центром, а другая *9* - подвижным центром. В среднем участке направляющих станины *1* устанавливается стойка *6* о кронштейном *5*, имеющим присоединительную втулку для укрепления индикатора *4*. Для плавного подвода измерительного наконечника индикатора к поверхности измеряемой детали кронштейн оснащен микроподачей *7*.

Предельная погрешность измерения радиального биения индикатором часового типа будет от 5 до 20 мкм в зависимости от величины радиуса измеряемой детали и величины хода измерительного стержня индикатора.

Тщательно осмотреть конические участки центровых отверстий и убедиться в отсутствии забоин и заусенец, так как их наличие резко увеличивает измеренную величину биения поверхности.

4.3 Подготовка базирующих центров

Установить бабку *2* (см. рис. 5) с жестким центром на левый край станины *1*, для чего освободить зажим бабки, сдвинув её налево от середины станины на расстояние не менее половины длины измеряемого вала и закрепить прочно зажим этой бабки.

Установить бабку *9* с неподвижным центром правее середины станины на расстояние между центрами бабок, равном длине измеряемого вала. Для этого освободить зажим бабки *9* и отодвинуть эту бабку вправо от края станины, взять измеряемый вал в левую руку и упереть его центровым отверстием в жесткий центр бабки *2*; правой рукой придвинуть бабку *9* до упора подвижным центром в центровое отверстие свободного центра вала; деталь отложить на стол, а бабку *9* сдвинуть в сторону бабку *2* на 2-3 мм для

создания запаса и плотного зажатия вала в центрах пружинной подвижного центра. Закрепить прочно зажим бабки 9.

4.4 Подготовка индикатора часового типа

Установить стойку 6 на направляющие станины 1 (см. рис. 5). Для этого основание стойки поставить на направляющие станины в таком месте по длине станины, чтобы колонка стойки оказалась против середины измеряемого элемента поверхности вала и закрепить прочно зажим основания стойки.

Установить деталь в центра, для чего отвести ручкой 8 подвижный центр, вставить деталь центровыми отверстиями по оси центров прибора и отпустить ручку 8.

4.5 Установка индикатора

Установить индикатор 4 над измеряемой поверхностью, для этого вставить гильзу индикатора в присоединительное отверстие кронштейна 5 и прочно закрепить зажимом 3 (рис. 5) присоединительной втулки, но так, чтобы сохранить свободное передвижение измерительного стержня индикатора. Перемещениями кронштейна 5 приблизить измерительный наконечник индикатора к измеряемой поверхности вала до оставления небольшого зазора между ними.

5 Измерение радиального биения

5.1 Установка индикатора в исходное положение

Наблюдая за стрелкой индикатора, медленно повернуть рукоятку 7 (см. рис. 5) микропередачи стойки до создания контакта измерительного наконечника индикатора с поверхностью вала и далее до поворота главной стрелки индикатора на полный оборот.

Повернуть вал в центрах до установки стрелки индикатора в наибольшее положение, при вращении в направлении часовой стрелки.

5.2 Измерение величины радиального биения

5.2.1 Нулевая установка

Установить на "0" шкалу индикатора по "max" положению стрелки, для чего плавно повернуть ободок с циферблатом до совмещения оси главной стрелки и середины нулевого штриха шкалы.

5.2.2 Определение минимума

Повернуть вал медленно от себя до приведения стрелки в наименьшее положение и записать показание в этом положении.

5.2.3 Определение максимума

Продолжить вращение вала в том же направлении до тех пор, пока стрелка не займет наибольшее положение (в направлении по часовой стрелке), и записать показание в этом положении.

Возвратно-вращательные движения валом в крайних точках делать не следует, так как при этом из-за невысокой жесткости стойки возникает непостоянство положения индикатора при переменном направлении нагрузки, а в связи с этим увеличивается погрешность измерения величины радиального биения.

5.2.4 Повторные измерения

Повторить полный оборот вала в центрах, записывая показания индикатора в крайних положениях стрелки, и сравнить эти показания с показаниями при первом обороте вала. Если эти показания будут расходиться больше, чем на одно деление круговой шкалы, то выполнить третий оборот вала с записью показаний (рис. 6).

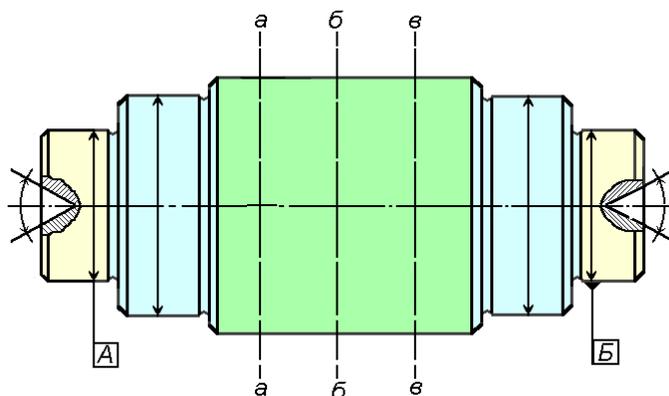


Рис. 6 Схема измерений

5.2.5 Подсчёт показаний

Подсчитать разности показания в верхней и нижней точках для каждого оборота вала, записать их в табл. 2, подсчитать их среднюю величину и записать ее как измеренное значение величины радиального биения поверхности вала в отчетном бланке.

Анализируя результаты измерений, следует отметить, что радиальное биение поверхности вала есть комплексное отклонение, возникающее в результате сложения смещения этой поверхности с оси вращения с отклонением формы этой же поверхности. Радиальное биение является всегда положительной величиной. Допуск радиального биения назначается относительно базы, на которой вращается деталь. Этой базой могут быть центровые отверстия или другая поверхность этой же детали. Знак радиального биения, числовая величина его допуска и обозначение базы показываются в рамке допуска.

6 Формирование отчета

Отчет должен включать:

- титульный лист, оформленный в соответствии с СТП ТПУ 2.3.05-2006
- цели выполнения лабораторной работы;
- используемые материалы, технические средства;
- основную часть: описание методик, используемых при проведении измерений;
- результаты измерений, расчетов, наблюдений;
- ответы на контрольные вопросы;
- эскиз детали с размерами, допусками (рис. 7);
- выводы, ответы на контрольные вопросы.

Отчет сопровождается принципиальными, структурными схемами, таблицами с результатами вычислений и измерений, графиками, рисунками (по необходимости).

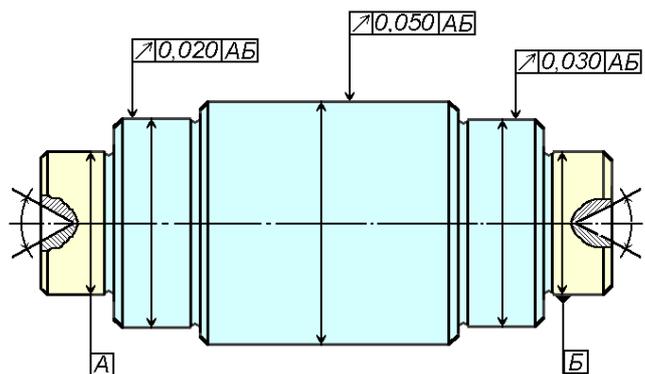


Рис. 7 Эскиз детали

Таблица 2 Результаты измерений

Показания прибора	Результаты измерений Δ по сечениям					
	$a - a$		$b - b$		$e - e$	
1.Отклонения первого измерения	max		max		max	
	min		min		min	
Радиальное биение	Δa^1		Δb^1		Δe^1	
2.Отклонения второго измерения	max		max		max	
	min		min		min	
Радиальное биение	Δa^2		Δb^2		Δe^2	
Отклонения третьего измерения	max		max		max	
	min		min		min	
3.Радиальное биение	Δa^3		Δb^3		Δe^3	
Среднее измеренное биение	$\Delta_{ma} =$		$\Delta_{mb} =$		$\Delta_{me} =$	
Наибольшее измеренное биение	$\Delta_m^{\max} =$					

Например: для сечения $a-a$ среднее измеренное радиальное биение:

$$\Delta_{ma} = \frac{1}{3} (\Delta a^1 + \Delta a^2 + \Delta a^3).$$

7 Контрольные вопросы

1. Какие причины вызывают отклонения формы и взаимного расположения поверхностей деталей?
2. Что называют отклонением, допуском и полем допуска формы поверхности и профиля?
3. Почему радиальное биение относится к комплексным параметрам отклонения формы и расположения?
4. Назовите комплексные параметры отклонения формы и расположения, указав отличие от дифференциальных?
5. Какую поверхность, ось, точку называют базовой?
6. Может ли у детали быть несколько баз?

8 Литература

1. Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения, 6-е изд. М.: Машиностроение, 1986.-352 с.
2. Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник. Л.: Машиностроение, 1983. -464 с.
3. ГОСТ 8.051-81. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм.
4. ГОСТ 25346-82 Единая система допусков и посадок.
5. ГОСТ 24643-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Отчет по лабораторной работе №4

ИЗМЕРЕНИЕ РАДИАЛЬНОГО БИЕНИЯ ВАЛА

Выполнил студент группы _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

(дата)

Проверил преподаватель

(подпись)

(Ф.И.О.)

(дата)

Томск - 2015

