

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра технологии машиностроения

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Методические указания к лабораторным работам
для студентов специальности СПО
23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей,
систем и агрегатов автомобилей

Составитель О. Н. Дегтярева

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 1 от 30.09.2020
Рекомендованы к изданию
цикловой методической комиссией
общепрофессиональных дисциплин
Протокол № 7 от 26.10.2020
Электронная версия находится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2020

ТЕМА: ЛИНЕЙНЫЕ И УГЛОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Измерение – нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

При работе со средствами измерений необходимо учитывать метрологические характеристики.

Шкала СИ – это ряд отметок (штрихов или точек) и поставленных около них чисел, положение и значение которых соответствует ряду последовательных размеров.

Цена деления шкалы – это разность значений величины, соответствующим двум соседним отметкам шкалы.

Длина (интервал) деления шкалы – расстояние между осями двух соседних отметок шкалы.

Отсчет – это число, отсчитанное по отсчетному устройству средства измерений.

Показание СИ – это значение измеряемой величины, определенное по отсчетному устройству и выраженное в принятых единицах этой величины. Показание всегда равно произведению числа отсчитанных делений шкалы на цену деления данной шкалы.

Диапазон показаний – это область значений шкалы, ограниченная начальным и конечным значениями шкалы.

Диапазон измерений – это область значений измеряемой величины, для которых нормированы погрешности данного СИ.

Пределы измерений – это наибольшее и наименьшее значение диапазона измерений.

Погрешность измерения – это отклонение результата измерения от действительного значения измеряемой величины.

Погрешности измерения подразделяют по виду на систематические, случайные и грубые погрешности.

Систематическая погрешность – погрешность, имеющая постоянную величину и знак или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же величины.

Случайная погрешность – составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины.

Грубая погрешность – случайная погрешность, значительно превосходящая погрешность, ожидаемую при данных условиях измерения.

Измерительное средство и приемы его использования в совокупности образуют метод измерения. Различают:

Метод непосредственной оценки – метод, при котором значение физической величины определяют непосредственно по отсчетному устройству прибора прямого действия.

Метод сравнения с мерой – метод, при котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой.

Данный метод имеет следующие разновидности:

- а) метод противопоставлений;
- б) дифференциальный метод;
- в) нулевой метод;
- г) метод совпадений.

Поэлементный метод – метод, при котором каждый параметр измеряется в отдельности.

Комплексный метод – метод, при котором измеряется суммарный показатель качества, на который оказывают влияние отдельные его составляющие.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИЗМЕРЕНИЕ ШТАНГЕНЦИРКУЛЕМ И МИКРОМЕТРОМ

1. ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Целью работы является ознакомление с устройством, работой и назначением штангенциркуля и микрометра, приобретение практических навыков по правильному их использованию.

Содержание работы – измерить при помощи штангенциркуля и микрометра размеры детали, определить отклонения от формы, определить годность детали.

2. ОПИСАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

В лабораторной работе используют следующие приборы и принадлежности:

- штангенциркуль;
- микрометр;
- деталь для измерения.

2.1. Штангенциркуль

Штангенциркули (ГОСТ 166–89) изготавливают четырех типов:

ШЦ–I – с двухсторонним расположением губок, для наружных и внутренних измерений и с линейкой для измерения глубин и высот;

ШЦ–Т–I – с односторонним расположением губок, оснащенных твердым сплавом, для наружных измерений и с линейкой для измерения глубин;

ШЦ–II – с двухсторонним расположением губок, для наружных и внутренних измерений и для разметки;

ШЦ–III – с односторонним расположением губок, для наружных и внутренних измерений.

2.1.1. Устройство штангенциркуля

Штангенциркуль (рис. 1) используют для измерения линейных размеров. Он представляет собой штангу 5, на которой нанесена шкала с ценой деления 1 мм, по штанге 5 передвигается рамка 3 со вспомогательной шкалой – нониусом 7. Штангенциркуль снабжен губками для наружных измерений 8 и для внутренних измерений 1, а также зажимом 2. К рамке 3 прикреплена линейка глубиномера 6 и плоская пружина 4.

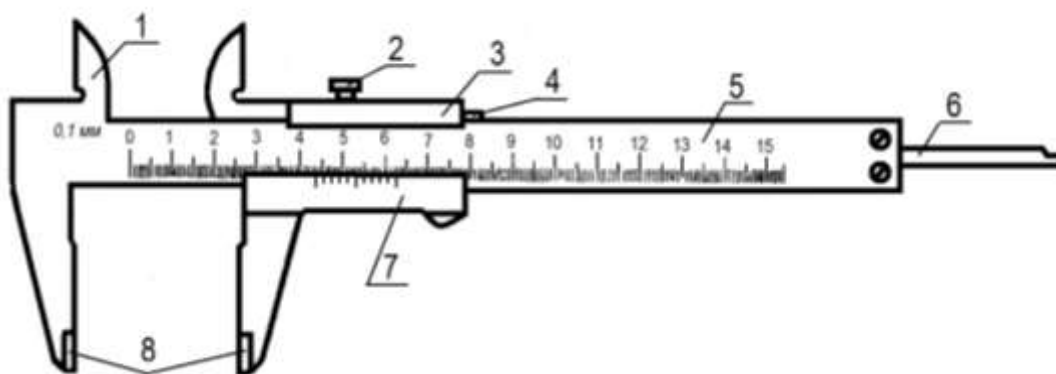


Рис. 1. Штангенциркуль ШЦ–I

При сведенных губках штангенциркуля нулевое деление нониуса должно совпадать с нулевым делением основной шкалы.

Если нулевые деления не совпадают, необходимо внести соответствующую поправку (скорректировать систематическую погрешность).

Для измерения внутренних размеров на концах губок штангенциркулей имеются уступы с цилиндрическими измерительными поверхностями. При полностью сведенных губках расстояние между измерительными поверхностями уступов равно d , тогда измеряемый размер равен отсчету по штангенциркулю плюс толщина губок d .

Величина отсчета штангенциркуля (0,1; 0,05, 0,02 мм) достигнута применением нониуса.

Линейный нониус – это устройство, состоящее из двух линеек, одна из которых (штанга) обычно разделена на целые миллиметры, а вторая – собственно нониус – позволяет произво-

дить отсчет дробных долей миллиметра.

Величина отсчета по нониусу i , цена деления основной шкалы a и число делений нониуса n находятся в зависимости $i = a/n$. Так, у штангенциркуля с ценой деления основной шкалы (штанги) $a = 1$ мм, для получения $i = 0,1$ мм, шкала нониуса должна иметь 10 делений ($n = 10$).

Расстояние между соседними штрихами нониуса a' выбирается из условия

$$a' = \gamma \cdot a - i, \quad (1)$$

где γ – модуль нониуса; a – цена деления основной шкалы; i – величина отсчета по нониусу.

Модуль нониуса – количество делений основной шкалы, содержащееся в одном делении нониуса (обычно $\gamma = 1, 2$, реже 3).

Если принять $\gamma = 2$, то расстояние между штрихами шкалы нониуса с величиной отсчета $i = 0,1$ мм составит $a' = 2 \cdot 1 - 0,1 = 1,9$ мм.

При таком построении шкал первый штрих шкалы нониуса отстает от очередного штриха шкалы штанги на величину отсчета i ; второй штрих – на $2i$ и k -й штрих – на $k \cdot i$.

Порядок отсчета показаний штангенциркуля по шкалам штанги и нониуса:

– считают число целых миллиметров. Для этого на шкале штанги находят штрих, ближайший слева к нулевому штриху нониуса, и запоминают его числовое значение (на рис. 2 такой штрих штанги имеет численное значение, равное 24 мм);

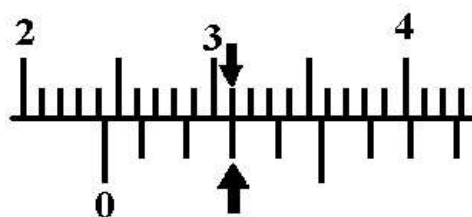


Рис. 2. Показание штангенциркуля 24,3 мм

– считают доли миллиметра. Для этого на шкале нониуса находят штрих, ближайший к нулевому делению и совпадающий со штрихом шкалы штанги (на рис. 2 такой штрих нониуса имеет номер 3), и умножают его порядковый номер на цену деления (0,1 мм) нониуса;

– подсчитывают полную величину показания штангенциркуля. Для этого складывают число целых миллиметров и долей миллиметра (на рис. 2 полная величина показания равна 24,3 мм).

2.1.2. Измерение штангенциркулем

1. Перед измерением штангенциркуль проверяют на точность. Эту проверку производят обычно по совпадению нулевых штрихов штанги и нониуса – при сомкнутых измерительных поверхностях губок штангенциркуля. Нулевые штрихи должны совпадать и между губками не должно быть видимого невооруженным глазом зазора.

2. Освобождают стопорный винт 2 рамки 3 (см. рис. 1) и винт 9 хомутика 6 и раздвигают измерительные губки на величину, несколько большую, чем контролируемый размер.

3. Вводят деталь между измерительными губками штангенциркуля.

4. Прижав деталь к неподвижной губке, перемещают подвижную губку к поверхности детали и стопорят хомутик 6 винтом 9. После этого, вращая гайку 8 микрометрической подачи, зажимают деталь между измерительными поверхностями губок настолько плотно, чтобы покачивание ее стало невозможным и вместе с тем, чтобы она скользила с легким трением между губками. В этом положении рамку 3 стопорят винтом 2, снимают с детали штангенциркуль и считывают размер.

2.2. Микрометр

В соответствии с ГОСТ 6507–90 устанавливают следующие типы микрометров:

МК – гладкие для измерения наружных размеров изделий;

МЛ – листовые с циферблатом для измерения толщины листов и лент;

МТ – трубные для измерения толщины стенок труб;

МЗ – зубомерные для контроля длины общей нормали зубчатых колес с модулем от 1 мм;

МГ – микрометрические головки;

МП – микрометр для проволоки.

Пример условного обозначения гладкого микрометра с диапазоном измерения 25–50 мм 1-го класса точности: *Микрометр МК 50–1 ГОСТ 6507–90*.

2.2.1. Устройство микрометра

Микрометр гладкий (рис. 3) используют для измерения наружных линейных размеров. Основанием прибора является скоба 1, а преобразующим устройством служит винтовая пара, состоящая из микрометрического винта 3 и микрометрической гайки, укрепленной внутри стебля 5; их часто называют микропарой. В скобу 1 запрессована пятка 2 и стебель 5. Измеряемую деталь охватывают торцевыми измерительными поверхностями микровинта 3 и пятки 2. Барабан 6 присоединен к микровинту 3 корпуса трещотки 7. Чтобы приблизить микровинт 3 к пятке 2, вращают барабан 6 или трещотку 8 по часовой стрелке (от себя), а для обратного движения микровинта (от пятки), барабан вращают против часовой стрелки (на себя). Закрепляют микровинт в требуемом положении стопором 4.

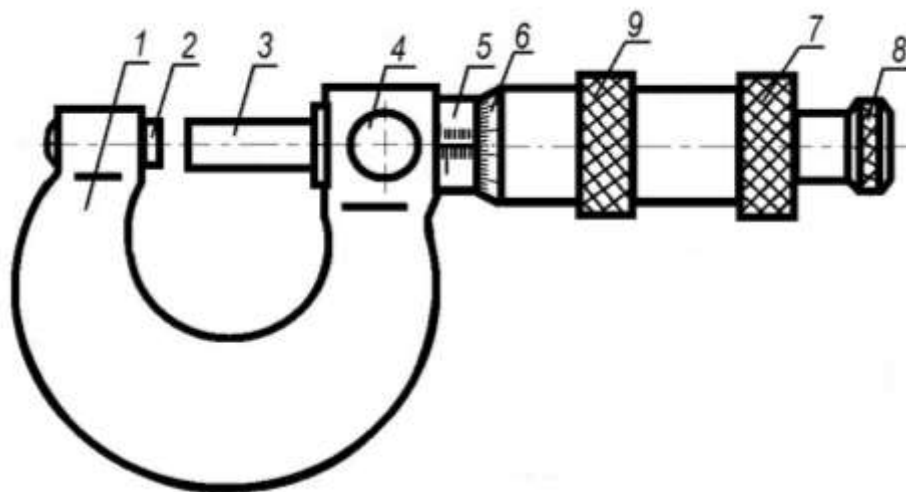


Рис. 3. Микрометр МК

Для ограничения измерительного усилия микрометр снабжен трещоткой. При плотном соприкосновении измерительных поверхностей микрометра с поверхностью измеряемой детали трещотка начинает проворачиваться с легким треском, при этом

вращение микровинта следует прекратить. Результат измерения микрометром отсчитывается как сумма отсчетов по шкале стебля 5 и шкале барабана 6. Следует помнить, что цена деления шкалы стебля равна 0,5 мм, а шкалы барабана – 0,01 мм. Шаг резьбы микропары (микровинт и микрогайка) P равен 0,5 мм.

На барабане нанесено 50 делений. Если повернуть барабан на одно деление его шкалы, то торец микровинта переместится относительно пятки на 0,01 мм ($0,5 : 50 = 0,01$ мм).

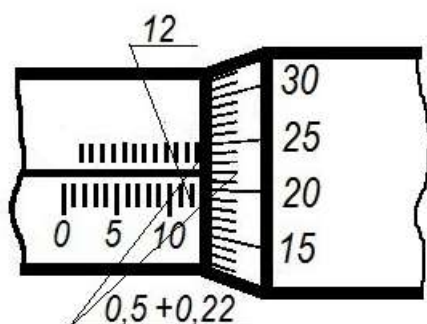


Рис. 4. Показание микрометра 12,72 мм

Показания по шкалам гладкого микрометра отсчитывают в следующем порядке:

– по шкале стебля 5 считывают отметку около штриха, ближайшего к торцу скоса барабана 6 (рис. 4 это значение 12,00 мм);

– по шкале барабана считывают отметку около штриха, ближайшего к продольному штриху стебля (рис. 4 это значение 0,22 мм);

– по верхней шкале стебля 5 считывают отметку штриха 0,5 мм (рис. 4);

– складывают значения и получают показание микрометра 12,72 мм.

2.2.2. Установка микрометра на «ноль» и измерение

Перед началом измерений проверяется установка микрометра на ноль. Для микрометра с пределами измерения от 0 до 25 мм проверка производится на нулевом делении, для микрометра с пределами измерения 25–50 мм на делении 25 мм и т. д.

У микрометра с пределами измерений 0–25 мм, осторожно вращая винт за трещотку, приводят в соприкосновение измерительные поверхности торцов микровинта 3 и пятки 2 (рис. 3).

У микрометра с пределами измерения 25–50 мм торцы микровинта и пятки приводят в соприкосновение со специальной цилиндрической установочной мерой.

При соприкосновении скошенный край барабана должен

установиться так, чтобы штрих начального деления основной миллиметровой шкалы (0 или 25, или 50 и т. д.) был полностью виден, а нулевое деление шкалы барабана 6 должно остановиться против большого продольного штриха на стебле 5.

Если микрометр установлен неправильно, следует изменить положение барабана 6 на стебле 5. Для этого, закрепив стопорным устройством 4 микровинт, придерживая левой рукой за накатный выступ 9 корпус барабана и вращая правой рукой гайку 7 (являющуюся также корпусом трещотки 8), освобождают корпус барабана. Затем, повернув свободно сидящий на стебле корпус барабана так, чтобы нулевое положение восстановилось, придерживая корпус барабана за накатный выступ 9, снова барабан закрепляют гайкой 7.

Следует иметь в виду, что при затягивании гайки нулевая установка снова может нарушиться, поэтому необходимо снова проверить ее и в случае необходимости исправить. Для проведения измерений отводят измерительную поверхность микровинта путем вращения за трещотку на необходимое расстояние, затем между измерительными поверхностями микровинта и пятки помещают измеряемый объект и, снова вращая микровинт (обязательно за трещотку), зажимают объект между измерительными плоскостями и делают отсчет.

3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

3.1. Проверить нулевую установку штангенциркуля и микрометра (если нужно, микрометр выставить на «ноль»).

3.2. Произвести замеры детали в трех сечениях, перпендикулярных оси изделия; в каждом сечении два замера в двух взаимно перпендикулярных направлениях (рис. 5). Измерить необходимо две ступени. Ступени *A* или *B* измерить штангенциркулем, ступень *C* измерить микрометром.

3.3. Сравнив наибольший и наименьший действительные размеры с предельными размерами детали, дать заключение о ее годности.

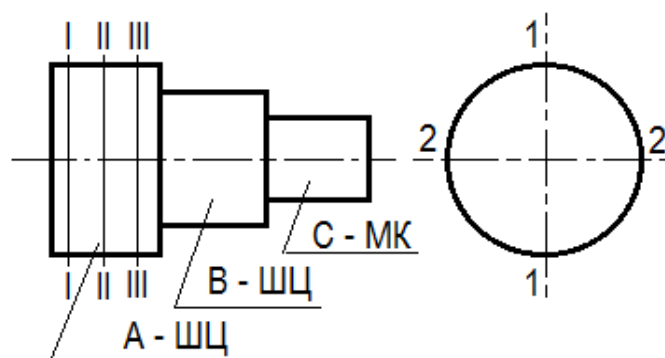


Рис. 5. Схема измерения детали

3.4. По данным измерений определить количественную величину погрешности формы используя формулу

$$\Delta = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2}, \quad (2)$$

где Δ – величина погрешности; $d_{\max}$, $d_{\min}$ – наибольшее и наименьшее значения измерений.

а) овальности (рис. 6, а), которые определяют как половина разности между наибольшим и наименьшим взаимно перпендикулярными диаметрами в каждом сечении (I, II, III);

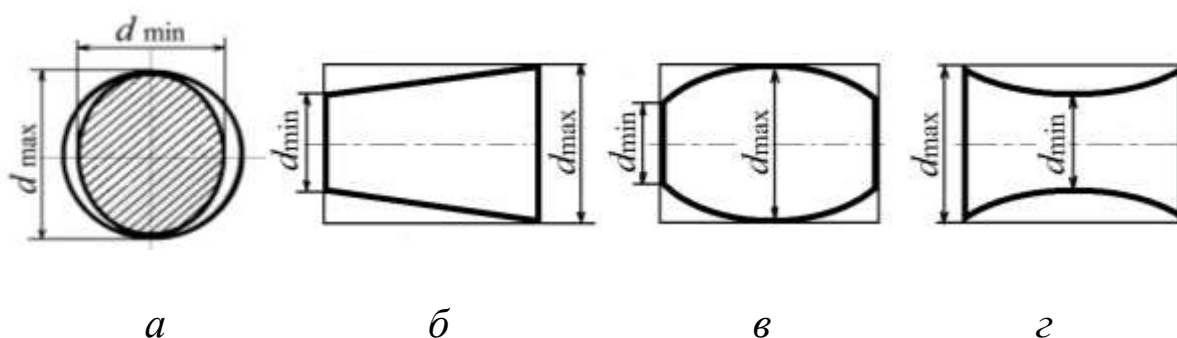


Рис. 6. Частные виды отклонений от формы: а – овальность; б – конусообразность; в – бочкообразность; г – седлообразность.

б) отклонений профиля продольного сечения, частными видами которых является конусообразность, бочкообразность и седлообразность (рис. 6). Определяют как половину разности двух показаний (максимального и минимального), взятых в

одном направлении (1–1, 2–2), в разных сечениях (I, II, III);

Конусообразность – отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие прямолинейны, но не параллельны (рис. 6, б).

Бочкообразность – отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие не прямолинейны и диаметры увеличиваются от краев к середине сечения (рис. 6, в).

Седлообразность – отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие не прямолинейны и диаметры уменьшаются от краев к середине сечения (рис. 6, г).

4. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе оформить в виде таблицы (приложение 1).

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 5.1. Принцип работы и устройство штангенциркуля?
- 5.2. Принцип работы и устройство микрометра?
- 5.3. Как определить отсчет по шкале приборов?
- 5.3. Виды отклонений продольного и поперечного сечений?
- 5.4. Как определить количественную величину отклонений?

6. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

6.1. ГОСТ 6507–90. Микрометры. Технические условия. – Введ. 1990–06–01. – Москва. : Изд-во стандартов, 1990. – 11 с.

6.2. ГОСТ 166–89. Штангенциркули. Технические условия. – Введ. 1989–06–01. – Москва: Изд-во стандартов. 1989. – 15 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИЗМЕРЕНИЕ ШТАНГЕНЦИРКУЛЕМ И МИКРОМЕТРОМ

Измерительные приборы	Цена деления, мм	Диапазон измерения, мм	Допустимая погрешность											
			прибора, мкм	измерения, мкм										
Схема измерения детали														
Размер по чертежу	Предельные размеры		Действительные размеры (результаты измерений сечения, перпендикулярного к оси)						Заключение о годности					
	$d_{\max}$	$d_{\min}$	I		II		III							
			Направления											
			1	2	1	2	1	2						
Отклонение формы поверхности «С» (измеренной микрометром)														
Овальность			I		II		III							
Конусообразность			1				2							
Бочкообразность			1				2							
Седлообразность			1				2							
Фамилия студента и группа														

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИЗМЕРЕНИЕ ИНДИКАТОРНЫМ НУТРОМЕРОМ

1. ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Цель лабораторной работы – ознакомиться с принципом работы и устройством индикаторного нутромера.

Содержание работы – при помощи индикаторного нутромера определить действительные размеры отверстия. Определить годность, отклонения формы и расположения поверхностей измеряемой детали.

2. ОПИСАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

В лабораторной работе используются следующие приборы:

- нутромер индикаторный;
- микрометр.

2.1. Индикаторный нутромер

Нутромеры предназначены для измерения диаметров отверстий, размеров пазов и внутреннего расстояния между поверхностями. Данные приборы применяются в тех случаях, когда использование линейки и рулетки невозможно или не обеспечивает необходимую точность замеров.

Приборы данного типа являются идеальным инструментом для проверки внутреннего диаметра цилиндров при сборке и ремонте автомобильных моторов. Сфера их применения: слесарные мастерские, пункты автосервиса и механосборочные цеха.

Нутромеры индикаторные по ГОСТ 868–82 выпускают с диапазонами измерения 6–10; 10–18; 18–50; 50–100; 100–160; 160–250; 260–450; 450–700; 900–1000 мм.

Цена деления индикаторного нутромера зависит от цены деления индикатора часового типа, установленного в нутромере, и может быть равна 0,01; 0,001, 0,005 мм.

Измерительное усилие – 2,5–9 Н.

Выпускаются нутромеры индикаторные 1-го и 2-го классов точности.

2.1.1. Устройство индикаторного нутромера

Применяют нутромеры индикаторные различных конструкций.

Общий вид нутромера индикаторного со сменными гладкими измерительными вставками приведен на рис. 7. Общий вид нутромера индикаторного со сменными резьбовыми вставками представлен на рис. 8. Он состоит из индикатора часового типа 10, трубки 1, головки 7. Резьбовые вставки позволяют производить установку нутромера на требуемый для измерения детали размер регулированием положения резьбовой вставки 3 в гнезде головки 7. После установки вставки 3 на нужный для измерения детали размер ее положение в головке 7 стопорится гайкой 4.

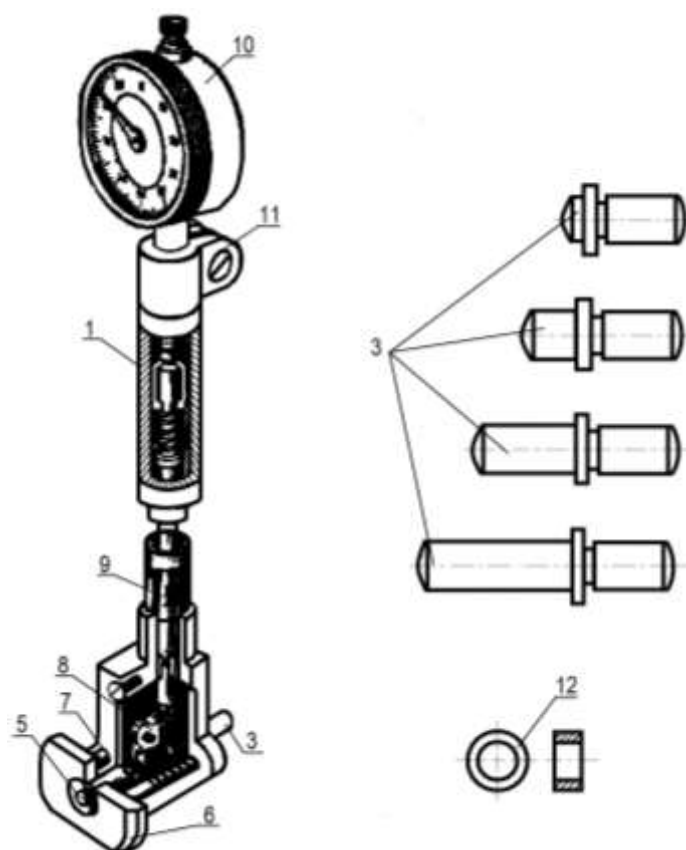


Рис. 7. Индикаторный нутромер со сменными гладкими измерительными вставками

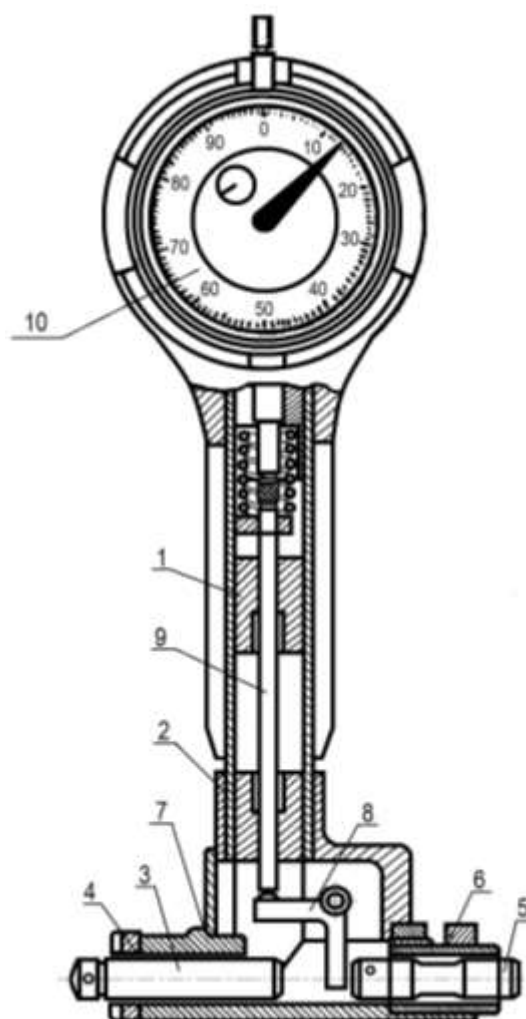


Рис. 8. Индикаторный нутромер со сменными резьбовыми измерительными вставками

2.2. Индикатор часового типа

Индикаторы часового типа изготавливают следующих видов:

ИЧ – с перемещением измерительного стержня параллельно шкале;

ИТ – с перемещением измерительного стержня перпендикулярно шкале;

Индикаторы ИЧ изготавливаются со следующими пределами измерений: 0–2 мм; 0–5 мм; 0–10 мм.

Индикаторы ИТ изготавливаются с пределами измерений 0–2 мм.

Индикаторы изготавливаются двух классов точности: 0 и 1.

2.2.1. Устройство индикатора часового типа

Индикатор часового типа ИЧ10 с ценой деления 0,01 мм (рис. 9). В нем поступательному перемещению измерительного стержня 1 на 0,01 мм соответствует перемещение большой стрелки 2 на одно деление шкалы 3.

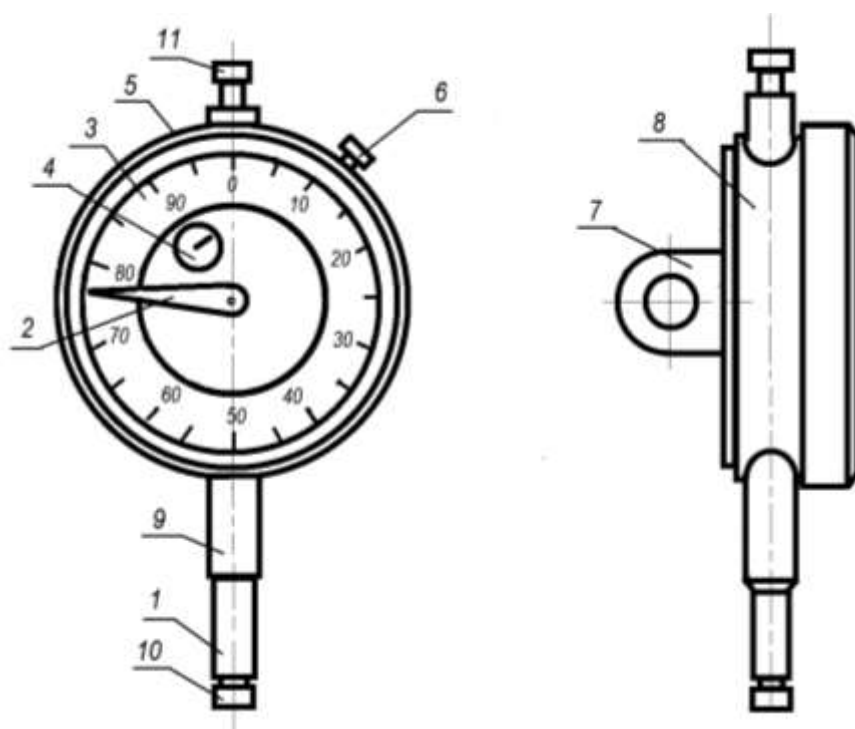


Рис. 9. Индикатор часового типа

Шкала индикатора имеет 100 делений, следовательно, полный оборот большой стрелки соответствует перемещению измерительного стержня на 1 мм. В зависимости от пределов измерений по шкале прибора большая стрелка делает 5 или 10 оборотов. Каждый полный оборот большой стрелки соответствует повороту на одно деление маленькой стрелки по шкале указателя поворотов 4, следовательно, цена деления шкалы указателя оборотов равна 1 мм.

Шкала индикатора вместе с ободком 5 может поворачиваться относительно корпуса прибора так, что против большой стрелки прибора можно установить любой штрих шкалы, что используется при установке прибора на «ноль». Некоторые индикаторы снабжаются стопорным устройством 6, при помощи которого

шкала может быть закреплена в каком-либо положении и тем самым предохранена от случайного поворота.

Для работы индикатор укрепляется в различных стойках. Крепление производится либо за специальное ушко корпуса 7, либо за неподвижно связанную с корпусом гильзу 9. Измерительный наконечник 10 ввинчивается в торец измерительного стержня, который может быть поднят рукой за головку 11. Измерительное усилие создается пружиной, действующей на измерительный стержень. Величина измерительного усилия не должна превышать 1,5 Н.

При измерении методом сравнения с мерой наконечник индикатора приводят в соприкосновение с поверхностью так, чтобы стрелка его сделала 1–2 оборота. Таким образом, индикатору дается «натяг», чтобы в процессе измерений индикатор мог показать как положительные, так и отрицательные отклонения от начального положения.

Придерживая одной рукой индикатор за корпус, другой рукой поворачивают ободок 5 вместе со шкалой 3 (рис. 9) так, чтобы большая стрелка индикатора установилась напротив штриха «0».

При измерении целое число миллиметров определяют по перемещению стрелки указателя поворотов, а число долей миллиметра – по смещению большой стрелки по шкале 3 (рис. 9).

3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

3.1. Проверить точность микрометра, установив его на «ноль» по установочной мере. Выставить на микрометре номинальный размер контролируемой детали.

3.2. Подобрать соответствующий номинальному размеру отверстия неподвижный наконечник 3 и, в случае необходимости, мерные шайбы 12 (или резьбовую вставку 3).

3.3. Установить неподвижный наконечник и мерные шайбы в головке 7 и закрепить гайкой 4 (или резьбовую вставку 3 в головке 7).

3.4. Установить индикатор в трубку нутромера. Для этого ослабить винт 11, вставить индикатор и опустить его так, чтобы стрелка сделала 1–2 оборота, закрепить винт 11 (для нутромера с

резьбовыми вставками такое положение стрелки индикатора достигается регулированием положения стержня 3 и фиксирование его гайкой 4).

3.5. Поместить нутромер между подвижной и неподвижной пятками микрометра.

3.6. Установить нутромер на «ноль», повернув за ободок шкалу индикатора до совмещения большой стрелки с нулевым делением.

3.7. Ввести индикаторный нутромер в измеряемое отверстие, предварительно отжав центрирующий мостик 6.

3.8. Найти наименьшее показание индикатора, покачивая нутромер, как показано на рис. 10. Наименьшее показание индикатора соответствует крайнему положению стрелки (положение 2 на рис. 10) при ее движении в направлении по часовой стрелке. Наименьшее показание индикатора соответствует отклонению действительного размера измеряемого отверстия от размера блока плиток. Отклонение может быть как положительным, так и отрицательным. Следует помнить, что в индикаторном нутромере в отличие от обычного индикатора перемещение указательной стрелки по ходу часовой стрелки соответствует уменьшению размера (измеренное отклонение со знаком «-»), а перемещение указательной стрелки против часовой стрелки соответствует увеличению (измеренное отклонение со знаком «+»).

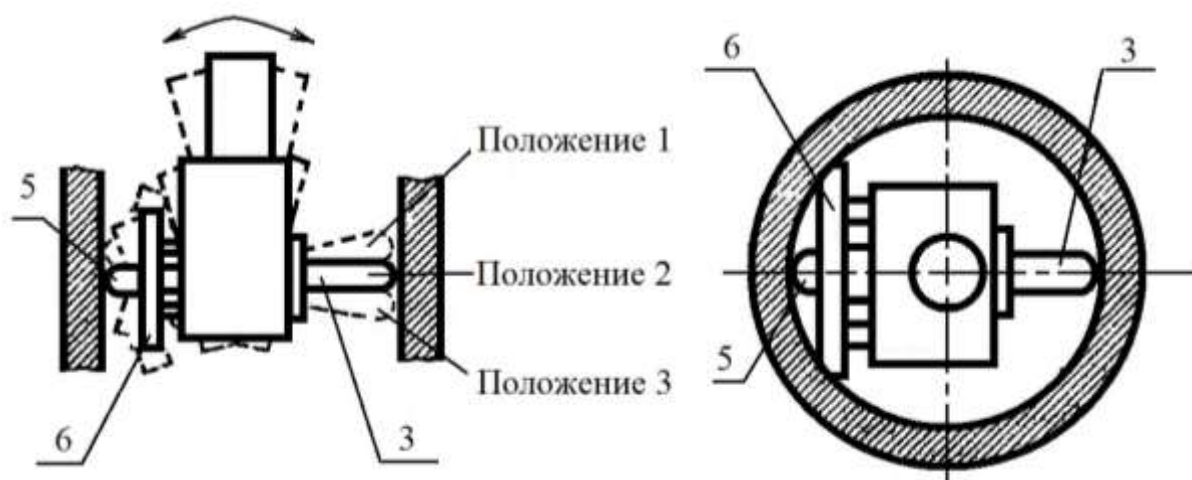


Рис. 10. Схема измерения индикаторным нутромером

3.9. Произвести измерения отверстия в трех сечениях, перпендикулярных оси детали, в каждом сечении два измерения во взаимно перпендикулярных направлениях (рис. 11).

3.10. Подсчитать действительные размеры отверстия как алгебраическую сумму размера микрометра, по которому выставлен нутромер на «ноль», и отклонений по индикатору.

Пример: Снимаем показания: стрелка отклонилась влево (против часовой стрелки) на 15 делений. Делаем расчет: умножаем 15 на цену одного деления (0,01 мм) и получаем 0,15 мм.

Учитывая номинальный размер (10 мм), производим окончательный расчет: $10 + 0,15 = 10,15$ мм.

3.11. Дать заключение о годности детали, сравнивая действительные размеры с предельными размерами.

3.12. Определить и рассчитать величины отклонений в продольном и поперечном сечениях.

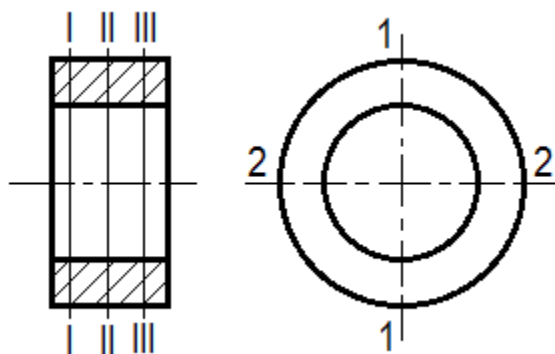


Рис. 11. Схема измерения детали

4. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе оформить в виде таблицы (приложение 2).

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

5.1. Принцип работы и устройство индикаторного нутромера?

5.2. Как производится установка индикаторного нутромера на «ноль»?

5.3. Принцип работы и устройство индикатора часового типа?

6. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

6.1. ГОСТ 16263–70. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Термины и определения. – Введ. 1971–06–01. – Москва: Изд-во стандартов, 1979. – 53 с.

6.2. ГОСТ 868–85. Нутромеры индикаторные с ценой деления 0,01 мм. Технические условия. – Введ. 1986–01–01. – Москва: Изд-во стандартов. 1982. – 6 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИЗМЕРЕНИЕ ИНДИКАТОРНЫМ НУТРОМЕРОМ

Измерительные приборы	Цена деления шкалы, мм	Диапазон, мм		Допускаемая погрешность, мкм				
		измерения прибора	отсчетного устройства	измерения	прибора			
Контролируемый размер		Схема измерения детали						
$D_{\max}$	$D_{\min}$							
Обозначение прибора								
Размер на микрометре при установке нутромера на «0»								
Показания по шкале отсчетного устройства (с учетом знака и цены деления)				Действительные размеры, мм		Годность		
Сечения				$D_{\max}$	$D_{\min}$			
I		II					III	
Направления								
1	2	1	2	1	2			
Отклонения формы детали, мм								
овальность			конусообразность		бочкообразность		седлообразность	
I	II	III	1	2	1	2	1	2
Фамилия студента и группа								

Составитель

Ольга Николаевна Дегтярева

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Методические указания к лабораторным работам
для студентов специальности СПО
23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей,
систем и агрегатов автомобилей

Рецензент А. А. Клепцов

Подписано в печать 01.12.2020. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 1,2.

Тираж 54 экз. Заказ

Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Издательский центр УИП Кузбасского государственного технического
университета имени Т. Ф. Горбачева. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а.