

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емец Валерий Сергеевич
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 19.10.2023 15:11:13
Уникальный программный ключ:
f2b8a1573c931f1098cfe699d1dehd94fcff35d7

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Рязанский институт (филиал)

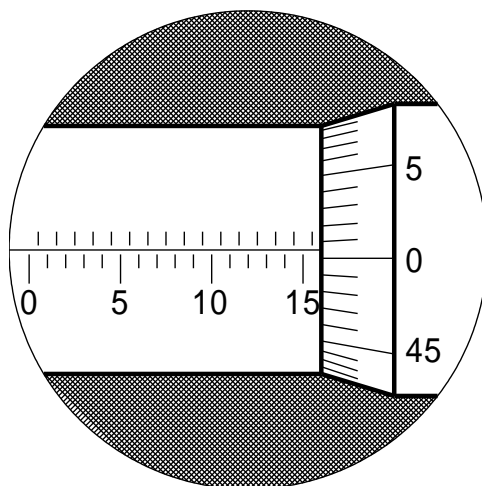
Федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Московский политехнический университет»

Кафедра «Энергетические системы и точное машиностроение»

С.А. Атаманов

МИКРОМЕТРИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Руководство по выполнению лабораторной работы



Рязань
2022

УДК 621.7.08

ББК 30.10

A92

Атаманов, С. А.

A92 Микрометрические инструменты: руководство по выполнению лабораторной работы / С. А. Атаманов. – Рязань: Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, 2022. – 32 с.

Руководство соответствует федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования по направлениям подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства.

Руководство предназначено для самостоятельной подготовки и выполнения студентами лабораторной работы. Для этого подробно рассмотрены наиболее важные положения теоретического, методического, практического и справочного характера в области использования многочисленных разновидностей микрометрического инструмента, являющегося основным и наиболее распространенным универсальным средством измерения в современном машиностроении и приборостроении.

Руководство предназначено для студентов всех форм обучения, изучающих дисциплины «Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения» и «Метрология, стандартизация и сертификация», а также для преподавателей, ведущих указанные дисциплины.

Печатается по решению методического совета Рязанского института (филиала) Московского политехнического университета.

УДК 621.7.08

ББК 30.10

© Атаманов С. А., 2022

© Рязанский институт (филиал)

Московского политехнического
университета, 2022

Содержание

Введение	4
1 Цель работы	6
2 Техническое оснащение работы	6
3 Задание	6
4 Основные теоретические положения	6
4.1 Микрометрические инструменты	6
4.2 Отсчетное устройство микрометрических инструментов	9
4.3 Микрометры	11
4.4 Глубиномеры микрометрические	17
4.5 Нутромеры микрометрические	19
5 Порядок выполнения работы и методические указания	22
6 Содержание отчёта	24
7 Контрольные вопросы	24
Библиографический список	26
Приложение А – Пример оформления отчёта по лабораторной работе	28
Приложение Б – Допускаемые погрешности измерения « δ »	30
Приложение В – Предельные погрешности измерения $\pm \Delta_{lim}$ при измерении линейных размеров микрометрическими инструментами	31

Введение

Главная задача современного промышленного производства – обеспечить высокое качество выпускаемой продукции, отвечающей требованиям потребления и конкурентоспособности на мировом рынке.

Важнейшая роль в обеспечении качества промышленной продукции принадлежит метрологическому обеспечению производства, где особая роль отводится обоснованному выбору средств измерения и контроля.

Измерение и контроль геометрических величин в таких отраслях, как машиностроение, станкостроение, автомобиле- и тракторостроение, приборостроение, электроника и многих других, является основой проверки качества продукции и управления современными технологическими процессами.

Затраты на измерения и контроль только в металлообрабатывающей промышленности составляют от 8 % до 15 % затрат производства, причём от 90 % до 95 % этих затрат относятся к измерению линейных величин. При этом 78 % измерений производится на рабочих местах у технологического оборудования.

Отсюда следует, что обучение владением техникой проведения измерений и контроля должно становиться в вузе неотъемлемой частью учебного процесса, формирующего профессиональную квалификацию и компетенции специалистов, предназначенных для работы в различных отраслях промышленности.

Важным элементом учебного процесса является выполнение лабораторных работ, которое позволяет студентам не только закрепить теоретические знания, но и самостоятельно их применять на практике, хотя бы сначала в рамках решения учебных практико-ориентированных задач. Такой подход к лабораторным работам обязывает индивидуализировать задания и вносить в них элементы, требующие творческого подхода.

Цель настоящего пособия, являющегося подробным руководством для подготовки и самостоятельного выполнения лабораторной работы – ознакомить студентов с основными понятиями, терминами, определениями и приобрести практические навыки в области использования многочисленных разнообразно-

стей микрометрического инструмента, являющегося основным и наиболее распространенным универсальным средством измерения в современном машиностроении и приборостроении.

В руководстве изложены: цель и техническое оснащение лабораторной работы, задание, основные теоретические положения, порядок выполнения работы и методические указания; приведены контрольные вопросы, содержание, форма и пример оформления отчета с выводами и предложениями, а также справочные материалы из действующих стандартов.

В процессе выполнения лабораторной работы студенты изучают назначение и устройство микрометрического инструмента, приобретают практические навыки самостоятельного измерения нескольких размеров индивидуальных реальных деталей с целью определения их годности.

Планируемая трудоёмкость лабораторной работы составляет четыре академических часа.

1 Цель работы

Изучить назначение, устройство и приобрести практические навыки измерения микрометрическими инструментами (МИ) реальных деталей с целью определения их годности.

2 Техническое оснащение работы

При выполнении лабораторной работы применяются:

- комплект исходных чертежей различных деталей;
- комплект реальных деталей, соответствующих исходным чертежам;
- микрометры гладкие МК 25, МК 50, МК 75 и МК 100;
- микрометр гладкий цифровой электронный МКЦ 25;
- микрометр рычажный МР 50;
- глубиномер микрометрический ГМ 100;
- нутромер микрометрический НМ 75;
- плиты поверочные (разметочные) размером 250 x 250 мм;
- плакаты по теме лабораторной работы.

3 Задание

Измерить с помощью микрометрических инструментов на детали заданной преподавателем пять различных размеров. На основании проведённых замеров дать заключение о её годности.

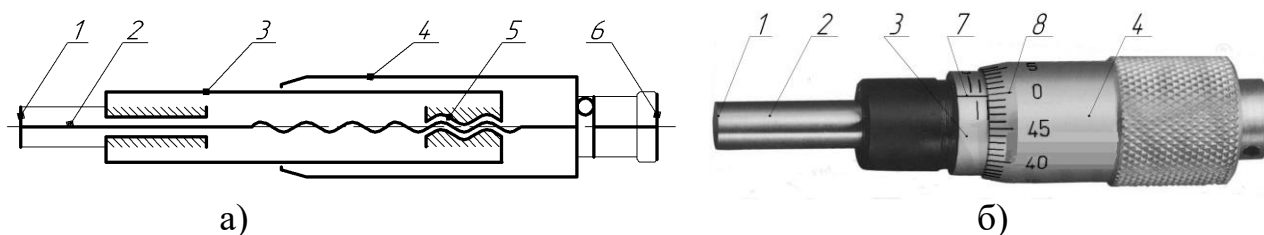
4 Основные теоретические положения

4.1 Микрометрические инструменты

Микрометрические инструменты – это распространенные универсальные средства измерения вследствие простоты их конструкции и низкой стоимости. МИ широко применяют в машиностроении, приборостроении, ремонтном производстве и слесарной практике для измерения линейных размеров деталей высокой, по сравнению со штангенинструментами, точности, обычно от 7 до 9 классов.

Отличительная особенность МИ – наличие унифицированной микрометрической головки, основой которой является высокоточная, т. е. микрометрическая, резьбовая передача «винт – гайка»¹.

Принцип действия микрометрической головки (рисунок 1) основан на преобразовании вращательного движения микрометрического винта 2, установленного в неподвижную гайку 5, в поступательное перемещение измерительной пятки 1, являющейся торцевой поверхностью микровинта.



а) – схема; б) – внешний вид (без трещотки); 1 – подвижная пятка; 2 – винт; 3 – стержень; 4 – барабан; 5 – гайка; 6 – трещотка; 7 – основная шкала; 8 – дополнительная шкала

Рисунок 1 – Микрометрическая головка

Основной несущей деталью микрометрической головки является втулка-стержень 3, с помощью которой головка устанавливается (монтируется) в корпус соответствующих МИ, рассмотренных ниже. Внутри стержня запрессована микрометрическая гайка 5 с внутренней резьбой, в которую ввернут микрометрический винт 2. Другой конец микрометрического винта жёстко соединен с барабаном 4, перемещающимся по стержню головки.

Большинство МИ имеют винт с шагом, равным 0,5 мм. Поэтому поворот винта в гайке на 360° (один полный оборот) вызывает одновременно поворот и осевое перемещение барабана 4 относительно стержня 3 на величину шага резьбы – 0,5 мм.

Для того чтобы подвижная пятка 1 переместилась в продольном направлении на 1 мм, барабану, а следовательно и микровинту, необходимо сообщить два полных оборота.

Последнее обстоятельство **положено в основу построения шкал** отсчётного устройства МИ, которое имеет основную и дополнительную шкалы.

¹ Использование винтовой пары в отсчётном устройстве известно ещё в 16 в., например в пушечных прицельных механизмах (1570 г.), позднее винт стали использовать в различных геодезических инструментах. Первый патент на самостоятельное измерительное средство (микрометр) был выдан Пальмеру в 1848 г. (Франция).

Основная шкала 7 размещается на стебле и предназначена для отсчёта полных оборотов винта 2 через барабан 4, а *дополнительная шкала* нанесена на коническом скосе барабана 4 и служит для отсчёта части оборота барабана 4, а следовательно, и винта 2.

При измерении размера подвижная пятка 1 всегда контактирует с поверхностью измеряемой детали. Колебание величины измерительного усилия значительно увеличивает погрешность измерения. Для стабилизации (поддержания постоянства) измерительного усилия в измерительной головке (рисунок 1) на торце барабана 4 предусматривается специальный механизм – трещотка 6.

При измерении барабан всегда вращают только за трещотку 6. При достижении измерительным усилием заданной величины трещотка срабатывает – проворачивается с характерным звуком «щелчка», при этом вращение и перемещение микровинта 2 прекращаются. Обычно измерительное усилие МИ составляет 7 ± 2 Н (700 ± 200 гс).

Группа МИ объединяет разнообразные инструменты, из которых наиболее широкое распространение получили:

- микрометры (МК) различных типов, предназначенные для измерения наружных и внутренних размеров деталей;
- глубиномеры микрометрические (ГМ), служащие для измерения глубин пазов, отверстий, а также высот, расстояний до буртиков или выступов;
- нутромеры (штихмасы) микрометрические (НМ), предназначенные для измерения диаметра отверстий и других внутренних размеров деталей.

Метод измерения микрометрическими инструментами прямой и, как правило, абсолютный контактный. Исключением являются МИ с электронно-цифровым отсчетом, которые позволяют определять размеры как абсолютным, так и относительным методами измерения.

В зависимости от величины предельной погрешности МИ *делятся на классы 1 и 2.*

4.2 Отсчётное устройство микрометрических инструментов

Отсчётное устройство МИ состоит из двух шкал – основной и дополнительной, представленных на рисунке 2.

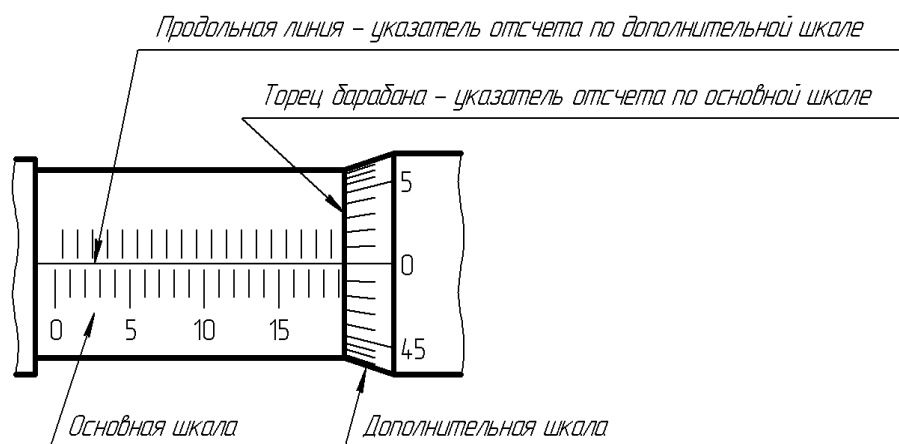


Рисунок 2 – Отсчётное устройство МИ

Основная шкала, выполненная на стебле, представляет собой продольную линию, с двух сторон от которой для удобства отсчёта нанесены штрихи с интервалом (длиной) деления 1 мм.

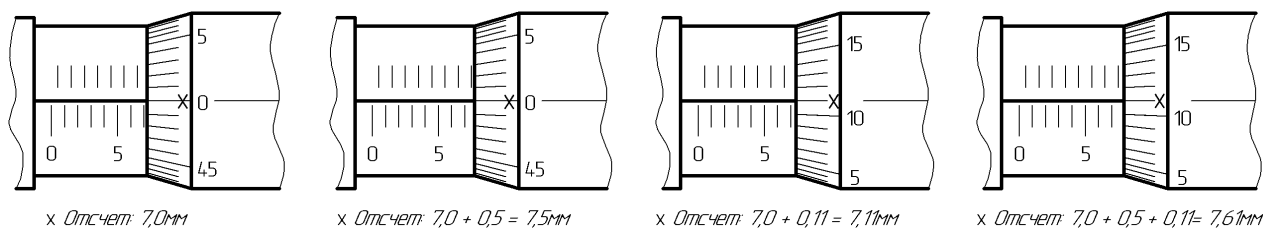
Нижние штрихи (рисунок 2), соответствующие каждому пятому делению, удлинены и отмечены цифрами: 0; 5; 10; 15; 20 и 25, обозначающими целые миллиметры.

Верхние штрихи (рисунок 2) шкалы смещены относительно нулевого штриха на 0,5 мм (на величину шага микрометрического винта), в результате чего цена деления основной шкалы составляет 0,5 мм.

Указателем отсчёта по основной шкале служит *торец барабана*, который как «шторка» открывает шкалу для чтения результатов. При этом по нижней части шкалы отсчитывают целые миллиметры (рисунок 3а), а по верхней (рисунок 3б) – их половинки.

Дополнительная шкала (рисунок 2) выполнена на коническом скосе барабана и содержит 50 делений. Штрихи дополнительной шкалы, соответствующие каждому пятому делению, удлинены и отмечены цифрами: 0; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40 и 45, обозначающими сотые доли миллиметра.

Указателем отсчёта по шкале на барабане служит *продольная линия на стебле*.



а) б) в) г)

а – целое число; б – дробное число, кратное 0,5 мм; в – дробное число (в пределах первого оборота барабана); г – дробное число (в пределах второго оборота барабана)

Рисунок 3 – Отсчёт показаний по шкалам МИ

Поворот барабана вместе с микрометрическим винтом на одно деление соответствует их перемещению в осевом направлении на величину 0,01 мм. Таким образом, *цена деления дополнительной шкалы «е»*, определяющая точность отсчёта МИ в целом, *составляет*

$$e = \frac{P}{n} = \frac{0,5}{50} = 0,01 \text{ мм,}$$

где P – шаг резьбы микрометрического винта, $P = 0,5$ мм;

n – число делений шкалы на барабане, $n = 50$.

При отсчёте показаний *сначала отсчитывают* целое число миллиметров по нижней шкале стебля (например, 7 мм согласно рисунку 3в), *затем прибавляют число сотых долей* миллиметра, например 11-й штрих шкалы барабана, находящегося на первом обороте, согласно рисунку 3в, соответствует 0,11 мм. Итоговый отсчёт по шкалам МИ составит: $7,0 + 0,11 = 7,11$ мм.

Если при отсчёте показаний торец барабана перешёл за деление миллиметровой шкалы, нанесенной выше продольной линии, то это означает, что *начался второй оборот барабана* и к результату, отсчитанному по описанной методике, необходимо прибавить 0,5 мм. Например, итоговый отсчёт по рисунку 3г составляет $7,0 + 0,5 + 0,11 = 7,61$ мм.

Таким образом, **отсчёт измеряемого размера определяется** суммой показаний основной шкалы на стебле и шкалы на барабане, т. е. целое число миллиметров отсчитывают по нижней шкале, половины миллиметра – по верхней шкале стебля, а десятые и сотые доли миллиметра отсчитывают по делениям шкалы барабана, по штриху, совпавшему с продольной линией стебля.

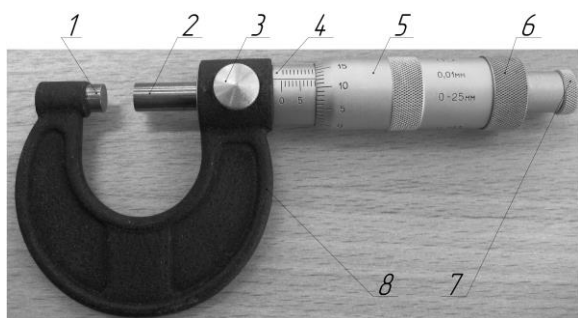
Для исключения ошибок и однозначности отсчёта результатов измерения рекомендуется, прежде всего, обращать внимание на положение нулевого штриха на барабане, отсчитывая его обороты:

- если первый оборот барабана полностью не завершился, то величину 0,5 мм прибавлять не следует;
- если начался второй оборот барабана, то к результатам отсчёта необходимо прибавить 0,5 мм.

4.3 Микрометры

В зависимости от назначения современные микрометры выпускают различных типов:

- **МК** – гладкие, предназначенные для измерения наружных размеров изделий (рисунок 4а и 4б);
- **МКЦ** – гладкие, с электронным цифровым отсчётным устройством (рисунок 4в);
- **МВИ** – для внутренних измерений, предназначенные для измерения внутренних размеров изделий (рисунок 4г);



а)

б)



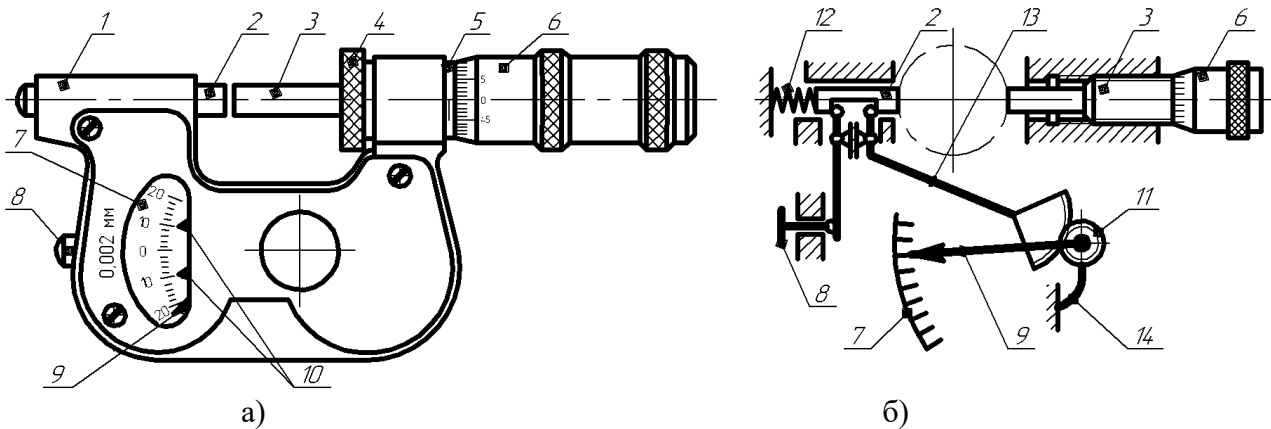
в)

г)

а – гладкий типа МК с диапазоном измерения 0-25 мм; б – гладкий типа МК с диапазоном измерения 125-150 мм; в – гладкий типа МКЦ с цифровым отсчётом; г – для внутренних измерений типа МВИ; 1 – неподвижная пятка; 2 – микрометрический винт; 3 – стопорное устройство; 4 – стембель; 5 – барабан; 6 – корпус трещотки; 7 – трещотка; 8 – скоба

Рисунок 4 – Типы микрометров

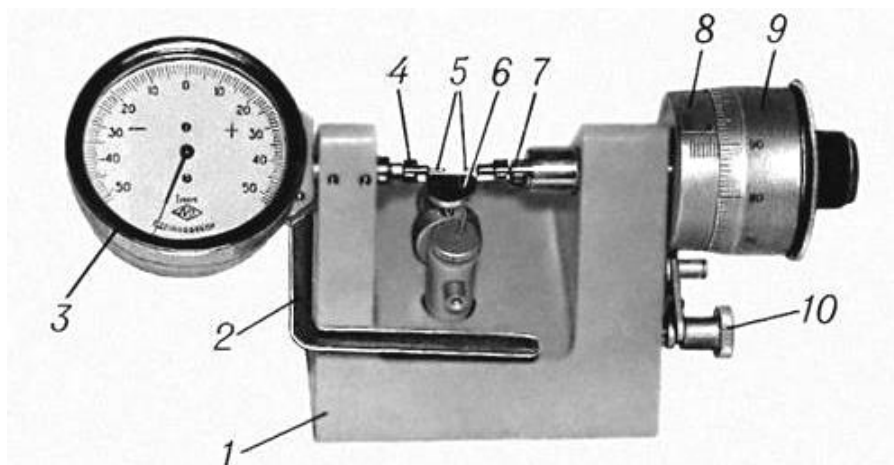
- **МР** – рычажные, предназначенные для измерения абсолютным и относительным методами наружных размеров повышенной точности (рисунок 5);



а – общий вид; б – схема устройства; 1 – скоба; 2 – подвижная пятка; 3 – микрометрический винт; 4 – гайка стопора; 5 – стержень; 6 – барабан; 7 – шкала стрелочного отсчетного устройства; 8 – арретир; 9 – стрелка; 10 – указатели отклонений; 11 – зубчатое колесо; 12 – пружина; 13 – рычаг с зубчатым сектором; 14 – пружина

Рисунок 5 – Микрометр рычажный типа МР

- **МН** – настольные со стрелочным отсчётным устройством (рисунок 6), предназначенные для измерения наружных размеров малогабаритных деталей повышенной точности и небольшой жёсткости, применяемых в часовой и приборостроительной промышленности;



1 – корпус; 2 – арретир; 3 – отсчетное устройство; 4 – измерительный стержень отсчётного устройства; 5 – измерительные наконечники; 6 – столик; 7 – измерительный стержень микрометрической головки; 8 – стержень; 9 – барабан; 10 – стопор

Рисунок 6 – Настольный микрометр типа МН со стрелочным отсчётным устройством

- **МЛ** – листовые;
- **МТ** – трубные;
- **МЗ** – зубомерные;
- **МП** – для проволоки.

Наиболее широкое распространение, как универсальные средства измерения общего назначения, получили гладкие микрометры типа МК (в дальнейшем просто микрометры), которые в соответствии с ГОСТ 6507-90 выпускаются со следующими диапазонами измерения: 0-25; 25-50; 50-75; 75-100; 100-125; 125-150; 150-175; 175-200; 225-250; 250-275; 275-300; 300-400; 400-500 и 500-600 мм. Микрометры с нижним пределом от 25 мм и более, всегда снабжаются установочной мерой для проверки и установки инструмента на ноль, как это показано на рисунке 4б.

Пример условного обозначения гладкого микрометра с диапазоном измерения от 25 до 50 мм 1-го класса точности:

Микрометр МК 50-1 ГОСТ 6507-90.

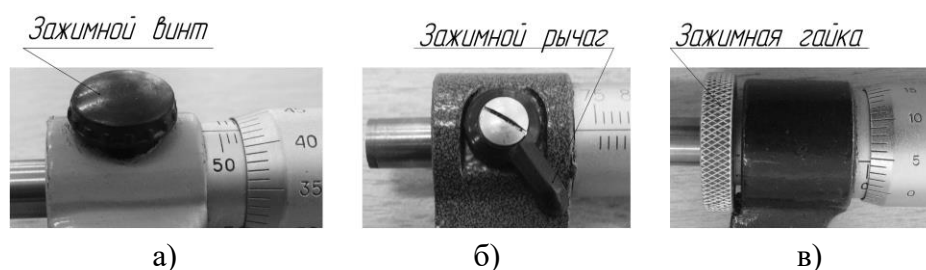
То же, гладкого микрометра с электронным цифровым отсчетным устройством с диапазоном измерения от 50 до 75 мм:

Микрометр МКЦ 75 ГОСТ 6507-90.

Конструкция гладкого микрометра включает скобу (рисунок 4а), с одной стороны которой запрессована неподвижная пятка 1, а с другой стороны скобы – микрометрическая головка, состоящая из стебля 4 и барабана 5 в сборе с микровинтом 2 и механизмом трещотки 7.

Неотъемлемой частью микрометра является *стопорное устройство 3*, которое *необходимо* для закрепления микрометрического винта 2 в нужном положении, чтобы сохранить показания микрометра при снятии его с детали и облегчить установку инструмента на ноль.

В зависимости от завода-изготовителя микрометр может иметь различное конструктивное исполнение стопорного устройства: винтовое, эксцентриковое или цанговое, которые представлены на рисунке 7.



а) – винтовое; б) – эксцентриковое; в) – цанговое

Рисунок 7 – Стопорное устройство

Перед началом измерений микрометр следует осмотреть, измерительные поверхности подвижной и неподвижной пятки протереть салфеткой и проверить установку микрометра на ноль.

Методика проверки и настройки микрометра сводится к следующему. Вращая за трещотку (рисунок 8), измерительные поверхности микрометра приводят в соприкосновение с измерительными поверхностями установочной меры или непосредственно между собой (при пределах измерения от 0 до 25 мм).

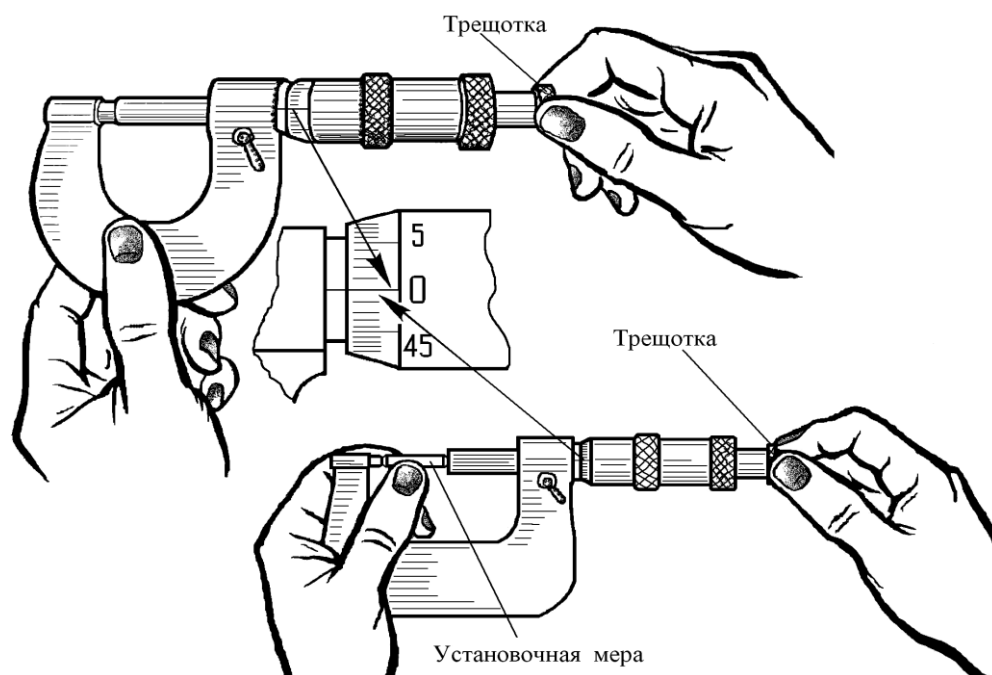


Рисунок 8 – Проверка установки микрометра на ноль

При правильной установке микрометра нулевой штрих барабана должен совпадать с продольной линией на стебле, а начальный штрих основной шкалы виден полностью.

Торец барабана не должен перекрывать начальный штрих шкалы стебля более чем на 0,07 мм или удаляться от начального штриха более чем на 0,15 мм. У начального штриха основной шкалы могут стоять цифры 0; 25; 50; 75 и т.д. в зависимости от нижнего предела измерения микрометра.

Если указанные условия не соблюдаются (нулевые штрихи не совпадают), то микрометр следует **настроить** (отрегулировать) **в следующей последовательности:**

1) закрепляют микрометрический винт с помощью стопорного устройства при сведенных измерительных поверхностях инструмента;

2) придерживая барабан левой рукой (рисунок 9), правой рукой отвинчивают не более чем на пол-оборота корпус трещотки с барабана;

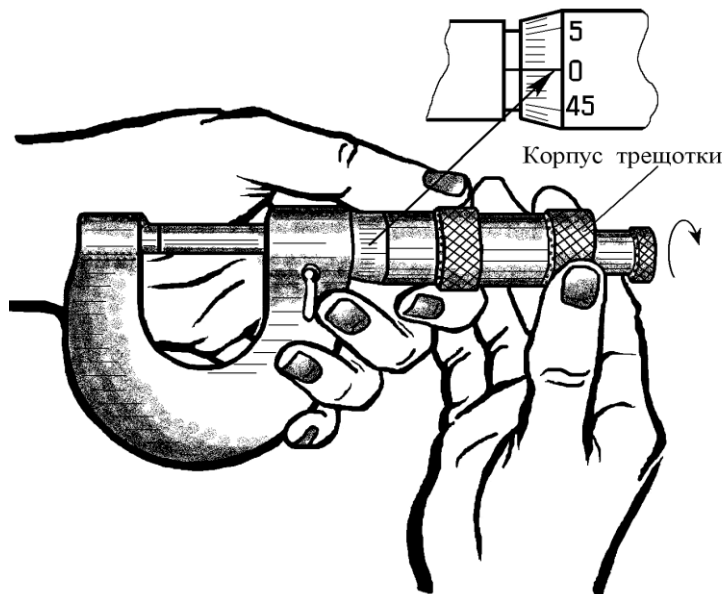


Рисунок 9 – Отвинчивание корпуса трещотки

3) отжимают барабан в направлении трещотки, в результате чего барабан разъединяется от сцепления с микровинтом;

4) устанавливают барабан относительно неподвижного микровинта на необходимый угол, при котором нулевой штрих на барабане совместится с продольной линией стебля, а торец барабана с начальным штрихом стебля (рисунок 10);

5) исключая поворот барабана, завинчивают корпус трещотки на барабан до упора (рисунок 10);

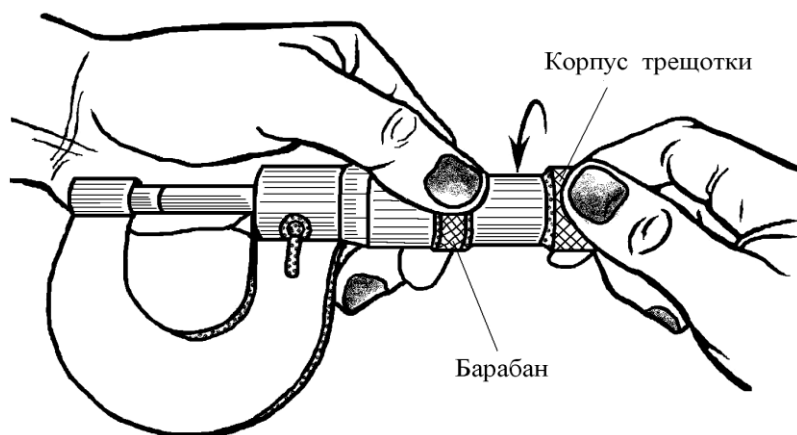


Рисунок 10 – Установка барабана и завинчивание корпуса трещотки

б) освобождают стопор микровинта и, вращая за трещотку, отводят микровинт от установочной меры (или от неподвижной пятки при пределах измерения от 0 до 25 мм), а затем вторично подводят до соприкосновения с концевой мерой (или с неподвижной пяткой) и проверяют установку микрометра на ноль;

7) если проверка дала неудовлетворительные результаты, то регулировку микрометра повторяют.

При использовании микрометра его держат в руках (за скобу левой рукой) или устанавливают в специальном штативе (стойке). Вторым способом предпочтительнее, т. к. позволяет уменьшить нагрев инструмента и повысить точность измерения.

Процесс измерения микрометром включает следующую последовательность действий:

- перед началом измерений микрометр устанавливают на размер немного больше измеряемого;

- микрометр осторожно подносят к измеряемому изделию и слегка прижимают неподвижную пятку к проверяемой поверхности;

- плавно вращают трещотку до тех пор, пока подвижная пятка микровинта не коснется детали;

- продолжая вращать трещотку, микрометр слегка покачивают во взаимно перпендикулярных плоскостях. Покачивание позволяет найти наименьший размер в сечении измеряемой детали и тем самым исключить погрешности, вызванные неправильным положением (перекосом) инструмента;

- стопорят микровинт и осуществляют отсчет показаний по шкалам микрометра.

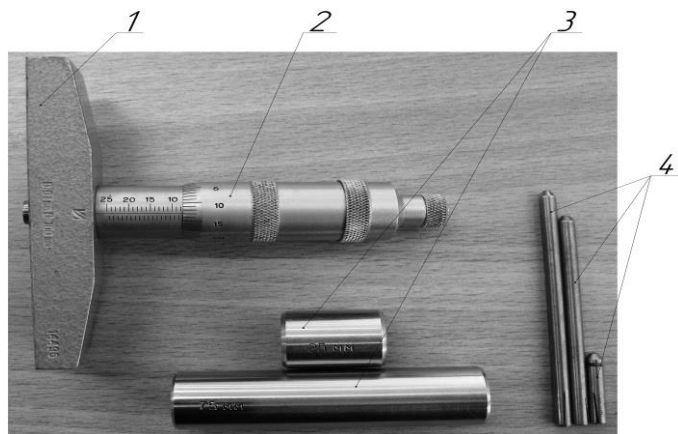
Не допускается:

- наводить микрометр на изделие с усилием, т. к. это может вызвать изгиб скобы, смятие резьбы или повреждение измерительных поверхностей;

- вращать микровинт за барабан, т. к. при этом возникают недопустимо большие силы и повреждается микрометрическая резьба.

4.4 Глубиномеры микрометрические

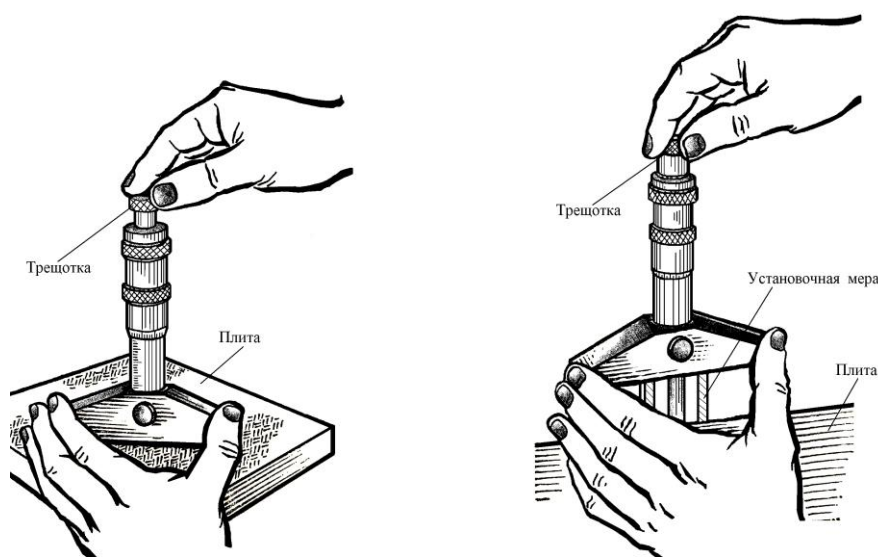
Глубиномер микрометрический (рисунок 11) представляет собой микрометрическую головку 2, запрессованную в основание 1 перпендикулярно измерительной поверхности основания.



1 – основание; 2 – микрометрическая головка; 3 – установочные меры; 4 – сменные стержни
Рисунок 11 – Глубомер микрометрический

В глухое отверстие, выполненное на торце микровинта, могут быть плотно вставлены сменные стержни 4, обеспечивающие измерение размеров в диапазоне от 0 до 150 мм через 25 мм.

Установку глубиномера на ноль проверяют непосредственно на поверочной плите (рисунок 12а) или с использованием установочной меры соответствующего размера, как это представлено на рисунке 12б.



а – при пределах измерения от 0 до 25 мм; б – при нижнем пределе измерения от 25 мм и более

Рисунок 12 – Проверка установки микрометрического глубиномера на ноль

В отличие от микрометров деления основной шкалы на стебле глубиномеров нанесены в обратном порядке, т. е. от 25 до 0 мм, т. к. при ввинчивании микровинта по часовой стрелке показания глубиномера возрастают. Фиксирование микровинта также осуществляется стопором.

При измерении размеров левой рукой основание глубиномера прижимают к детали, а правой – вращают трещотку до соприкосновения измерительного стержня с контролируемой поверхностью, как это показано на рисунке 13.

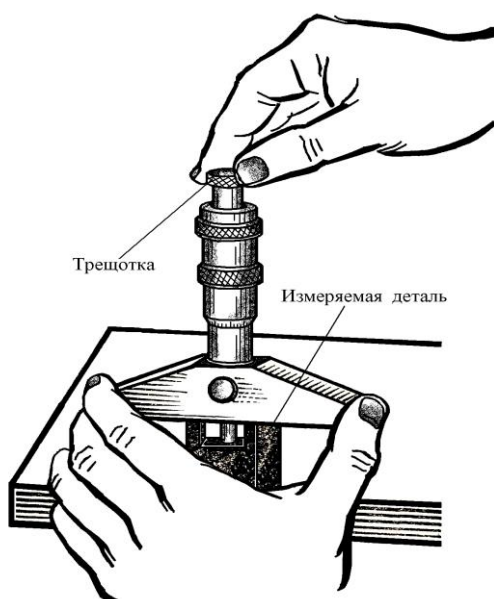


Рисунок 13 – Пример измерения глубины паза детали с помощью микрометрического глубиномера

Отсчёт показаний по шкалам глубиномера осуществляют в соответствии с рисунком 14.

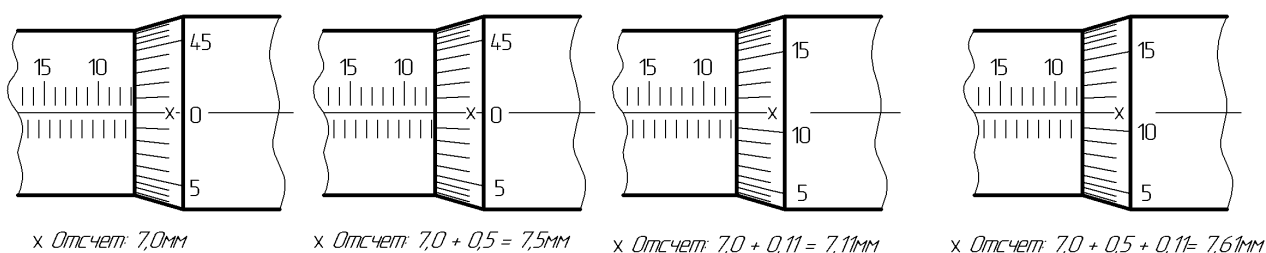


Рисунок 14 – Отсчёт показаний по шкалам микрометрического глубиномера

Микрометрические глубиномеры выпускаются по ГОСТ 7470-92 со следующими диапазонами измерения: 0-25; 25-50; 50-100 и 100-150 мм.

Глубиномеры с нижним пределом измерения от 25 мм и более снабжаются сменными стержнями 4 и установочными мерами 3 (рисунок 11), служащими для проверки и установки инструмента на ноль.

Пример обозначения глубиномера микрометрического с диапазоном измерения от 100 до 150 мм 2-го класса точности:

Глубиномер ГМ 150-2 ГОСТ 7470-92.

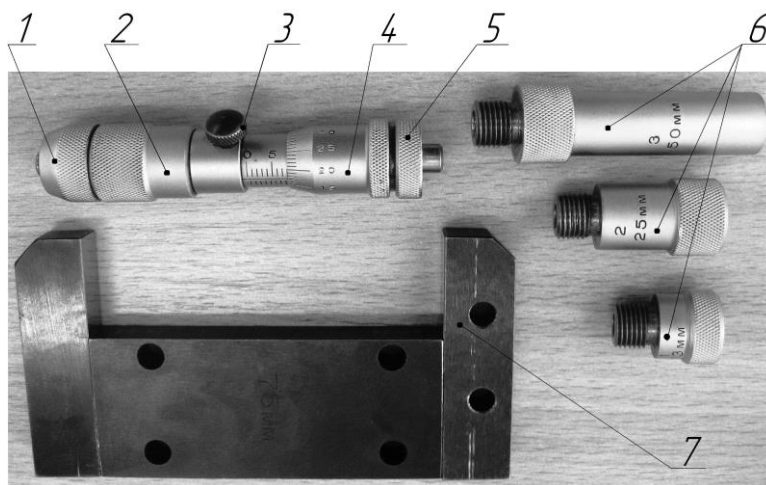
То же, глубиномера микрометрического с электронным цифровым отсчетным устройством с диапазоном измерения от 50 до 100 мм:

Глубиномер ГМЦ 100 ГОСТ 7470-92.

4.5 Нутромеры микрометрические

Нутромер микрометрический – накладной прибор для измерения внутренних размеров с двухточечной схемой, при которой одна точка неподвижна, а вторая – подвижна при измерении. Принципиальная схема нутромера аналогична микрометрам, но он не имеет устройства для стабилизации измерительного усилия (отсутствует механизм трещотки), и измерительные поверхности не соприкасаются.

Нутромер микрометрический (рисунок 15) имеет микрометрическую головку 2, набор сменных удлинителей 6 и измерительный наконечник 1.



1 – измерительный наконечник; 2 – микрометрическая головка; 3 – стопор; 4 – барабан;
5 – установочный колпачок; 6 – удлинители; 7 – установочная мера

Рисунок 15 – Нутромер микрометрический

Удлинители 6 свинчиваются последовательно один с другим до получения требуемого размера, их размеры: 13, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 1000 и 2000 мм. Для соединения удлинителя с микрометрической головкой 2 необходимо отвернуть измерительный наконечник 1, а вместо него навернуть правый конец удлинителя. На свободный конец удлинителя с резьбой может

быть накручен другой удлинитель и т.д. На свободный конец последнего удлинителя навинчивается измерительный наконечник 1.

Перед началом работы нутромер проверяют и настраивают на ноль по установочной мере 7 (рисунок 15), представляющей собой скобу с двумя взаимно параллельными поверхностями. К каждому нутромеру прилагается одна установочная мера с размером 63, 75, 150 или 350 мм в соответствии с размерами микрометрической головки. Размер установочной меры обозначен на корпусе её скобы.

Процесс проверки и настройки нутромера на ноль, представленный на рисунке 16, выполняют в следующем порядке:

1) на микрометрическую головку 2 (рисунок 15) нутромера навинчивают измерительный наконечник 1, а затем вращением барабана 4 устанавливают размер головки так, чтобы она свободно вошла в скобу установочной меры 7;

2) головку с измерительным наконечником устанавливают между измерительными поверхностями установочной меры, придерживая меру и головку левой рукой, а правой рукой, вращая барабан головки, находят кратчайшее расстояние между поверхностями установочной меры (рисунок 16);

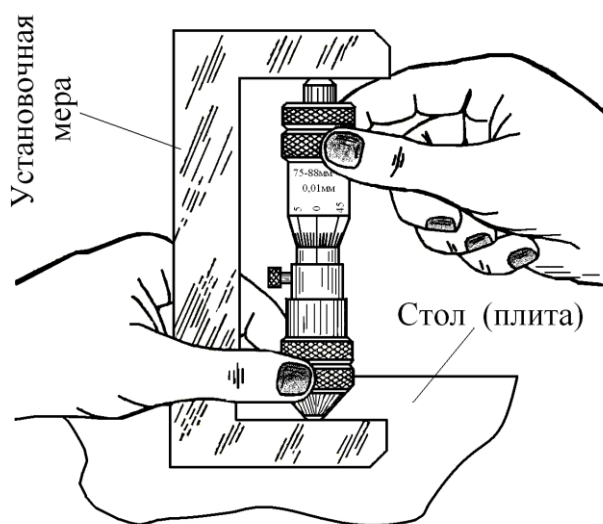


Рисунок 16 – Проверка установки нутромера на ноль

3) застопорив микрометрический винт стопором 3 (рисунок 15), вынимают головку из скобы и проверяют нулевую установку по шкалам нутромера;

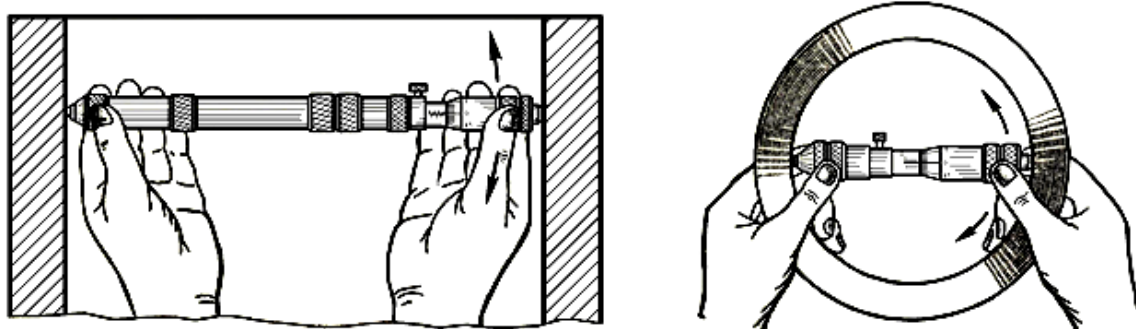
4) если нулевая установка сбита, то её восстанавливают новой настройкой;

5) при настройке микрометрической головки на ноль отворачивают установочный колпачок 5 (рисунок 15) и поворачивают освобождённый барабан 4 так,

чтобы штрихи шкал совпали. В таком положении, поддерживая барабан и стельку левой рукой, правой затягивают установочный колпачок.

После проверки и настройки микроголовки по установочной мере рассчитывают удлинители, *стремясь к наименьшему их числу при сборке*. Удлинитель собирают, т. е. навинчивают на головку, начиная с больших размеров.

В процессе измерения нутромер вводят в отверстие контролируемой детали и вращением барабана приводят измерительные наконечники в соприкосновение со стенками отверстия. Один конец нутромера упирают в поверхность измеряемого отверстия, а другой слегка покачивают (до ощущения легкого трения поверхностей нутромера и изделия) сначала в осевом направлении, а затем в поперечном, как это показано на рисунке 17.



а)

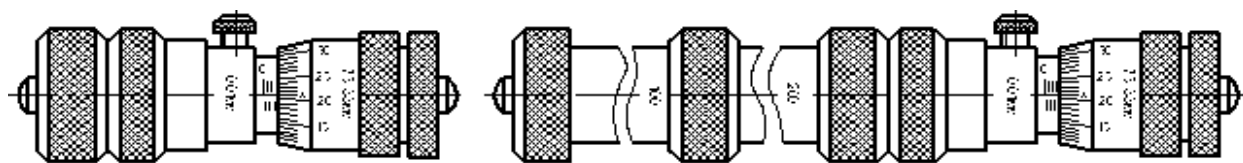
б)

а – в осевом направлении; б – в поперечном направлении

Рисунок 17 – Покачивание нутромера при измерении внутренних

Одновременно с этим регулируют положение микрометрического винта с помощью барабана таким образом, чтобы найти в осевом направлении наименьший размер, а в поперечном (диаметральном) направлении – наибольший.

В этом положении стопорят микровинт, выводят нутромер из отверстия и отсчитывают по шкалам результат измерения, учитывая размеры удлинителей, как это представлено на рисунке 18.



а) \times Отсчёт $75+3+0,21=78,21$ мм

б) \times Отсчёт $75+3+0,21+200+100=378,21$ мм

а)

б)

а – без удлинителей; б – с удлинителями

Рисунок 18 – Примеры отсчета показаний по шкалам нутромера

Микрометрические нутромеры выпускаются по ГОСТ 10-88 со следующими диапазонами измерения: 50-75, 75-175, 50-600, 100-1200, 150-1250, 150-1400, 150-2500, 150-3000, 600-2500, 1000-4000, 2500-6000 мм.

Пример обозначения нутромера микрометрического с диапазоном измерения от 50 до 75 мм:

Нутромер НМ 75 ГОСТ 10-88.

5 Порядок выполнения работы и методические указания

1. *Изучить по настоящему руководству* цель работы, задание и основные теоретические положения.

Особое внимание уделить:

- назначению и общей характеристике МИ;
- построению шкал и отсчету показаний по шкалам МИ, изложенным в разделе 4.2;
- устройству, проверке, настройке МИ и процессу измерения;

2. *Получить у преподавателя техническое оснащение*, необходимое для выполнения лабораторной работы.

3. *Подготовить предварительный отчёт* по лабораторной работе, который должен содержать по аналогии с приложением А следующие данные:

- наименование лабораторной работы;
- конкретизированное задание на выполнение работы;
- эскиз заданной реальной детали с указанием ее номера (шифра);
- таблица 1 – Результаты измерения детали МИ;
- таблица 2 – Метрологические показатели МИ, применяемых при измерении детали.

4. *Выбрать по чертежу или эскизу детали пять любых размеров*, намеченных для измерения, и записать их численные значения в таблицу 1.

5. Для каждого из намеченных для измерения размеров детали *определить и записать* в таблицу 1:

- величину допуска в микрометрах, равную алгебраической разности

между верхним и нижним отклонениями размера;

- значение допускаемой погрешности измерения « δ », выбираемой по приложению Б;

- обозначение применяемого инструмента, при выборе которого должно соблюдаться условие

$$\Delta_{\text{lim}} \leq \delta,$$

где Δ_{lim} – предельная погрешность инструмента, выбираемая по приложению В;

- величину предельной погрешности выбранного инструмента;

- значения предельных размеров – наибольшего и наименьшего допустимого размера детали в миллиметрах.

6. *Определить измерением величину действительных размеров детали и результаты записать в таблицу 1.*

7. *Записать в таблицу 1 заключение о годности каждого измеренного размера детали, учитывая, что размер признается годным, если соблюдается условие*

$$D_{\text{min}}(d_{\text{min}}) \leq D_{\text{д}}(d_{\text{д}}) \leq D_{\text{max}}(d_{\text{max}}),$$

где $D_{\text{д}}(d_{\text{д}})$ – действительный размер отверстия (вала), мм;

$D_{\text{min}}(d_{\text{min}})$ и $D_{\text{max}}(d_{\text{max}})$ – наименьший и наибольший предельные размеры отверстия (вала), мм.

Если указанное условие не соблюдается, то размер признается бракованным. Различают брак исправимый и неисправимый.

8. *Заполнить таблицу 2, занося туда основные метрологические показатели каждого МИ, который применялся при измерении.*

9. *Проанализировать результаты измерения детали и дать заключение о её годности в виде вывода по выполненной работе.*

Деталь признается годной, если все её размеры вписываются в установленные границы соответствующих допусков. В противном случае – деталь считается бракованной. При наличии брака его необходимо обоснованно конкретизировать – на каких размерах и почему оказался «брак исправимый» или «брак неисправимый».

10. *Привести рабочее место и инструмент в порядок*, сдав преподавателю полученное техническое и методическое обеспечение.

11. *Отчёт* о выполненной работе *представить* преподавателю для защиты.

6 Содержание отчёта

Отчёт по лабораторной работе должен содержать:

- 1) наименование работы;
- 2) задание на выполнение работы;
- 3) эскиз заданной детали;
- 4) результаты измерения детали;
- 5) метрологическая характеристика применяемого инструмента;
- 6) выводы, вытекающие из анализа результатов измерения детали.

Пример оформления отчёта по лабораторной работе представлен в приложении А.

7 Контрольные вопросы

1. Почему МИ являются наиболее распространенными средствами измерения?
2. Почему МИ относят к числу универсальных средств измерения?
3. Где и с какой целью применяют МИ?
4. Что можно отнести к отличительным особенностям МИ?
5. В чем заключается принцип действия микрометрической головки?
6. Что положено в основу построения шкал отсчетного устройства МИ?
7. Для чего предназначена и где располагается основная шкала МИ?
8. Для чего предназначена и где располагается дополнительная шкала МИ?
9. В чем заключается принцип построения дополнительной шкалы МИ?
10. Какие инструменты относят к группе МИ?
11. Какие методы измерения реализуют МИ?
12. От чего зависит точность отсчёта любого МИ?
13. Что понимают под точностью инструмента в целом?
14. Что представляет собой точность отсчёта МИ?

15. Как определяется цена деления основной шкалы МИ?
16. Как определяется цена деления дополнительной шкалы МИ?
17. Как отсчитывается целое число миллиметров при измерении размеров МИ?
18. Как отсчитываются доли миллиметра при измерении размеров МИ?
19. Как определяется результат измерения размеров МИ?
20. Что служит указателем отсчёта по основной шкале МИ?
21. Что служит указателем отсчёта по дополнительной шкале МИ?
22. Для чего предназначены микрометры (глубиномеры, нутромеры)?
23. Какие конструктивные типы микрометров вам известны?
24. Для чего предназначено стопорное устройство МИ?
25. Для чего предназначена трещотка в микрометрах?
26. Какие размеры можно измерить микрометрами типа МК?
27. Как обозначают микрометры (глубиномеры, нутромеры) в соответствии с требованиями стандарта?
28. В чём заключается методика и последовательность проверки микрометра (глубиномера, нутромера)?
29. В чём заключается методика и последовательность настройки микрометра (глубиномера, нутромера) на ноль?
30. В чём заключается отличие настройки микрометра МК 25 от МК 100?
31. Какую последовательность действий включает в себя процесс измерения микрометром (глубиномером, нутромером)?
32. В чём заключается конструктивная особенность микрометрических глубиномеров?
33. Поясните устройство микрометра (глубиномера, нутромера).
34. Какие виды МИ различают в зависимости от конструкции отсчётного устройства?
35. Как убедиться в исправности микрометра (глубиномера, нутромера)?
36. Какие требования необходимо соблюдать при измерении размеров микрометром (глубиномером, нутромером)?
37. Как достигается нормальное измерительное усилие при измерении

микрометром (глубиномером, нутромером)?

38. Чем конструктивно отличается глубиномер от нутромера?

39. Чем отличается построение шкал глубиномера от микрометра?

40. Какие поверхности микрометра (глубиномера, нутромера) являются измерительными?

41. Для чего в глубиномерах применяются сменные стержни, а в нутромерах – удлинители?

42. Для чего при измерении диаметров отверстий нутромерами их слегка покачивают?

43. В чём заключается особенность отсчёта результатов измерения глубиномерами и нутромерами в отличие от микрометров?

44. Какие показатели определяют основную метрологическую характеристику МИ?

45. Как выбирается конкретный МИ в зависимости от точности измеряемого размера?

46. Как определяется годность измеренного размера детали?

47. В чём заключается условие годности размера детали?

48. В чём заключается условие годности измеренной детали?

49. От чего зависит допускаемая погрешность измерения размера?

50. От чего зависит предельная погрешность инструмента?

Библиографический список

1. Атаманов, С. А. Выбор средств измерения и контроля размеров в машиностроении: Учебное пособие для студентов всех форм обучения по специальности 151001 «Технология машиностроения» / С. А. Атаманов, В. Ф. Гнидо, И. Г. Панков. – Рязань; РИ (ф) МГОУ, 2012. – 135 с.

2. Допуски и посадки: Учебно-методическое справочное пособие по курсовому и дипломному проектированию для студентов инженерно-технических специальностей / С. А. Атаманов [и др.]; – Рязань; РИ (ф) МГОУ, 2011. – 169 с.

3. Белкин, И. М. Средства линейно-угловых измерений: Справочник.

– М.: Машиностроение, 1987. – 368 с.

4. Берков, В. И. Технические измерения. – М.: Высш. шк., 1977. – 232 с.

5. Захаров, В. Н. Взаимозаменяемость, качество продукции и контроль в машиностроении. – Л.: Лениздат, 1990. – 302 с.

6. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. для вузов / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе, Б. И. Лактионов. – М.: Высш. шк., 2004. – 767 с.

7. ОАО «Калибр» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kalibr-moskva.ru/>

8. ООО НПП «Челябинский инструментальный завод» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tdchiz.ru/>

9. Политехнический словарь: Гл. ред. И.И. Артоболевский. – М.: Советская Энциклопедия, 1977. – 608 с.

10. ГОСТ 8.051-81. ГСИ. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм. – Взамен ГОСТ 8.051-73; введ. 01.01.1982. – М.: Издательство стандартов, 1982. – 10 с.

11. Методические указания РД 50-98-86. Выбор универсальных средств измерений линейных размеров до 500 мм (по применению ГОСТ 8.051-81). – Взамен РДМУ 98-77; введ. 01.07.1987. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 84 с.

12. ГОСТ 8.549-86. ГСИ. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм с неуказанными допусками. – введ. 01.07.1987. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 6 с.

13. ГОСТ 6507-90. Микрометры. Технические условия. – введ. 01.07.1987. – М.: Издательство стандартов, 2004. – 11 с.

14. ГОСТ 7470-92. Глубиномеры микрометрические. Технические условия. – введ. 01.01.2003. – М.: Издательство стандартов, 2003. – 7 с.

15. ГОСТ 10-88. Нутромеры микрометрические. Технические условия. – введ. 01.01.1990. – М.: Издательство стандартов, 2006. – 7 с.

Приложение А (справочное)

Пример оформления отчёта по лабораторной работе

Лабораторная работа № 4 – Микрометрические инструменты

Задание: Измерить с помощью МИ пять размеров заданной детали с номером МИ-25 и дать заключение о её годности.

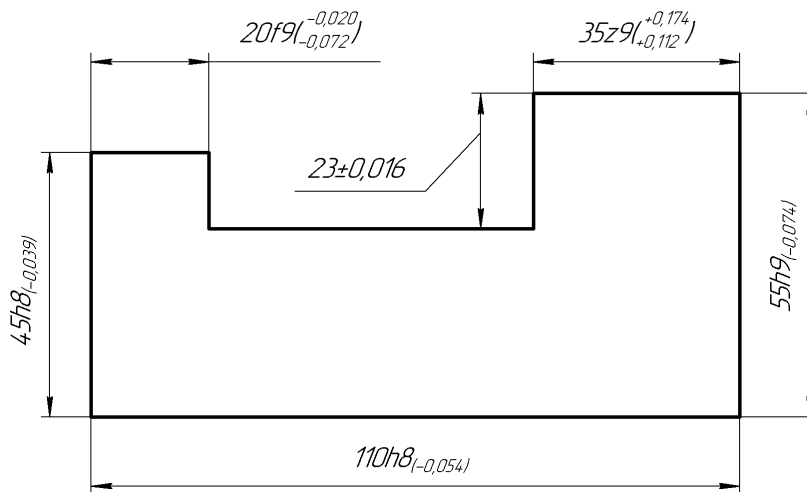


Рисунок А.1 – Эскиз детали МИ-25

Таблица А.1 – Результаты измерения детали микрометрическим инструментом

Определяемые параметры	Обозначения измеряемых размеров детали					
	$20f9_{(-0,072)}^{-0,020}$	$23\pm 0,016$	$35z9_{(+0,112)}^{+0,174}$	$45h8_{(-0,039)}$	$110h8_{(-0,054)}$	
Допуск размера, мкм	52	32	62	39	54	
Допускаемая погрешность измерения, δ , мкм	12	8	16	10	12	
Обозначение выбранного инструмента	Микрометр МК 25-2 ГОСТ 6507	Глубиномер ГМ 25-2 ГОСТ 7470	Микрометр МК 50-2 ГОСТ 6507	Микрометр МК 50-2 ГОСТ 6507	Микрометр МК 125-2 ГОСТ 6507	
Предельная погрешность инструмента, $\pm \Delta_{lim}$, мкм	4	4	4	4	5	
Предельные размеры детали, мм	max	19,98	23,016	35,174	45,0	110,0
	min	19,928	22,984	35,112	44,961	109,946
Действительный размер детали, мм	20,13	22,94	35,15	44,98	110,15	
Заключение о годности размера детали	Брак исправимый	Брак неисправимый	Годный	Годный	Брак исправимый	

Таблица А.2 – Метрологические показатели микрометрического инструмента, применяемого при измерении детали

Метрологические показатели инструмента	Обозначение инструмента, применяемого при измерении детали			
	Микрометр МК 25-2 ГОСТ 6507	Микрометр МК 50-2 ГОСТ 6507	Микрометр МК 125-2 ГОСТ 6507	Глубиномер ГМ 25-2 ГОСТ 7470
Пределы измерения, мм	0-25	25-50	100-125	0-25
Цена деления основной шкалы, мм	0,5	0,5	0,5	0,5
Цена деления дополнительной шкалы, мм	0,01	0,01	0,01	0,01
Предельная погрешность инструмента, $\pm \Delta_{lim}$, мкм	4	4	5	4

ВЫВОД: в результате выполненной работы деталь МИ-25 следует признать бракованной, потому что три ее размера выходят за установленные границы допуска, а именно:

- наружный размер $20f9_{-0,072}^{-0,020}$ имеет брак исправимый, т.к. действительный размер $d_d = 20,13 \text{ мм} > d_{max} = 19,98 \text{ мм}$;

- размер $23 \pm 0,016$ имеет брак неисправимый, т.к. действительный размер $d_d = 22,94 \text{ мм} < d_{min} = 22,984 \text{ мм}$;

- наружный размер $110h8(-0,054)$ имеет брак исправимый, т.к. действительный размер $d_d = 110,15 \text{ мм} > d_{max} = 110,0 \text{ мм}$.

Приложение Б
(справочное)

Допускаемые погрешности измерения «δ» по ГОСТ 8.051-81

Номинальные размеры, мм	Квалитеты											
	7		8		9		10		11		12	
	<i>IT</i> 7	δ	<i>IT</i> 8	δ	<i>IT</i> 9	δ	<i>IT</i> 10	δ	<i>IT</i> 11	δ	<i>IT</i> 12	δ
До 3	10	3	14	3	25	6	40	8	60	12	100	20
Св. 3 до 6	12	3	18	4	30	8	48	10	75	16	120	30
Св. 6 до 10	15	4	22	5	36	9	58	12	90	18	150	30
Св. 10 до 18	18	5	27	7	43	10	70	14	110	30	180	40
Св. 18 до 30	21	6	33	8	52	12	84	18	130	30	210	50
Св. 30 до 50	25	7	39	10	62	16	100	20	160	40	250	50
Св. 50 до 80	30	9	46	12	74	18	120	30	190	40	300	60
Св. 80 до 120	35	10	54	12	87	20	140	30	220	50	350	70
Св. 120 до 180	40	12	63	16	100	30	160	40	250	50	400	80
Св. 180 до 250	46	12	72	18	115	30	185	40	290	60	460	100
Св. 250 до 315	52	14	81	20	130	30	210	50	320	70	520	120

Приложение В
(справочное)

**Пределные погрешности измерения $\pm \Delta_{lim}$ при измерении линейных размеров
микрометрическими инструментами по РД 50-98-86**

Наименование и характеристика микрометрического инструмента		Пределные погрешности измерения $\pm \Delta_{lim}$, мкм, при измерении размеров в интервалах, мм										
		0-25	25-50	50-75	75-100	100-125	125-150	150-175	175-200	200-250		
Микрометры гладкие типа МК (ГОСТ 6507-90)	Класс точности 1	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	3	3	4
	Класс точности 2	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6
Глубиномеры типа ГМ (ГОСТ 7470-92)	Класс точности 1	2	3	3	3	4	4	4	4	4	--	--
	Класс точности 2	4	4	5	5	6	6	6	6	8	8	9
Нутромеры типа НМ (ГОСТ 10-88)	---	---	---	---	3	3	3	3	3	3	3	6

Учебное издание

Атаманов Станислав Азович

МИКРОМЕТРИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Руководство по выполнению лабораторной работы

Подписано в печать _____ . Тираж ____ экз.

Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета
390000, г. Рязань, ул. Право-Лыбедская, 26/53