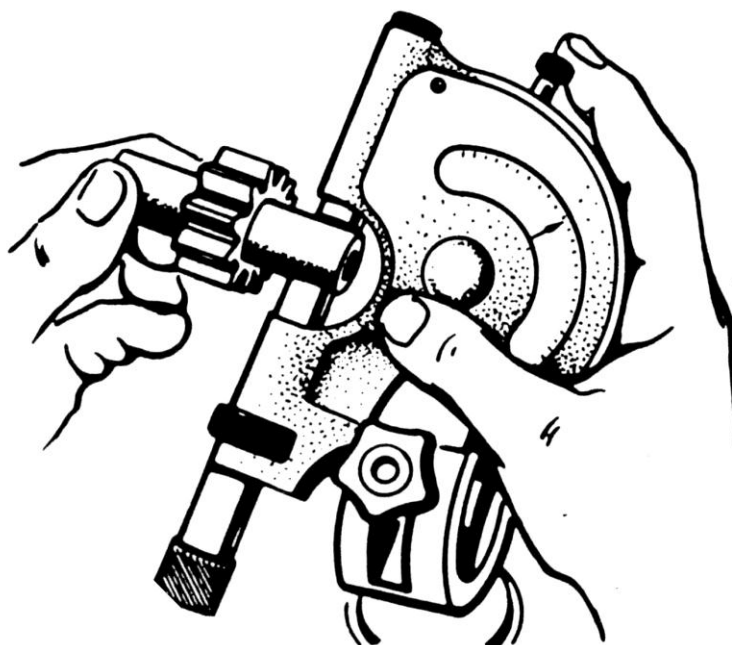


**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**



ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРОВ ВАЛОВ РЫЧАЖНОЙ СКОБОЙ

Методические указания к лабораторному практикуму
по дисциплине "Метрология, стандартизация и сертификация"

Составители: к.т.н., доцент Духовный Л.М.,
к.т.н., доцент Мороз В. Г.,
ст. преподаватель Туревич Г.Н.

Москва, 2005 г.

УДК 531.71 + 006.

Методические указания по дисциплине "Метрология, стандартизация и сертификация" подготовлены в соответствии с учебным планом и предназначены для изучения и работы по вышеназванной дисциплине, а также могут быть использованы при проведении практических измерений студентами инженерных и других специальностей МГИУ.

Даны назначение, типы, конструкция, краткая характеристика, обозначение, применение, принципы определения точности средства измерений и методика проведения лабораторной работы.

Рецензент профессор Щербак Е.Г.

Методические указания рассмотрены
и утверждены на заседании кафедры "Детали машин":

протокол № 5 от 13. 05. 2005 г.

Подготовлены к печати на кафедре "Детали машин"

Редактор

ЛР N

Подписано в печать
Формат бум.60х90/16
Усл.печ.л.
Тираж

Сдано в производство
Бум. множ. Тем. план 2005 г., поз.
Уч.-изд.л.
Заказ

Ротапринт МГИУ, 109280, Москва, Автозаводская, 16

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Работа знакомит студентов со средством измерений «Скоба с отсчетным устройством», методикой и приемами измерения наружных размеров деталей относительным контактным методом, а также с устройством измерительного инструмента и определением его метрологических характеристик. На основе проведенных измерений делаются выводы о годности проверяемого изделия по допуску размера и допуску формы.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Измерение - важная часть технологического процесса при изготовлении деталей. По результатам измерения делается заключение о годности или негодности детали для дальнейшего использования и эксплуатации.

Измерение может производиться с различной точностью. Выбор точности измерения зависит от точности изготовления, известной из требований, задаваемых конструкторской документацией - чертежами и техническими условиями. Конструкторская документация определяет точность изготовления и измерения детали, исходя из ее назначения. Для более ответственных деталей необходима большая точность изготовления, а следовательно, и точность измерения. Данная работа проводится на примере измерения рабочей поверхности поршневого пальца двигателя внутреннего сгорания.

Для обеспечения режима трения, необходимого для надежного функционирования изделия в процессе эксплуатации, соединение пальца с поршнем и шатуном выполняется по переходной посадке и посадке с зазором и натягом. Допуск наружной цилиндрической поверхности пальца установлен на уровне нескольких десятков микрометров. Для обеспечения достоверного измерения такой детали может использоваться скоба, так как точность измерений, производимых с помощью этого средства измерений, выше допуска детали.

Скобы с отсчетным устройством (ГОСТ 11098) изготавливаются с пределами измерений до 1000 мм, оснащенные отсчетным устройством с ценой деления 0,001; 0,002 и 0,01 мм. Скобы с отсчётным устройством изготавливаются 3-х типов:

СРП – рычажные, повышенной точности, со встроенным в корпус отсчетным устройством (цена деления – 0,001 мм);

СР – рычажные со встроенным в корпус отсчетным устройством (цена деления – 0,002 мм);

СИ – индикаторные, оснащенные измерительными головками (цена деления – 0,01 мм).

Измерительные скобы типов СПР и СР имеют практически одинаковую конструкцию, различие цены деления обеспечивается изменением передаточного отношения. Конструктивно рычажная скоба СР (рис. 1) состоит из следующих деталей: отсчетного устройства 1, кнопки отвода подвижной пятки 2, указателя пределов поля допуска 3, корпуса 4, стрелки 5, защитного колпачка 6, стопора 7, переставной пятки 8 и подвижной пятки 9. Эти скобы получили наибольшее применение в автомобильной, станкостроительной, приборостроительной и других отраслях промышленности.

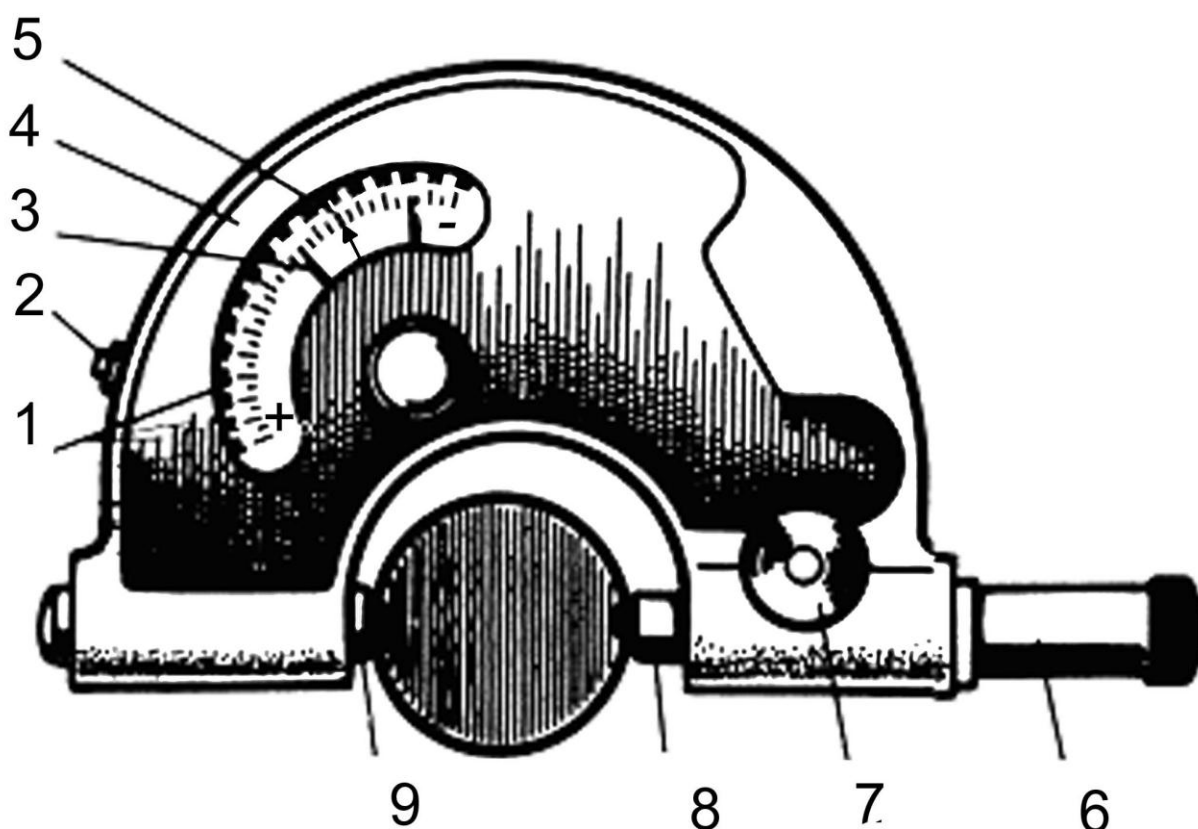


Рисунок 1. Скоба рычажная СР

Устройство рычажной скобы и принцип ее действия можно пояснить с помощью рисунка 2. Оно включает пружину 1, обеспечивающую необходимое измерительное усилие; подвижную 2 и переставную 4 пятки, между торцевыми поверхностями которых помещается измеряемое изделие 3; рычаг 5, заканчивающийся зубчатым сектором, входящим в зацепление с трибом 6; спиральную возвратную пружину 7, обеспечивающий постоянный контакт рабочих поверхностей зубьев и устраняющий таким образом погрешность от зазора в зубчатом зацеплении; шкалу 8 для отсчета результата измерений, имеющую предел измерений $\pm 0,08$ мм; стрелку 9 и кнопку отводка 10 для отвода подвижной пятки при установке и снятии детали.

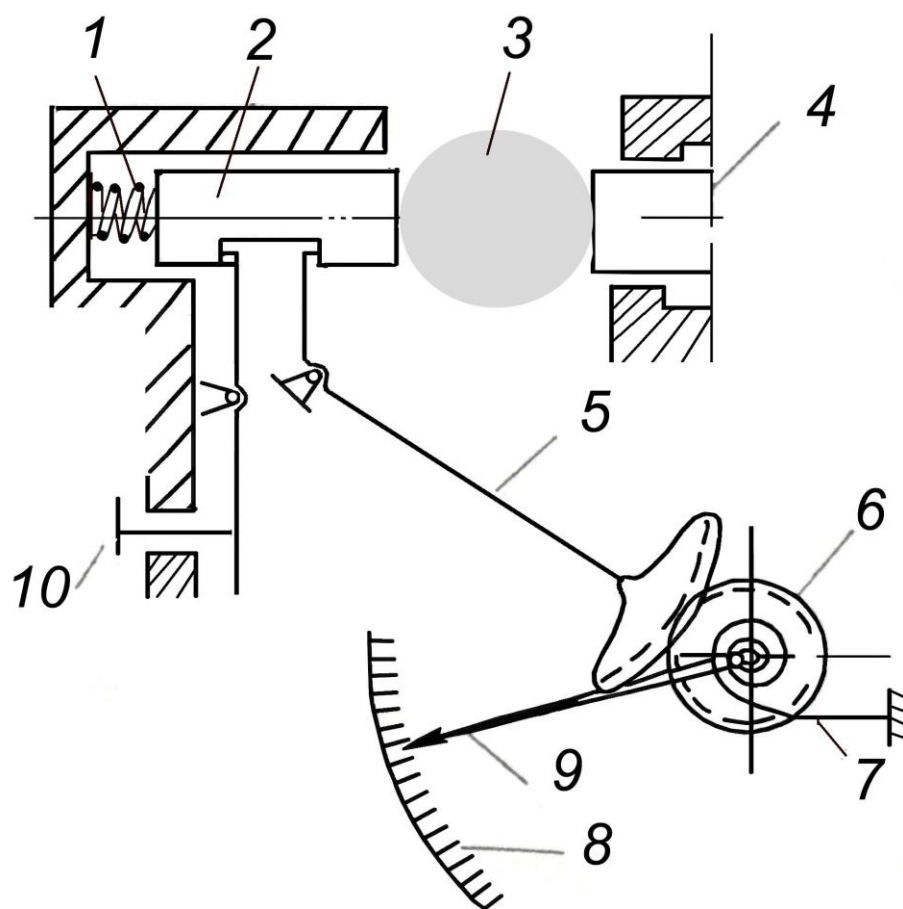


Рисунок 2. Устройство рычажной скобы

1-пружина, 2-подвижная пятка, 3-деталь, 4-переставная пятка, 5-рычаг, 6-триб, 7-спиральная пружина, 8-шкала, 9-стрелка, 10-отводка.

Несколько иную конструкцию имеет скоба индикаторная СИ (рис.3).

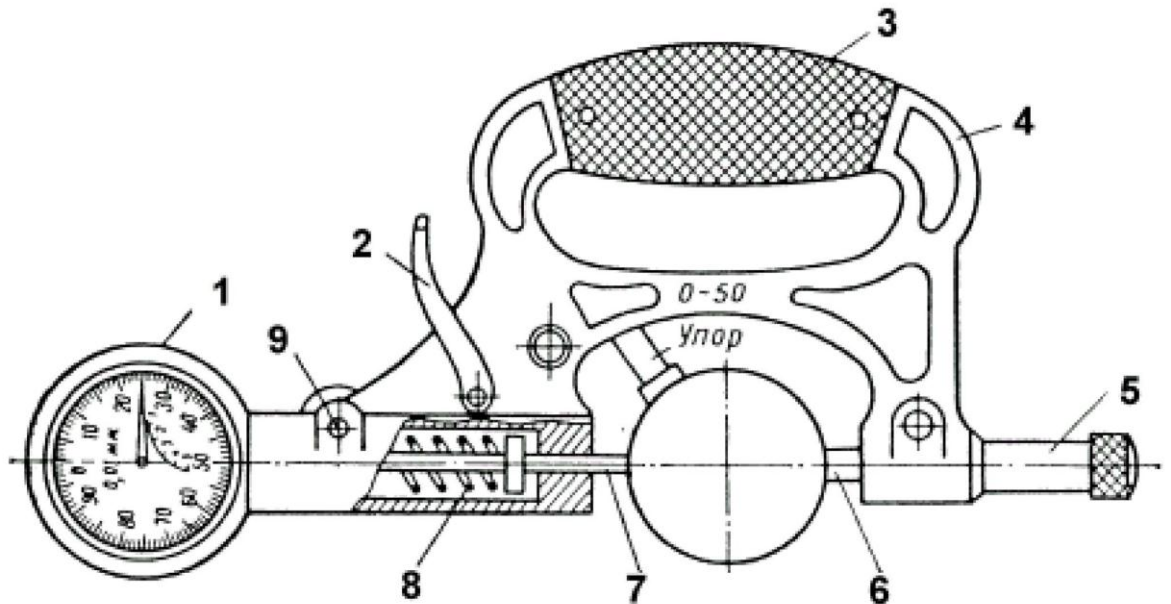


Рисунок 3. Скоба индикаторная СИ

Конструктивно индикаторная скоба состоит из отсчетного устройства 1, выполненного в виде индикатора часового типа с ценой деления 0,01 мм; рычага отвода 2; теплоизоляционных накладок 3; корпуса 4; колпачка 5, предназначенного для предотвращения произвольного перемещения переставной пятки 6; подвижной пятки 7; пружины 8 и стопорного винта 9, обеспечивающего жесткое закрепление индикатора в корпусе скобы.

Метод измерения при использовании измерительных скоб основан на сравнении действительного размера детали с размером образца, воспроизводимого с помощью комплекта плоскопараллельных концевых мер длины, и заключается в измерении отклонения от нулевого значения, установленного на отсчетном устройстве прибора.

3. НАСТРОЙКА И ПРОЦЕСС ИЗМЕРЕНИЯ СКОБОЙ

В зависимости от требуемой точности измерения и размера измеряемой детали выбирается тип скобы (СРП, СР или СИ) с соответствующими пределами измерений (0...25; 25...50; 50...75 и т.д.). Рассмотрим процесс

настройки скобы на примере скобы рычажной со встроенным в корпус отсчетным устройством (с ценой деления – 0,002 мм).

Настройку скобы производят на номинальный размер по блоку плоскопараллельных концевых мер длины (далее – ПКМД). При этом скоба может удерживаться в руке исполнителем работы (рис. 4,а) или быть закреплена в стойке (рис. 4,б).

Настройка скобы выполняется в следующей последовательности.

1. Отвинчивается колпачок, предохраняющий от самоотвинчивания переставную пятку (рис. 5).

2. Перемещается на необходимое расстояние переставная пятка (рис.6) и стопорится в исходном положении (рис.7). При этом стрелка отсчетного устройства должна быть установлена напротив нулевой отметки шкалы (рис. 8).

3. Отводится с помощью кнопки отвода подвижная пятка, вынимается блок ПКМД и устанавливается измеряемая деталь (рис. 9). При этом по отсчетному устройству определяется отклонение размера измеряемой детали от установленного (номинального) размера, как, например, показано на рис.10.

Аналогично описанному выше производится настройка и измерение с помощью индикаторной скобы СИ (см. рисунки 11...15).

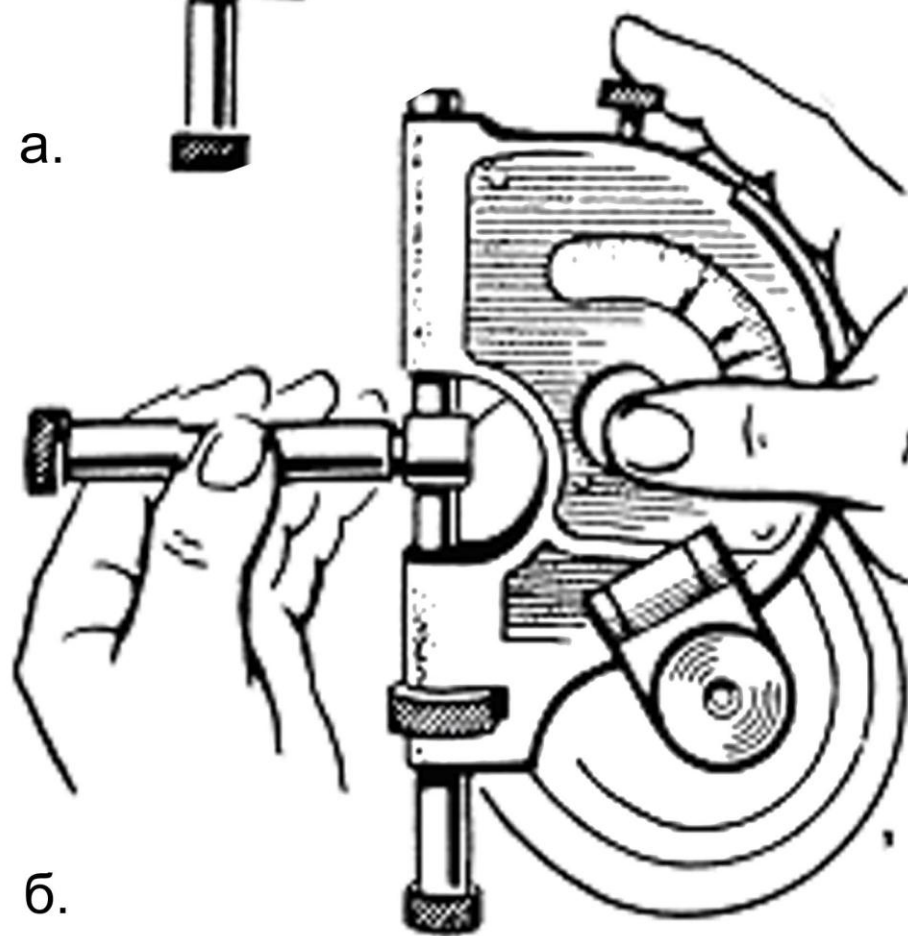
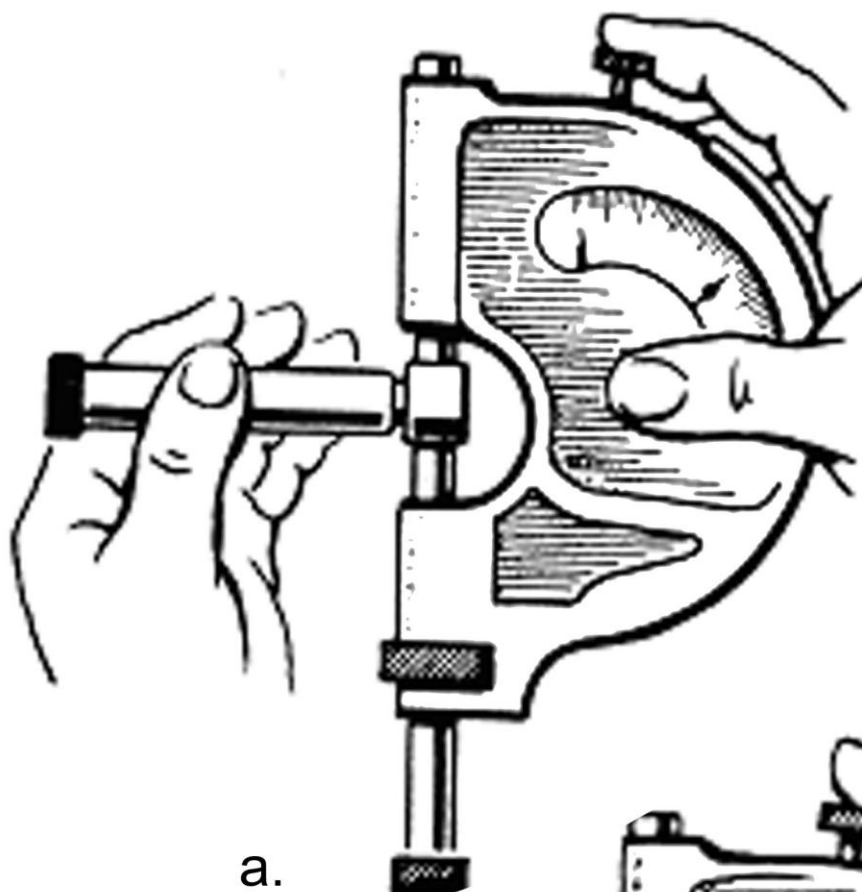


Рисунок 4. Применение рычажной скобы

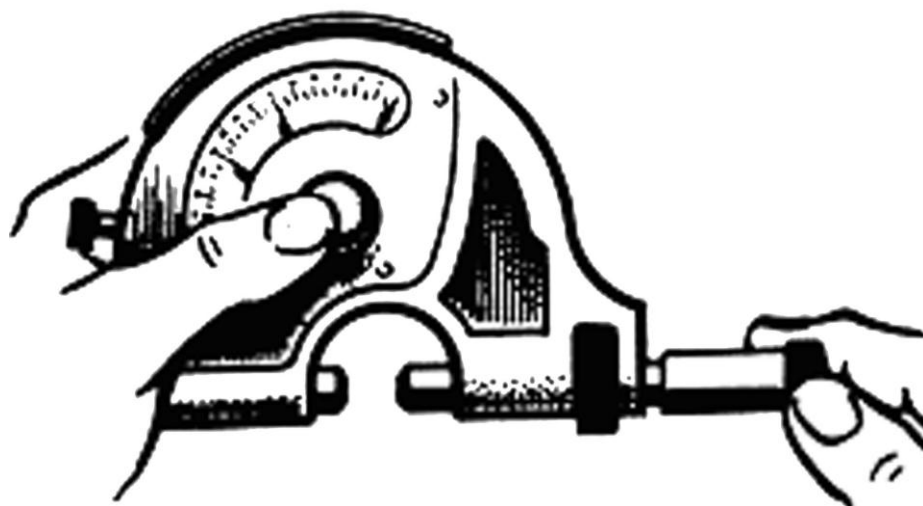


Рисунок 5. Отвинчивание колпачка

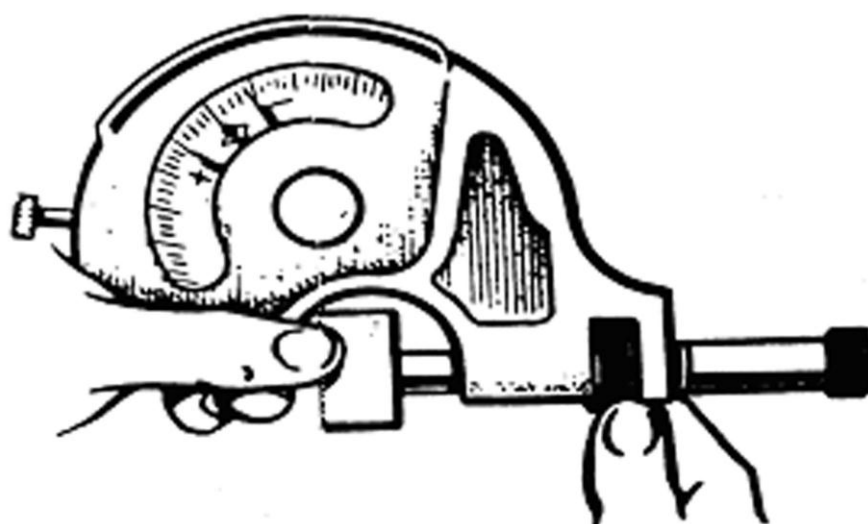


Рисунок 6. Установка переставной пятки

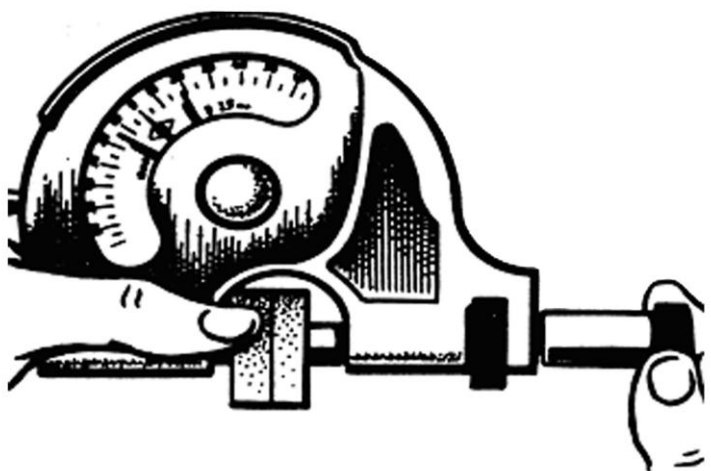


Рисунок 7. Стопорение переставной пятки скобы

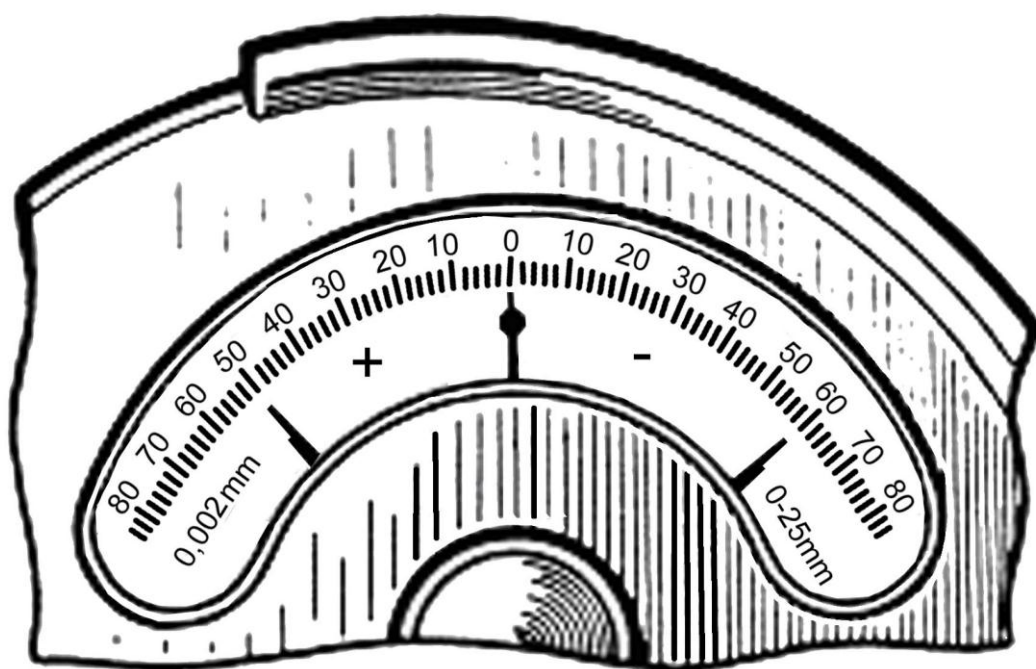


Рисунок 8. Отсчётное устройство

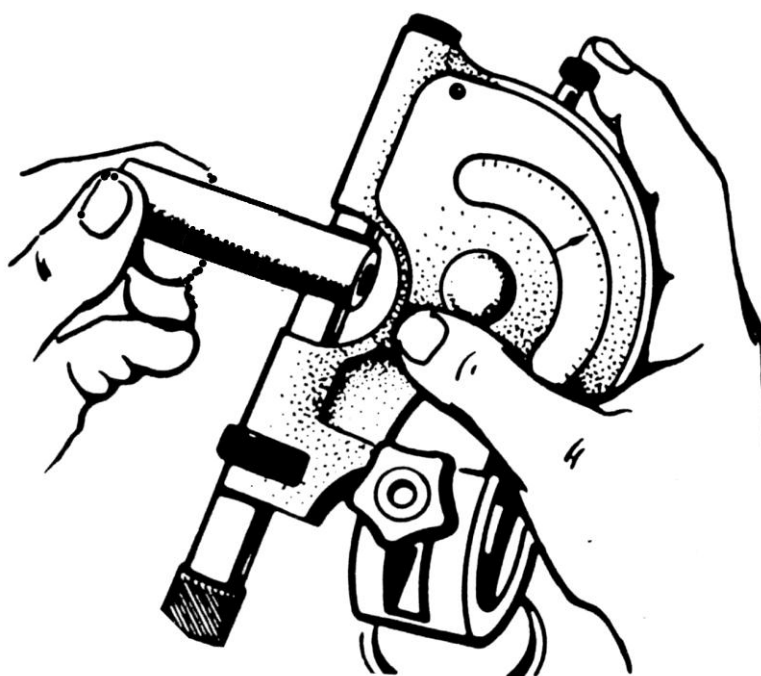
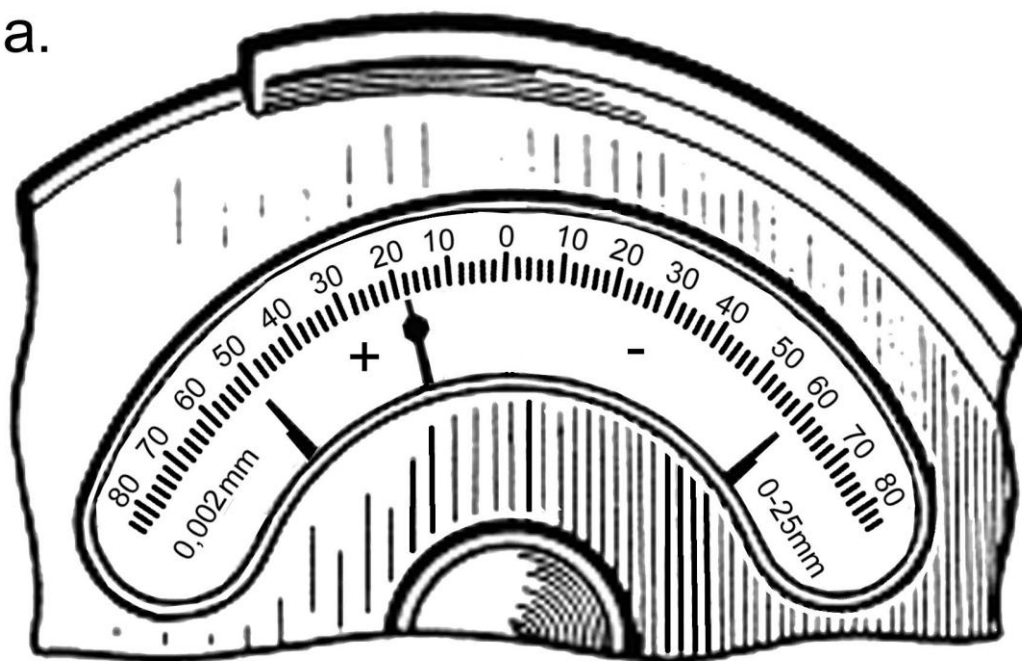


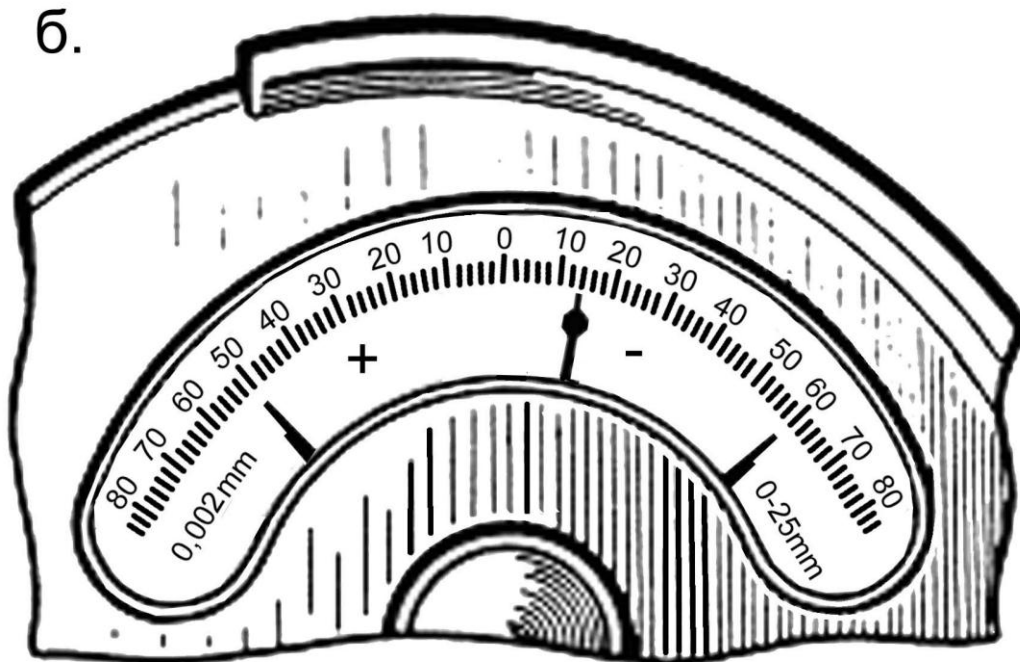
Рисунок 9.Измерение рычажной скобой

а.



$$18,000\text{мм} + 0,002\text{мм} \cdot 9 \text{ дел.} = 18,000\text{мм} + 0,018\text{мм} = 18,018\text{мм}$$

б.



$$18,000\text{мм} - 0,002\text{мм} \cdot 7 \text{ дел.} = 18,000\text{мм} - 0,014\text{мм} = 17,984\text{мм}$$

Рисунок 10. Примеры подсчета размеров

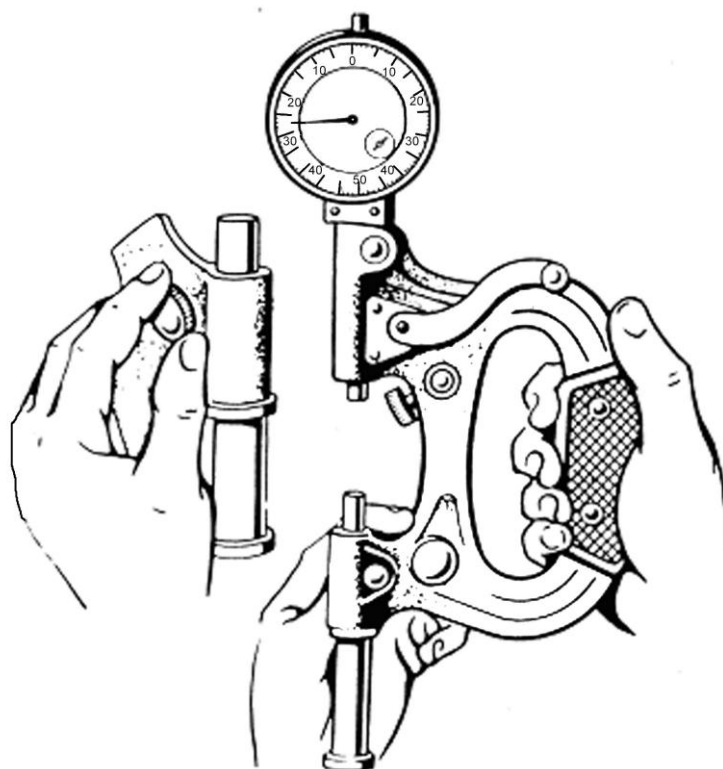
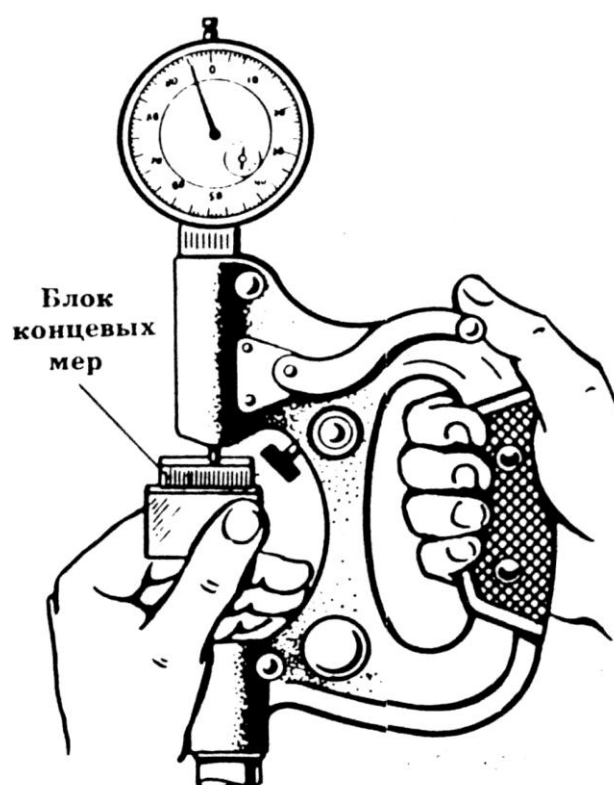


Рисунок 11. Открепление переставной пятки



Установка индикаторной скобы по плоскопараллельным концевым мерам

Рисунок 12. Установка индикаторной скобы по ПКМД

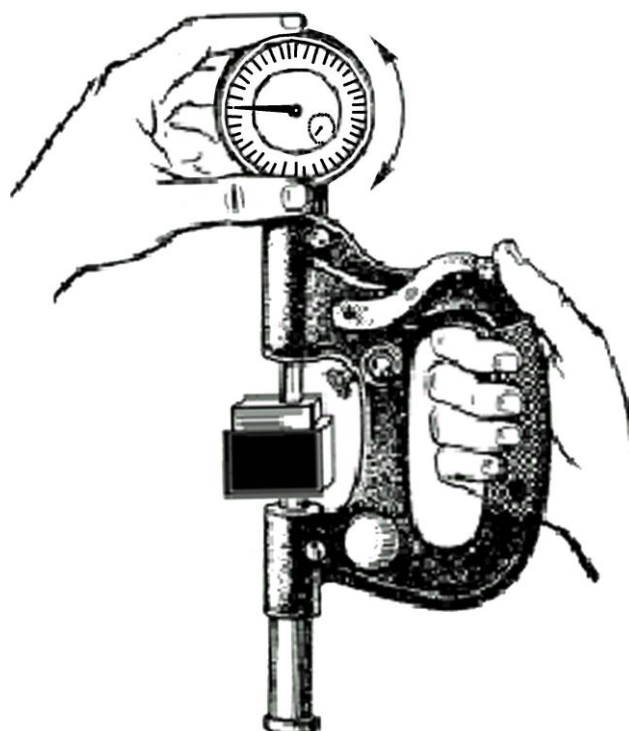


Рисунок 13. Поворот ободка до нулевого значения шкалы

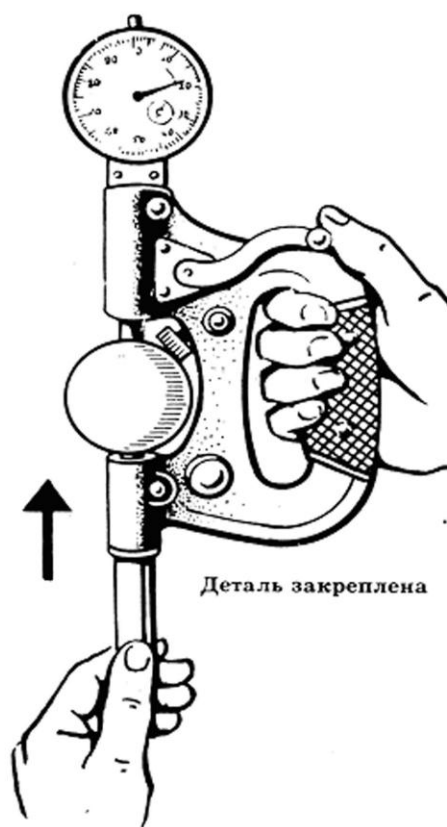


Рисунок 14. Установка детали

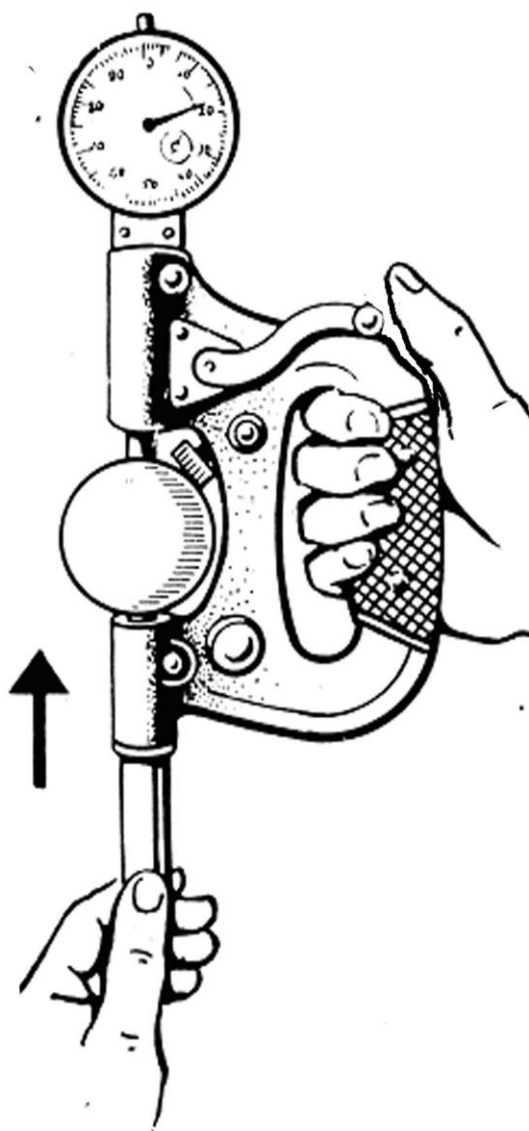
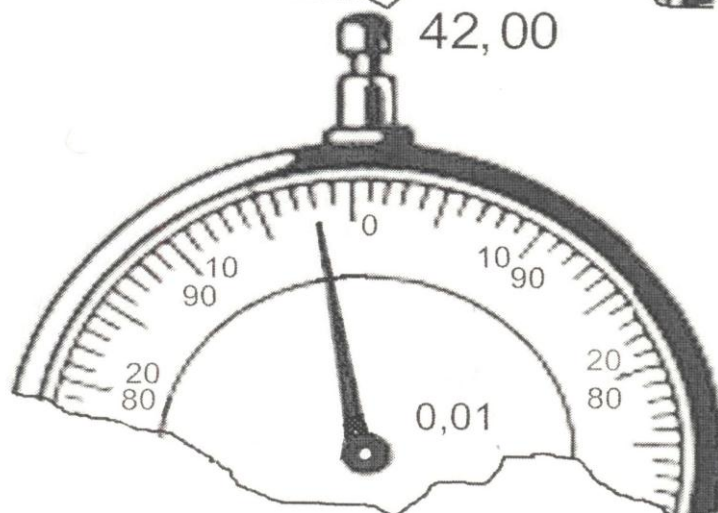


Рисунок 15. Измерение детали

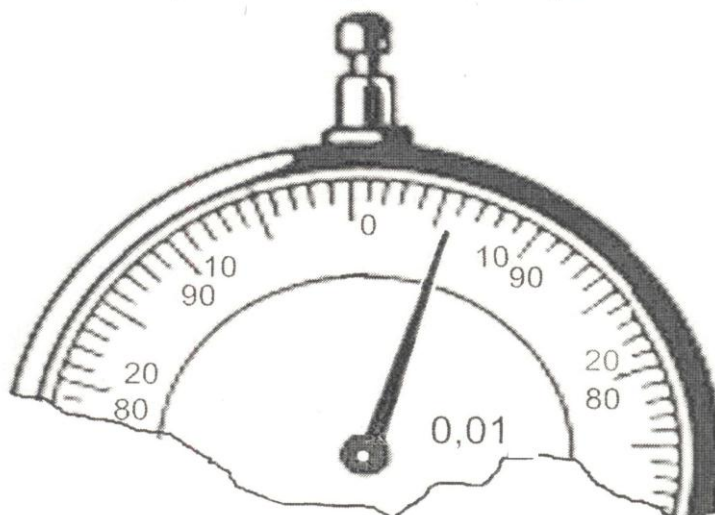
Установка проведена по ПКМД
на размер 42 мм



42,00



$42,00 - 0,02 = 41,98$



$42,00 + 0,06 = 42,06$

Рисунок 16. Считывание показаний на ИС

4. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

1. Подбирается блок ПКМД, размер которого равен номинальному размеру измеряемой детали. Точность суммарного размера этого комплекта должна быть выше точности детали.
2. Отвинчивается колпачок 6 рис.1 (см. рис. 5).
3. Подобранный блок ПКМД помещается между подвижной и переставной пятками скобы. Переставная пятка может перемещаться на расстояние, соответствующее размеру измеряемой детали (в пределах диапазона измерений скобы - **рис.6**), до того момента, когда стрелка на шкале не установится на “0.”
4. Защитный колпачок 6 заворачивается (Рис. 7).
5. После установки отметки «0», прижав кнопку отвода 2 (рис. 1), блок концевых мер удаляется и вместо него помещается измеряемая деталь (**рис.9**). Регистрируется отклонение от «0» стрелки отсчетного устройства при наличии измеряемой детали вместо блока концевых мер. При отклонении от «0» вправо размер меньше номинального, влево — больше.
6. Измерения проводятся 6 раз: в трех сечениях А, В, С и в двух взаимно перпендикулярных направлениях 1 и 2, что позволяет оценить не только размер, но и форму детали в продольном и поперечном направлениях (рис.17).
7. По данным чертежа строится поле допуска. Затем на чертеж графического представления поля допуска наносят максимальные – es_f и минимальные – ei_f величины результатов измерений детали.
8. По результатам измерений делается заключение о годности детали. Визуально это оценивается сопоставлением поля допуска и полученного поля детали. Если хотя бы один из результатов измерений выходит за пределы поля допуска, деталь не годна; если же все размеры находятся в пределах поля допуска - деталь годна для эксплуатации. В случае негодности детали делается вывод об исправимости или неисправимости брака.
9. По результатам измерений строятся графики, сравнивая допуски формы отклонения от круглости EFK и отклонения профиля продольного сечения EFP с реальными отклонениями детали по форме (EFr), оценивается ее годность по форме и делается вывод о фактической форме детали в

направлении продольной оси (конусообразность, бочкообразность и т.д.) и в окружном направлении.

5. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛИ РЫЧАЖНОЙ СКОБОЙ

Задание: вариант № 50 $\varnothing$ 28_{-0,048} TF / Td = 0,5

Подготовка к занятию и порядок выполнения работы.

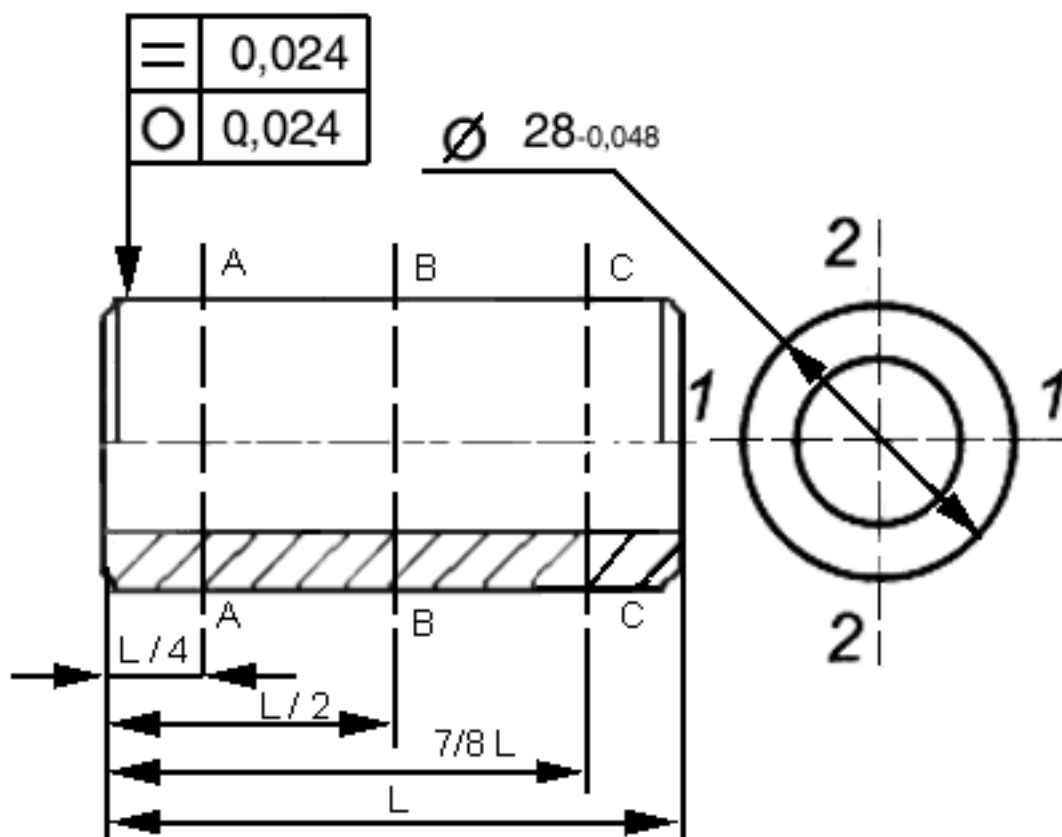


Рисунок 17. Эскиз детали и схема измерений

1. Ознакомиться с методическими указаниями по лабораторной работе.
2. Выбрать необходимые измерительные инструменты на основе номинального размера и допуска детали и занести их названия и метрологические характеристики в таблицу 1.
3. Освоить приёмы и методы работы с измерительными инструментами.

4. Провести измерения, занести результаты в таблицу 2, построить поле допуска детали, нанести max и min размеры детали на поле допуска.
5. Дополнить рисунок 18 отсчетного устройства рычажной скобы, отметив на нем max и min размеры при измерении детали.
6. Выбрать масштаб графиков и графически представить форму детали (рис. 19).
7. Определить допуск формы детали по соотношению **TF / Td**.
8. Оценить годность детали по размеру, по форме и возможность исправления, воспользовавшись графическими представлениями характеристик детали.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 1.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ				
Наименование инструмента	Цена деления, мм	Пределы измерений, мм		Погрешность, мм
		по шкале	в целом	
Скоба рычажная СР	0,002	$\pm 0,080$	25...50	$ \Delta_1 = 0,001$
МЕРЫ				
Наименование мер	Размер блока мер $L_{\text{бл.}} = \sum_{i=1}^n L_i$, мм			
Плоскопараллельные КМД	20 + 8			$ \Delta_2 = 0,0003$
Примечание. Погрешности измерений: $\Delta_{in} = \pm \sum_{i=1}^n \Delta_i$, мкм, где $ \Delta_1 =$ $\pm 1/2$ цены деления, мкм; $ \Delta_2 = (n-1)\Delta_C$, мкм; принимаем $\Delta_C = 0,3\text{мкм}$, n - число плиток КМД.				

Для оценки возможности проведения измерений необходимо сравнить суммарную погрешность измерительного комплекса $\Delta_{in}=0,0013$ (приборов, приспособлений, мер и др.) с произведением допуска на размер и коэффициента погрешностей приспособлений и инструментов $K_{III} = (1/3 \dots 1/5)$. Примем $K_{III} = 1/4$ и оценим возможность проведения измерений. Если $\Delta_{in} \geq K_{III} Td$ - измерять нельзя, иначе - можно.

Вывод: измерять можно, т.к. $0,0013 < 1/4 \cdot 0,048 = 0,012$

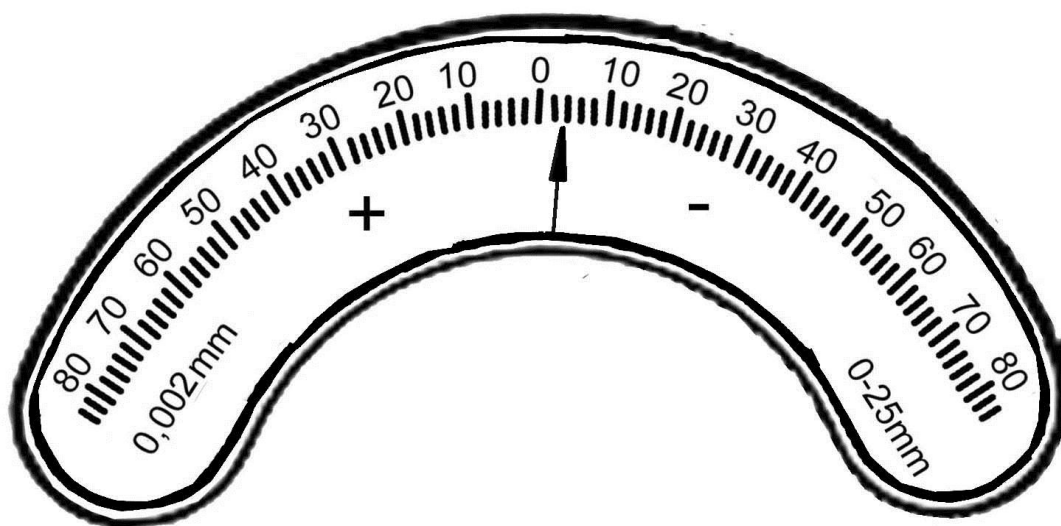
Относительная погрешность измерений будет:

$$\delta = \Delta_{in} / Td \cdot 100\%; \quad \delta = (0,0013/0,048) \cdot 100\% = 2,7\%$$

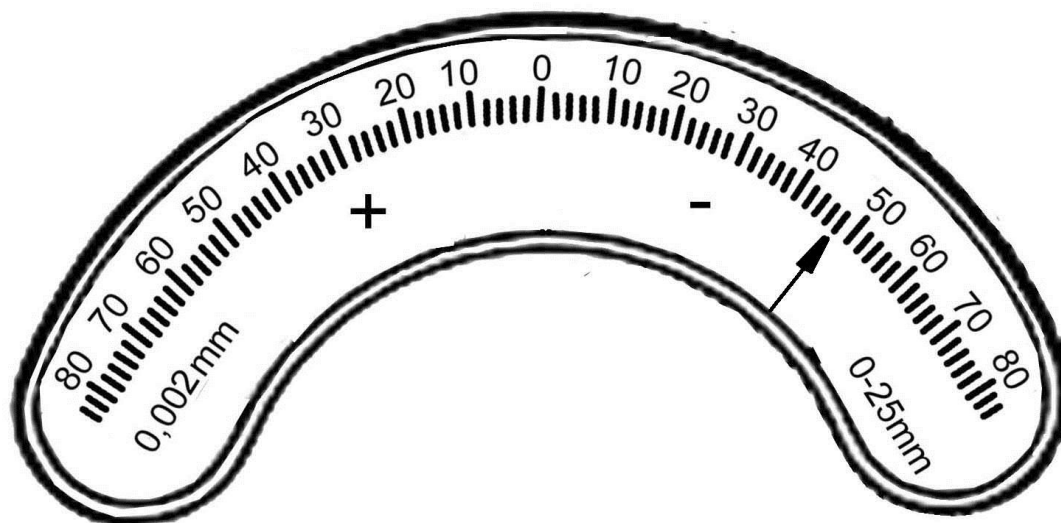
ТАБЛИЦА ИЗМЕРЕНИЙ

Таблица 2.

Отклонения, мкм						Размеры, мм			
измеренные						действительные		предельные	
по сечениям $\perp$ оси детали: А-А, В-В, С-С и по направлениям 1-1, 2-2						выбранные из измеренных		указанные на чертеже детали	
А-А		В-В		С-С		MAX	MIN	MAX	MIN
1-1	2-2	1-1	2-2	1-1	2-2				
-36	-12	-22	-8	-4	-48	27,996	27,952	28,000	27,952



размер max 27, 996



размер min 27, 952

Рисунок 18. Показания прибора

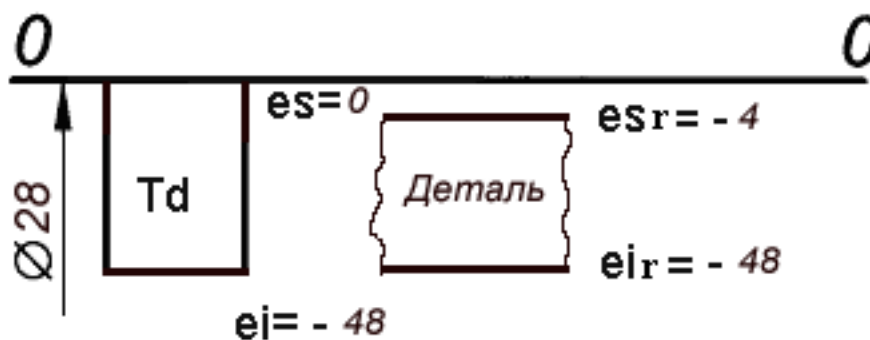


Рис.19. Графическое представление поля допуска и действительных размеров детали

Годность детали по размеру оценивается по графическому представлению поля допуска **Td** и действительных ($\max - es_r$ и $\min - ei_r$ размеров детали (деталь годна, если $\max$ и $\min$ размеры детали распложены включительно в пределах поля допуска).

Деталь г о д н а .
(годна, не годна, исправима, не исправима)

Допуски формы TF в нашем примере определяются через соотношение $TF / Td = 0,5$ (в данном случае, допуски отклонения от круглости **TFK** и отклонения профиля продольного сечения **TFP**), указываются на эскизе детали и равны:

$$TFP = 0,024 \text{ мм}$$

$$TFK = 0,024 \text{ мм}$$

Годность детали по форме оценивается на основании сравнения определённых ранее допусков формы **TFK**, **TFP** с максимальным значением реальных (индекс *r*) отклонений формы **EFr** действительных размеров **EFr max** и **EFr min** в секущих плоскостях по построенным графикам. Деталь годна, если: $(EFr \max - EFr \min / 2) \leq TF$,
не годна, если $(EFr \max - EFr \min / 2) > TF$.

Максимальное отклонение от круглости размера детали в сечении $\Delta K = (EFr \max - EFr \min) / 2 = \{(-4) - (-48)\} / 2 = 22 \text{ мкм}$ замечено:

по радиальному сечению С-С.

Максимальное отклонение продольного сечения размера детали

$\Delta P = (E_{Fr \max} - E_{Fr \min}) / 2 = \{(-8) - (-48)\} / 2 = 20$ мкм замечено:

по направления плоскости сечения 2-2.

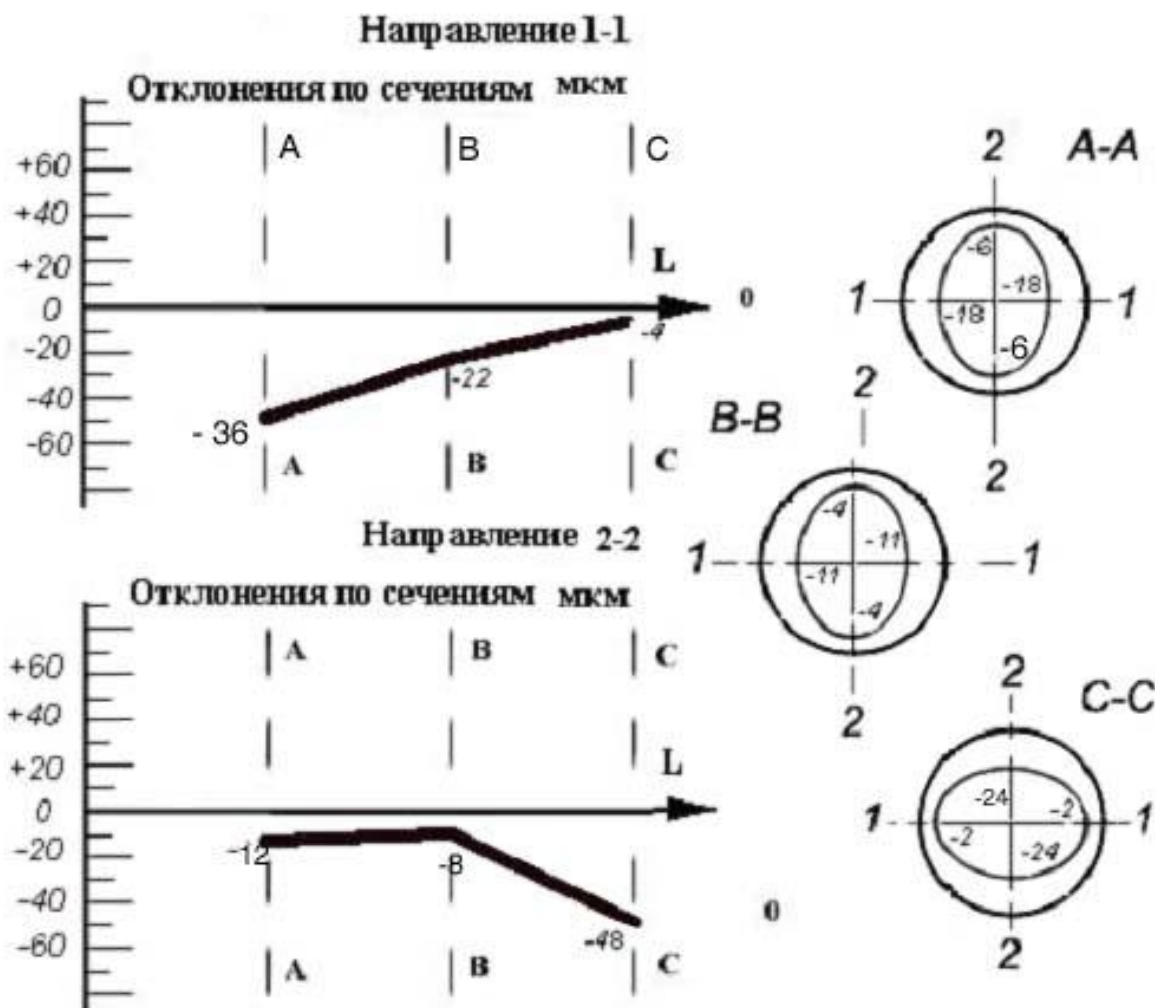


Рисунок 20. Графическое представление формы детали

Годность детали по форме: т.к. ΔK и ΔP (реальные отклонения) не выходят за пределы допустимых, то деталь годна.

Отклонения профиля продольного сечения по направлению

1-1: конусообразность; **2-2:** бочкообразность

(конусообразность, седлообразность, бочкообразность)

Отклонения от круглости в сечениях:

A-A: овальность; **B-B:** овальность; **C-C:** овальность.

Студент	Группа	Работу принял (подпись преподавателя)	Дата выполнения	Дата защиты
Петров В.И.	5178	Иванов Ю.С.	08.04.05 г.	22.04.05г.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте характеристику метода измерений при использовании скобы.
2. Назовите комплексные показатели погрешности формы цилиндрических поверхностей деталей.
3. Назовите дифференциальные показатели погрешности формы поперечного сечения цилиндрических поверхностей деталей.
4. Назовите дифференциальные показатели погрешности формы продольного сечения цилиндрических поверхностей деталей.
5. Назовите основные метрологические показатели средства измерений.
6. Сопоставьте абсолютный и относительный методы измерений, приведите примеры их рационального применения.
7. Приведите пример бочкообразности формы детали.
8. Приведите пример конусообразности формы детали.
9. Приведите пример седлообразности формы детали.
10. Приведите пример овальности формы детали.
11. Расскажите порядок настройки рычажной скобы.
12. Расскажите порядок настройки индикаторной скобы.
13. Чем определяется цена деления индикаторной скобы?
14. Для измерения каких деталей – валов или отверстий применяются рычажные скобы?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник для втузов. – М.: Машиностроение, 1979.
2. Якушев А.И., Л.Н. Воронцов Л.Н., Н.М. Федотов Н.М.. – 6-е изд., перераб. и дополн. – М.: Машиностроение, 1987.
3. Зябрева Н.И., Шегал М.Я.. Лабораторные занятия по курсу "Основы взаимозаменяемости и технические измерения". – М.: "Машиностроение", 1966.
4. Берков В.И. Технические измерения (альбом). Учебное пособие. -3-е изд.-М.: - Высшая школа, 1983.
5. Дымов Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация. 2-е издание. – Санкт-Петербург: «ПИТЕР», 2004.
6. Анухин В.И. Допуски и посадки. Учебное пособие. 3-е изд. – СПб: Питер, 2004 – 207 с.: ил.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ	3
2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ	3
3. НАСТРОЙКА И ПРОЦЕСС ИЗМЕРЕНИЯ СКОБОЙ	6
4. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ	16
5. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ	17
6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	23
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	23
СОДЕРЖАНИЕ	24
СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ	24

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Рисунок 1. Скоба рычажная СР	4
Рисунок 2. Устройство рычажной скобы	5
Рисунок 3. Скоба индикаторная СИ	6
Рисунок 4. Применение рычажной скобы	8
Рисунок 5. Отвинчивание колпачка	9
Рисунок 6. Установка переставной пятки	9
Рисунок 7. Стопорение переставной пятки скобы	9
Рисунок 8. Отсчётное устройство	10
Рисунок 9. Измерение рычажной скобой	10
Рисунок 10. Примеры подсчета размеров	11
Рисунок 11. Открепление переставной пятки	12
Рисунок 12. Установка индикаторной скобы по ПКМД	12
Рисунок 13. Поворот ободка до нулевого значения шкалы	13
Рисунок 14. Установка детали	13
Рисунок 15. Измерение детали	14
Рисунок 16. Считывание показаний на ИС	15
Рисунок 17. Эскиз детали и схема измерений	17
Рисунок 18. Показания прибора	20

