

ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Михальченков А.М., Киселева Л.С., Будко С.И.

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ
И СЕРТИФИКАЦИЯ**
РАЗДЕЛ «МЕТРОЛОГИЯ»

Методическое пособие
к лабораторным, практическим и самостоятельным работам
для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки
Агроинженерия

БРЯНСК 2018

УДК 389(076)
ББК 30.10
М 69

Михальченков, А. М. **Метрология, стандартизация и сертификация.** Раздел «Метрология»: методическое пособие к лабораторным, практическим и самостоятельным работам / А. М. Михальченков, Л. С. Киселева, С. И. Будко. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 130 с.

Методическое пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

Рецензент: д.т.н., профессор Христофоров Е.Н.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского государственного аграрного университета, протокол № 5 от 24.01. 2018 года.

© Брянский ГАУ, 2018
© Михальченков А.М., 2018
© Киселева Л.С., 2018
© Будко С.И., 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Лабораторная работа №1. Плоскопараллельные концевые меры длины	6
Лабораторная работа №2. Штангенинструменты	20
Лабораторная работа №3. Микрометрические инструменты	32
Лабораторная работа №4. Индикаторные приборы	43
Лабораторная работа №5. Измерение параметров метрической резьбы	58
Лабораторная работа №6. Рычажно-механические приборы	67
Лабораторная работа №7. Измерение углов и конусности	78
Лабораторная работа №8. Измерение разности окружных шагов и накопленной погрешности окружного шага зубчатого колеса	90
Лабораторная работа №8. Измерение толщины зуба прямым методом	102
Практическая работа №1. Выбор средств измерения	109
Практическая работа №3. Правовая основа метрологии	120
Приложение	124

ВВЕДЕНИЕ

Метрология – наука об измерениях, а измерения – один из важнейших путей познания. Наука, промышленность, экономика и коммуникации не могут существовать без измерений. Каждую секунду в мире производится миллиарды измерительных операций. Результаты этих операций используются для обеспечения качества и технического уровня выпускаемой продукции, безопасной и безаварийной работы транспорта, обоснования медицинских и экологических диагнозов, анализа информационных потоков. Примерно 15% затрат общественного труда расходуется на проведение измерений.

Цель дисциплины заключается в получении студентами научно-практических знаний в области метрологии, стандартизации и сертификации. Изучение действующих законов, стандартов, нормативных документов и методик, необходимых для решения задач по метрологическому и нормативному обеспечению разработок при производстве, испытаниях, эксплуатации, ремонте и утилизации продукции; выполнение работ по стандартизации и сертификации продукции и услуг.

Методическое пособие для проведения лабораторных и практических занятий, а также для самостоятельной работы по метрологии разработаны в соответствии с программой дисциплины "Метрология, стандартизация и сертификация" для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 *Агроинженерия*.

Для качественного выполнения лабораторных и практических работ их содержание приводится в логической последовательности и включает следующие части: цель работы; перечень необходимых инструментов, нормативных документов; краткие теоретические сведения.

ния по теме; описание конструкции и методики настройки приборов; порядок выполнения работы; индивидуальные задания; форму отчета; контрольные вопросы и рекомендуемую литературу.

Для закрепления полученных знаний в Приложении приводятся тестовые задания для самостоятельной работы.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные положения, понятия и определения в области метрологии; структуру и функции Государственного обеспечения единства измерений; основы размерного анализа и его применения при анализе качества конструирования машин; основы теории метрологии, размерности физических величин, их кратность, методику выбора средств измерений.

ОПК-6: способностью проводить и оценивать результаты измерений.

ОПК-7: способностью организовывать контроль качества и управления технологическими процессами.

ПК-4: способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования.

ПК-11: способностью использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции.

ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ КОНЦЕВЫЕ МЕРЫ ДЛИНЫ

Цель работы: Изучить назначение и приобрести навыки применения плоскопараллельных концевых мер длины.

Применяемые измерительные инструменты, детали, материалы, стандарты: наборы плоскопараллельных концевых мер длины (ПКМД) и принадлежности к ним; нутромеры индикаторные; рычажные микрометр и скоба; стойка индикаторная; гильзы и пальцы ДВС; корпус и золотник гидрораспределителя; бензин; спирт; вазелин; фланелевые салфетки; стандарт ГОСТ 9038-90 и технические условия на изготовление и дефектацию деталей.

1 Краткие теоретические сведения

1.1 Общие положения

Физическая величина – это одно из свойств физического объекта, общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

Основным свойством физической величины является ее размерность.

Единицей физической величины называют физическую величину фиксированного размера, которой условно присвоено числовое значение, равное единице, и которая применяется для количественного выражения однородных с ней физических величин.

Для хранения и (или) воспроизведения одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью, применяют средство измерения, называемое *мерой*.

Развитие науки и техники в разных странах привело к появлению множества применяемых мер, что вызвало определенные трудности при техническом сотрудничестве. Поэтому была разработана международная система единиц физических величин и обеспечения единства их измерения. Наиболее распространенной во всем мире и принятой в нашей стране является Международная система единиц (СИ) (приложение 1). На практике одна единица оказывается неудобной для измерения больших и малых размеров данной величины. Поэтому применяется несколько единиц, находящихся в кратных и дольных соотношениях между собой (приложение 2).

Хранение, воспроизведение и передача размеров единиц физических величин осуществляется с помощью эталонов.

Эталон единицы физической величины - это средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения единицы и передачи ее размера нижестоящим средствам измерений.

Эталон единицы длины (метр) равен $1650763,73$ длин световых волн в вакууме излучения, соответствующего переходу между уровнями $2p_{10}$ и $5d_5$ атома криптона 86 (ГОСТ 8.417-81).

На ХУП Генеральной конференции мер и весов принято новое определение единицы длины: **метр** - длина пути, проходимого светом в вакууме за $1/299792458$ долю секунды.

Погрешность воспроизведения единицы метра не превышает $5 \cdot 10^{11} \text{м}$ (платиноиридиевый брусок не позволял воспроизводить метр с погрешностью меньше 10^{-7}м).

Передача размеров единиц от эталона единицы физической величины к первичному эталону и к рабочим средствам измерения осуществляется с помощью рабочих эталонов (рисунок 1).

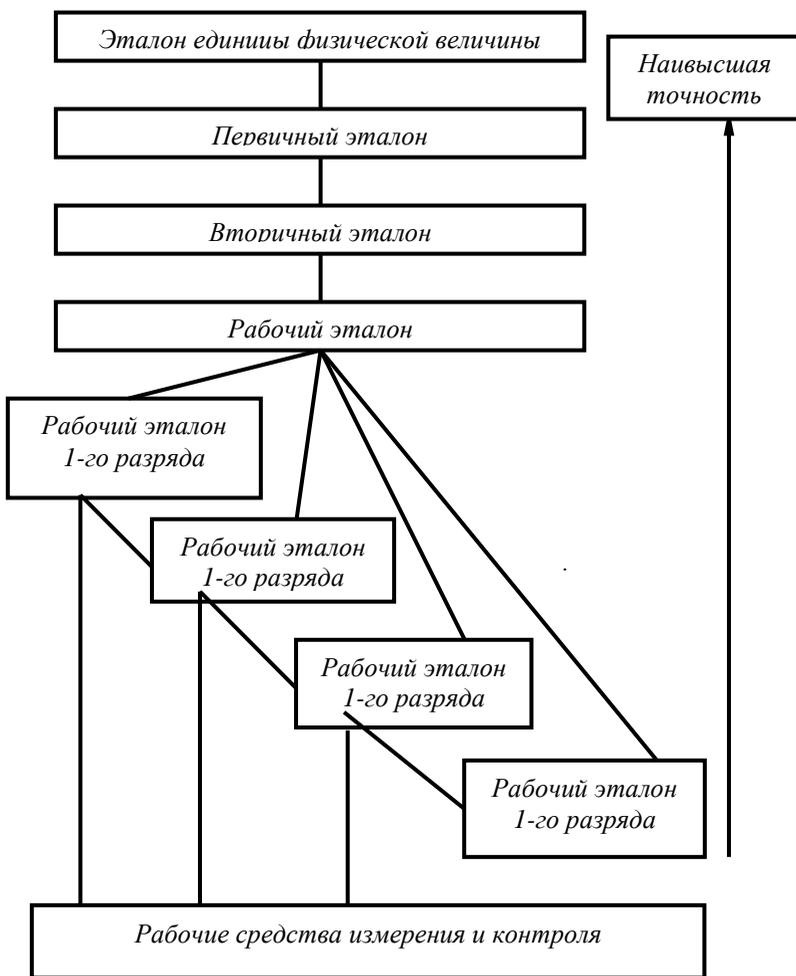


Рисунок 1 – Схема передачи размеров от эталонов к рабочим средствам измерения

1.2 Общие сведения о плоскопараллельных концевых мерах длины

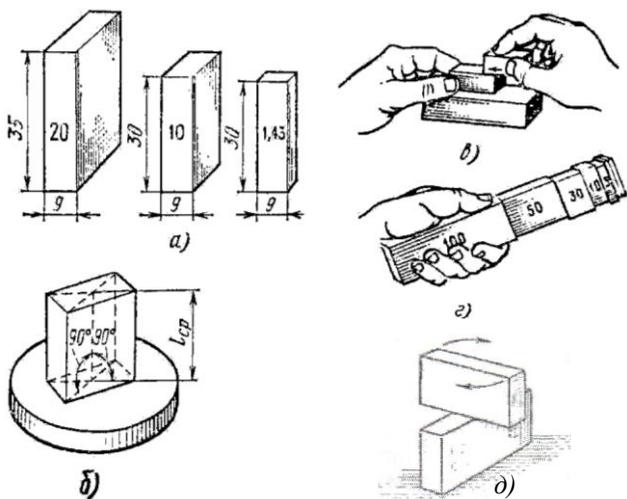
Плоскопараллельные концевые меры длины (ПКМД) (ГОСТ 9038-83) являются основным средством обеспечения линейных изме-

рений и сохранения единства мер в машиностроении и приборостроении. Они служат для передачи линейного размера от эталона до изделий в производстве.

С их помощью проверяют, градуируют и настраивают измерительные приборы и инструменты. В тоже время их используют при снятии размеров деталей, их контроле, проведении точных разметочных работ. Для проверки и градуировки измерительных средств, применяют образцовые меры, а для измерения деталей, их контроля и разметки - рабочие.

Плоскопараллельные концевые меры длины представляют собой бруски из закалённой стали марок 20ХГ, Х, ШХ-15, ХГ (ГОСТ 9038-73) с температурным коэффициентом расширения $(11,5 \pm 0,1) 10^{-6}$ мм на 1°C при измерении температуры от $+10$ до $+30^{\circ}\text{C}$ (твёрдость измерительной поверхности должна быть не менее ; твёрдого сплава ВК6М с температурным коэффициентом расширения $3,6 \cdot 10^{-6}$ мм на 1°C . Это позволяет повысить их износостойкость в 10...40 раз по сравнению с износостойкостью стальных (ГОСТ 13581-81), а также из кварца, имеющие форму прямоугольных параллелепипедов, как показано на рисунке 1а. Две противоположные измерительные поверхности каждой концевой меры обрабатываются с высокой точностью путём шлифования и доводки. Шероховатость измерительных поверхностей стальных мер на базовой длине 0,08 мм не должна быть $R_z \leq 0,063$ мкм.

За размер концевой меры принимают её срединный размер, т.е. расстояние от середины одной рабочей поверхности меры (места пересечения диагоналей) до плоскости, к которой притёрта мера другой рабочей поверхностью, в соответствии с рисунком 1б.



а) концевые меры длины; б) срединная длина меры;
в), д) притирание концевых мер; г) блок мер

Рисунок 1 – Плоскопараллельные концевые меры длины

Концевые меры обладают способностью притираться при их надвигании одну на другую. Благодаря этой способности их можно собирать в блоки разных размеров, как показано на рисунке 1в.

Наибольшая по абсолютному значению разность между длиной меры в любой точке и ее номинальной длиной составляет отклонение длины меры:

$$e_L = L_{cp} - L_n$$

Разность между наибольшей и наименьшей длинами определяет отклонение от плоскопараллельности. Номинальная длина концевой меры гравировается на боковой поверхности меры (для мер свыше 5,5 мм) или рабочей поверхности (для мер до 5,5 мм), рисунок 1а.

1.3 Точность изготовления и аттестации концевых мер

Меры изготавливаются с размерами поперечного сечения 15x5, 20x9, 30x9 и 35x9. В соответствии с требованиями стандарта (ГОСТ 9038-90) концевые меры по точности изготовления делят на шесть классов: 00;0;01;1;2;3-из стали, 00;0;1;2;3 – из твердого сплава (таблица 1). Для концевых мер, находящихся в эксплуатации, установлены дополнительно два класса – 4 и 5. Концевые меры класса 00 изготавливают по заказу потребителя.

Таблица 1 – Техническая характеристика концевых плоскопараллельных мер длины (ГОСТ 9038-90, ГОСТ 8.166-75)

Допускаемые отклонения для класса точности, мкм		Номинальная длина концевой меры, мм				
		до 10	свыше 10 до 25	свыше 25 до 50	свыше 50 до 75	свыше 75 до 100
00	от номинального значения	±0,05	±0,07	±0,10	±0,120	±0,14
	от плоскопараллельности	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07
0	от номинального значения	±0,10	±0,14	±0,20	±0,25	±0,30
	от плоскопараллельности	0,09	0,10	0,10	0,12	0,12
1	от номинального значения	±0,18	±0,27	±0,35	±0,45	±0,55
	от плоскопараллельности	0,14	0,14	0,16	0,16	0,18
2	от номинального значения	±0,35	±0,55	±0,70	±0,90	±1,10
	от плоскопараллельности	0,27	0,27	0,27	0,32	0,32

Продолжение таблицы 1

Допускаемые отклонения для класса точности, мкм		Номинальная длина концевой меры, мм				
		до 10	свыше 10 до 25	свыше 25 до 50	свыше 50 до 75	свыше 75 до 100
3	от номинального значения	±0,80	±1,20	±1,60	±2,00	±2,50
	от плоскопараллельности	0,30	0,30	0,30	0,35	0,35
4	от номинального значения	±2,00	±2,50	±3,00	±4,00	±5,00
	от плоскопараллельности	0,60	0,60	0,60	0,80	0,80
5	от номинального значения	±4,00	±5,00	±6,00	±8,00	±10,0
	от плоскопараллельности	0,60	0,60	0,60	0,80	0,80

Примечание. Нормы точности для классов 00, 0, 1, 2 и 3 установлены ГОСТ 9038-90, для классов 4 и 5 – ГОСТ 8.166-75

Концевые меры аттестуются в соответствии с их назначением в качестве образцовых мер 1, 2, 3, 4-го или 5-го разряда. К концевым мерам, характеризуемым разрядами, дается аттестат, в котором указывается отклонение действительного размера плитки от номинального. Разряд концевой меры характеризуется предельной погрешностью прибора, с помощью которого определяли срединную длину меры, и ее предельным отклонением от плоскопараллельности.

1.4 Наборы концевых мер

Концевые меры длины для удобства пользования выпускают наборами (таблица 2) и россыпью по заказам. Набор представляет собой деревянный или пластмассовый ящик с помещёнными в нем плитками в ячейках. Наборы, отличаются, друг от друга различным количеством мер, их

размерами и классом точности. Предусмотрен 21 стандартный набор стальных и 8 наборов твердосплавных мер. Наборы стальных мер также могут содержать защитные твердосплавные плитки.

Класс точности набора определяется низшим классом отдельной меры, входящей в набор, при проверке мер после их изготовления или через определенное время их эксплуатации. К каждому набору прилагается паспорт, в котором указываются номинальная длина каждой меры и ее отклонение.

1.5 Указания по составлению блока плиток

Притираемость и высокая точность – главные свойства концевых мер, определяющие их ценность как измерительных средств. Притираемость мер объясняется их молекулярным притяжением (сцеплением), когда они покрыты тончайшей плёнкой смазывающей жидкости (толщина плёнки не превышает 0,002мм, что незначительно влияет на точность размера блока концевых мер).

При составлении блока требуемого размера из концевых мер следует руководствоваться следующими правилами:

- блок необходимо составлять из возможно меньшего числа концевых мер;

- вначале следует выбрать меры, позволяющие получить тысячные доли миллиметра, затем сотые, десятые и, наконец, целые миллиметры. Например, для получения блока размером 68,135 мм нужно взять концевые меры в следующей последовательности: 1,005+1,13+6+60 мм.

Вышеуказанное правило о составлении блока плиток из возможно наименьшего числа плиток объясняется наличием погрешности размера каждой плитки и, поэтому, очевидно, что чем больше будет мер в блоке, тем больше будет погрешность блока.

Численное значение предельной погрешности каждой плитки Δlim принимается по таблицам стандарта (ГОСТ 9038-90), а предельная погрешность блока $\Delta \text{lim}_{\text{бл.}}$, определяется из уравнения

$$\pm \Delta \text{lim}_{\text{бл.}} = \sqrt{\Delta^2 \text{lim}_1 + \Delta^2 \text{lim}_2 + \dots + \Delta^2 \text{lim}_3}, \quad (1)$$

где Δlim_1 , Δlim_2 - предельные погрешности первой, второй и т.д. плиток.

Подобранные для составления блока меры очищаются от смазки, промываются в чистом бензине и протираются мягкой фланелевой салфеткой. Промытые и вытертые меры необходимо брать руками за нерабочие поверхности. Сборка плиток в блок производится последовательной их притиркой друг к другу. Притирку осуществляют следующим способом. Взяв концевую меру за боковые плоскости, накладывают её на притираемую меру или блок так, чтобы рабочие плоскости совмещались примерно на половину их длины. Затем, слегка нажимая на верхнюю плитку, надвигают её на нижнюю до полного контакта рабочих поверхностей, как показано на рисунке 1в.

1.6 Наборы принадлежностей к концевым мерам длины

Для производства с помощью концевых мер длины настройки приборов, проведения различных измерений и точной разметки выпускаются наборы принадлежностей к ним, в которые входят:

- державки (струбцины) для верхних пределов измерения 60, 110, 210 и 330 мм-4 шт;
- плоскопараллельные боковички размером 10 мм – 2 шт;
- радиусные боковички размером 2; 5; 10; 15 и 20мм – 10 шт;

- центровой боковик – 1 шт;
- чертильный боковик – 1 шт и лекальная линейка.

На рисунке 2 показан пример применения принадлежностей для настройки индикаторного нутромера перед измерениями.

В трубку 1 закладывают концевые меры 2 и боковички 3 и зажимают их винтом 4. Затем между измерительными поверхностями боковичков помещают настраиваемый нутромер 5.

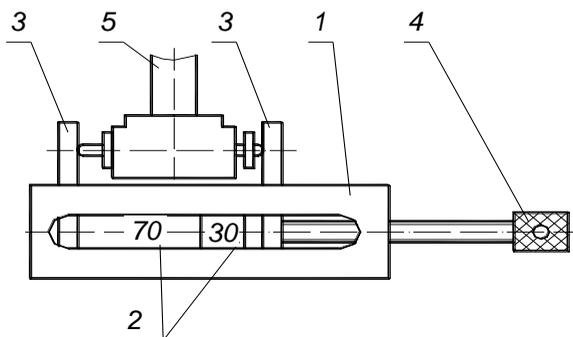


Рисунок 2 – Настройка индикаторного нутромера

2 Порядок выполнения работы

2.1. Составить блок плиток размером, равным номинальному диаметру контролируемой детали в соответствии с заданием по приложению А.

2.2. Установить блок плиток между измерительными поверхностями рычажного микрометра или скобы и настроить прибор на ноль.

2.3. При настройке индикаторной стойки блок плиток помещают на стол прибора и, опуская кронштейн с индикаторной головкой, устанавливают стрелку на ноль.

2.4. При настройке индикаторного нутромера используется струбцина с боковичками.

2.5. Настроить индикаторный нутромер так, чтобы большая стрелка индикаторной головки показывала ноль, а малая стрелка 1 или 2мм. Такая настройка позволит фиксировать положение и отрицательные отклонения.

2.6. Произвести измерение заданной детали и определить по шкалам прибора отклонение или размер.

2.7. Определить по таблицам стандарта ГОСТ 9038-90 предельные погрешности каждой плитки, входящей в блок и рассчитать предельную погрешность блока по уравнению (1).

2.8. Результаты измерений занести в отчёт.

2.9. Сформулировать выводы о степени годности детали и возможности её использования.

3 Отчет составить по форме

Содержание задания:

Таблица 1 – Характеристика набора плиток, использованного для составления блока

Класс точности плиток	Размеры плиток, мм	Количество плиток в наборе, шт.	Состояние рабочих поверхностей

Таблица 2– Предельные погрешности плиток и блока

Размер плитки, мм	Предельная погрешность плитки, мм	Предельная погрешность блока, мм

Таблица 3 – Результаты измерения детали

Наименование размера детали	Размер детали по чертежу, мм	Размер блока плиток, мм	Показания прибора, мм	Действительный размер детали, мм

Выводы о годности детали по результатам измерения

4 Контрольные вопросы по теме

1. Какой формы изготавливаются плоскопараллельные концевые меры длины?
2. Назначение плоскопараллельных концевых мер длины.
3. Какие измерительные и контрольные работы производят с помощью плоскопараллельных концевых мер длины?
4. Какое расстояние принимается за размер концевой меры?
5. Какой точности изготавливаются плоскопараллельные концевые меры длины?

6. Что представляют собой наборы плоскопараллельных концевых мер длины и чем они различаются между собой?

7. Как составляется блок плиток и какие правила рекомендуются при этом выполнять?

8. Как определяются погрешности плиток и блока?

9. Какое преимущество даёт применение плиток при измерении размеров и разметке?

Литература

1. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация. В 3 ч. Ч. 1. Метрология : учеб. М. : Юрайт, 2016. 235 с.

2. Схиртладзе А.Г., Радкевич Я. М. Метрология, стандартизация и технические измерения : учеб. для вузов. Старый Оскол : ТНТ, 2013. 420 с.

3. Лифиц И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учеб. для вузов. М. :Юрайт, 2016. 411 с.

4. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум : учеб. пособие для вузов / В.Н. Кайнова, Т.Н. Гребнева, Е.В. Тесленко, Е.А. Куликова; под ред. В.Н. Кайновой. СПб.:Лань, 2015. 368 с.

5. Хрусталёва З.А. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум : учеб. пособие для СПО. М.:Кнорус, 2016. 176 с.

Приложение А

Таблица 1 – Варианты составления блоков концевых мер для
настройки приборов при измерении деталей

N варианта	Размер блока, мм	Наименование измеряемого размера	Размер, мм	Наименование измерительных приборов
1	2	3		4
1	120	Внутренний диаметр гильзы двигателя СМД – 14 для размерных групп М, С, Б соответственно	$\varnothing 120^{+0,02}$; $\varnothing 120^{+0,04}_{+0,02}$; $\varnothing 120^{+0,06}_{+0,04}$	Нутромер индикаторный
2	110	Внутренний диаметр гильзы двигателя Д - 240 для размерных групп М, С, Б соответственно	$\varnothing 110^{+0,02}$; $\varnothing 110^{+0,04}_{+0,02}$; $\varnothing 110^{+0,06}_{+0,04}$	Нутромер индикаторный
3	42	Диаметр поршневого пальца двигателя СМД – 14 для размерных групп	$\varnothing 42_{-0,005}$; $\varnothing 42_{-0,002}_{-0,007}$	Рычажная скоба, рычажный микрометр индикаторная стойка
4	38	Диаметр поршневого пальца двигателя Д – 240 для размерных групп	$\varnothing 38_{-0,004}$; $\varnothing 38_{-0,004}_{-0,008}$	Рычажный микрометр, рычажная скоба, индикаторная стойка
5	35	Диаметр поршневого пальца двигателя Д - 144	$\varnothing 35_{-0,004}$	Рычажный микрометр, рычажная скоба, индикаторная стойка
6	42	Диаметр отверстия под палец в бобышках поршня двигателя СМД - 14	$\varnothing 42^{+0,038}_{+0,023}$	Индикаторный нутромер

Продолжение таблицы 1

1	2	3		4
7	25	Диаметр поясков золотника гидрораспределителя	$\varnothing 25^{+0,002}_{-0,007}$	Рычажная скоба, рычажный микрометр
8	25	Диаметр отверстия под золотник в корпусе гидрораспределителя	$\varnothing 25^{+0,007}$	Нутромер индикаторный

Лабораторная работа №2

ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТЫ

Цель работы: Изучить устройство штангенциркулей, штангенрейсмусов и штангенглубиномеров, освоить приемы измерения размеров деталей этими инструментами.

Применяемые инструменты, детали для измерения, приспособления, нормативные документы: штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмусы, коленчатые валы ДВС, а также различные детали машин, указания по выбору средств измерения и плакаты по теме.

1 Краткие теоретические сведения*1.1 Общие сведения*

Штангенинструменты применяют для линейных измерений, не требующих высокой точности. В группу этих инструментов входят штангенциркули, предназначенные для измерения внутренних и внешних размеров; штангенглубиномеры, служащие для контроля глубины отверстий и пазов; штангенрейсмусы, которыми измеряют высоты деталей и используют для разметочных работ.

Отсчетным устройством у штангенинструментов является ли-

нейный нониус. Нониусом называется дополнительная шкала, нанесенная на линейке специального устройства. Это устройство выполняют обыкновенно в виде охватывающей рамки, скользящей вдоль штанги. Дополнительная шкала позволяет отсчитывать трудно отсчитываемые на глаз доли целых делений основной шкалы, нанесенной на штанге инструмента.

Нониусы изготавливают с ценой деления 0,10 и 0,05 мм.

Расчет нониуса производится следующим образом

Задаются параметрами проектируемого инструмента:

- интервалом деления основной шкалы – C ;
- точностью отсчета (ценой деления нониуса) – i ;
- модулем нониуса – Y (модуль показывает, сколько делений основной шкалы приблизительно соответствует одному делению шкалы нониуса).

По этим данным определяются параметры шкалы нониуса:

- число делений шкалы нониуса, $n = \frac{C}{i}$;
- интервал деления шкалы нониуса, $b = C \cdot Y - i$;
- длина шкалы нониуса $l = b \cdot n$.

Например, при $i=0.05$ мм, $C=1$ мм и $Y=2$, число делений $n=20$, интервал деления $b=1,95$ мм и длина шкалы $l=39$ мм.

1.2 Методика отсчета по нониусу

При сдвинутых вплотную губках штангенциркуля нулевой штрих нониуса совпадает с нулевым штрихом основной шкалы, а последний двадцатый штрих с размером 39 мм, рисунок 1. Первый после нулевого штрих шкалы нониуса не доходит до второго штриха (2 мм)

основной шкалы на размер 0,05, второй штрих нониуса не доходит до четвертого (4 мм) на 0,10 мм, третий до шестого (6 мм) на 0,15 мм четвертый до восьмого на 0,20 мм и т.д.

Таким образом, совпадают только два штриха – нулевой и последний. Если рамку сдвинуть вправо на 0,05 мм то со вторым штрихом основной шкалы совпадает первый штрих нониуса, на 0,10 – второй штрих нониуса, на 0,15 мм – третий и т.д.

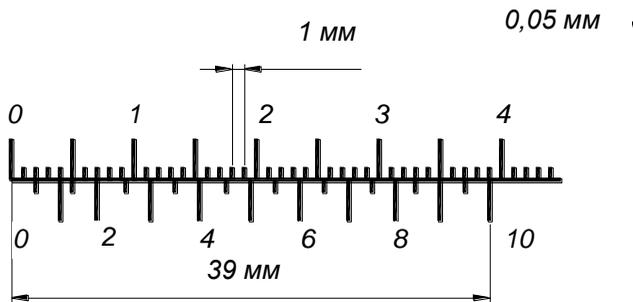


Рисунок 1 – Шкала нониуса штангенинструментов

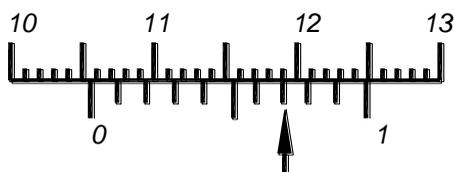
На рисунке 2 в первом примере совпадает седьмой штрих нониуса (размер 105,7 мм), во втором примере – двенадцатый (20,60 мм).

1.3. Штангенциркули выпускаются следующих трех типов:

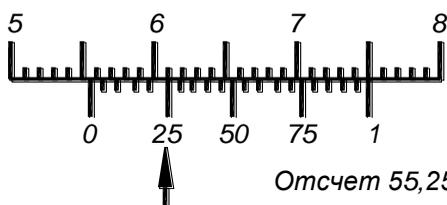
– с двусторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и для разметки, а также устройством для малой подачи рамки, рисунок 3а;

– с двусторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и с линейкой для определения глубин, рисунок 3б и 4;

– с односторонними губками для наружных и внутренних измерений.



Отсчет 105,7 мм



Отсчет 55,25мм

Рисунок 2 – Примеры отсчета по нониусу штангенинструмента

Штангенциркуль состоит из штанги 7, неподвижных губок 1а и 1б, изготовленных заодно со штангой, рамки 3 с подвижными губками 2а и 2б, нониусной пластинки 10 и хомута 6. Рамка 3 и хомут 6 соединены между собой микрометрическим винтом 8 с гайкой 9. При помощи этого устройства осуществляется малая подача рамки 3. Положение рамки и хомута фиксируется винтами 4 и 5. В рамке установлена плоская изогнутая пружина, которая обеспечивает постоянное прилегание рамки к ребру штанги.

У штангенциркуля, изображенного на рисунке 3а нижние губки предназначены для измерения как внутренних, так и наружных размеров. Верхние губки служат для измерения наружных размеров, а их заостренные концы используют также для нанесения рисок при выполнении разметочных работ.

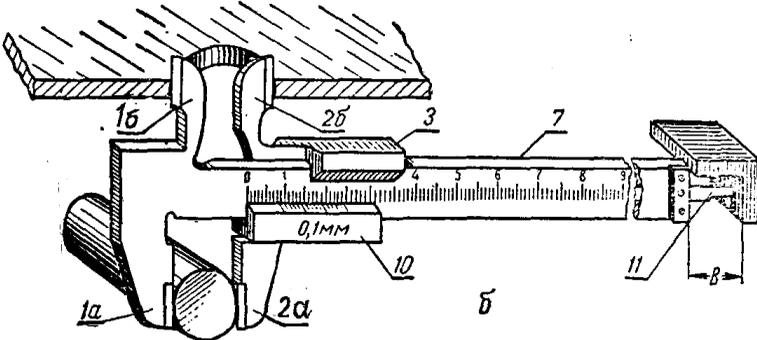
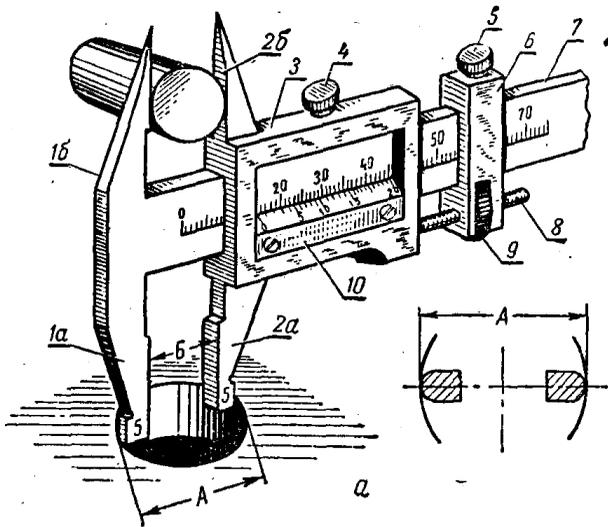


Рисунок 3 – Штангенциркули

У штангенциркуля, изображенного на рисунке 3б с точностью отсчета по нониусу 0,1 мм, отсутствует устройство для обеспечения микроподачи, а шкала нониуса нанесена прямо на скос рамки 3. Эти штангенциркули снабжены приспособлением для измерения глубины или

уступов. Приспособление представляет собой линейку 11, соединенную с рамкой и скользящую вместе с ней по направляющему пазу штанги.



Рисунок 4 – Электронный штангенциркуль (ELEKTRONIK DIGITAL CALIPER)

У штангенциркуля, изображенного на рисунке 4 с точностью отсчета 0,01 мм шкала нониуса заменена электронным устройством, которое позволяет измерять размеры, как в миллиметрах, так и в дюймах. Настройка таких штангенциркулей осуществляется следующим способом: сводят губки вместе и нажатием кнопки желтого цвета (кнопка с правой стороны) устанавливают инструмент на ноль.

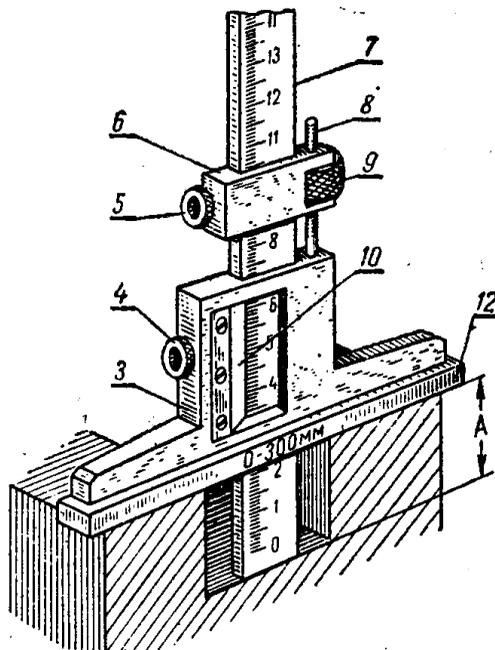
При выполнении измерений нельзя проводить штангенциркулем вдоль изделия: необходимо в каждом измеряемом сечении устанавливать его заново. Нельзя также надвигать губки штангенциркуля на изделие с усилием при застопоренной рамке. Для уменьшения погрешностей, возникающих вследствие деформации губок, в процессе измерения не следует пользоваться микроподачей. Микроподачу используют только при установке необходимого размера. Стопорные винты не рекомендуется затягивать слишком сильно.

Перед тем как приступить к измерениям, необходимо проверить штангенциркуль, В первую очередь следует обратить внимание на по-

верхности губок. Они должны быть ровными без искривлений и забоин. Чтобы убедиться в этом губки сдвигают до полного соприкосновения. Между измерительными поверхностями не должно быть просвета, а нулевые штрихи обеих шкал должны совпадать. Затем проверяют рамку. Рамка должна ходить плавно, без заеданий и перекоса. Если же при затяжке винта возникает перекосяк и размер изменяется или же появляется клиновидный зазор между губками, то такой штангенциркуль непригоден для работы. Штангенциркули выпускают с пределами измерения: 0... 125, 0... 160, 0... 400, 250... 630 мм.

1.4. Штангенглубиномером, показанном на рисунке 5, измеряют глубины, выточки, канавки и т.д. Он отличается от штангенциркуля тем, что не имеет на штанге 7 неподвижных губок, а подвижные губки на рамке конструктивно оформлены в виде опорного основания – траверсы 12 с плоскостью, расположенной перпендикулярно к направлению штанги. Этой плоскостью штангенглубиномер устанавливают на измеряемый объект. Штангенглубиномеры изготавливают с пределами измерения: 0... 160; 0... 250; 0... 400 мм и с точностью отсчета 0,1; 0,05 мм.

1.5 Штангенрейсмус, показанный на рисунке 6, служит для измерения высот и выполнения разметочных работ при размещении измеряемых изделий и прибора на поверочной плите. Он имеет массивное основание 13 и рамку с одной подвижной губкой 2, на которую при помощи хомутика 14 монтируется ножки специальной конструкции для различных измерений.

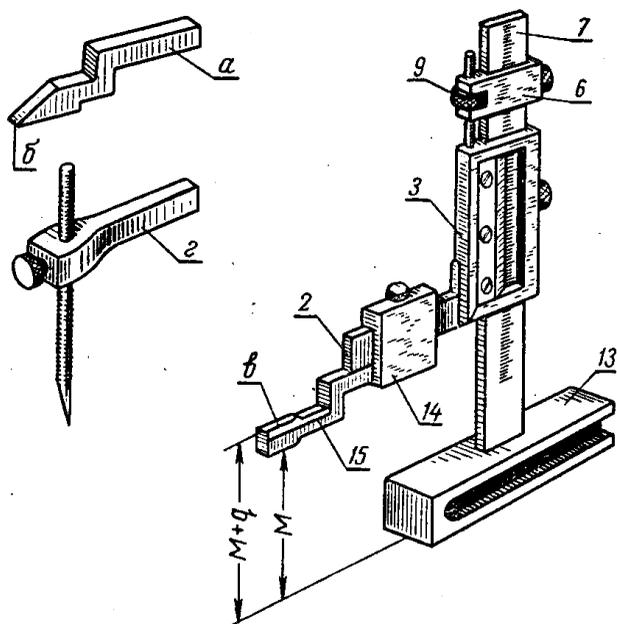


3 – рамка; 4 и 5 – стопорные винты; 6 – хомут; 7 – штанга;
 8 – винт микроподачи; 9 – гайка микровинта; 10 – нониусная
 пластинка, 12 – основание - траверса

Рисунок 5 – Штангенглубиномер

При измерении высоты штангенрейсмусом сначала устанавливают рамку грубо, а потом при помощи микрометрической подачи осторожно перемещают поверхность ножки до соприкосновения с измеряемой деталью. После этого отсчитывают показания.

Штангенрейсмусы выпускают с пределами измерения: 0... 250; 40... 400; 60... 630; 100... 1000 мм с точностью отсчета 0,1; 0,05 мм.



2 – подвижная губка; 3 – рамка; 6 – хомут; 7 – штанга; 9 – гайка микровинта; 13 – основание; 14 – дополнительный хомут; 15 – ножка

Рисунок 6 – Штангенрейсмус

2 Порядок выполнения работы

2.1. Измерить размеры детали штангенинструментами и нанести их на эскиз (деталь выдает преподаватель):

- проверить техническое состояние измерительных инструментов;

- измерить размеры заданной детали, начертить эскиз детали и нанести на него размеры.

2.2. Измерить штангенрейсмусом радиус кривошипа коленчатого вала:

– коленчатый вал уложить на призмы, установленные на проверочной плите;

– измерить размеры «а» и «б» в соответствии со схемой, помещенной на рисунке 6;

– первая шейка ставится в положение ВМТ и к ней сверху подводится измерительный наконечник, поворачивая вал в одну и другую стороны, необходимо добиться наименьшего зазора между шатунной шейкой и наконечником и в этом положении снять размер «а»;

– поднять рамку с наконечником и повернуть вал на 180° , подвести измерительный наконечник сверху и снять размер «б» в положении НМТ. При снятии размеров штангенрейсмус должен находиться в руках, а его шкала прямо перед глазами измеряющего.

Радиус кривошипа определяется по формуле

$$R = \frac{a - б}{2}.$$

Результаты измерений занести в таблицу 2 отчета.

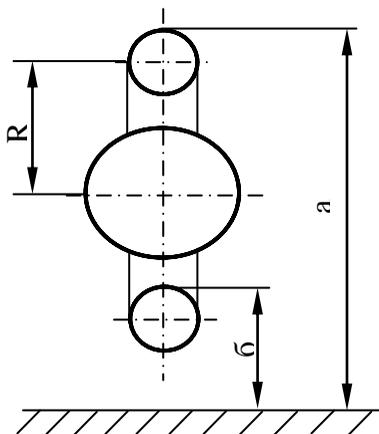


Рисунок 6 – Схема измерения положений шатунной шейки

2.3 Измерить штангенглубиномером размеры глубин, уступов, высот деталей, выданных преподавателем.

Результаты измерений занести в таблицу 3 отчета.

2.4 Рассчитать параметры шкалы нониуса штангенциркуля.

3 Отчет составить по форме

Таблица 1– Метрологические характеристики приборов

Наименование прибора	Пределы измерения, мм	Цена деления, мм		Предельная погрешность, мм
		Основной шкалы	Шкалы нониуса	

Эскиз детали с размерами

Таблица 2 – Результаты измерения радиуса кривошипа

Марка двигателя	Номер шатунной шейки	Размеры, мм		
		при положении в ВМТ	при положении в НМТ	радиус кривошипа

Таблица 3 – Результаты измерения штангенглубиномером

Глубина впадин и уступов, мм			
$L_1 =$	$L_2 =$	$L_3 =$	$L_4 =$

4 Контрольные вопросы

1. Перечислите основные метрологические показатели штангенинструментов.

2. Назовите и покажите основные части штангенциркуля, штангенглубиномера и штангенрейсмуса.
3. С какой точностью измеряют штангенинструменты?
4. Дайте определение понятию "модуль нониуса".
5. Приведите расчет параметров шкалы нониуса.
6. Какие измерения производятся штангенрейсмусом?
7. Приведите методику отсчета по нониусу при измерениях.

Литература

1. Лифиц И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учеб. для вузов. М.:Юрайт, 2016. 411 с.
2. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация. В 3 ч. Ч. 1. Метрология : учеб. для вузов. М. : Юрайт, 2016. 235 с.
3. Схиртладзе А.Г., Радкевич Я.М., Метрология, стандартизация и технические измерения : учеб. для вузов. Старый Оскол : ТНТ, 2013. -420 с.
4. Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация. М.: Юрайт, 2013.
5. Хрусталёва З.А. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум: учеб. пособие для СПО. М.: Кнорус, 2016. 176 с.

Лабораторная работа №3

МИКРОМЕТРИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Цель работы: Изучить устройство и настройку микрометрических инструментов. Приобрести навыки измерения размеров деталей этими инструментами

Применяемые измерительные инструменты и приспособления, нормативные документы и детали для измерения: микрометры гладкие; нутромеры и глубиномеры микрометрические; наборы плоскопараллельных концевых мер длины и приспособления к ним; коленчатые валы и гильзы; технические условия на дефектацию изношенных деталей.

1 Краткие сведения по теме

1.1 Общие сведения

К микрометрическим инструментам относятся микрометры гладкие для измерения наружных размеров; нутромеры (штихмассы) для определения внутренних размеров; глубиномеры и ряд микрометров специального назначения – листовые, трубные, призматические для измерения диаметров сверл, разверток, зенкеров и других инструментов, для измерения диаметров проволоки, зубомерные для измерения длины общей нормали зубчатых колес.

1.1.1. Самым распространенным из выше перечисленных является *микрометр гладкий типа МК*, показанный на рисунке 1 и типа МК Ц, на рисунке 2.

Микрометр состоит из следующих основных частей: скобы 8, неподвижной пятки 1, микровинта 3, стопора 7, стебля 4, барабана 5 и трещотки 6. Внутри стебля запрессована гайка, в которой вращается винт.

Микрометрические измерительные инструменты основаны на использовании винтовой пары (винт – гайка), которая преобразовывает вращательное движение микровинта в поступательное.

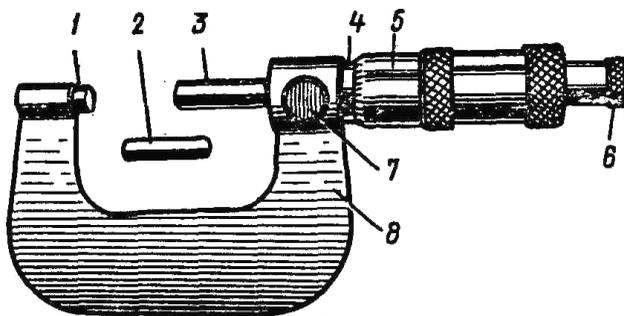


Рисунок 1 – Микрометр гладкий типа МК



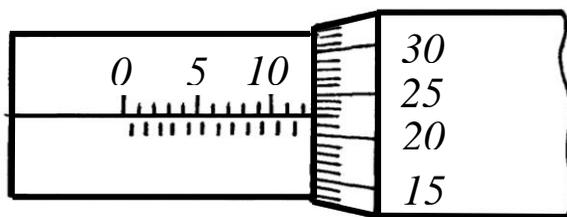
Рисунок 2 – Микрометр электронный гладкий типа МК

Отличие микрометров на рисунке 1 и 2 заключается в том, что у микрометра типа МК Ц отсутствует основная шкала на стебле и барабан со вспомогательной шкалой. Они заменены электронным отсчетным устройством, которое позволяет измерять размеры, как в миллиметрах с точностью до 0,001, так и в дюймах.

Отсчетное устройство микрометрических инструментов, рисунок 2, состоит из двух шкал: продольной 1 на стебле и круговой 2 на скосе барабана. Продольная шкала имеет два ряда штрихов, располо-

женных по обе стороны горизонтальной линии и сдвинутых относительно друг друга на 0,5 мм. Оба ряда штрихов образуют, таким образом, одну продольную шкалу с ценой деления, равной шагу микровинта 0,5 мм.

Круговая шкала обычно имеет 50 делений. Поворот барабана на одно деление вызывает осевое смещение микровинта на $1/50$ часть шага, т.е. на 0,01, поэтому цена деления шкалы барабана составляет 0,01 мм.



Отсчет 12,22

Рисунок 2 – Отсчетное устройство микрометрических механизмов

Перед измерениями микрометр необходимо настроить на совпадение нулевого штриха барабана с горизонтальной линией на стебле и нулевого штриха на стебле с кромкой торца барабана. Если они не совпадают, то микрометр настраивают.

Настройку проводят в следующем порядке:

– вращая барабан за головку трещоточного устройства, приводят измерительные пятки в соприкосновение;

– в этом положении стопорят микровинт и отсоединяют барабан от установочного колпака, для этого придерживая барабан за левый рифленый поясok левой рукой, правой ослабляют установочный колпачок. В таком положении барабан свободно вращается вокруг стебля

и его можно установить на нуль. Если же барабан крепится винтиком, нужно полностью отвинтить его, тем самым освободить барабан от стебля и установить на нуль.

Гладкие микрометры типа МК в соответствии со стандартом ГОСТ 6507-90 могут иметь различные пределы измерения: для интервала размеров от 0 до 300 мм пределы измерения изменяются через 25 мм (0...25; 25...50; 50...75; 75...100 и т.д. до 300), а для интервала 300...600 мм через 100 мм (300...400; 400...500; 500...600).

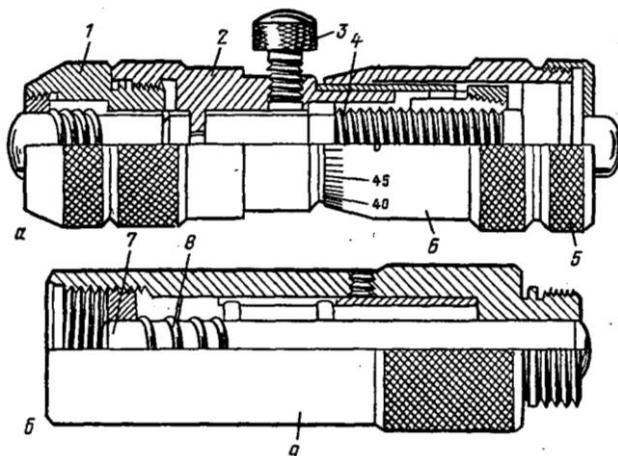
1.1.2. Нутромер микрометрический состоит из микрометрической головки, рисунок 3а и набора удлинителей, рисунок 3б. Отсчетное устройство микрометрической головки такое же, как и у микрометра. Конец микрометрического винта 4 и конец стержня защитного удлинителя 1, ввертываемого в корпус 2 прибора – измерительные поверхности нутромера.

В нутромере нет устройства ограничивающего измерительное усилие. В измерительном отверстии его устанавливают наощупь, поэтому погрешность при измерении нутромером значительно больше, чем при измерении микрометром.

Нутромер проверяют и настраивают по установочной мере, изготовленной в виде скобы.

Микрометрические нутромеры выпускают с пределами измерения 50...75; 75...175; 175...600 мм и точностью отсчета 0,01 мм.

1.1.3. Микрометрический глубиномер, рисунок 4, состоит из основания 5, микрометрической головки 2, запрессованного в основание стебля 4. Нижняя плоскость основания и конец измерительного стержня – измерительные поверхности прибора. Для увеличения диапазона измерений глубиномер снабжен сменными стержнями 6. Пределы измерения глубиномеров: 0...100 и 0...150 мм. На нуль глубиномер с измерительным стержнем 0...25 мм устанавливают на поверочной плите.



1 – защитный удлинитель; 2 – корпус; 3 – стопорный винт;
 4 – микрометрический винт; 5 – колпачок; 6 – барабан;
 7 – стержень; 8 – пружина; 9 – трубка удлинителя

Рисунок 3 – Нутромер микрометрический

Для этого основание прижимают к плите, а затем, вращая микрометрический винт 3, доводят вторую измерительную плоскость до соприкосновения с плитой. Закрепив, измерительный стержень стопорным винтом 1, прибор устанавливают на нуль. При измерении размеров более 25 мм используют остальные стержни и установочные меры 7.

2 Порядок выполнения работы

2.1 Микрометраж шатунных шеек коленчатого вала ДВС

Микрометраж проводится в следующей последовательности:

а) измерить шейки вала в соответствии со схемой, представленной на рисунке 5, римскими цифрами обозначены сечения в продольных плоскостях, арабскими – в поперечных.

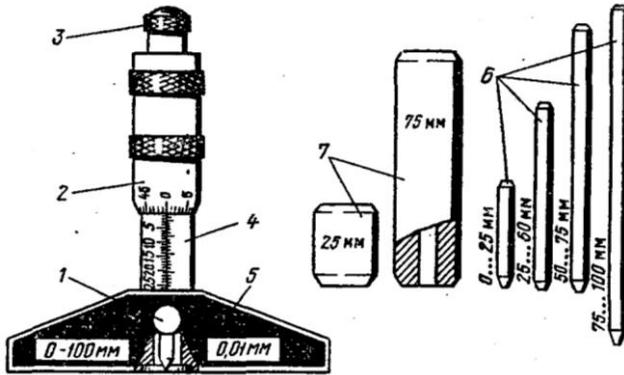


Рисунок 4 – Глубиномер микрометрический

- б) результаты измерения занести в таблицу 2 отчета;
- в) провести анализ и обработку результатов измерения и определить:

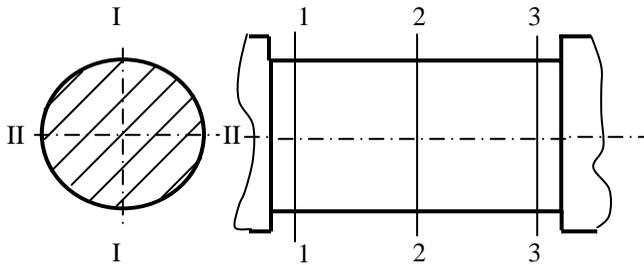


Рисунок 5 – Положение плоскостей и сечений при измерениях шеек коленчатого вала

1) погрешности формы в поперечном (овальность) и продольном (конусообразность, бочкообразность, седлообразность) сечениях и разрезах; погрешности формы в поперечном сечении (овальность) определяется как половина разности размеров, полученных измерением в рассматриваемом сечении в плоскостях I-I, II-II по формуле:

$$\Delta = \frac{d_I - d_{II}}{2};$$

погрешности в продольном сечении (конусообразность, бочкообразность и седлообразность) определяются путем сравнения размеров в трех поперечных сечениях в плоскости I-I или II-II. При этом численное значение погрешности определяется по формуле:

$$\Delta = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2};$$

2) наибольший износ шатунных шеек. Величина износа в общем случае определяется по методике ГОСНИТИ

$$\Delta = d_{\text{ср}} - d_{\text{изм}},$$

где Δ – величина износа вала на диаметр, мм;

$d_{\text{ср}}$ – средний размер нового вала с учетом предельных отклонений при рассеивании размеров изложенных валов по закону нормального распределения, мм;

$d_{\text{изм}}$ – измеренный размер изношенного вала, мм;

Очевидно, что наибольший износ будет в сечении с наименьшим из измеренных размеров.

3) по наименьшему из измеренных размеров с учетом припуска на шлифование и доводку 0,10 мм и руководствуясь техническими условиями на дефектовку при капитальном ремонте можно сделать заключение – на какой ремонтный размер можно перешлифовать измеренные шейки или данный коленчатый вал подлежит наращиванию,

т.к. он имеет большой износ и не может быть перешлифован даже на четвертый ремонтный размер.

2.2 Измерение гильз ДВС нутромером

Измерение внутреннего диаметра гильзы проводится в следующей последовательности:

- произвести настройку собранного нутромера на нуль с помощью струбины и измерительных плиток (при отсутствии струбины можно использовать микрометр);
- измерить диаметр гильзы в соответствии со схемой, представленной на рисунке 6;
- произвести анализ и обработку результатов измерения и заполнить таблицу 3 отчета.

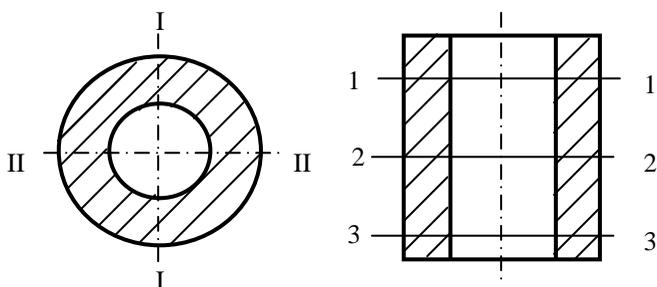


Рисунок 6 – Положение плоскостей и сечений при измерении гильзы

2.3 Измерения микрометрическим глубиномером

Измерения проводятся в следующей последовательности:

- настроить глубиномер, используя поверочную плиту, сменные стержни и установочные втулки;
- измерить на деталях размеры глубин, уступов и выточек и занести в таблицу 4 отчета.

3 Отчет составить по форме

Таблица 1 – Метрологическая характеристика приборов

Наименование прибора	Пределы измерения, мм	Точность отсчета, мм	Цена деления шкалы на стебле и на барабане, мм	Предельная погрешность инструмента, мм

1 Результаты микрометража шатунных шеек коленчатого вала двигателя _____

Размер шатунной шейки нового коленчатого вала

_____ (принимается по техническим условиям на дефектацию или по чертежу)

Средний размер шатунной шейки нового коленчатого вала

Таблица 2 – Результаты микрометража шатунных шеек вала

Плоскости в сечениях при измерениях	Размеры шеек, мм					
	1 шейка	2 шейка	3 шейка	4 шейка	5 шейка	6 шейка
1	2	3	4	5	6	7
Плоскость I-I						
Сечение 1-1						
Сечение 2-2						
Сечение 3-3						
Плоскость II-II						
Сечение 1-1						
Сечение 2-2						
Сечение 3-3						
Погрешность в сечениях						
Овальность 1-1						
Овальность 2-2						
Овальность 3-3						

Продолжение таблицы 2

Погрешность в продольных плоскостях						
Плоскость I-I						
Конусообразность						
Бочкообразность						
Седлообразность						
Плоскость II-II						
Конусообразность						
Бочкообразность						
Седлообразность						

Наименьший измеренный размер _____
 Наибольший износ шатунных шеек коленчатого вала _____
 Припуск на шлифовку и доводку _____
 Заключение о ремонте _____

2 Результаты измерения микрометрическим нутромером
 Размерная группа гильзы _____
 Размер новой гильзы _____
 Средний диаметр гильзы _____

Таблица 3 – Результаты измерения гильзы

Плоскости замеров	Размеры в сечениях, мм			Овальность в сечениях, мм			Погрешности формы в продольных плоскостях	Наибольший износ в продольных плоскостях, мм
	1-1	2-2	3-3	1-1	2-2	3-3		
I-I								
II-II								

Таблица 4 – Результаты измерения уступов, глубин на деталях микрометрическим глубиномером

Размеры, мм	L_1	L_2	L_3

4 Контрольные вопросы

1. Перечислите типы микрометрических инструментов с краткой характеристикой?
2. Перечислите основные метрологические показатели микрометра?
3. Объясните устройство гладкого микрометра и его отсчетного устройства?
4. Как производится настройка гладкого микрометра перед измерениями?
5. Изложите методику настройки микрометрического нутромера?
6. Почему измерения нутромером не достаточно точны?
7. Как определяется износ детали типа вал?
8. Изложите методику настройки глубиномера?

Литература

1. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учеб. для вузов. М.:Юрайт, 2016. 411 с.
2. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация. В 3 ч. Ч. 1. Метрология : учеб. для вузов. М. : Юрайт, 2016. 235 с.
3. Схиртладзе А.Г., Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и технические измерения : учеб. для вузов. Старый Оскол : ТНТ, 2013. 420 с.

4. Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация. М.: Юрайт, 2013.

5. Хрусталёва З.А. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум: учеб. пособие для СПО. М. :Кнорус, 2016. 176 с.

Лабораторная работа №4

ИНДИКАТОРНЫЕ ПРИБОРЫ

Цель работы: Изучить типы и конструкцию индикаторных приборов и головок. Освоить настройку приборов и приемы измерения деталей этими приборами

Необходимые для проведения работы приборы, приспособления и детали: индикаторные нутромеры, скобы, глубиномеры и головки; наборы концевых мер и принадлежности к ним; микрометр; стойки для приборов.

1 Краткие теоретические сведения

Индикаторные приборы предназначены для измерения деталей относительным методом измерения, при котором измерительный прибор перед измерениями настраивают на установочный размер (обычно за установочный принимается номинальный размер детали) с помощью концевых мер длины и приспособлений, а затем производят измерения, при этом прибор показывает не величину размера, а только отклонение от установочного размера

1.1. Основной частью индикаторных приборов является головка.

Наибольшее распространение получили *индикаторные головки, называемые индикаторами часового типа*. Инструментальная промышленность выпускает индикаторы часового типа марок ИЧ-2, ИЧ-5

и ИЧ-10, с точностью отсчета 0,01 мм и пределами измерения соответственно 0...2, 0...5 и 0...10 мм.

На рисунке 1 показано устройство индикатора часового типа.

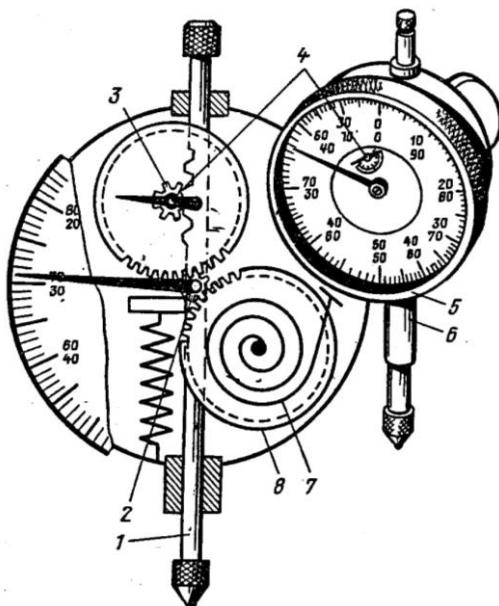


Рисунок 1 – Индикатор часового типа

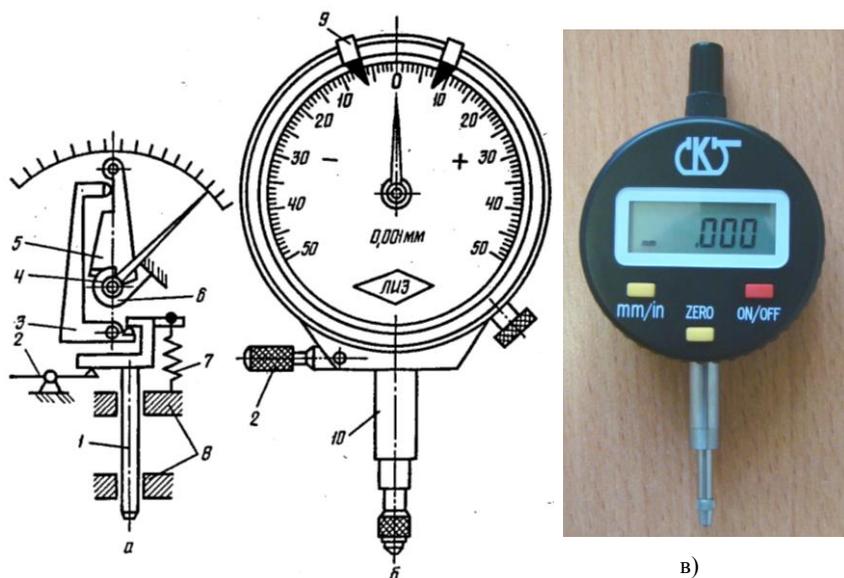
Измерительный стержень 1, имеющий в средней части нарезанную рейку, перемещается вверх и вниз внутри гильзы 6. При своем перемещении он вращает двойное зубчатое колесо 3, которое, в свою очередь приводит во вращение трибку 2 вместе со стрелкой, закрепленной на одной с ней оси. Дополнительное зубчатое колесо 8 с пружинным волоском 7 устраняет погрешность от бокового зазора в зубчатых зацеплениях и зазоров в опорах. Колесо 8 постоянно удерживает в зацеплении зубчатые колеса, причем во время хода измерительного стержня вверх или вниз зацепление происходит по одной стороне зуба.

Передаточные отношения в индикаторе подобраны так, что движению стержня на 1 мм соответствует один оборот стрелки. Так как шкала имеет 100 делений, цена деления шкалы индикатора равна 0,01 мм. Для установки на нуль шкалу индикатора поворачивают за накатанный ободок 5. Число оборотов большой стрелки индикатора или число целых миллиметров хода измерительного стержня определяют по перемещению малой стрелки 4. Цена деления шкалы малой стрелки равна 1 мм.

У индикаторной головки лишь одна измерительная поверхность б – конец измерительного стержня, поэтому измерять индикатором можно только в сочетании с приспособлениями.

При проведении измерений с повышенной точностью используют рычажно-зубчатые измерительные головки повышенной точности 1МИГ и 2МИГ (многооборотные), и 1ИГ и 2ИГ (однооборотные), а так же цифровые электронные головки. Цена деления шкалы головок соответственно 0,001; 0,002, 0,001 мм. На рисунке 2 показана *рычажно-зубчатая головка типа 1ИГ*, в которой используется механизм с двумя рычажными и одной зубчатой передачей (а, б) и цифровая электронная (в). В и цифровой электронной головке рычажно-зубчатый механизм заменен электронным отсчетным устройством. В рычажно-зубчатой головке при перемещении измерительного стержня 1 внутри гильзы 10 поворачивается рычаг 3, который своим длинным плечом воздействует возле оси на рычаг 5, закачивающийся зубчатым сектором. Поворот рычага 5 вызывает перемещение стрелки, сидящей на одной оси с зубчатым колесом (трибкой 4), которое находится в зацеплении с зубчатым сектором. Спиральная пружина 6 выбирает мертвый ход, обеспечивая постоянный контакт в зубчатой передаче и между рычагами. Пружина 7 соединяющая измерительный стержень 1 с корпусом 8, обеспечивает необходимое усилие. Рычаг 2 служит ориентиром и обеспечивает отвод измерительного стержня при

установке прибора для измерения. Ограничителями 9 устанавливается необходимый интервал размеров.



а – схема измерительного механизма; б – общий вид; в) и цифровая электронная

Рисунок 2 - Рычажно–зубчатая измерительная и цифровая электронная головки повышенной точности

1.2. Наибольшее распространение получили следующие индикаторные приборы: нутромеры, скобы, глубиномеры, разные стойки, в том числе магнитные

Индикаторные нутромеры по точности измерения и удобству их использования стоят значительно выше, чем микрометрические нутромеры. Наибольшее распространение получили индикаторные нутромеры с рычажной передачей, клиновой передачей и цанговые.

Индикаторные нутромеры с рычажной передачей изготавливают с пределами измерений: 6...10; 18...50; 50...100; 100...160; 160...250; 250...450; 450...700 мм.

Устройство нутромера показано на рисунке 3.

С корпусом 15 скреплена втулка 12, в которую с одной стороны ввернут регулируемый сменный стержень 14, а с другой – свободно перемещающийся вдоль оси стержень 2. Измерительные стержни – подвижный и регулируемый располагаются на одной оси. Стержень 14 после установки на размер B_{Δ} закрепляют гайкой 13.

При установке индикаторного нутромера на размер необходимо следить за тем, чтобы риска измерительного стержня 2 находилась в плоскости торца втулки 12.

В этом положении оба плеча рычага 11 располагаются перпендикулярно к осям стержней 2 и 10, что обеспечивает предельное снижение погрешностей, возникающих в передаче. Перемещение стержня 2 вдоль своей оси передается стержню 10 через двуплечий рычаг 11, который вращается на оси 3. Стержень 10 давит на стержень индикаторной головки 8, помещенной в кожух 7, передавая показания стрелки индикатора. Положение индикаторной головки фиксируется винтом 9. Для уменьшения погрешности при измерениях в концы двуплечего рычага 11 впрессованы шарики 1, которыми они соприкасаются с плоскими торцами стержней 2 и 10.

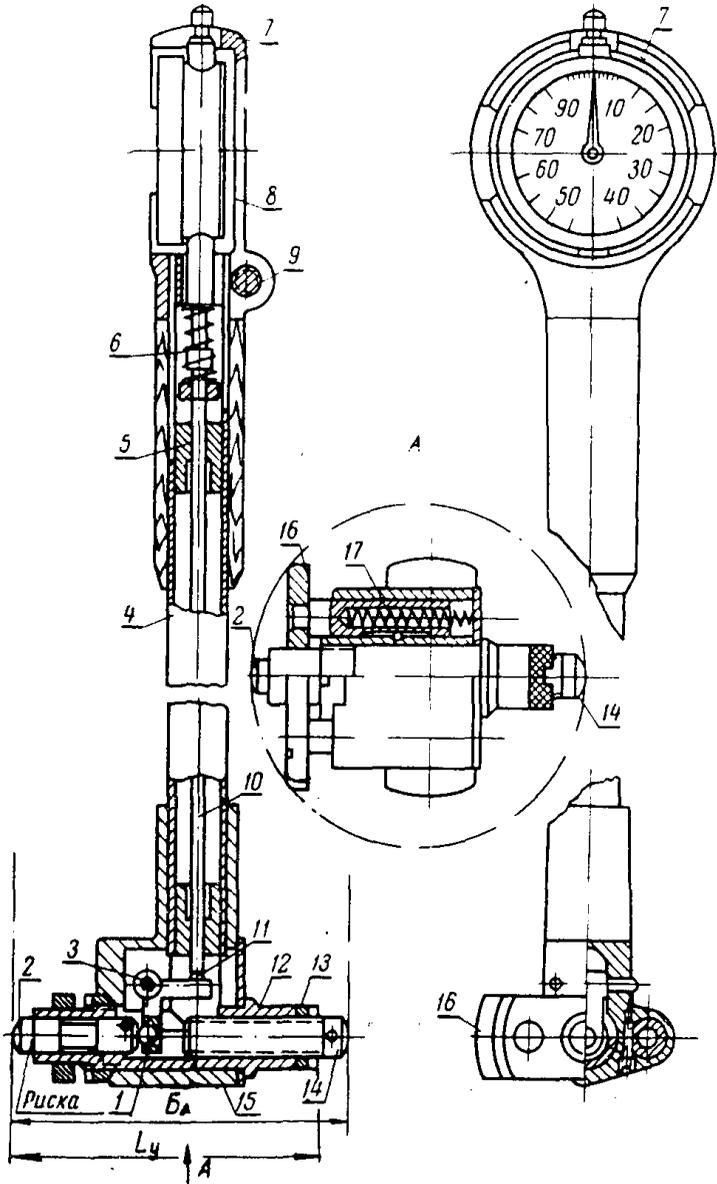


Рисунок 3 – Индикаторный нутромер с рычажной передачей

Стержень 10 перемещается в направляющих втулках трубке 4, соединенной с корпусом. На верхний конец этой трубки насажена теплоизоляционная накладка 5. Измерительное усилие нутромера создается совместным действием пружины 6 и пружины индикатора.

Чтобы при измерениях оси измерительных стержней совпадали с диаметральной направлением, а не располагались по хорде, в конструкции нутромера предусмотрен центрирующий мостик 16, который под действием пружин 17 все время прижимается к образующим измеряемого объекта.

1.3. Настройка индикаторного нутромера перед измерениями в производственных условиях выполняется с помощью специальных установочных колец, внутренний размер которых является установочным и выполнен с очень высокой точностью.

Настройка же нутромеров в условиях лаборатории кафедры вуза производится с применением концевых мер длины и принадлежностей к ним в следующем порядке:

а) устанавливают необходимую индикаторную головку в прибор так, чтобы было удобно читать показания;

б) подбирают и устанавливают переставной стержень в соответствии с размером, который подлежит измерению;

в) составляют блок концевых мер с размером, равным номинальному диаметру измеряемого отверстия и устанавливают его в струбцину с боковичками. В случае отсутствия струбцины для этой цели используют микрометр.

г) собранный нутромер помещают между боковичками и устанавливают необходимый «натяг» («натяг» устанавливают для того чтобы индикатор мог показывать как отрицательные, так и положи-

тельные отклонения от установочного размера блока концевых мер, на которых настраивается прибор). Натяг можно установить путем выворачивания переставного стержня. Величина натяга обычно зависит от величины изменения размера детали вследствие износа;

д) обеспечив необходимый натяг, поворотом циферблата устанавливают большую стрелку на нуль и фиксируют положение малой стрелки, после чего нутромер готов к измерениям.

1.4. *Индикаторная скоба*, рисунок 4, предназначена для измерения наружных размеров. Особенно эффективно применение индикаторной скобы при измерении размеров большого числа однотипных деталей. Индикаторная скоба имеет жесткий корпус 4 с теплоизоляционной накладкой 3. Подвижная пятка 7 находится в постоянном контакте с измерительным стержнем индикатора. Измерительное усилие скобы составляет 7 ± 2 Н и создается совместным действием пружины 8 и пружины индикатора. Положение индикаторной головки фиксируется винтом 9. Переставную пятку 6, закрытую колпачком 5, можно передвигать в пределах от 50 до 100 мм.

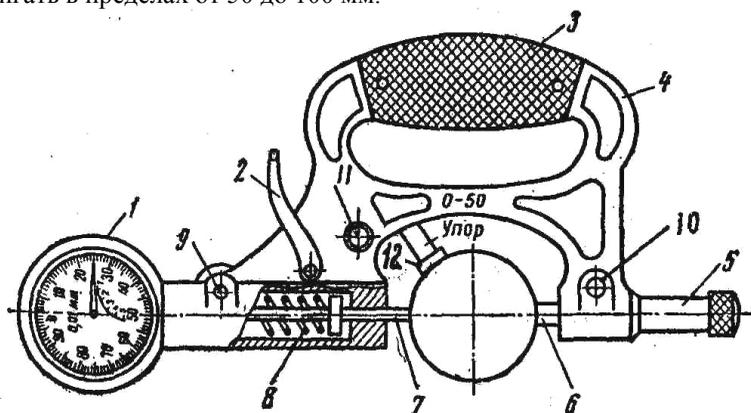


Рисунок 4 – Индикаторная скоба

Ее рабочее положение фиксируется гайкой 10. При массовых измерениях одной и той же детали процесс измерения значительно облегчается, а производительность резко возрастает, если упорная пятка 12 будет заранее настроена на измеряемую величину. Упорную пятку устанавливают так, чтобы линия измерения проходила через центр измеряемого объекта, и в этом положении фиксируют стопором 11. В целях предохранения измерительных поверхностей пяток от быстрого износа и поломки скоба имеет отводной рычаг 2, при помощи которого подвижную пятку 7, отводят влево, что облегчает ввод измеряемых деталей между измерительными поверхностями пяток.

Индикаторные скобы перед измерениями настраиваются с помощью концевых мер длины. Для этого составляют блок концевых мер, размер которого равен номинальному размеру измеряемой поверхности и помещают его между пятками 6 и 7. Передвигая переставную пятку 6, устанавливают положение малой стрелки на цифру 1 или 2. Тем самым создают запас хода стержня индикатора на случай, если размер детали будет меньше номинального. После этого шкалу индикатора поворачивают за ободок, чтобы нулевой штрих совпал с концом большой стрелки. Отклонения стрелки при измерении будут равны отклонениям размера детали от номинального размера.

1.5. *Индикаторный глубиномер*, рисунок 5, состоит из основания 2 с нижней измерительной поверхностью, индикатора 3 и измерительного стержня 1. Благодаря набору таких стержней (10 шт.) прибором можно измерять глубину в пределах от 0...100 мм.

При измерении глубины от 0 до 10 мм глубиномер настраивают на поверочной плите. Для этого прибор помещают основанием на плиту, а индикатор передвигают во втулке до тех пор, пока маленькая

стрелка не станет против цифры 10. В этом положении индикатор закрепляют стопорным винтом 4, а нуль шкалы совмещают с большой стрелкой. Отклонение от базового размера 10 мм будет в этом случае абсолютным размером измеряемой глубины.

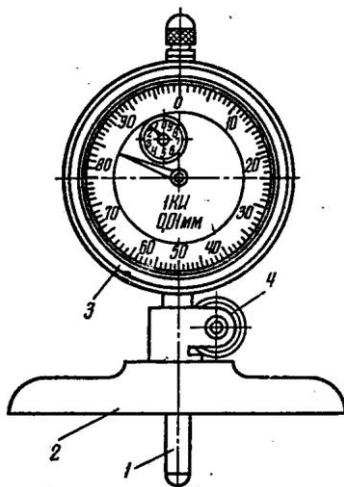


Рисунок 5 – Индикаторный глубиномер

Если измеряют глубину больше 10 мм, то для установки на нуль используют две концевые меры или два блока концевых мер одинакового размера. Размер их должен равняться нижнему пределу измерения глубиномера с данным измерительным стержнем.

2 Порядок выполнения работы

2.1 Измерение внутреннего размера гильзы ДВС индикаторным нутромером

Измерения проводятся в следующей последовательности:

а) определяют размерную группу гильзы (обозначение группы на торце ободка);

б) по техническим условиям на дефектовку определяется размер гильзы для этой группы;

в) рассчитывается средний диаметр новой гильзы с учетом предельных отклонений;

г) измерения проводятся в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (I-I и II-II) и восьми сечениях, обозначенных арабскими цифрами, в соответствии с рисунком 6;

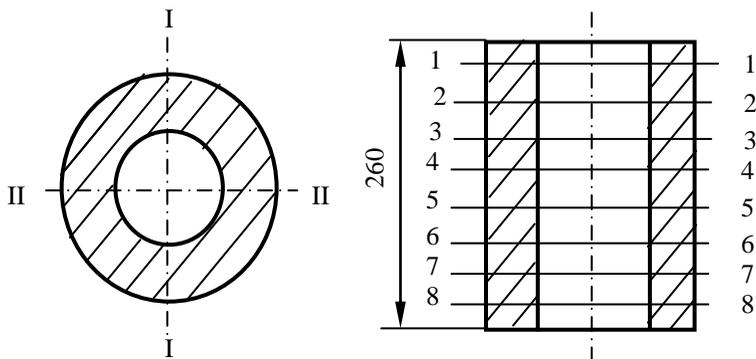


Рисунок 6 – Положение плоскостей и сечений при измерении износа гильзы

д) плавно покачивая прибор, наблюдают за положением стрелки индикатора и отмечают ее наибольшее отклонение, к которому она приходит при каждом покачивании. По этому отклонению и принимается измеряемый размер гильзы. Результаты измерения по всем сечениям заносятся в таблицу 2 отчета;

е) определяется величина отсчета износа гильзы по сечениям, и результаты заносятся в таблицу 2 отчета.

Износ внутренней поверхности гильзы определяется по методике ГОСНИТИ

$$\Delta = D_{\text{изм}} - D_{\text{ср}},$$

где Δ – величина износа гильзы, мм;

$D_{\text{изм}}$ – измерительный диаметр изношенной гильзы, мм;

$D_{\text{ср}}$ – средний диаметр новой гильзы с учетом предельных отклонений, мм;

ж) по данным износа строятся кривые износа в двух продольных плоскостях, пример построения кривых износа приводится на рисунке 7;

з) заключение о ремонте гильзы производится с учетом величины наибольшего износа гильзы, припуска на хонингование (минимум – 0.08 мм) и технических условий на дефектацию гильз при ремонте.

2.2 Измерение коренных шеек коленчатого вала ДВС индикаторной скобой

Измерения проводятся в следующей последовательности:

а) по техническим условиям на дефектацию или по чертежу коленчатого вала принимается размер коренных шеек и вычисляется средний размер $d_{\text{ср}}$;

б) настроить скобу на номинальный размер с помощью концевых мер длины;

в) измерить диаметры шеек (аналогично измерениям шатунных шеек микрометром) и результаты занести в таблицу 2 отчета;

г) провести анализ результатов измерения и вычислить величины погрешностей формы в сечениях и плоскостях, а также определить величину износа (расчеты провести по методике, изложенной в работе "Микрометрические инструменты").



Рисунок 7 – Кривые, характеризующие износ гильзы

2.3 Измерение индикаторным глубиномером

Измерения проводятся в следующей последовательности:

- подобрать детали, имеющие пазы, отверстия, уступы и т.п.;
- настроить глубиномер по методике, изложенной в описании этого прибора и произвести измерения;
- результаты измерения занести в таблицу 4 отчета.

3 Отчет составить по форме

Таблица 1 – Метрологическая характеристика приборов

Наименование прибора	Пределы измерения, мм		Точность отсчета, мм	Предельная погрешность, мм
	прибора	индикаторной головки		

1. Результаты измерения гильзы тракторного двигателя индикаторным нутромером

Размерная группа гильзы _____

Внутренний диаметр новой гильзы _____

Средний диаметр новой гильзы _____

Таблица 2 – Результаты микрометража гильзы

Сечение	Размеры, мм		Износ, мм	
	плоскость I-I	плоскость II-II	плоскость I-I	плоскость II-II

2. Результаты измерения коренных шеек коленчатого вала индикаторной скобой

Размер коренной шейки нового коленчатого вала _____

Средний размер шейки нового коленчатого вала _____

Таблица 3 – Результаты измерения коренной шейки коленчатого вала

Плоскости замеров	Размеры в сечениях, мм			Погрешность формы в плоскостях, мм			Погрешности формы в плоскостях I-I, II-II, мм	Максимальный износ в плоскостях, мм
	1-1	2-2	3-3	1-1	2-2	3-3		
I-I								
II-II								

Таблица 4 – Результаты измерения уступов, глубин на деталях
индикаторным глубиномером

Размеры, мм			
$L_1 =$	$L_2 =$	$L_3 =$	$L_4 =$

4 Контрольные вопросы

1. В чем заключается относительный метод измерения?
2. Какие виды индикаторных головок применяются при измерениях?
3. Приведите основные метрологические показатели индикаторного нутромера.
4. Как настраивается индикаторный нутромер перед измерениями?
5. Устройство и настройка индикаторной скобы.
6. Устройство и настройка индикаторного глубиномера.
7. Как определяется износ отверстия?
8. Устройство рычажного индикаторного нутромера.

Литература

1. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учеб. для вузов. М.:Юрайт, 2016. 411 с.
2. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация. В 3 ч. Ч. 1. Метрология : учеб. для вузов. М. : Юрайт, 2016. 235 с.
3. Схиртладзе А.Г., Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и технические измерения : учеб. для вузов. Старый Оскол : ТНТ, 2013. 420 с.

4. Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация. М.: Юрайт, 2013.

5. Хрусталёва З.А. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум: учеб. пособие для СПО. М. :Кнорус, 2016. 176 с.

Лабораторная работа №5

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕТРИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ

Цель работы: Ознакомиться с измерительными приборами для контроля параметров метрической резьбы. Приобрести навыки измерения основных параметров резьбы

Необходимые измерительные приборы, детали с резьбой, нормативные документы и плакаты: резьбовые микрометры, гладкие микрометры, резьбовые шаблоны (резьбомеры), стандарты на резьбу, стойки для микрометров и плакаты

1 Краткие сведения по теме

1.1 Общие сведения

К основным контролируемым элементам резьбового соединения относят:

- наружный диаметр – d (D);
- средний диаметр – d_2 (D_2);
- внутренний диаметр – d_1 (D_1);
- шаг резьбы – P ;
- угол профиля - α .

Метрические резьбы различаются по шагу на две группы: с крупным шагом; с мелким шагом. У резьбы с крупным шагом каждому диаметру соответствует один крупный шаг, а для резьбы с мелким ша-

гом для каждого диаметра могут назначаться различные шаги. Резьба с мелким шагом более надежна по сравнению с крупной резьбой там, где возможно самоотвинчивание.

Средний диаметр, шаг и угол профиля является основными параметрами резьбы, так как они определяют характер контакта резьбового соединения, его прочность, точность поступательного перемещения и другие эксплуатационные качества. Стандартом не устанавливаются допуски на шаг и угол профиля, так как назначать допуски и контролировать все эти параметры чрезвычайно сложно и трудоемко.

Из трех перечисленных параметров проще всего изменять средний диаметр. Поэтому, поскольку между отклонениями шага, угла профиля и среднего диаметра существует геометрическая зависимость, предусмотрено, что допуск на средний диаметр включает также компенсацию погрешностей шага и угла профиля.

Стандартом установлено 9 степеней точности резьбы: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 и 10. Наиболее точной является 2-ая степень, которая используется для резьбовых калибров, резьбы с натягом и в самых ответственных случаях, а 10-ая применяется для деталей из пластмасс.

В зависимости от эксплуатационных требований к степени подвижности для резьбовых соединений стандартами установлены поля допусков, образующие посадки трех групп: с зазором, переходные, с натягом.

Наибольшее применение в соединениях машин находит резьба с зазором. Для получения посадок зазором предусмотрено пять основных отклонений (h, g, f, e, d) для наружной и четыре (H, G, E, F) для внутренней резьбы.

Обозначение поля допуска резьбы состоит из цифры, показывающей степень точности, и буквы обозначающей основное отклонение.

Так как точность резьбы определяется сочетанием полей допусков по среднему диаметру d_2 (D_2), по наружному d для наружной и по внутреннему D_1 для внутренней резьбы, обозначение точности резьбы состоит из обозначения поля допуска среднего диаметра, помещаемого на первом месте и обозначения поля допуска наружного диаметра d или внутреннего диаметра D_1 , помещаемого на втором месте, например 6g7g; 5H6G. Если поля допусков на эти параметры одинаковы, то в обозначении их не повторяют (6g; 7H). Обозначение поля допуска резьбы ставят после ее размера. Например, болт M12x1-6g, гайка M12x1-7H. Посадки резьбовых соединений обозначают дробью, в числителе которой указывают поле допуска гайки, а в знаменателе – поле допуска болта: M12x1-7H/6g.

Точность резьбы контролируется дифференцированным (поэлементным) или комплексным методами. В условиях ремонтных предприятий, станций технического обслуживания применяются оба метода. Причем при комплексном методе используют новые болты и гайки в качестве образцовых.

Дифференцированный контроль резьбы осуществляется с помощью универсальных и специализированных инструментов и приборов.

Надежные и достаточно точные методы измерения отдельных параметров имеются только для наружной резьбы.

Наружный диаметр наружной резьбы измеряют просто штангенциркулем или гладким микрометром.

Средний диаметр наружной резьбы можно измерять в зависимости от требуемой точности на универсальном и инструментальном микроскопах, методом трех проволочек и резьбовыми микрометрами.

Шаг резьбы в условиях ремонтных предприятий определяют резьбовыми шаблонами, называемыми резьбомерами. При необхо-

димости более точного определения используют инструментальные микроскопы.

Угол профиля наружной резьбы определяют также резьбомером или более точно на инструментальном микроскопе.

1.2 Резьбовые шаблоны или резьбомеры

Резьбомеры, рисунок 1, представляют собой собранные в наборы пластинки с зубьями стандартных метрических профилей с шагами от 0,4 до 6 мм. Основное назначение резьбомеров – определение номинального шага и угла профиля резьбы подбором и наложением наиболее подходящего резьбового шаблона.

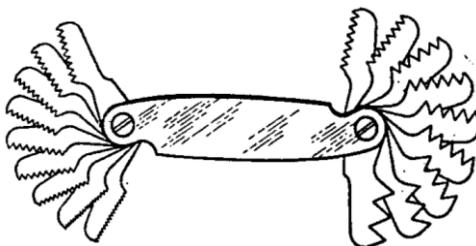


Рисунок 1 – Резьбовые шаблоны (резьбомеры)

1.3 Резьбовой микрометр

Резьбовой микрометр, показанный на рисунке 2, отличается от обычного тем, что микровинт имеет отверстие для установки конусной вставки 1, а неподвижная пятка обычного микрометра заменена на подвижную, перемещение которой производится с помощью гаек 2 и 3, расположенных с обеих сторон пятки. Призматическая пятка 4 вставляется в отверстие подвижной пятки.

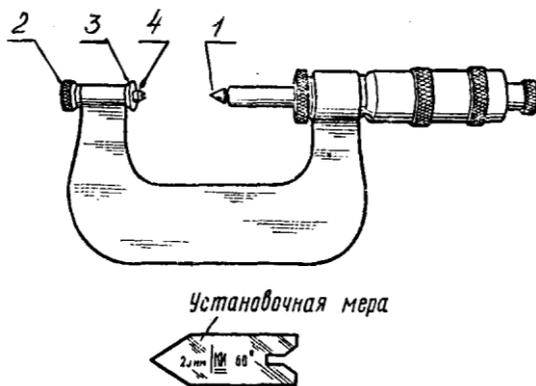


Рисунок 2 – Микрометр резьбовой

К резьбовому микрометру прилагается набор парных вставок, показанных на рисунке 3. Подбор вставки производится в зависимости от величины шага измеряемой резьбы. На теле вставки выбита цифра, соответствующая определенному диапазону шагов измеряемой резьбы.

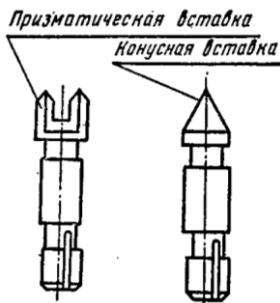


Рисунок 3 – Набор парных вставок

Установка резьбового микрометра со вставками в нулевое положение производится в следующей последовательности:

- при отведенной с призматической вставкой пятке перемещением микровинта устанавливают микрометр на ноль;

- при помощи гаек пятку с призматической пяткой перемещают до соприкосновения с конусной вставкой;

- после доведения до соприкосновения вставок непосредственно между собой или с установочной мерой отводят микровинт и проверяют установку микрометра в нулевом положении. Если установка произведена неточно, то настройку повторяют.

2 Порядок выполнения работы

2.1 Измерение параметров наружной резьбы

Измерение производится в следующей последовательности:

– измеряют наружный диаметр резьбы гладким микрометром;
– по измеренному диаметру и пользуясь стандартом ГОСТ 8724-81 (учитывая, что контролируемая резьба с зазором, измеренный наружный диаметр будет меньше номинального) устанавливаем номинальный диаметр резьбы;

– резьбомером определяем шаг и угол профиля резьбы;

– пользуясь стандартом ГОСТ 8724-81, и учитывая величину шага и угла профиля резьбы, определяем вид резьбы (резьба с крупным или с мелким шагом);

– производится настройка резьбового микрометра для измерения среднего диаметра контролируемой резьбы;

– поместив контролируемую резьбу между вставками, измеряется средний диаметр наружной резьбы $d_{2изм}$.

Значения измеренных параметров и результаты поиска заносят в таблицу 2 отчета.

Параметры внутренней резьбы измерить значительно сложнее. При необходимости с внутренней резьбы снимают слепок путем заливки специальными сплавами с низкой температурой плавления и

параметры резьбы определяют по слепку на универсальном или инструментальном микроскопе.

2.2 Определение точности контролируемой резьбы

Для определения точности резьбы по нормируемым параметрам наружной резьбы, т.е. среднему диаметру – d_2 и наружному – d определяются их поля допусков. Для этого по стандарту ГОСТ 24705-81 определяется внутренний d_1 и теоретический средний диаметр d_{2T} , и заносим их значения заносятся в таблицу 1 отчета.

Определяем отклонение измеренного среднего диаметра от теоретического

$$\Delta d_2 = d_{2T} - d_{2\text{изм}}.$$

Определяем отклонение величины измеренного наружного диаметра от номинального

$$\Delta d = d_T - d_{\text{изм}}.$$

Результаты расчетов заносятся в таблицу 2 отчета.

Для определения приблизительной точности резьбы по среднему диаметру отклонения Δd_2 сопоставляются с координатами средин стандартных полей допусков с основными отклонениями – h, g, e, f, d по ГОСТ 16093 – 81.

Степень точности и поле допуска проверяемой резьбы принимается по ближайшему по значению из стандартных, и заносятся в таблицу 2.

Аналогично определяют точность и поле допуска по наружному диаметру.

На основе полученных результатов делается вывод по результатам измерения и сопоставления их со стандартными значениями.

Чертится деталь с резьбой и проставляется размер и точность резьбы в соответствии с требованиями стандартов.

3 Отчет составить по форме

Таблица 1 – Результаты измерений

Измеренный наружный диаметр $d_{\text{изм}}$, мм	Номинальный диаметр резьбы d , мм	Шаг резьбы P , мм	Угол профиля α , °	Вид резьбы по ГОСТ 8724-81	Измеренный средний диаметр $d_{2\text{изм}}$, мм	Теоретический средний диаметр d_{2T} , мм	Внутренний диаметр d_1 , мм

Таблица 2 – Точность среднего и наружного диаметров резьбы

Средний диаметр		Наружный диаметр	
Δd_2	ближайшее по значению поле допуска на средний диаметр	Δd	ближайшее по значению поле допуска на наружный диаметр

Вывод: _____

Эскиз детали с нанесением размеров. Указать точность размера резьбы.

3 Контрольные вопросы

1. Какие параметры определяются резьбовым шаблоном?
2. Какими измерительными приборами можно измерить наружный диаметр наружной резьбы?
3. Какими измерительными приборами можно измерить шаг и угол профиля резьбы?
4. Какие существуют методы и средства измерения среднего диаметра наружной резьбы?

5. Как настраивается резьбовой микрометр перед измерениями?
6. Как определяется точность резьбы при измерении ее параметров?
7. Степени точности метрической резьбы.
8. Как обозначаются размеры и точность резьбы на чертежах?

Литература

1. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учеб. для вузов. М.:Юрайт, 2016. 411 с.
2. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация. В 3 ч. Ч. 1. Метрология : учеб. для вузов. М. : Юрайт, 2016. 235 с.
3. Схиртладзе А.Г., Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и технические измерения : учеб. для вузов. Старый Оскол : ТНТ, 2013. 420 с.
4. Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация. М.: Юрайт, 2013.
- 5 Хрусталёва З.А. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум: учеб. пособие для СПО. М. :Кнорус, 2016. 176 с.

Лабораторная работа №6

РЫЧАЖНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Цель работы: Изучить устройство и настройку рычажно-механических приборов. Приобрести навыки измерения размеров деталей этими приборами.

Необходимые для проведения работы приборы, детали для измерения, нормативные документы: микрокатор, рычажный микрометр

и рычажная скоба, наборы концевых мер, проходные калибр-пробки, поршневые пальцы, стандарт ГОСТ 24853-81.

1 Краткие сведения по теме

К группе рычажно-механических приборов относятся микрокалатор рычажный микрометр и рычажная скоба. Точность этих приборов достаточно высокая. Микрокалаторы измеряют с точностью до 0,0001 мм, а рычажные микрометры и рычажные скобы до 0,001 мм. Эти приборы просты в изготовлении и надежны в эксплуатации. Их широко применяют на машиностроительных заводах и в ремонтных предприятиях.

1.1. *Микрокалаторами* называют пружинные головки, обозначаемые ИГП. Точность измерения микрокалатором достигает 0,0001 мм. Микрокалатор, как и индикатор часового типа, используют только в сочетании с приспособлениями. Присоединительный размер микрокалатора 28h7. Обычно микрокалатор применяют с тяжелой стойкой типа С-1 и С-11, как показано на рисунке 1.

Измерительный стержень 6 микрокалатора, схема которого представлена на рисунке 2, подвешен на пружинящем диске 5 и горизонтальной части пружинного угольника 4. Чувствительная пружина 3 скручена так, что левая и правая части образуют спирали различного направления. Один конец пружины регулировочными винтами 1 привернут к корпусу прибора, другой – к вертикальной части пружинного угольника. К средней части чувствительной пружины прикреплена стрелка 2. При перемещении стержня 6 вниз или вверх пружинный угольник поворачивается и растягивает или сжимает чувствительную пружину, что приводит к отклонению стрелки.

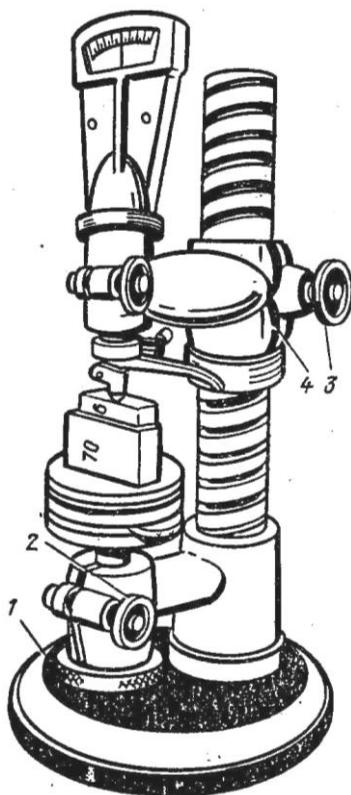


Рисунок 1 – Установка на размер прибора с тяжелой стойкой

Все подвижные части этого прибора скреплены между собой, зазоры в соединениях отсутствуют, поэтому чувствительность данного прибора очень высокая. Микрометры выпускают с ценой деления 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10 мкм с пределами измерения шкалы ± 30 мкм.

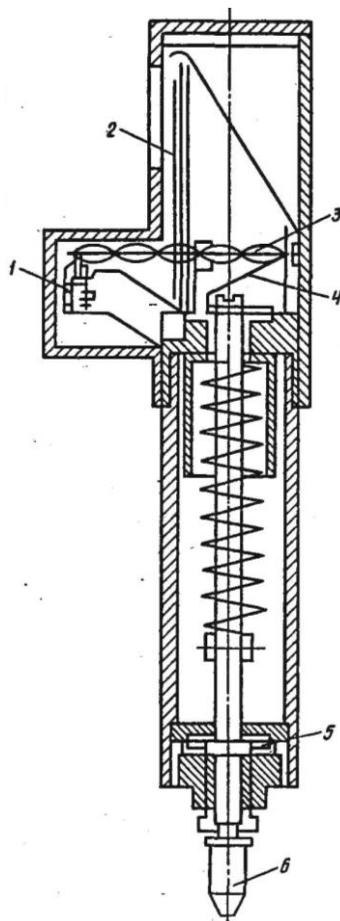


Рисунок 2 – Схема микрометра

Настройка микрометра перед измерениями производится с помощью концевых мер длины, как показано рисунок 1.

Вначале блок концевых мер, размер которого равен номинальному размеру измеряемой детали, размещают на столике, затем кронштейн 4 с микрометром опускают почти до соприкосновения измерительного наконечника с блоком концевых мер. В таком положении

кронштейн закрепляют стопорным винтом 3. После этого, вращая винт 1 микрометрической подачи, поднимают стол до тех пор, пока накопник микрокатора не соприкасается с блоком концевых мер и стрелка микрокатора не совместится с нулем шкалы. Добившись этого, стопорят стол винтом 2.

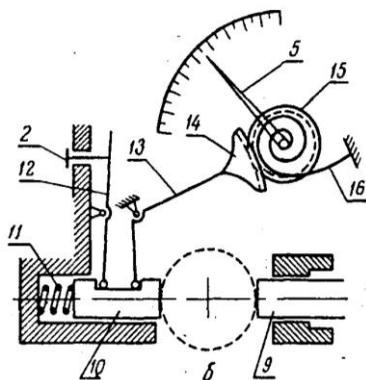
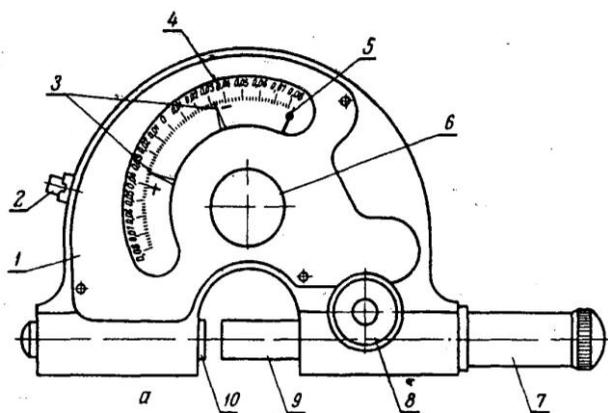
1.2. Рычажная скоба (*пассаметр*) представляет собой прибор, в котором отсутствует специальная измерительная головка, а передаточное отношение осуществляется рычажно-зубчатым механизмом, встроенным в корпус. Рычажные скобы изготовляют с пределами измерения 0...25; 25...50; 50...75; 75...100; 100...125; 125...150 мм и точностью отсчета 0,002 мм.

На рисунке 3 показана рычажная скоба и ее принципиальная схема.

Передвижение подвижной пятки 10 передается на малое плечо рычага 13. Большим плечом этого рычага служит зубчатый сектор 14, который и передает вращение шестерни 15, на оси которой закреплена стрелка 5. Для установления мертвого хода передачи с осью шестерни связана спиральная пружина 16. Скобу настраивают по концевым мерам. Для этого снимают защитный колпачок 7, ослабляют стопорный винт 8 и, вставив между измерительными поверхностями блок плиток, размер которого равен номинальному размеру измеряемой детали, перемещают переставную пятку 9 вдоль своей оси винтом до тех пор, пока стрелка прибора не станет на нулевую отметку шкалы.

В этом положении заворачивают стопорный винт и надевают защитный колпачок.

При установке измеряемой детали между пятками скобы следует пользоваться отводкой 2, которая позволяет отклонять подвижную пятку, что уменьшает износ измерительных поверхностей.



1 – корпус; 2 – кнопка отводного рычага; 3 – указатели отклонений; 4 – шкала; 5 – стрелка; 6 – крышка механизма перевода стрелок; 7 – предохранительный колпачок; 8 – стопорный винт переставной пятки; 9 – переставная пятка; 10 – подвижная пятка; 11 – пружина; 12 – отводной рычаг; 13 – рычаг; 14 – зубчатый сектор; 15 – шестерня; 16 – спиральная пружина

Рисунок 3 – Скоба рычажная (а) и ее принципиальная схема (б)

1.3. Рычажный микрометр – комбинированный прибор, с помощью которого можно производить как абсолютные, так и относительные измерения. Он представляет собой сочетание нормальной

микрометрической головки с рычажно-зубчатым механизмом такого же типа, какой используется в рычажной скобе.

Цена деления микрометрической головки 0,01 мм, а шкалы рычажно-зубчатого механизма – 0,001 или 0,002 мм с пределами измерения $\pm 0,020$ мм. Рычажные микрометры изготавливают с пределами измерения: от 0 до 200 мм пределы измерения изменяются через 25 мм (0...20; 25...50 и т.д. до 200), для интервала 200...300 мм через 50 мм (200...250; 250...300), для интервала 300...500 мм через 100 мм (300...400; 400...500).

При измерении барабан 5 прибора вращают до тех пор, пока стрелка 1 рычажного механизма не встанет на нуль. Затем барабан продолжают вращать до совпадения ближайшего штриха шкалы со штрихом на стебле 7. К показанию, полученному по микрометру, прибавляют размер отклонения от нуля стрелки рычажного механизма со своим знаком.

Рычажный микрометр показан на рисунке 4.

При измерении партии одинаковых деталей рычажным микрометром можно пользоваться как скобой. Для этого его настраивают на номинальный размер с помощью концевых мер длины, а по шкале отсчитывают отклонения от данного размера. Указатели 9 границ поля допуска облегчают работу контролера. Отвернув крышку 8, устанавливают стрелки указателя.

Чтобы прибор настроить на нуль, между измерительными пятками 2 и 3 следует вставить установочную меру и вращать барабан 5 до тех пор, пока стрелка 1 рычажного механизма не совпадет с нулем.

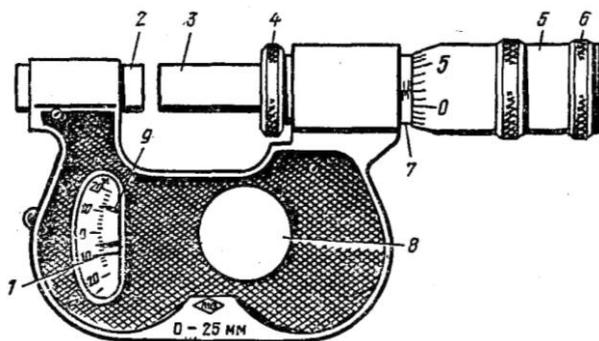


Рисунок 4 – Рычажный микрометр

В этом положении микрометрический винт фиксируют стопором 4. Отвернув колпачок 6, и освободив барабан, его поворачивают до совпадения нулевого штриха с продольной риской на стебле 7. После этого, завертывая колпачок, закрепляют барабан.

2 Порядок выполнения работы

Для измерения размеров подобраны точные детали: поршневой палец ДВС и проходной калибр-пробка.

1.2 Измерение размеров деталей рычажной скобой

Измерения проводятся в следующей последовательности:

а) настроить скобу с помощью блока концевых мер длины на размер, равный номинальному размеру выбранного пальца ДВС (размер пальца принимается по техническим условиям на дефектовку);

б) поместить палец между измерительными поверхностями прибора, снять отсчет по шкале и результаты измерения занести в таблицу 2 отчета;

в) настроить прибор на номинальный размер проходного калибр-пробки (размер пробки отгравирован на торце пробки);

г) рассчитать исполнительные размеры калибр-пробки и начертить схему расположения полей допусков калибр-пробки (пример расчета приводится в работе «Предельные калибры»);

д) измерить настроенной скобой размер пробки и результаты измерений занести в таблицу 2 отчета, а также показать на схеме расположения полей допусков действительный размер пробки;

е) проанализировать полученные результаты и сделать вывод о дальнейшем использовании калибр-пробки или ее выбраковке вследствие износа ниже допустимого.

2.2 Измерение деталей рычажным микрометром

Измерения проводятся в следующей последовательности:

а) настроить микрометр для измерения относительным методом (для повышения достоверности результатов измерения ввиду высокой точности измеряемых размеров) на номинальный размер поршневого пальца;

б) измерить размер пальца и результаты измерения занести в таблицу 3 отчета;

в) настроить рычажный микрометр на номинальный размер калибр-пробки и результаты измерения занести в таблицу 3 отчета;

г) по результатам измерений сделать вывод о пригодности калибр-пробки к дальнейшей эксплуатации или выбраковке.

2.3 Измерение размеров деталей микрокатором

Измерения проводятся в следующей последовательности:

а) настроить микрокатор с помощью концевых мер длины на номинальный размер поршневого пальца;

б) для измерения размера пальца на микрокаторе его помещают на стол прибора, предварительно приподняв, измерительный стержень

медленно поворачивают палец и фиксируют наибольшее повторяющееся отклонение, по которому и определяют действительный размер;

в) результаты измерения заносятся в таблицу 4 отчета;

г) настроить микрокатор на номинальный размер калибр-пробки;

д) измерить размер калибр-пробки, аналогично измерению поршневого пальца;

е) результаты измерения размера пробки занести в таблицу 4 отчета;

ж) по результатам измерений сделать вывод о пригодности калибр-пробки к дальнейшей эксплуатации или выбраковке.

3 Составить отчет по форме

Таблица 1 – Метрологическая характеристика приборов

Наименование прибора	Пределы измерения, мм		Точность от-счета, мм	Цена деления ос-новной шкалы, мм	Предельная погрешность прибора, мм
	по шкале	прибора в целом			

1 Измерения рычажной скобой размера поршневого пальца и проходного калибр-пробки.

Таблица 2 – Результаты измерения рычажной скобой

Наименование детали	Размер детали, мм	Размер блока плиток, мм	Показание прибора, мкм	Измеренный диаметр детали, мм
Поршневой палец				
Проходной калибр-пробка				

Вывод о годности калибр-пробки: _____

2 Измерения рычажным микрометром размера поршневого пальца и проходного калибр-пробки.

Таблица 3 – Результаты измерения деталей рычажным микрометром

Наименование детали	Размер детали, мм	Размер блока плиток, мм	Показание прибора, мкм	Измеренный диаметр детали, мм
Поршневой палец				
Проходной калибр-пробка				

Вывод о годности калибр-пробки: _____

3 Измерения рычажной скобой размеры поршневого пальца и проходного калибр-пробки.

Таблица 4 – Результаты измерения микрокатером

Наименование детали	Размер детали, мм	Размер блока плиток, мм	Показание прибора, мкм	Измеренный диаметр детали, мм
Поршневой палец				
Проходной калибр-пробка				

Вывод о годности калибр-пробки: _____

4 Контрольные вопросы

1. Какие приборы относятся к группе рычажно-механических и с какой точностью они измеряют?
2. Устройство и настройка микрокатера.
3. Устройство и настройка рычажного микрометра.
4. Устройство и настройка рычажной скобы.
5. Какие методы измерения используются при применении рычажной скобы и рычажного микрометра?
6. На каких передаточных элементах и передачах основано устройство микрокатера?
7. Каким образом достигается высокая точность измерения рычажно-механическими приборами?

Литература

1. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учеб. для вузов. М.:Юрайт, 2016. 411 с.
2. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г. Метрология, стандартизация

и сертификация. В 3 ч. Ч. 1. Метрология: учеб. для вузов. М.: Юрайт, 2016. 235 с.

3. Схиртладзе А.Г., Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и технические измерения: учеб. для вузов. Старый Оскол: ТНТ, 2013. 420 с.

4. Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация. М.: Юрайт, 2013.

Лабораторная работа №7

ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ И КОНУСНОСТИ

Цель работы: 1. Изучить методы и средства измерения углов и конусности. 2. Освоить методику измерения угловых размеров и конусности с помощью угломера с нониусом.

Принадлежности: Угольник 90°: типа УШ-60 и УШ-100. Угломер транспортный с нониусом конструкции Кушникова. Контрольная плита. Стойка с магнитным основанием. Индикатор часового типа ИЧ-10. Набор плоскопараллельных концевых мер длины. Синусная линейка L=100 мм. Образцы для замера углов и их рабочие чертежи.

1 Краткие теоретические сведения

Единицей измерения плоского угла является радиан (рад равенный $57,325^\circ$) и градус ($^\circ$), который состоит из 60 минут ($'$), а каждая минута состоит из 60 секунд ($''$).

Группы методов измерения углов и конусности

1. Сравнительные методы измерений, основанные на сравнении измеряемого угла с жесткими угловыми шаблонами или образцовыми угловыми мерами.

2. Гониометрические методы измерений, заключающиеся в сравнении измеряемого угла со шкалой лимба прибора.

3. Тригонометрические методы, в основе которых лежит принцип измерения линейных отрезков с последующим определением угла расчетом с помощью тригонометрических формул.

1.1 Сравнительные методы измерения

При измерении углов сравнительным методом применяются угловые меры, угольники, угловые шаблоны и конусные калибры.

При помощи жестких угловых мер разность углов меры и детали определяют по величине просвета между их поверхностями или по отпечатку на краске. Величину просвета до 30 мкм определяют по образцам, а свыше этой величины - при помощи щупов. В производственных условиях погрешность измерения методом просвета составляет 5 мкм при оценке световой щели на глаз и 2 мкм при оценке световой щели по "образцу просвета". В этом случае просвет, величину которого следует определить, сравнивают с набором аттестованных просветов.

Угловые меры выполняются в виде призм и предназначены для хранения и передачи единицы плоского угла, для проверки и градуирования угломерных приборов, а также для непосредственного контроля углов деталей. Угловые меры выпускаются в виде отдельных мер или наборов из 3; 7; 8; 24; 33; и 93 шт., позволяющих собрать угол в пределах от 10° до 360° с градацией в 1°; 10'; 2'; 1'; 30" и 15". Угловые меры могут применяться как отдельно, так и блоками из нескольких плиток. Угловые плитки имеют исполнение четырехугольное (рисунок 1а) и треугольное (рисунок 1б).

Блоки угловых мер крепят при помощи специальных державок, имеющихся в наборе (рисунок 1в).

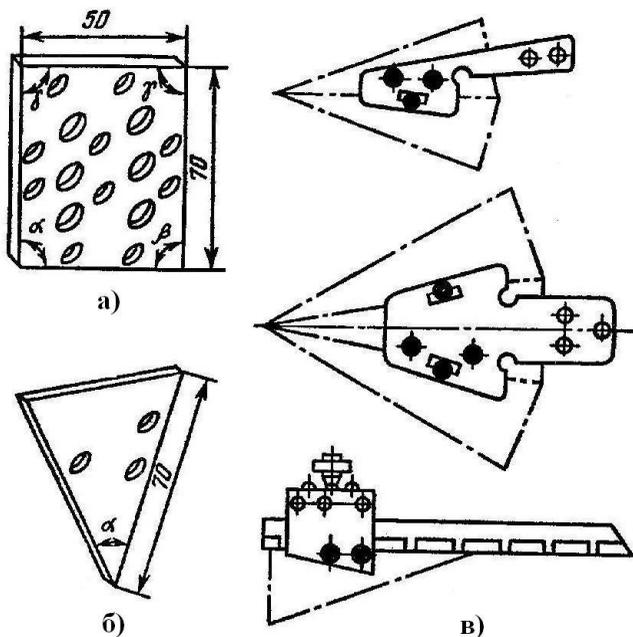


Рисунок 1 - Угловые плитки и принадлежности к ним

Призмы, предназначенные для проверки угломерных приборов, в блоки с другими угловыми мерами не собираются.

Угольники предназначены для проверки и разметки углов в 45° , 60° , 90° и 120° . При контроле углов угольник накладывают на деталь и по просвету судят о годности детали.

Угловые шаблоны (рисунок 2) широко применяют для контроля углов в серийном производстве. Они представляют собой пластины с углом необходимой величины. Пользуются ими так же, как и угольниками.



Рисунок 2 – Угловые шаблоны

Конусные калибры являются измерительными средствами комплексного контроля гладких конических поверхностей, при этом определяется осевое перемещение калибра относительно детали. На калибры-пробки и втулки наносят две риски. Калибры-втулки могут быть выполнены также с уступом, ширина которого равна расстоянию между рисками. В процессе проверки наблюдают, находится ли торец детали между уступами или рисками калибра, что определяет годность конической поверхности (рисунок 3).

Конусность конических поверхностей деталей, а также калибров-втулок можно проверять путем притирки их с соответствующими эталонными калибрами, покрытыми тонким слоем краски. По равномерности следов краски на изделии судят о его годности.

1.2 Гониометрические методы измерения

При гониометрических методах измерения углов определение угла производится непосредственно по шкале прибора, т.е. сравнивают измеряемый угол со шкалой лимба прибора.

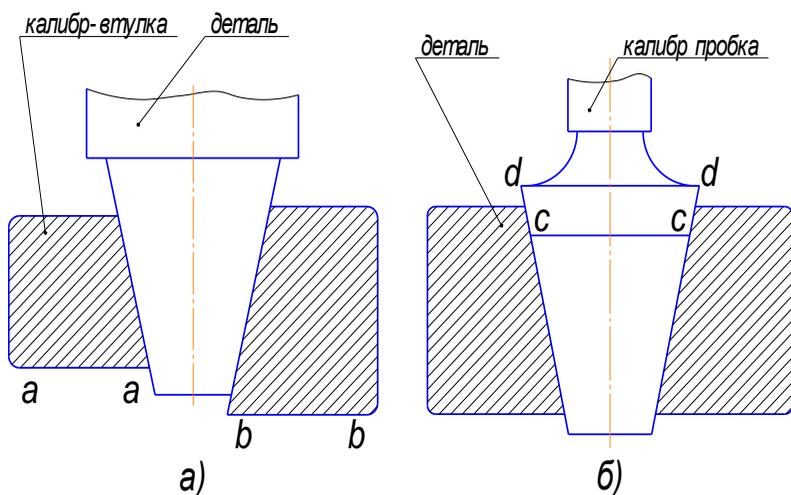


Рисунок 3 - Конусные калибры

В качестве измерительных средств применяются гониометры и оптические делительные головки с ценой деления 5"; 10" и 60", а для измерения углов с точностью до 2' и грубее применяются угломер с нониусом транспортирный или оптический угломер.

Широкое применение нашли угломеры транспортирные с нониусом конструкции Кушникова (рисунок 4) для измерения наружных углов от 0° до 180° с ценой деления по нониусу 2' или 5'.

Основанием угломера является полудиск 1 (рисунок 4), на котором нанесена шкала от 0° до 90°. С диском жестко скреплена линейка основания 2. Подвижная линейка 7 вращается вместе с нониусным сектором 5 вокруг оси А. Нониусный сектор 5 связан с микровинтом 4.

Для точной установки необходимо застопорить винт 3 и, вращая микровинт 4, добиться требуемого положения нониусной шкалы, зафиксировав его стопорным винтом 6. Для измерения углов от 0 до

90° на подвижную линейку 7 крепится с помощью специальной державки 8 угольник 9. Измерение углов от 90° до 180° производится без угольника.

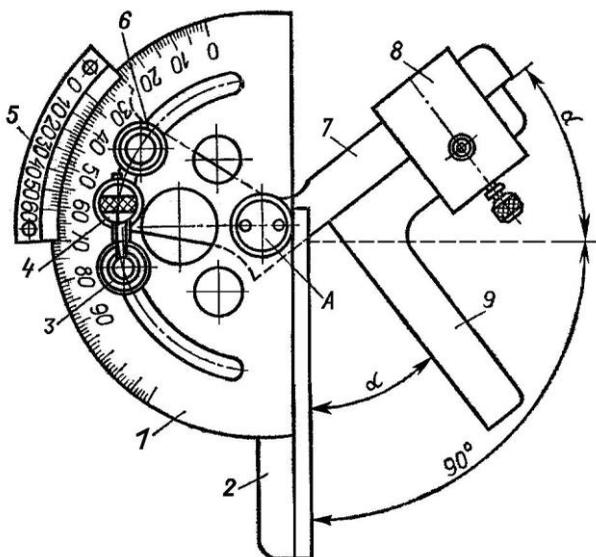


Рисунок 4 - Угломер транспортирный с нониусом конструкции Кушникова

Угломер оптический состоит из основания 1 (рисунок 5), к которому жестко крепится линейка основания 2. В специальном пазу поворотной части конуса основания устанавливается подвижная линейка 3, стопорение которой к поворотной части основания производится рукояткой стопора 4.

Угломер имеет круговую шкалу с очень мелкой разметкой, которая не различается невооруженным глазом. Величина измеряемого угла считается через окуляр 5 с этой круговой шкалы, жестко связанной с подвижной линейкой 3. В поле зрения окуляра имеется непо-

$$h = L \cdot \sin \alpha , \quad (1)$$

где α - номинальное значение угла измеряемой детали, °.

Поместив на проверочный стол 5 блок концевых мер 4, размещают линейку 1, с закрепленной на ней деталью 6. При этом обеспечивается наклон измерительной поверхности синусной линейки к поверхности стола под углом α . В случае, если деталь изготовлена точно с углом α , то верхняя образующая конуса должна быть параллельна поверхности проверочного стола. Чтобы проконтролировать параллельность образующей конуса, на проверочный стол помещают измерительный прибор 7 (например, рычажно-механическую головку), закрепленную в штативе 8. Прибор 7 устанавливается на ноль в точке "а". Затем, не сбивая настройку, прибор со штативом перемещается по плите в точку "б". Расстояние ℓ между точками "а" и "б" определяется при помощи штангенциркуля. Разность показаний прибора n , отнесенная к расстоянию ℓ между точками "а" и "б", дает величину отклонения конусности.

Отклонение угла конуса от его номинального размера, выраженное в ("), подсчитывается по формуле 2.

$$\Delta\alpha = \frac{n}{\ell} \cdot 2 \cdot 10^5 ("), \quad (2)$$

где коэффициент $2 \cdot 10^5$ вводится в формулу для перевода значения угла из радиан в секунды.

В случае, если точка "б" находится ниже точки "а" (как на рисунке 6), то действительный угол α_d больше номинального значения:

$$\alpha_d = \alpha + \Delta\alpha.$$

В случае, если точка "б" находится выше точки "а", то действительный угол α_d меньше номинального значения:

$$\alpha_d = \alpha - \Delta\alpha.$$

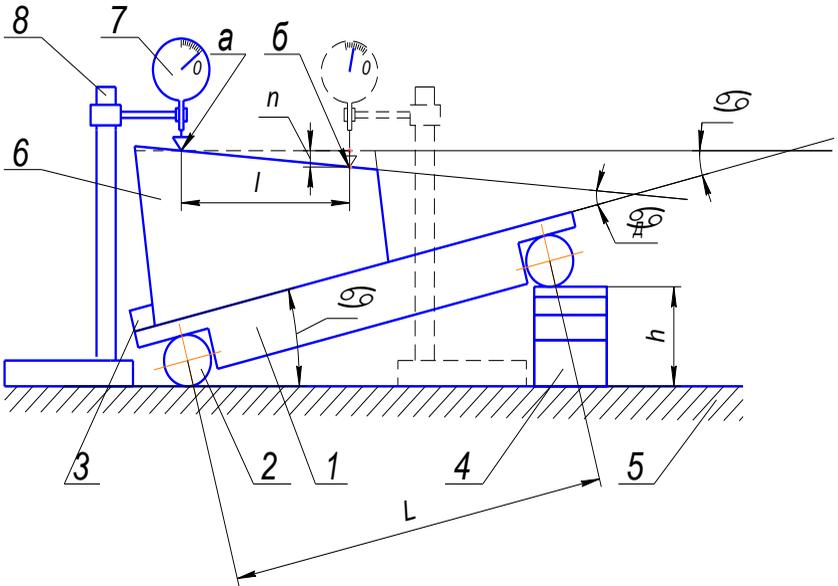


Рисунок 6 - Схема измерения угла конуса при помощи синусной линейки

С помощью синусной линейки измеряются углы до 45° , т.к. при больших углах существенно увеличивается погрешность измерения.

1.3.2 Метод измерения конического отверстия при помощи двух шариков

В конусное отверстие закладывается шарик с меньшим диаметром d и измеряется глубина H (рисунок 7).

Затем закладывается шарик диаметром D и измеряется глубина h . Значение половины угла конуса определяют по формуле 3:

$$\alpha = 2 \cdot \arcsin\left(\frac{D-d}{2 \cdot \ell}\right), \quad (3)$$

где ℓ – расстояние между центрами шариков определяется по формуле 4.

$$\ell = H - h - \frac{D-d}{2}. \quad (4)$$

Если верхний шарик выступает над торцом втулки, то необходимо измерять высоту величина h , а расчет расстояния ℓ между центрами шариков проводить по формуле 5.

$$\ell = H + h - \frac{D-d}{2}. \quad (5)$$

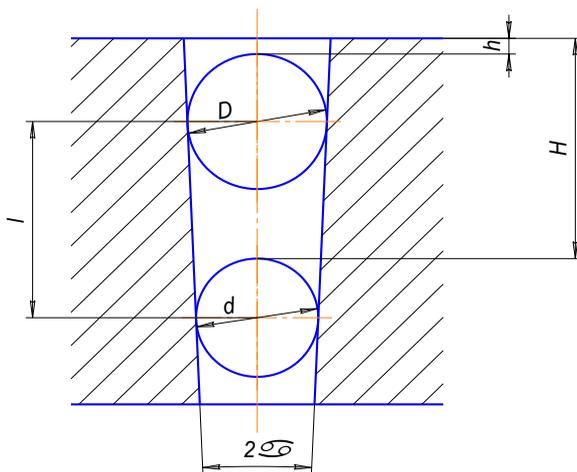


Рисунок 7 - Измерение угла внутреннего конуса при помощи двух шариков

Диаметр шариков может быть любым, но желательно выбирать

его таким образом, чтобы расстояние между шариками было возможно большим.

Глубину можно измерять при помощи штанген- и микрометрических глубиномеров, а высоту с помощью штангенрейсмасов.

2 Порядок выполнения работы

Задание:

1. Измерить действительное значение углов выданного преподавателем образца с помощью угломера конструкции Кушникова. Пользуясь рабочим чертежом, сделать вывод о годности детали.

2. Методом синусной линейки определить действительное значение угла конуса выданного преподавателем образца. Пользуясь рабочим чертежом, сделать вывод о годности детали.

3 Отчет составить по форме

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) название лабораторной работы и ее цель;
- 2) краткий конспект теоретической части с обязательным изображением рисунков 6 и 7 с расстановкой позиций основных элементов и их расшифровкой, записать формулы 1 и 2 – к рисунку 6, а формулы 3, 4 и 5 – к рисунку 7;
- 3) в практической части: изобразить эскизы контролируемых деталей с указанием угловых размеров по чертежу, записать измеренные значения углов и сделать выводы о годности деталей по контролируемому размеру.

4 Контрольные вопросы

1. Назовите группы методов измерения углов и конусности и поясните, в чем заключается их принцип измерения.

2. Какие существуют средства измерения сравнительных методов измерения?

3. Какие существуют средства измерения гониометрических методов измерения и назовите их цены деления?

4. Зачем необходим угольник 9 (см. рисунок 4) в транспортном угломере?

5. Почему в оптических угломерах применяются окуляры?

6. Какие существуют средства измерения тригонометрических методов измерения?

7. Поясните порядок контроля конусов с помощью синусной линейки.

9. Почему метод синусной линейки не применяют при измерении углов свыше 45° ?

10. Как настроить индикаторную головку на «0» при измерениях конусов с помощью синусной линейки?

11. Поясните порядок контроля конусных отверстий с помощью метода двух шариков.

12. Какими инструментами измеряют глубину и высоту расположения шариков.

13. Почему нужно стараться, чтобы расстояние между шариками было наибольшим.

14. Как настроить транспортный угломер на «0»?

15. Назовите диапазон измерений и цены деления по основной шкале и шкале нониуса использованного при измерениях угломера.

1 Краткие теоретические сведения

1.1 Общие сведения

Зубчатые колеса широко распространены в машиностроении. Зубчатая передача представляет собой сложную кинематическую пару, точность которой должна быть обеспечена многими параметрами. От работы зубчатых передач зависят такие показатели работы машины, как плавность и бесшумность хода автомобиля, передача больших крутящих моментов в тракторе, обеспечение точного передаточного отношения в механизмах газораспределения двигателей, высокая точность кинематических цепей металлорежущих станков.

Для качественной работы зубчатой пары необходимо обеспечить одновременную увязку по 22 геометрическим элементам: 15 элементов относятся к точности изготовления шестерни, а остальные – к точности сопряжения. Все погрешности этих элементов разбиты на четыре основные группы.

К первой группе относятся погрешности элементов, обеспечивающих кинематическую точность зубчатого колеса: накопленная погрешность окружного шага, радиальное биение зубчатого венца, колебание длины общей нормали, колебание измерительного межосевого расстояния за оборот колеса.

Ко второй группе относятся погрешности элементов, обеспечивающих плавность работы зубчатого колеса: разность окружных шагов, колебание измерительного межосевого расстояния на одном зубе колеса, отклонение шага.

К третьей группе относятся погрешности элементов, обеспечивающих контакт зубьев в передаче: пятно контакта, погрешность направления зуба, отклонение от параллельности, перекос осей.

Четвертую группу составляют погрешности, связанные с обеспечением бокового зазора. Эти погрешности относятся к сопряжению двух колес.

Допуски всех этих элементов регламентированы 12 степенями точности, причем точность уменьшается в порядке возрастания номера степени. Элементы четырех групп можно комбинировать и назначать по разным степеням точности (разница не должна превышать двух степеней).

Для контроля зубчатых колес сельскохозяйственных машин лучше применять средства и методы измерения *комплексной погрешности*. Комплексная погрешность наиболее точно отображает точность зубчатой передачи в процессе ее эксплуатации.

К комплексным погрешностям относятся: в первой группе – *кинематическая погрешность* колеса ($F_{\text{кпк}}$), во второй группе – *циклическая погрешность* ($f_{\text{зкр}}$), в третьей группе – *пятно контакта*, в четвертой группе – *боковой зазор* (i_n).

У колес, изготавливаемых по 7...11-й степеням точности, контролю подлежат следующие элементы: накопленная погрешность окружного шага ($F_{\text{пр}}$), колебание длины общей нормали ($V_{\text{вн}}$), радиальное биение зубчатого венца ($F_{\text{гр}}$) и колебание измерительного межосевого расстояния за оборот колеса ($F''_{\text{ир}}$).

Комплексными (приближенно) для этой группы элементов считаются параметры накопленной погрешности окружного шага ($F_{\text{пр}}$) или колебания длины общей нормали ($V_{\text{вн}}$).

Косвенным показателем для определения комплексной погреш-

ности может служить накопленная погрешность окружного шага. Полученные данные по накопленной погрешности отличаются от показателя кинематической погрешности на 15...20%. В условиях сельскохозяйственного производства этот метод определения комплексной погрешности вполне допустим.

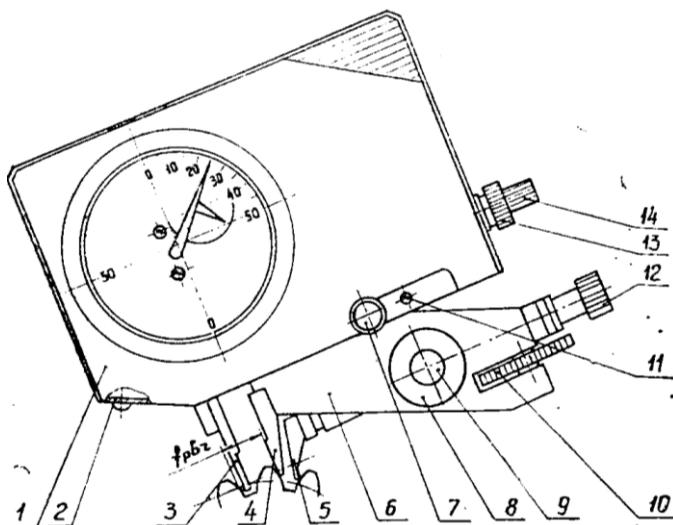
Накопленная погрешность по окружному шагу (F_{pr}) может быть определена на основании данных измерения разности окружных шагов, которые характеризуют плавность работы колеса. Для плавности работы колеса имеет значение не отклонение окружных шагов от номинального значения, а именно их разность.

Контроль разности любых шагов производится шагомером.

1.2 Шагомер БВ – 5070 является комбинированной конструкцией для контроля отклонения шага зацепления и контроля разности любых шагов. Шагомер марки БВ-5070 показан на рисунке 1.

С помощью шагомера измеряют разность окружных шагов у колес с модулем от 2 до 30 мм, при минимальной ширине зубчатого венца 10 мм.

Шагомер состоит из корпуса 1, установочного наконечника 4, грубое перемещение которого осуществляется с помощью винта 13, стопорение с помощью винта 7. Базирование шагомера во впадине зуба колеса производится установочным наконечником 4 и опорным 5, которые в паре имитируют зуб рейки. Сменные головки для контроля шага зацепления и контроля разности любых шагов снабжены направляющими типа «ласточкин хвост», с помощью которых они закрепляются в приборе винтами 11.



- 1 – корпус; 2 – крышка; 3 – наконечник измерительный;
 4 – наконечник установочный; 5 – наконечник опорный;
 6 – головка для контроля шага зацепления; 7 – винт; 8 – винт;
 9 – винт; 10 – гайка; 11 – винт; 12 – винт; 13 – винт;
 14 – микровинт

Рисунок 1 – Шагомер для контроля шага зацепления

Точная установка прибора на нуль осуществляется микровинтом 14. Опорный наконечник 5 вводится в нужное положение с помощью винта 12 и гайки 10. Стопорение опорного наконечника осуществляется винтами 8 и 9.

1.3 Контроль разности шагов производится установочным и измерительным наконечниками. Шагомер базируется на окружность выступов или впадин двумя сменными упорами 4 и регулируемым упором 8, в соответствии с рисунком 2.

Колебания измерительного наконечника, соответствующие изменениям окружного шага, фиксируется отсчетным устройством.

В головке имеются два продольных Т-образных паза, где винтами 2 укрепляются сменные упоры 4 для базирования прибора на проверяемом колесе. В передней части прибора устанавливается державка 7 с регулируемым передним упором 8. Головка 1, к которой крепится установочный наконечник, и державка 7 имеют отверстие, где винтами 6 закрепляются регулируемые торцевые упоры 3, предназначенные для базирования прибора по торцам измеряемого косозубого червячного или конического колес.

Торцевые упоры обеспечивают смещение плоскости измерения вдоль зуба колеса, в соответствии с рисунком 3.

1.4 Настройка шагомера для контроля разности окружных шагов

В пазу ползуна закрепить отверткой головку для контроля разности шагов. Предварительное расстояние между наконечниками должно быть ≈ 5 мм в случае контроля колес с модулем от 2 до 10 мм, ≈ 50 мм в случае контроля колес с модулем 10 мм и более.

В Т-образных пазах головки предварительно закрепляют базировочные упоры требуемой конструкции. Вынув крышку 2, рисунок 1, винтом закрепить державку переднего упора. При базировании по торцу колеса, в отверстиях головки и державки закрепляют торцевые упоры.

Винтом подачи ползуна устанавливают расстояние между измерительными контактами, приблизительно равное размеру окружного шага, ориентируясь по зубу колеса. Шагомер помещают на колесо так, чтобы измерительные контакты коснулись одноименных профилей соседних зубьев по хорде делительной окружности, т.е. на высоте одного модуля.

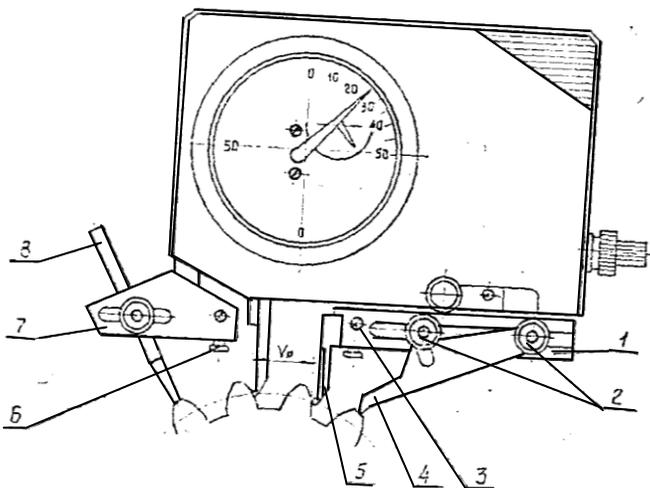
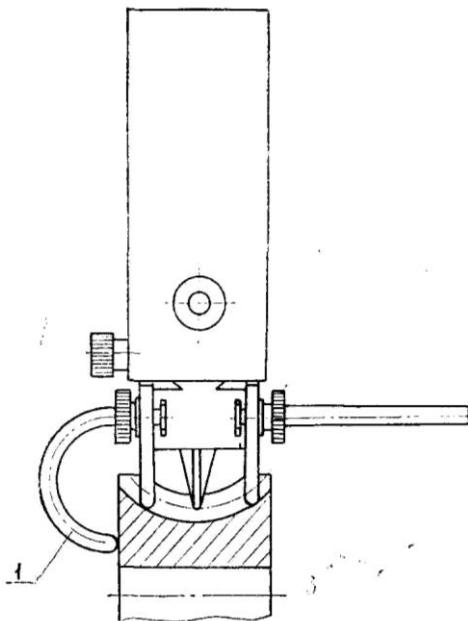


Рисунок 2 – Шагомер для контроля разности любых шагов

Придерживая шагомер рукой, выдвигают базовые упоры до соприкосновения их опорных поверхностей с диаметром окружности выступов или впадин.

Упоры закрепляют винтами. Аналогично устанавливают и закрепляют передний упор. При контроле косозубых, червячных или конических колес выдвигают и закрепляют отверткой торцевые упоры. Винтом подачи перемещают ползун до установки стрелки с требуемым натягом возможно ближе к нулю. Ползун закрепляют стопорным винтом. Микровинтом тонкой настройки устанавливают отсчетное устройство на нуль.

Проверяют стабильность настройки путем многократного ввода и вывода прибора на установленный размер.



1- упор торцевой

Рисунок 3 – Базирование шагомера по торцу колеса

2 Порядок выполнения работы

2.1. Изучить конструкцию и настройку приборов для измерений окружных шагов.

2.2. Изучить общие положения об элементах зубчатого колеса, подлежащих измерениям.

2.3. Подготовить приборы для измерения.

2.4. Провести измерения разности окружных шагов и накопленной погрешности шага для зубчатого колеса с известными параметрами по чертежу на изготовление.

2.4.1. Произвести измерения относительных окружных шагов, F_{pkr} и записать результаты измерений по форме, представленной в таблице 1отчета.

2.4.2. Определить значения f_{opt} путем последовательного алгебраического суммирования F_{pkr} .

2.5. Построить график, характеризующий изменение накопленной погрешности при переходе от шага к шагу (пример построения графика приведен на рисунке 4, данные для построения графика в таблице 1).

2.5.1. По линии абсцисс отложить порядковые номера шагов в выбранном масштабе, а по линии ординат – возможные значения относительных отклонений в мкм.

2.5.2. Полученную относительную накопленную погрешность на последнем шаге отложить на последнем зубе с обратным знаком. В примере, приведенном на рисунке 4, этому значению соответствует точка *Б*. Вершину *Б* ординаты соединить с началом координат. Прямая *ОБ* будет служить осью относительных значений.

Таблица 1 – Исходные данные для построения графика, рисунок 4

Номер шага	Шаг между зубьями	F_{pkr} мкм	f_{opt} мкм	Номер шага	Шаг между зубьями	F_{pkr} мкм	f_{opt} мкм
1	1-2	0	0	13	13-14	-12	-7
2	2-3	+7	+7	14	14-15	+2	-5
3	3-4	-8	-1	15	15-16	-12	-17
4	4-5	-2	-3	16	16-17	-18	-35
5	5-6	+7	+4	17	17-18	-23	-58
6	6-7	+7	+11	18	18-19	-8	-66
7	7-8	+3	+14	19	19-20	+8	-58
8	8-9	-23	-9	20	20-21	-18	-76
9	9-10	+22	+13	21	21-22	+7	-69
10	10-11	+13	+26	22	22-23	+7	-62
11	11-12	-13	+13	23	23-1	+2	-60
12	12-13	-8	+5				

2.5.3. От линии OB последовательно отложить относительные накопленные погрешности окружного шага с учетом их знаков. Так, в нашем примере для 2-го шага значение $F_{pr} = +7$ мкм. Это значение в масштабе отложено вверх от оси OB – отрезок ab . Для 15-го шага значение $F_{pr} = -17$ мкм, оно отложено от оси OB вниз – отрезок $вz$. Так откладывают относительную накопленную погрешность по всем шагам. В результате получают ломаную линию.

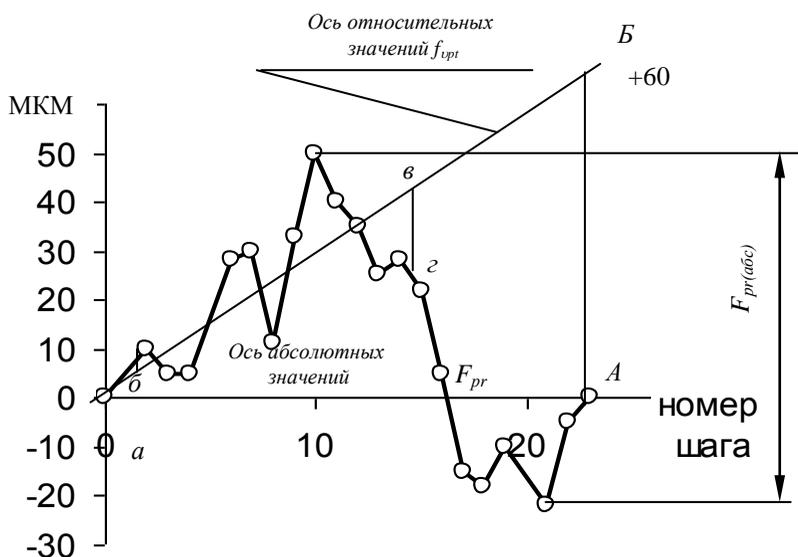


Рисунок 4 – Пример графического изображения относительной и абсолютной накопленных погрешностей окружного шага

2.6. Определить и показать на графике абсолютную накопленную погрешность окружного шага $F_{pr(абс)}$. Она будет равна ординате, заключенной между высшей и низшей точками ломаной линии. В нашем случае $F_{pr(абс)} = 75$ мкм.

2.7. Найти наибольшую абсолютную разность соседних окружных шагов $f_{\text{opt(abc)}}$ по данным 3-й графы таблицы 1. В нашем случае разность соседних окружных шагов получится на 8-м и 9-м шагах - $f_{\text{opt}} = -23 - (+22) = -45$ мкм. При оценке наибольшей разности принимаем абсолютное значение $f_{\text{opt(abc)}}$.

2.8. Сопоставить полученные значения $F_{\text{pr(abc)}}$ и $f_{\text{opt(abc)}}$ с их табличными значениями и дать заключение о годности колеса.

3 Отчет составить по форме

Таблица 1 – Метрологическая характеристика прибора

Наименование прибора	Тип	Пределы измерения	Точность отсчета	Предельная погрешность $\pm \Delta \text{lim}$, мм

1. Результаты измерений.

Таблица 2 – Исходные данные для построения графика

Номер шага	Шаг между зубьями	F_{pkr} , мкм	f_{opt} , мкм	Номер шага	Шаг между зубьями	F_{pkr} , мкм	f_{opt} , мкм

2. График, характеризующий изменение накопленной погрешности при переходе от шага к шагу.

3. Вывод о годности зубчатого колеса _____

4 Контрольные вопросы

1. Перечислите погрешности элементов, обеспечивающих кинематическую точность зубчатого колеса.
2. Перечислите погрешности элементов, обеспечивающих плавность работы зубчатого колеса.
3. Перечислите погрешности элементов, обеспечивающих контакт зубьев в передаче.
4. Какие элементы зубчатых колес, изготавливаемых по 7-11 степеням точности подлежат контролю?
5. Что Вы знаете о накопленной погрешности окружного шага зубчатого колеса?
6. Устройство шагомера для измерения окружного шага зубчатого колеса.
7. Настройка шагомера для контроля разности шагов.
8. Как с помощью графика определить абсолютную накопленную погрешность окружного шага?

Литература

1. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учеб. для вузов. М.: Юрайт, 2016. 411 с.
2. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация. В 3 ч. Ч. 1. Метрология: учеб. для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2016. 235 с.
3. Схиртладзе А.Г., Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и технические измерения: учеб. для вузов. Старый Оскол: ТНТ, 2013. 420 с.

4 Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум: учеб. пособие для вузов / В.Н. Кайнова, Т.Н. Гребнева, Е.В. Тесленко, Е.А. Куликова; под ред. В.Н. Кайновой. СПб.:Лань, 2015. 368 с.

5. Технические измерения. Лабораторный практикум / Г.А. Большакова, В.И. Волкоморов, А.В. Марков, Э.И. Спиридонов. СПб.: БГТУ, 2006.

6. ГОСТ 1643-81. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски. М.: Изд-во стандартов, 1985. 70 с.

Лабораторная работа №9

ИЗМЕРЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ЗУБА ПРЯМЫМ МЕТОДОМ

Цель работы: Изучить устройство штангензубомера. Освоить методику измерения толщины зуба прямым методом.

Применяемый инструмент, приспособления, детали для измерений, нормативные документы: штангензубомер (кромочный зубомер), цилиндрические зубчатые колеса, подставки для колеса, нормативные документы на параметры зубчатых колес.

1 Краткие сведения

1.1 Общие сведения

В зубчатых передачах тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин должен быть определенный гарантированный боковой зазор, который предназначен для создания необходимых условий смазки зубьев, компенсации погрешностей изготовления колес и сборки передачи, а так же для компенсации температурных деформаций в передаче. Он обеспечивается путем радиального смещения исходно-

го контура рейки (зуборезного инструмента) при изготовлении зубчатого колеса. Его на практике часто устанавливают через отклонение толщины зуба.

Прямой метод измерения зуба осуществляется с помощью кромочного штангензубомера, рисунок 1.

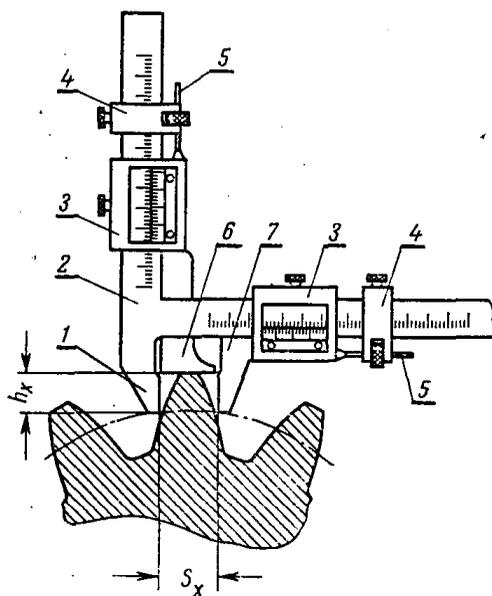


Рисунок 1 – Штангензубомер

1.1.1. Штангензубомеры изготавливают двух типоразмеров: для измерения зубчатых колес с модулем от 1 до 18 мм и для измерения зубчатых колес с модулем от 5 до 35 мм. Штангензубомер представляет собой сдвоенный штангенциркуль. Точность отсчета по нониусу обоих штангензубомеров 0,02 мм. Штангензубомер состоит из корпуса 2 с неподвижной губкой 1. По вертикальной и горизонтальной штангам перемещаются нониусные рамки 3. Нониусная рамка 3 вертикаль-

ного штангенциркуля жестко соединена с опорной линейкой 6. Кромка линейки 6 может перемещаться относительно концов губок на величину, равную установке зубомера h_s . Длину хорды (толщину зуба) на заданной высоте измеряют горизонтальным штангенциркулем. Нониусная рамка горизонтального штангенциркуля снабжена подвижной губкой 7. Оба циркуля снабжены хомутом 4, в котором крепится микровинт 5.

1.1.2. Штангензубомером рекомендуется измерять толщину зуба по *постоянной хорде S*, рисунок 2, а не по хорде, связанной с делительной окружностью (d_d). Это объясняется тем, что толщина зуба по постоянной хорде характеризует положение исходного контура, а следовательно, и качество сопряжения. При беззазорном зацеплении колеса с рейкой точки контакта профиля режущей кромки рейки *ab* и *bc* будут находиться на линиях зацеплений (точки *A* и *B*). Длина хорды между точками *A* и *B* при одном и том же модуле колеса независимо от числа зубьев будет всегда оставаться неизменной. Такая хорда получила название *постоянной*.

Чтобы измерить толщину зуба по постоянной хорде *S*, необходимо поднять линейку 6 над концами губок на высоту h_s , как показано на рисунке 1 и 2, равной

$$h_s = h' - m(0,252 + 0,114\xi), \quad (1)$$

где m - нормальный модуль;

ξ - коэффициент коррекции; для некорректированных колес

$$\xi = 0;$$

В ремонтном производстве толщину зуба, a , следовательно, и выбраковочные нормы устанавливают по хорде делительной окружности. Установку штангензубомера ведут не по h_s , а по h_d , рисунок 2.

Значение h_d определяют из уравнения:

$$h_d = h' + m(q-1), \quad (3)$$

где q – стрела хорды (максимальное удаление хорды от дуги окружности). Значение q в зависимости от числа зубьев колеса принимают по таблице 1 приложения А;

Минимальную и максимальную толщину зуба по делительной окружности определяют:

$$S_{d(H)} = mz \cdot \sin(90^\circ / z) \quad (4)$$

$$S_{d(\min)} = S_{d(H)} - \left| 0,278 \cdot E_{H_s} \right| \quad (5)$$

$$S_{d(\max)} = S_{d(H)} + \left| 0,278 \cdot E_{H_i} \right| \quad (6)$$

где $S_{d(H)}$ – номинальная толщина зуба колеса, мм;

$S_{d(\min)}$ и $S_{d(\max)}$ – соответственно минимальная и максимальная толщина зуба колеса;

Z – число зубьев колеса;

E_{H_s} – наименьшее отклонение смещения исходного контура;

E_{H_i} – наибольшее отклонение смещения исходного контура.

2 Порядок выполнения работы

2.1. Изучить конструкцию и настройку прибора.

2.2. Изучить общие положения об элементах, подлежащих про-

верке.

2.3. Определить высоту установки штангензубомера по формуле (1) для измерения толщины зуба по постоянной хорде.

2.4. Определить высоту установки штангензубомера по формуле (3) для измерения толщины зуба по хорде делительной окружности.

2.5. Определить толщину зуба по делительной окружности.

2.6. Настроить штангензубомер для измерения толщины зуба по постоянной хорде и измерить:

а) установить вертикальную линейку b на размер h_s , как показано на рисунке 1, и закрепить ее в этом положении;

б) поставить штангензубомер на середину зуба и измерить хорду горизонтальным штангенциркулем, как показано на рисунке 1.

2.7. Настроить штангензубомер для измерения хорды по делительной окружности: вертикальную линейку установить на размер h_d .

2.8. Рассчитать \max и \min толщину зуба по формулам 4 - 6. Замеренная толщина зуба должна находиться в пределах $S_{d(\min)}$ и $S_{d(\max)}$ и не должна быть меньше выбраковочной толщины зуба, установленной ГОСНИТИ для данного зубчатого колеса.

2.9. Дать заключение о годности зубчатого колеса по результатам измерений.

3 Отчет составить по форме

Таблица 1 – Метрологическая характеристика прибора

Наименование прибора	Тип	Пределы измерения	Точность отсчета	Предельная погрешность $\pm \Delta lim$, мм

Таблица 2 – Расчетные и замеренные значения толщины зуба по делительной окружности

Номер колеса	$h_{дв}$, мм	Теоретическая номинальная толщина зуба $S_{дв}$, мм	Выборочная толщина зуба S , мм	Предельная толщина зуба, мм		Результаты измерения $S_{d(фак)}$, мм							
						по колесу №1			по колесу №2				
				max	min	номера зубьев							
						№	№	№	№	№	№		

Заключение о годности зубчатого колеса: _____

4 Контрольные вопросы

1. Назначение бокового зазора в зубчатой передаче?
2. Что называется постоянной хордой?
3. Устройство ш штангензубомера.
4. Перечислите недостатки ш штангензубомера.
5. Объясните настройку ш штангензубомера для измерения толщины зуба по хорде делительной окружности.
6. Напишите формулы определения толщины зуба по делительной окружности.

Литература

1. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учеб. для вузов. М.: Юрайт, 2016. 411 с.

2. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация. В 3 ч. Ч. 1. Метрология: учеб. для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2016. 235 с.

3. Схиртладзе А.Г. Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и технические измерения: учеб. для вузов. Старый Оскол: ТНТ, 2013. 420 с.

4 Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум: учеб. пособие для вузов / В.Н. Кайнова, Т.Н. Гребнева, Е.В. Тесленко, Е.А. Куликова; под ред. В.Н. Кайновой. СПб.: Лань, 2015. 368 с.

5. Технические измерения. Лабораторный практикум / Г.А. Большакова, В.И. Волкоморов, А.В. Марков, Э.И. Спиридонов. СПб.: БГТУ, 2006.

Приложение

Таблица 1 – Значения стрелы хорды

z	q	z	q	z	q	z	q
10	1,062	17	1,036	24	1,026	34-35	1,018
11	1,056	18	1,034	25	1,025	38	1,016
12	1,051	19	1,032	26	1,024	40-42	1,015
13	1,048	20	1,031	27	1,023	45	1,014
14	1,044	21	1,029	28	1,022	48	1,013
15	1,041	22	1,028	29-30	1,021	50	1,012
16	1,039	23	1,027	32	1,019	55	1,011

Практическая работа №1

ВЫБОР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Цель работы: Научиться выбирать средства измерения с помощью табличного метода, производить разбраковку изготовленных деталей и определять их годность.

Принадлежности: Штангенинструменты с ценой деления 0,1; 0,05 и 0,02 мм. Микрометры 0÷25, 25÷50, 50÷75, 75÷100, 100÷125 мм с ценой деления 0,01 мм. Объекты измерения и их рабочие чертежи.

1 Теоретические сведения

Средство измерения - механическое устройство, используемое при измерениях и имеющее нормированные погрешности.

К средствам измерений относятся меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки и системы, измерительные принадлежности.

По метрологическому назначению средства измерений делятся на образцовые и рабочие.

Образцовые средства измерений предназначены для проверок по ним других средств измерений, как рабочих, так и образцовых менее высокой точности.

Рабочие средства измерений предназначены для измерения размеров величин, необходимых в разнообразной деятельности человека.

Выбор средств измерений – одна из важнейших задач метрологического обеспечения производства. От правильного ее решения зависит качество конечной продукции, промежуточного и входного контроля.

1.1 Показатели, учитываемые при выборе средств измерения

Средства измерения (СИ) выбирают с учетом метрологических (цена деления, погрешность, пределы измерения и др.), эксплуатационных (продолжительность работы до ремонта и надежность СИ, время на настройку, масса, удобство применения СИ) и экономических (стоимость, трудоемкость проведения измерения, квалификация контролера, а главное, тип производства) показателей.

В массовом и крупносерийном производстве используют высокопроизводительные автоматизированные СИ.

В серийном производстве применяют специальные приспособления и калибры. Универсальные СИ применяют при наладке оборудования и при контроле калибров.

В мелкосерийном и единичном производстве, в том числе и при выполнении работ в ремонтных мастерских, основными являются универсальные СИ.

Ориентировочный выбор СИ при разбраковке изношенных и восстановленных деталей осуществляют таким образом, чтобы точность СИ была бы на порядок меньше точности контролируемого параметра изделия. Существуют расчетные методики выбора СИ. Наибольшее применение имеет табличный метод.

1.2 Табличный метод выбора средств измерения

ГОСТ 8.051-81 нормирует значения погрешностей δ , допускаемых при измерении линейных величин для размеров от 1 до 500 мм.

Предел δ допускаемой погрешности измерения является наибольшей допускаемой погрешностью измерения, включающей влияние погрешности СИ, установочных мер, температурных деформаций, базирования, случайные

1.1 Показатели, учитываемые при выборе средств измерения

Средства измерения (СИ) выбирают с учетом метрологических (цена деления, погрешность, пределы измерения и др.), эксплуатационных (продолжительность работы до ремонта и надежность СИ, время на настройку, масса, удобство применения СИ) и экономических (стоимость, трудоемкость проведения измерения, квалификация контролера, а главное, тип производства) показателей.

В массовом и крупносерийном производстве используют высокопроизводительные автоматизированные СИ.

В серийном производстве применяют специальные приспособления и калибры. Универсальные СИ применяют при наладке оборудования и при контроле калибров.

В мелкосерийном и единичном производстве, в том числе и при выполнении работ в ремонтных мастерских, основными являются универсальные СИ.

Ориентировочный выбор СИ при разбраковке изношенных и восстановленных деталей осуществляют таким образом, чтобы точность СИ была бы на порядок меньше точности контролируемого параметра изделия. Существуют расчетные методики выбора СИ. Наибольшее применение имеет табличный метод.

1.2 Табличный метод выбора средств измерения

ГОСТ 8.051-81 нормирует значения погрешностей δ , допускаемых при измерении линейных величин для размеров от 1 до 500 мм.

Предел δ допускаемой погрешности измерения является наибольшей допускаемой погрешностью измерения, включающей влияние погрешности СИ, установочных мер, температурных деформаций, базирования, случайные $\delta = 100$ мкм и неучтенные систематические погрешности (зависит от диапазона измеряемой величины и точности изготовления детали, Приложение А).

С другой стороны, каждый измерительный инструмент имеет определенную (в зависимости от диапазона измеряемой величины) предельную погрешность $\pm \Delta_{lim}$, мкм. Значения $\pm \Delta_{lim}$ для наиболее распространенных универсальных СИ приведены в Приложении Б.

Предельная погрешность $\pm \Delta_{lim}$ средства измерения - это суммарная погрешность, в которую входят погрешность показания, погрешность установки при измерении, погрешность инструмента, температурные и другие погрешности СИ.

Средство измерения подбирают исходя из *выполнения условия:*

предельная погрешность СИ Δ_{lim} не должна превышать предела допускаемой погрешности δ измерения данного размера:

$$\Delta_{\text{lim}} \leq \delta. \quad (1)$$

Пример: Необходимо подобрать измерительный инструмент для контроля вала $\varnothing 63_{-0,7}$ мм.

1. Номинальное значение диаметра вала составляет 63 мм.

2. Допуск на изготовление: 0,7 мм или 700 мкм.

3. По таблице Приложения А для вала $\varnothing 63$ и допуску на изготовление 0,7 мм определяем квалитет точности изготовления вала:

- в данном примере значение допуска 0,7 мм не является стандартным и находится между 0,46 мм (13 квалитет) и 0,74 мм (14 квалитет), см. Приложение А;

- в этом случае выбираем ближайший более точный квалитет 13.

4. Определяем допускаемую погрешность δ измерения размера 63 мм, выполненного по 13 квалитету точности, см. Приложение Б:

5. Подбираем средство измерения (см. Приложения В и Г), у которого:

$$\Delta_{\text{lim}} \leq \delta = 100 \text{ мкм.}$$

Например: Штангенциркуль с отсчетом по нониусу 0,05 мм ($\Delta_{\text{lim}} = 100$ мкм).

Результаты выбора заносим в таблицу 1.

Таблица 1 - Результаты выбора СИ

Номинальный размер, мм	Допуск, мкм	Разряд квалитета	δ , мкм	Δ_{lim} , мкм	Наименование СИ
63	700	13	100	100	Штангенциркуль с отсчетом по нониусу 0,05 мм

2 Порядок выполнения работы

Задание: Выбрать средство измерения для контроля указанного преподавателем линейного размера и определить годность детали по заданным рабочим чертежом значениям предельных отклонений.

Порядок выполнения практической части.

1) Определяем номинальное значение размера и допуск на изготовление.

2) По таблице 1 Приложения А определяем квалитет изготовления указанного преподавателем размера детали.

3) По таблице 2 Приложения Б определяем допускаемую погрешность измерения δ .

4) По Приложению В и Г подбираем СИ для измерения указанного размера, чтобы выполнялось условие: $\Delta_{\text{lim}} \leq \delta$.

5) Результаты выбора средства измерения заносим в таблицу, как показано в таблице 1.

6) Проверяем настройку выбранного средства измерения.

7) Замеряем указанный преподавателем линейный размер и делаем вывод о годности детали.

3 Содержание отчета

Отчет лабораторной работы должен содержать:

1) название лабораторной работы и ее цель;
2) краткий конспект теоретической части с указанием неравенства (1) и расшифровкой входящих в него параметров);

3) рабочий чертеж детали;

4) результаты выбора средства измерения, сведенные в таблицу, аналогичную таблице 1;

5) результат измерения и вывод о годности детали.

4 Контрольные вопросы по теме

1. Что необходимо учитывать при выборе средства измерения?
2. Какие метрологические показатели Вы знаете?
3. Какие СИ применяются в массовом, серийном и мелкосерийном производстве?
4. Как ориентировочно можно подобрать СИ, если известен допуск на изготовление детали?
5. Что такое предел δ допускаемой погрешности измерения?
6. Что такое предельная погрешность Δ_{lim} средства измерения?
7. В чем заключается табличный метод выбор СИ?

Литература

1. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учеб. для вузов. М.:Юрайт, 2016. 411 с.
2. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация. В 3 ч. Ч. 1. Метрология: учеб. для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2016. 235 с.
3. Схиртладзе А.Г., Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и технические измерения: учеб. для вузов. Старый Оскол: ТНТ, 2013. 420 с.
- 4 Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум: учеб. пособие для вузов / В.Н. Кайнова, Т.Н. Гребнева, Е.В. Тесленко, Е.А. Куликова; под ред. В.Н. Кайновой. СПб.: Лань, 2015. 368 с.
5. Технические измерения. Лабораторный практикум / Г.А. Большакова, В.И. Волкоморов, А.В. Марков, Э.И. Спиридонов. СПб.: БГТУ, 2006.
6. ГОСТ 8.051-81. РД 50-98-86. Методические указания. Выбор универсальных средств измерений линейных размеров до 500 мм по применению.

Приложение А

Таблица 1 - Допуски для размеров до 500 мм (по ГОСТ 25346-89)

Номинальный размер, мм	Квалитет												
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	допуски, мкм						допуски, мкм						
От 1 до 3	4	6	10	14	25	40	60	0,10	0,14	0,25	0,40	0,60	1,0
Св. 3 до 6	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,30	0,48	0,75	1,2
Св. 6 до 10	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,90	1,5
Св. 10 до 18	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,70	1,10	1,8
Св. 18 до 30	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,30	2,1
Св. 30 до 50	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,00	1,60	2,5
Св. 50 до 80	13	19	30	46	74	120	190	0,30	0,46	0,74	1,20	1,90	3,0
Св. 80 до 120	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,40	2,20	3,5
Св. 120 до 180	18	25	40	63	100	160	250	0,40	0,63	1,00	1,60	2,50	4,0
Св. 180 до 250	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,90	4,6
Св. 250 до 315	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,30	2,10	3,20	5,2
Св. 315 до 400	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,40	2,30	3,60	5,7
Св. 400 до 500	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,50	4,00	6,3

Приложение Б

Таблица 2 - Допускаемые погрешности при измерениях линейных размеров от 1 до 500 мм (по ГОСТ 25346-89)

Номинальный размер, мм	Допускаемые погрешности измерения δ , мкм, для квалитетов												
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
От 1 до 3	1,4	1,8	3	3	6	8	12	20	30	50	80	120	200
Св. 3 до 6	1,6	2	3	4	8	10	16	30	40	60	100	160	240
Св. 6 до 10	2,0	2	4	5	9	12	18	30	50	80	120	200	300
Св. 10 до 18	2,8	3	5	7	10	14	30	40	60	90	140	240	380
Св. 18 до 30	3	4	6	8	12	18	30	50	70	120	180	280	440
Св. 30 до 50	4	5	7	10	16	20	40	50	80	140	200	320	500
Св. 50 до 80	4	5	9	12	18	30	40	60	100	160	240	400	600
Св. 80 до 120	5	6	10	12	20	30	50	70	120	180	280	440	700
Св. 120 до 180	6	7	12	16	30	40	50	80	140	200	320	500	800
Св. 180 до 250	7	8	12	18	30	40	60	100	160	240	380	600	1000
Св. 250 до 315	8	10	14	20	30	50	70	120	180	260	440	700	1100
Св. 315 до 400	9	10	16	24	40	50	80	120	180	280	460	800	1200
Св. 400 до 500	9	12	18	26	40	50	80	140	200	320	500	800	1400

Приложение В

Таблица 3 - Допускаемые погрешности при измерениях линейных размеров в диапазоне от 0 до 200 мм

Наименование средства измерения	Предельная погрешность СИ $\pm\Delta_{\text{lim}}$, мкм для диапазонов линейных размеров деталей, мм							
	0 - 25	25-50	50-75	75-100	100-125	125-150	150-175	175-200
1. Штангенциркуль с отсчетом по нониусу 0,05 мм при измерении: валов отверстий	100 150	100 150	100 200	100 200	100 200	100 200	100 200	100 200
2. Штангенциркуль с отсчетом по нониусу 0,1 мм при измерении: валов отверстий	150 200	150 200	200 250	200 250	200 250	200 300	200 300	200 300

Продолжение таблицы 3

Наименование средства измерения	Предельная погрешность СИ $\pm\Delta_{\text{lim}}$, мкм для диапазонов линейных размеров деталей, мм							
	от 0 до 25	25-50	50-75	75-100	100-125	125-150	150-175	175-200
3. Штангенглубиномер с отсчетом по нониусу 0,05 мм	100	100	150	150	150	150	150	150
4. Штангенглубиномер с отсчетом по нониусу 0,1 мм	200	250	300	300	300	300	300	300
5. Штангенрейсмасс с отсчетом по нониусу 0,05 мм	150	150	150	150	150	150	150	150
6. Штангенрейсмасс с отсчетом по нониусу 0,1 мм	250	300	350	350	350	350	350	350
7. Микрометр типа МК и МП: в руках в стойке	5 5	10 5	10 10	15 10	15 10	15 10	20 10	20 10

Продолжение таблицы 3

8.Микрометр рычажный типа МР и МРИ с отсчетом 0,002 мм: в руках в стойке	4	6	10	10	15	15	20	20
	3	4	5	6	10	10	10	10
9.Глубиномер микрометрический типа ГМ: - при абсолютных измерениях; - настроенный по установочной мере:	5	20	20	20	-	-	-	-
	5	5	10	10	-	-	-	-

Приложение Г

Таблица 4 - Допускаемые погрешности при измерениях линейных размеров в диапазоне от 1 до 180 мм

Наименование средства измерения	Предельная погрешность СИ $\pm\Delta_{lim}$, мкм для диапазонов линейных размеров деталей, мм								
	от 1 до 3	3-6	6-10	10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180
1. Индикатор типа ИЧ и ИГ с ценой деления 0,01мм: -в пределах одного оборота, -в пределах более одного оборота	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	20	20	20	20	20	20	20	20	20
2. Микромер типа ИПМ с ценой деления 0,001 мм в штативе	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2
3. Микромер типа ИГ с ценой деления 0,001 мм в штативе	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3,5
4. Микромер типа ИГ с ценой деления 0,002 мм в штативе	4	4	4	4	4	4	4	5	6

Продолжение таблицы 4

5. Индикаторная скоба с головкой с отсчетом 0,01 мм: в руках тоже в стойке	15 10	15 10	15 10	15 10	15 10	15 10	20 10	20 10	20 10
6. Индикаторный глубиномер с измерительной головкой с ценой деления 0,01 мм, настроенный по: - установочной мере; - концевой мере	20 5	20 5	20 5	20 5	20 10	20 10	20 10	20 10	- -

Продолжение таблицы 4

Наименование средства измерения	Предельная погрешность СИ $\pm\Delta_{lim}$, мкм для диапазонов линейных размеров деталей, мм								
	от 1 до 3	3-6	6-10	10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180
7. Рычажная скоба с ценой деления 0,002 мм в руках; тоже в стойке	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	5 4	10 5	40 5	20 10
8. Индикаторный нутромер 1 класса точности с ценой деления 0,01 мм	-	-	0,008	0,008	0,012	0,012	0,015	0,015	0,015
9. Микроскоп инструментальный ММИ при измерении линейных размеров: - без применения концевых мер; - с применением концевых мер	5 2,5	5 2,5	5 3,5	5 3,5	5 ,5	5 4	10 4	10 -	- -

Практическая работа №2

ПРАВОВАЯ ОСНОВА МЕТРОЛОГИИ

Цель работы. Изучение основных положений закона РФ «Об обеспечении единства измерений».

Продолжительность работы: 3 часа (зад. 1-6); 1 часа (зад. 1-4).

Теоретические сведения

Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» (выдается на занятии).

Этот закон был принят ФЗ№102 от 26.06.2008 года. Он устанавливает правовые основы обеспечения единства измерений в Российской Федерации, регулирует отношения государственных органов управления с юридическими и физическими лицами по вопросам изготовления, выпуска, эксплуатации, ремонта, продажи и импорта средств измерений и направлен на защиту прав и законных интересов граждан, установленного правопорядка и экономики Российской Федерации от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений.

Задание 1. Обоснуйте цель Закона «Об обеспечении единства измерений».

Задание 2. Используя текст Закона «Об обеспечении единства измерения», охарактеризуйте следующие понятия:

- 1) Единство измерений;
- 2) Средство измерений;
- 3) Эталон единицы величины;
- 4) Государственный эталон единицы величины;
- 5) Нормативные документы по обеспечению единства измерений;

- 6) Метрологическая служба;
- 7) Метрологический контроль и надзор;
- 8) Поверка и калибровка средств измерений;
- 9) Сертификат об утверждении типа средств измерений.
- 10) Аккредитация на право поверки средств измерений;
- 11) Сертификат о калибровке.

Задание 3. Перечислите статьи Закона «Об обеспечении единства измерений», определяющие состав и компетенцию Государственной метрологической службы.

Задание 4. Руководствуясь статьями Закона «Об обеспечении единства измерений» охарактеризуйте функции Государственного метрологического контроля и надзора.

Задание 5. Укажите права государственных инспекторов по обеспечению единства измерений.

Задание 6. Перечислите обязанности государственных инспекторов при выявлении нарушений метрологических правил и норм.

Контрольные вопросы

1. Какие виды поверок вы знаете? Охарактеризуйте их.
2. Что такое поверительное клеймо и свидетельство о поверке?
3. Что такое лицензия? Что вы знаете о лицензировании деятельности юридических и физических лиц по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений?
4. Что вы знаете об ответственности государственных инспекторов при осуществлении ГМК и Н?
5. Каковы обязанности юридических и физических лиц по отношению к государственному инспектору при проведении им государственного метрологического контроля и надзора?

6. Какие объекты государственного метрологического контроля и надзора Вы знаете?
7. Что является сферой деятельности ГМН?
8. Что означает понятие «фасованные товары»?
9. Какие установлены требования к индивидуальной упаковке?
10. В чем состоит основное требование, предъявляемое к партии фасованных товаров в упаковках?
11. В чем заключается отличие поверки от калибровки?

Литература

1. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учеб. для вузов. М.: Юрайт, 2016. 411 с.
2. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация. В 3 ч. Ч. 1. Метрология: учеб. для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2016. 235 с.
3. Схиртладзе А.Г., Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и технические измерения : учеб. для вузов. Старый Оскол: ТНТ, 2013. 420 с.
4. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум: учеб. пособие для вузов / В.Н. Кайнова, Т.Н. Гребнева, Е.В. Тесленко, Е.А. Куликова; под ред. В.Н. Кайновой. СПб.: Лань, 2015. 368 с.
5. Дорофеев В.С., Вахтанов С.И. Метрология стандартизация и сертификация: практикум дисциплины. М.: МГУТУ, 2013. С. 95.
6. Федеральный закон от 26.06.2008 г. № 102 – ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

ПРИЛОЖЕНИЕ
ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ
для самостоятельной работы

1. ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СРЕДНЕГО ДИАМЕТРА РЕЗЬБЫ БОЛТА ПРИМЕНЯЮТСЯ:

- 1) гладкий микрометр (МК)
- 2) трубный микрометр (МТ)
- 3) зубомерный микрометр (МЗ)
- 4) резьбовой микрометр (МВМ)
- 5) инструментальный микроскоп

2. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ПЕРЕД ИЗМЕРЕНИЕМ, КАК ПРАВИЛО, НАСТРАИВАЮТ НА РАЗМЕР

- | | |
|-----------------|-------------------|
| 1) номинальный | 4) минимальный |
| 2) средний | 5) действительный |
| 3) максимальный | |

3. КАКОЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ТРЕБОВАНИЕ НЕОБХОДИМО ВЫПОЛНИТЬ ПРИ ВЫБОРЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ:

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1) $\sigma_T > \sigma_{\text{расч}}$ | 3) $\delta \geq \Delta_{\text{lim}}$ |
| 2) $\Delta_{\text{lim}} > T_{\text{размера}}$ | 4) $\sigma_b > \sigma_{\text{расч}}$ |

4. ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ЗУБА ПО ПОСТОЯННОЙ ХОРДЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА ПРИМЕНЯЕТСЯ

- 1) нормалемер
- 2) штангензубомер
- 3) шагомер
- 4) зубомерный микрометр

5. МЕТРОЛОГИЮ ПОДРАЗДЕЛЯЮТ НА:

- 1) законодательную
- 2) прикладную
- 3) теоретическую
- 4) физическую

- 5) экспериментальную
- 6) промышленную

6. УКАЖИТЕ НАИБОЛЕЕ КРУПНЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОРГАНИЗАЦИИ

- 1) МОЗМ
- 2) Ростехрегулирование
- 3) МОМВ
- 4) Госстандарт

7. СОСТОЯНИЕ, ХАРАКТЕРИСТИКА, СУЩНОСТЬ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБЪЕКТА -- ЭТО..... .

8. РАЗНОСТЬ МЕЖДУ ПОКАЗАНИЯМИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И ИСТИННЫМ (ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫМ) ЗНАЧЕНИЯМИ ИЗМЕРЯЕМОЙ ВЕЛИЧИНЫ НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) отклонением
- 2) погрешностью средства измерения
- 3) диапазоном измерений
- 4) порогом чувствительности

9. ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА ПРОВОДЯТ ПОВЕРКУ....

- 1) периодическую
- 2) основную
- 3) инспекционную
- 4) первичную

10. ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ ИЛИ ЭФФЕКТ, ПОЛОЖЕННОЕ В ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИЙ – ЭТО

11. ПО МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ НАЗНАЧЕНИЮ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ДЕЛЯТСЯ НА....

- 1) эталоны
- 2) рабочие
- 3) основные
- 4) дополнительные

12. ОСНОВНАЯ ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИНЫ

- | | | |
|-------------|--------------|--------------|
| 1) метр | 3) сантиметр | 5) микрометр |
| 2) дециметр | 4) миллиметр | 6) километр |

13. НАУКА ОБ ИЗМЕРЕНИЯХ, МЕТОДАХ И СРЕДСТВАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ ЕДИНСТВА И ТРЕБУЕМОЙ ТОЧНОСТИ – ЭТО

14. ПО СПОСОБУ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗДЕЛЯЮТ:

- | | |
|---------------|------------------|
| 1) прямые | 4) бесконтактные |
| 2) контактные | 5) совокупные |
| 3) косвенные | 6) совместные |

15. ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ ИЛИ ЭФФЕКТ, ПОЛОЖЕННОЕ В ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИЙ – ЭТО

16. ПО КОЛИЧЕСТВУ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗЛИЧАЮТ:

- 1) однократные
- 2) двукратные
- 3) трехкратные
- 4) многократные

18. ПРИЕМ ИЛИ СОВОКУПНОСТЬ ПРИЕМОВ СРАВНЕНИЯ ИЗМЕРЯЕМОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ С ЕЕ ЕДИНИЦЕЙ В СООТВЕТСТВИИ С РЕАЛИЗОВАННЫМ ПРИНЦИПОМ ИЗМЕРЕНИЙ – ЭТО

18. УКАЖИТЕ ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) метр
- 2) ампер

- 3) ньютон
- 4) кандела
- 5) грамм
- 6) моль

19. *ТЕХНИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЕ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ, ИМЕЮЩЕЕ НОРМИРОВАННЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ВОСПРОИЗВОДЯЩЕЕ И ХРАНЯЩЕЕ ЕДИНИЦУ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ, РАЗМЕР КОТОРОЙ ПРИНИМАЮТ НЕИЗМЕННОЙ (В ПРЕДЕЛАХ УСТАНОВЛЕННОЙ ПОГРЕШНОСТИ) В ТЕЧЕНИЕ ИЗВЕСТНОГО ИНТЕРВАЛА ВРЕМЕНИ – ЭТО*

20. *ТЕЛО (ФИЗИЧЕСКАЯ СИСТЕМА, ПРОЦЕСС, ЯВЛЕНИЕ И Т. Д.), КОТОРОЕ ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ ОДНОЙ ИЛИ НЕСКОЛЬКИМИ ИЗМЕРЯЕМЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ ВЕЛИЧИНАМИ – ЭТО*

21. *ПО ХАРАКТЕРУ ИЗМЕРЕНИЯ ИЗМЕРЯЕМОЙ ВЕЛИЧИНЫ ИЗМЕРЕНИЯ БЫВАЮТ:*

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1) статистические | 4) динамические |
| 2) систематические | 5) статические |
| 3) грубые | 6) кинематические |

22. *СОВОКУПНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНИЧЕСКОГО СРЕДСТВА, ХРАНЯЩЕГО ЕДИНИЦУ ВЕЛИЧИНЫ И ПОЗВОЛЯЮЩЕГО СРАВНИТЬ С НЕЮ ИЗМЕРЯЕМУЮ ВЕЛИЧИНУ НАЗЫВАЮТ*

23. *ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА, ПОДЛЕЖАЩАЯ ИЗМЕРЕНИЮ, ИЗМЕРЯЕМАЯ ИЛИ ИЗМЕРЕННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С ОСНОВНОЙ ЦЕЛЬЮ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЗАДАЧИ – ЭТО*

24. *ОСНОВНАЯ ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИНЫ*

- | | | |
|-------------|--------------|--------------|
| 1) метр | 3) сантиметр | 5) микрометр |
| 2) дециметр | 4) миллиметр | 6) километр |

25. *ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ РАЗЛИЧАЮТ*

- 1) истинное
- 2) номинальное
- 3) действительное
- 4) максимальное
- 5) минимальное
- 6) фактическое

26. *ЗНАЧЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ, ПОЛУЧЕННОЕ ПУТЕМ ЕЕ ИЗМЕРЕНИЯ – ЭТО*

27. *ПО ХАРАКТЕРУ ИЗМЕРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПОГРЕШНОСТИ РАЗДЕЛЯЮТ НА*

- 1) систематические, случайные и грубые
- 2) основные и дополнительные
- 3) методические, инструментальные и субъективные
- 4) абсолютные и относительные

28. *ВЫРАЖЕНИЕ РАЗМЕРА ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ В ВИДЕ НЕКОТОРОГО ЧИСЛА ПРИНЯТЫХ ДЛЯ НЕЕ ЕДИНИЦ – ЭТО*

29. *ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ БЫВАЮТ:*

- | | |
|----------------|-------------------|
| 1) истинное | 3) прямое |
| 2) фактическое | 4) действительное |

30. *В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ИЗМЕРЕНИЯ, РАЗЛИЧАЮТ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ:*

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1) инструментальный | 4) экспертный |
| 2) машинный | 5) автоматический |
| 3) эвристический | 6) органолептический |

31. *ОТКЛОНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЯ ОТ ИСТИННОГО (ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО) ЗНАЧЕНИЯ ИЗМЕРЯЕМОЙ ВЕЛИЧИНЫ НАЗЫВАЕТСЯ*

32. УПОРЯДОЧЕННАЯ СОВОКУПНОСТЬ ЗНАЧЕНИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ, СЛУЖАЩАЯ ИСХОДНОЙ ОСНОВОЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДАННОЙ ВЕЛИЧИНЫ – ЭТО

33. ПО МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ НАЗНАЧЕНИЮ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ДЕЛЯТСЯ НА....

- | | |
|------------|-------------------|
| 1) эталоны | 3) основные |
| 2) рабочие | 4) дополнительные |

34. ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА ФИКСИРОВАННОГО РАЗМЕРА, КОТОРОЙ УСЛОВНО ПРИСВОЕНО ЧИСЛОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ, РАВНОЕ 1, И КОТОРУЮ ПРИМЕНЯЮТ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ВЫРАЖЕНИЯ ОДНОРОДНЫХ С НЕЙ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН – ЭТО

35. ГЛАВНЫМ ПАРАМЕТРОМ ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ЯВЛЯЕТСЯ

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| 1) погрешность измерения | 3) цена деления |
| 2) долговечность | 4) диапазон измерений |

36. РАБОТЫ ПО МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ВЫПОЛНЯЮТ СЛЕДУЮЩИЕ СЛУЖБЫ....

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1) метрологическая | 3) конструкторская |
| 2) экологическая | 4) технологическая |

37. РАЗНОСТЬ МЕЖДУ ПОКАЗАНИЯМИ СИ И ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫМ ЗНАЧЕНИЕМ ИЗМЕРЯЕМОЙ ВЕЛИЧИНЫ – ЭТО СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.

38. СУЩЕСТВУЮТ СЛЕДУЮЩИЕ ВИДЫ ПОВЕРКИ:

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1) первичная | 5) ведомственная |
| 2) единовременная | 6) периодическая |
| 3) внеочередная | 7) экспертная |
| 4) инспекционная | 8) государственная |

39. ДОПУСКАЕТСЯ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПОВЕРКИ (КАЛИБРОВКИ) СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ:

- 1) сличение с помощью компаратора
- 2) периодические измерения величины
- 3) прямые измерения величины
- 4) косвенные измерения величины
- 5) стационарные измерения величины

40. СОВОКУПНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ ОРГАНАМИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ С ЦЕЛЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ УСТАНОВЛЕННЫМ ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ ТРЕБОВАНИЯМ – ЭТО СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ.

41. ПОВЕРОЧНЫЕ СХЕМЫ РАЗДЕЛЯЮТ НА:

- 1) государственные
- 2) национальные
- 3) локальные
- 4) отраслевые

42. В МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ СУЩЕСТВУЮТ РАЗНОВИДНОСТИ ШКАЛ:

- | | |
|-----------------|---------------|
| 1) наименований | 5) порядка |
| 2) погрешностей | 6) интервалов |
| 3) отношений | 7) периодов |

43. УПОРЯДОЧЕННАЯ СОВОКУПНОСТЬ ЗНАЧЕНИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ, КОТОРАЯ СЛУЖИТ ОСНОВОЙ ДЛЯ ЕЕ ИЗМЕРЕНИЯ – НАЗЫВАЕТСЯ ИЗМЕРЕНИЙ.

44. ПРИЕМ ИЛИ СОВОКУПНОСТЬ ПРИЕМОВ СРАВНЕНИЯ ИЗМЕРЯЕМОЙ ВЕЛИЧИНЫ С ЕЕ ЕДИНИЦЕЙ - ИЗМЕРЕНИЯ

45. КАЧЕСТВО ИЗМЕРЕНИЙ, ОТРАЖАЮЩЕЕ БЛИЗОСТЬ К НУЛЮ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИЗМЕРЕНИЙ – НАЗЫВАЕТСЯ

46. СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ В СТРАНЕ, РЕАЛИЗУЕМАЯ, УПРАВЛЯЕМАЯ И КОНТРОЛИРУЕМАЯ ФЕДЕРАЛЬНЫМ ОРГАНОМ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ВЛАСТИ ПО МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕХРЕГУЛИРОВАНИЕМ – ЭТО

47. ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОРГАН ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ВЛАСТИ ПО МЕТРОЛОГИИ – ЭТО

48. НОРМАТИВНУЮ БАЗУ МЕТРОЛОГИИ ПРЕДСТАВЛЯЮТ:

- 1) закон РФ "Об обеспечении единства измерений,
- 2) закон РФ «О техническом регулировании»
- 3) государственные стандарты системы ГСИ;
- 4) постановления Правительства РФ
- 5) правила России системы ГСИ.

49. В СООТВЕТСТВИИ С ЗАКОНОМ РФ «ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ» ЮРИДИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ ЛИЦА, А ТАКЖЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ РФ, ВИНОВНЫЕ В НАРУШЕНИИ НАСТОЯЩЕГО ЗАКОНА, НЕСУТОТВЕТСТВЕННОСТЬ .

- | | |
|---------------------|--|
| 1) уголовную | 4) правовую |
| 2) юридическую | 5) гражданскую |
| 3) административную | 6) гражданско-правовую ответственность |

50.. УКАЖИТЕ НАЗНАЧЕНИЕ НОРМАЛЕМЕРА:

- 1) измерение толщины зуба
- 2) измерение шага зубьев
- 3) измерение длины общей нормали
- 4) определение колебания длины общей нормали

Учебное издание

Михальченков Александр Михайлович
Киселева Лариса Сергеевна
Будко Сергей Иванович

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ,
СЕРТИФИКАЦИЯ**

РАЗДЕЛ «МЕТРОЛОГИЯ»

Методическое пособие
к лабораторным, практическим и самостоятельным работам
для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки
Агроинженерия

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 26.02.2018 г. Формат 60x84. 1/16.
Бумага офсетная. Усл. п. 7,55. Тираж 100 экз. Изд. 5533.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ