

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

Кафедра эксплуатации автомобилей

Составители
Н. А. Андреева, М. Е. Луценко

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА
по профессиональному модулю
«Техническое обслуживание
и ремонт автотранспортных средств»

Методические материалы

Рекомендовано в качестве методических материалов
цикловой методической комиссией специальности СПО
23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей,
систем и агрегатов автомобилей
в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2021

Рецензенты:

Короткова Л. П. – кандидат технических наук, доцент кафедры металлорежущие станки и инструменты

Подгорный А. И. – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации автомобилей

Андреева Надежда Александровна

Луценко Марина Евгеньевна

Учебная практика по профессиональному модулю «Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств»: методические материалы для обучающихся специальности СПО 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей / сост. Н. А. Андреева, М. Е. Луценко ; Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2021. – Текст : электронный.

В методических материалах приведены все сведения, необходимые для изучения назначения, типов, устройства штангенциркулей, микрометров и нутромеров, а также проведение замеров этими контрольно-измерительными инструментами.

© Кузбасский государственный
технический университет
имени Т. Ф. Горбачева, 2021
© Андреева Н. А., Луценко М. Е.,
составление, 2021

1. НАЗНАЧЕНИЕ, ТИПЫ, УСТРОЙСТВО И ИЗМЕРЕНИЕ ШТАНГЕНЦИРКУЛЯМИ

1.1. Назначение штангенциркулей

Штангенциркуль – это линейный измерительный инструмент, используемый для измерения наружных, внутренних размеров и глубины деталей.

Штангенциркуль относится к категории тех инструментов, которые идеально подходят для большинства измерений. С его помощью проводят линейные измерения наружных размеров деталей разных форм и глубину отверстий. Штангенциркули изготавливают по ГОСТ 166-89, который предписывает выпуск стандартных моделей для проведения замеров деталей до 2000 мм, а также специальных моделей для измерения очень небольших расстояний, маленьких диаметров отверстий или очень тонких деталей, например, стенок труб, а также деление инструмента на виды по способам отсчета (каким образом снимают показания измерений).

1.2. Типы штангенциркулей

Штангенциркули делятся на:

- **Нониусный** – самый распространенный вид. Как понятно из названия, отсчет ведется по нониусной шкале. Обозначается ШЦ. Предназначен для измерения диапазона от 0 до 2000 мм. Значение отсчета по нониусу составляет 0,05 или 0,1.

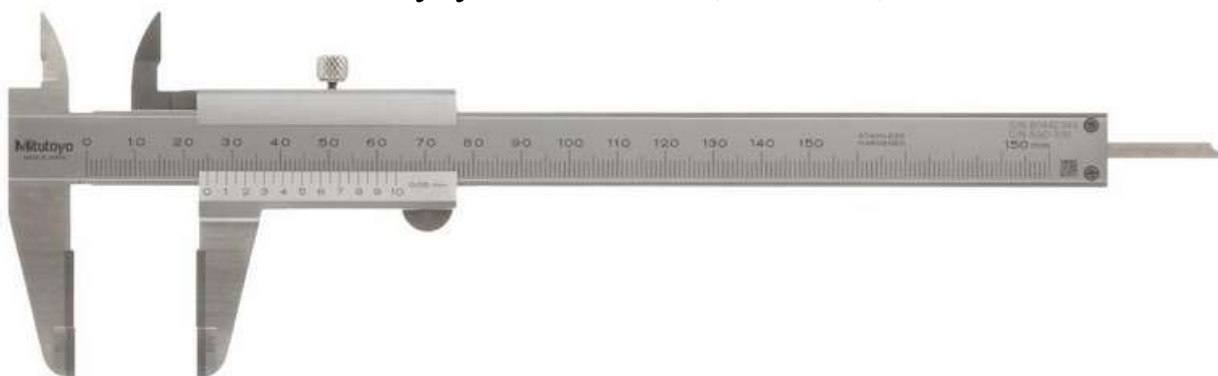


Рис. 1. Нониусный штангенциркуль

- **Циферблатный** – инструмент имеет циферблат, который гораздо быстрее и удобнее для снятия показаний. Обозначается как ШЦК. Не производится никаких исчислений – достаточно посмотреть на стрелки, чтобы узнать размеры детали. Если говорить про цену деления круговой шкалы, то это 0,02; 0,05; 0,1.



Рис. 2. Циферблатный штангенциркуль

- **Цифровой** – устройство с ЖК-дисплеем, на котором показываются максимально точные результаты. Обозначается как ШЦЦ. Шаг дискретности наименьший – 0,01.



Рис. 3. Цифровой штангенциркуль

ШЦ-I



Рис. 4. Штангенциркуль ШЦ-I

Это наиболее простая и популярная модель прибора, которая широко используется в промышленном производстве. Его называют «колумбиком» по названию фирмы изготовителя, которая производила инструмент в военное время (Columbus).

Прибором можно измерить внутренние, наружные размеры, глубину. Интервал измерений составляет от 0 до 150 мм. Точность измерений достигает 0,02 мм.

ШЦЦ-I



Рис. 5. Штангенциркуль ШЦЦ-I

Эта цифровая модель измерительного инструмента имеет аналогичную конструкцию классического штангенциркуля. Интервал измерений 0–150 мм. Одним из его преимуществ можно назвать более высокую точность при измерении за счет наличия цифрового индикатора.

Удобство использования такого цифрового прибора заключается в том, что в любой точке измерения можно обнулить индикатор. Также легко одной кнопкой можно переключать метрическую систему на дюймовую.

При покупке цифровой модели необходимо обратить внимание на наличие нулевых показаний при сведенных губках, а также при затянутом стопорном винте цифры на дисплее не должны прыгать.

ШЦК-I



Рис. 6. Штангенциркуль ШЦК-I

В такой конструкции штангенциркуля присутствует поворотный индикатор с круглой шкалой, цена деления которой 0,02 мм. Такими штангенциркулями удобно пользоваться при частых измерениях на производстве. Стрелка индикатора хорошо видна для быстрого контроля результата, не имеет скачков, в отличие от цифровых моделей. Этим прибором особенно удобно пользоваться в отделе технического контроля для замеров аналогичных типовых размеров.

ШЦ-II



Рис. 7. Штангенциркуль ШЦ-II

Такие линейки используются для измерения внутренних и наружных размеров, а также для работ по разметке деталей перед обработкой. Поэтому на их губках имеются насадки, выполненные из твердого сплава для защиты их от быстрого износа. Интервал измерения серии приборов ШЦ-II находится в пределах 0–250 мм и точностью измерения 0,02 мм.

ШЦ-III и ШЦЦ-III



Рис. 8. Штангенциркуль ШЦ-III и ШЦЦ-III

Большие детали измеряются чаще всего такой моделью инструмента, так как точность измерений у него выше остальных моделей и составляет 0,02 мм для механических приборов, и 0,01 мм для цифровых.

Наибольший размер для измерения составляет 500 мм. Губки в таких моделях направлены вниз, и могут иметь длину до 300 мм. Это дает возможность производить измерения деталей в широких пределах.

Штангенциркули специального назначения

Рассмотрим несколько специализированных моделей штангенциркулей, предназначенных для специальных видов работ. В торговой сети такие приборы появляются довольно редко.

- **ШЦЦТ** – применяется для замеров труб, его называют трубным штангенциркулем.
- **ШЦЦВ** – для измерения внутренних размеров, имеет цифровой дисплей.
- **ШЦЦН** – аналогичная предыдущему прибору, служит для измерения наружных размеров.
- **ШЦЦУ** – универсальный цифровой измеритель, в комплект входит комплект насадок для труднодоступных измерений: межцентровых расстояний, стенок труб, наружных и внутренних размеров и т.д.
- **ШЦЦД** – прибор для измерения толщины тормозных дисков и деталей с наличием различных выступов.
- **ШЦЦП** – штангенциркули применяются для измерения глубины протектора шин автомобилей.
- **ШЦЦМ** – штангенциркули, предназначенные специально для замеров межцентровых расстояний.
-

1.3. Устройство нониусного штангенциркуля

Устройство двустороннего штангенциркуля с глубиномером представлено на рис. 9. Пределы измерений этого инструмента составляют 0–150 мм. С его помощью можно измерять как наружные, так и внутренние размеры, глубину отверстий с точностью до 0,05 мм.

Как у всех инструментов такого рода, у штангенциркуля есть измерительная штанга. Именно благодаря ей пошло название целой

группы инструментов. На штанге нанесена основная метрическая шкала с шагом 1 мм и цифрами обозначены сантиметровые деления (на которую смотрят в первую очередь, проводя замеры). По штанге движется подвижная рамка. На рамке нанесена дополнительная шкала с 10 делениями, но с шагом 1,9 мм. Шкала на рамке называется нониусом в честь ее изобретателя португальского математика П. Нуниша. Нониус имеет разметку на доли делений, без которых невозможно достичь точности измерений (рис. 10). Точность инструмента, в зависимости от разновидности, может составлять десятые и даже сотые доли миллиметра.

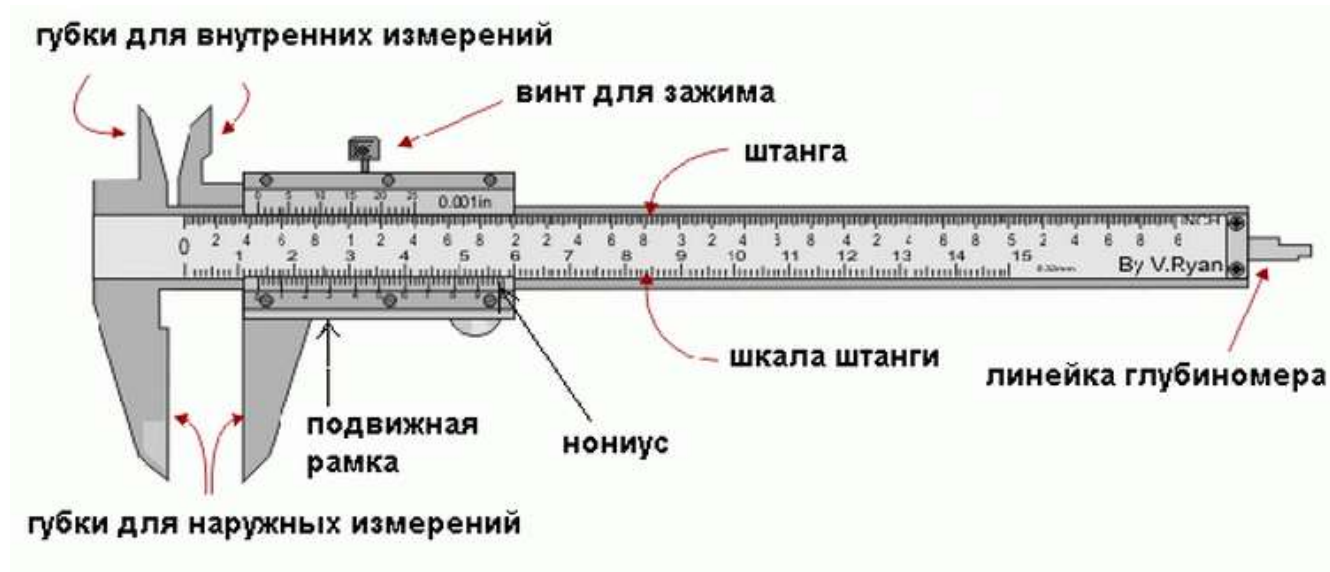


Рис. 9. Устройство нониусного штангенциркуля



Рис. 10. Основная шкала на штанге и дополнительная на рамке

Кроме перечисленных частей, у инструмента есть губки двух типов. Верхние применяются, чтобы измерять отверстия, проемы или канавки изнутри. Нижние необходимы, чтобы мерить размеры деталей снаружи. Еще одной составной частью является линейка глубиномера, как понятно, для измерения глубины отверстий, и винт, зажимающий и фиксирующий рамку.

Величина отсчета по нониусу у различных моделей инструмента может отличаться. Так, например, у ШЦ-I она составляет 0,1 мм, у ШЦ-II – 0,05 мм или 0,1 мм, а точность инструмента с величиной отсчета по нониусу 0,02 мм приближается к точности микрометров.

Конструктивные отличия в устройстве штангенциркулей могут быть выражены в форме подвижной рамки и пределах измерений, например: 0–125 мм, 0–500 мм, 500–1600 мм, 800–2000 мм и т. д.

Точность измерений зависит от различных факторов: величины отсчета по нониусу (рис. 11), навыков работы, исправного состояния инструмента. Количество миллиметров отсчитывается по шкале на штанге до первой риски нониуса. Десятые доли миллиметров отсчитываются по нониусу. Какой штрих по счету слева направо на нониусе совпадет с любой из рисок шкалы на штанге, столько и будет десятых долей миллиметра.

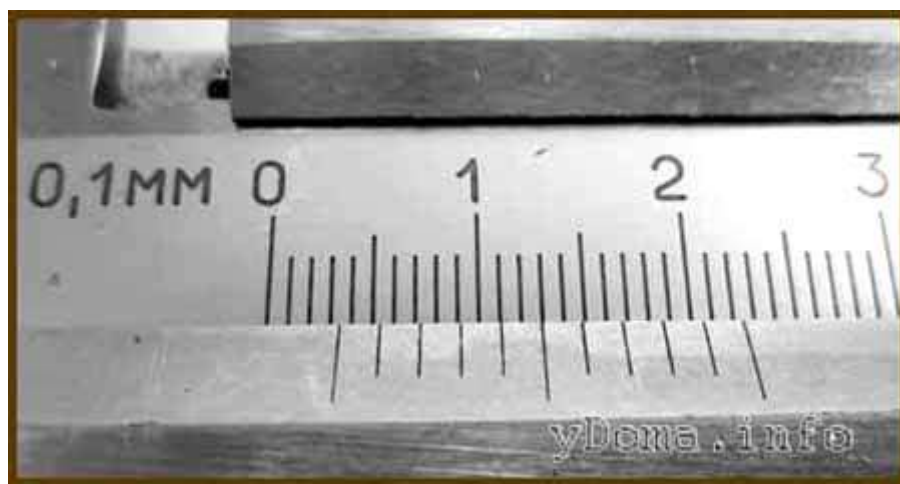


Рис. 11. Отсчет по нониусу

Губки для внутренних измерений имеют ножевидную форму. Благодаря этому размер отверстия определяется по шкале без дополнительных вычислений. Если губки штангенциркуля ступенчатые, как в устройстве ШЦ-2, то при измерении пазов и отверстий к полученным показаниям необходимо прибавлять их суммарную толщину.

Цифровые штангенциркули (рис. 12) устроены аналогичным образом. Однако вместо нониуса применяется цифровая шкала, повышающая удобство применения и точность измерения прибором.

Как и все измерительные приборы, цифровые приборы оснащены шкалой с ценой деления 0,01 мм. Допустимой погрешностью считается отклонение результата измерения в меньшую или большую сторону на 10%. В промышленности все измерительные инструменты каждые полгода подвергаются метрологическому контролю.



Рис. 12. Устройство цифрового штангенциркуля:

- 1 – зажимной винт; 2 – батарейка; 3 – ролик изменения длины;
4 – обнуление; 5 – Вкл/Выкл.; 6 – переключение мм/дюймы

При приобретении инструмента рекомендуется осмотреть измерительные губки. Они должны быть ровными, и при их сжатии не должно быть просвета.

Шкала нониуса при сомкнутых губках должна находиться в нулевом положении. Линии отметки делений шкалы по нониусу должны быть нанесены четко. В комплект прибора должен входить паспорт с отметкой о произведенной поверке на точность.

1.4. Правила пользования штангенциркулем

- Проверить инструмент. Для этого губки штангенциркуля свести вместе и проверить точность их смыкания на наличие между ними просвета.
- Инструмент взять в правую руку, а измеряемую деталь в левую руку.

- Для измерения внешнего размера детали, необходимо развести нижние губки инструмента и расположить между ними контролируемую деталь. При этом следует быть осторожным, так как края губок острые, и можно получить травму при неаккуратном обращении с инструментом.
- Губки штангенциркуля сжать до соприкосновения с деталью. Если материал изготовления детали имеет мягкую структуру, то сильное сжатие губок приведет к неточности измерения. Поэтому губки необходимо сдавливать осторожно, только до соприкосновения с поверхностью детали. Для передвижения рамки штангенциркуля используют большой палец руки.
- Проверить расположение губок относительно детали. Они должны находиться на равном расстоянии от краев детали, наличие перекосов инструмента не допускается.
- Зафиксировать винт, предназначенный для зажима подвижной рамки. Это позволяет сохранить положение рамки для точных результатов измерения. Затягивать винт целесообразно большим и указательным пальцем, одновременно этой же рукой удерживать инструмент в одном положении, чтобы не сдвигать его для обеспечения точности измерения.
- Отложить деталь в сторону, а зафиксированный штангенциркуль без детали взять для снятия результатов замера.
- Этап снятия показаний инструмента является очень важным, так как неточность при измерении может привести к серьезным последствиям на производстве.

Штангенциркуль расположить прямо перед глазами.

1.5. Измерение штангенциркулем

Принцип работы, как и устройство, штангенциркуля не имеет особых сложностей. Губки разводят, двигая нониус по основной штанге, если проводятся наружные измерения. В случае с внутренними измерениями следует проделать обратную операцию. Губки сводят вместе, затем постепенно разводят, пока они не упрутся во внутренние края отверстия.

Перед работой проверяют техническое состояние штангенциркуля и при необходимости настраивают его. Если прибор имеет перекошенные губки, пользоваться им нельзя. Не допускаются также забоины, коррозия и царапины на рабочих поверхностях. Необходи-

мо, чтобы торцы штанги и линейки-глубиномера при совмещенных губках совпадали. Шкала инструмента должна быть чистой, хорошо читаемой.

Последовательность измерений:

- Губки штангенциркуля плотно с небольшим усилием, без зазоров и перекосов прижимают к детали.
- Определяя величину наружного диаметра цилиндра (вала, болта и т. д.), следят за тем, чтобы плоскость рамки была перпендикулярна его оси.
- При измерении цилиндрических отверстий губки штангенциркуля располагают в диаметрально противоположных точках, которые можно найти, ориентируясь по максимальным показаниям шкалы. При этом плоскость рамки должна проходить через ось отверстия, т.е. не допускается измерение по хорде или под углом к оси.
- Чтобы измерить глубину отверстия, штангу устанавливают у его края перпендикулярно поверхности детали. Линейку глубиномера выдвигают до упора в дно при помощи подвижной рамки.
- Полученный размер фиксируют стопорным винтом и определяют показания.

Работая со штангенциркулем, следят за плавностью хода рамки. Она должна плотно, без покачивания сидеть на штанге, при этом передвигаться без рывков умеренным усилием, которое регулируется стопорным винтом. Необходимо, чтобы при совмещенных губках нулевой штрих нониуса совпадал с нулевым штрихом штанги. В противном случае требуется переустановка нониуса, для чего ослабляют его винты

Предположим, требуется узнать точный размер детали, используя стандартный штангенциркуль с глубиномером. На рис. 13 показан процесс измерений: слева губки для наружных измерений зажимают деталь, размер которой требуется определить, справа показаны основная и нониусная шкалы, деления которых и составят результат измерений.



Рис. 13. Измерение штангенциркулем

После зажима детали необходимо зафиксировать рамку винтом. Сначала надо подсчитать, сколько получилось целых миллиметров. Найдите на шкале штанги тот штрих, что расположен максимально близко к нулю на нониусе. На рисунке он показан первой верхней стрелкой. Это значение – в данном случае 13 мм – надо запомнить или записать. Далее высчитываются доли миллиметра. Теперь уже на нониусе нужно отыскать штрих, ближайший к нулю, который одновременно совпадает со штрихом на шкале штанги. На рисунке этот штрих обозначен второй верхней стрелкой. Далее определяем его порядковый номер – это 21. Затем эту цифру умножаем на цену деления нониуса. В приведенном примере она равна 0,01 мм. Теперь остается лишь определить точное значение, показанное штангенциркулем, – для этого нужно суммировать целое число с долями. Полученный результат – 13,21 мм.

Если для измерений используют цифровой или циферблатный инструмент, процедура измерений упрощается.

1.6. Примеры измерения штангенциркулем

Для измерения толщины или диаметра детали нужно развести губки штангенциркуля, вставить в них деталь и свести губки до соприкосновения с поверхностью детали. Плоскости губок при смыкании должны быть параллельны плоскости измеряемой детали. Внешний диаметр трубы измеряется точно так же, как и размер плоской детали, только нужно, чтобы губки прикасались к диаметрально противоположным сторонам трубы (рис. 14).



Рис. 14. Измерение наружного диаметра трубы

Для измерения внутреннего размера в детали или внутреннего диаметра трубы, у штангенциркуля есть дополнительные губки для внутренних измерений. Их заводят в отверстие и раздвигают до упора в стенки детали. При измерении внутренних диаметров отверстий добиваются максимального показания, а при измерении в отверстиях параллельных сторон, добиваются минимальных показаний (рис. 15).

В некоторых типах штангенциркулей губки не смыкаются до нуля и имеют собственную толщину, которая обычно на них выбита, например, число «10», хотя первая риска нониуса стоит на нулевой отметке. В случае измерения диаметров отверстий таким штангенциркулем к считанным показаниям по шкале нониуса добавляется 10 мм.

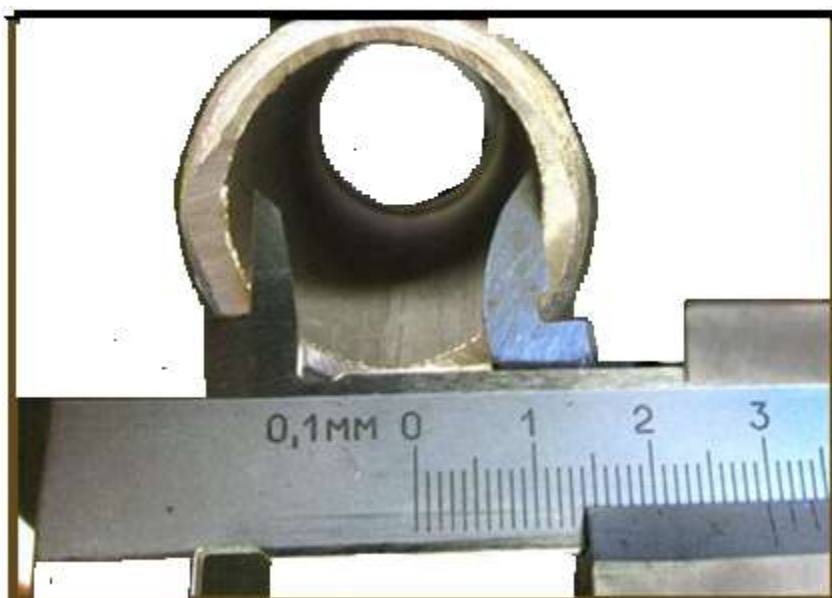


Рис. 15. Измерение диаметра отверстия

С помощью штангенциркуля типа «колумбус», имеющего подвижную линейку глубиномера, можно измерять глубину отверстия в деталях (рис. 16).

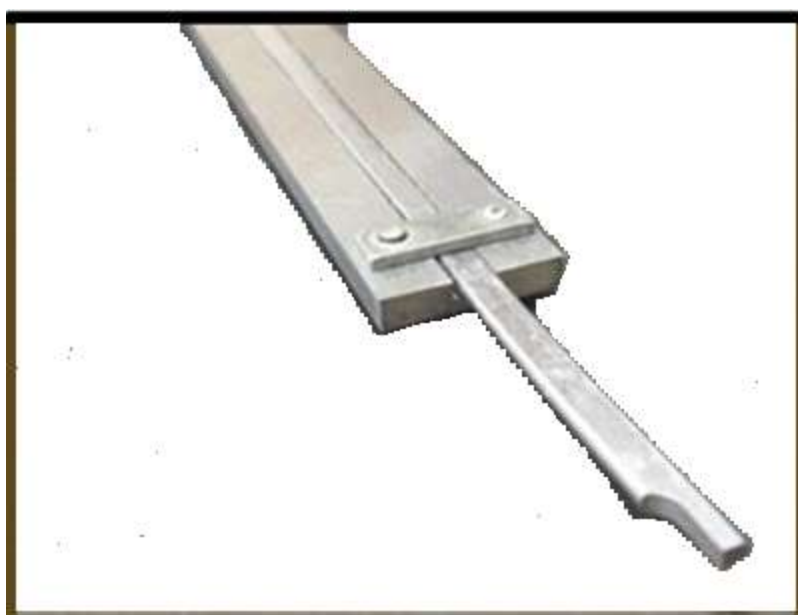


Рис. 16. Линейка глубиномера

Для этого нужно полностью выдвинуть линейку глубиномера из штанги, вставить ее до упора в отверстие. Подвести до упора в поверхность торца детали штанги штангенциркуля, при этом не допуская выхода линейки глубиномера из отверстия (рис. 17).



Рис. 17. Измерение глубины отверстия

На рисунке, для наглядности, линейка глубиномера штангенциркуля приложена с внешней стороны отрезка трубы.

1.7. Примеры выполнения разметки деталей штангенциркулем

Штангенциркуль не предназначен для нанесения разметочных линий на материалах и деталях. Но если губки штангенциркуля для наружных измерений заточить на мелкозернистом наждачном круге, придав им острую форму, как показано на рис. 18, то разметку штангенциркулем будет удобно производить. Снимать лишний металл с губок нужно очень аккуратно и медленно, не допуская цветов побежалости металла губок от сильного разогрева, иначе можно их испортить. Чтобы ускорить работу, для охлаждения губок, можно периодически окунать их на непродолжительное время в емкость с холодной водой.



Рис. 18. Заточка губок штангенциркуля для разметки

Для того чтобы отмерить полоску листового материала с параллельными сторонами, нужно раздвинуть губки штангенциркуля ориентируясь по шкале на заданный размер, одной губкой вести по торцу листа, а второй процарапать линию. Так как губки штангенциркуля закалены, они не истираются. Можно размечать как мягкие материалы, так и твердые (медь, латунь, сталь), на них остаются хорошо заметные риски рис. 19).

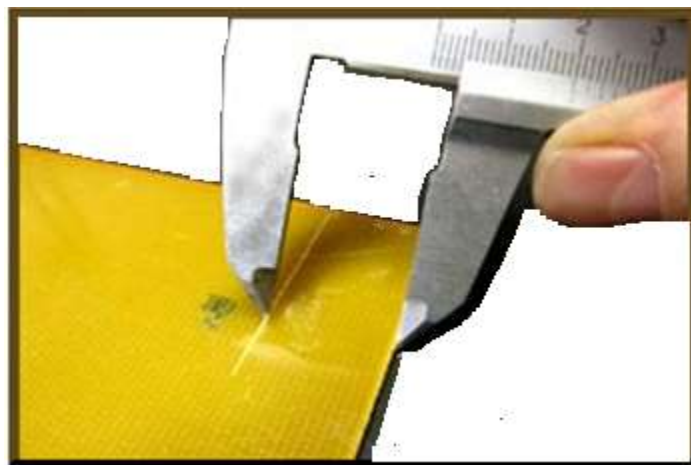


Рис. 19. Разметка штангенциркулем

С помощью заточенных остро губок штангенциркуля можно легко наметить линию окружности. Для этого в центре делается неглубокое отверстие диаметром около 1 мм, в него упираясь одной из губок, второй прочерчивают линию окружности (рис. 20).

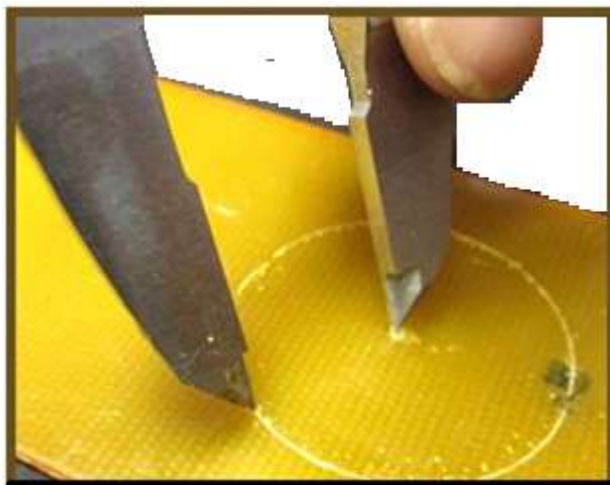


Рис. 20. Разметка окружности

Благодаря доработке формы губок штангенциркуля для наружных измерений, появилась возможность точно, удобно и быстро выполнять разметку деталей для их последующей механической обработки.

2. НАЗНАЧЕНИЕ, ТИПЫ УСТРОЙСТВО И ИЗМЕРЕНИЕ МИКРОМЕТРОМ

2.1. Назначение микрометра

Микрометр – измерительный прибор очень высокой точности. Применяется в различных областях производства для измерения высокоточных деталей. Погрешность прибора очень мала, составляет от 2–9 мкм (микрометров). $0,1 \text{ мм} = 100 \text{ мкм}$ (один микрометр в сто раз меньше десятой доли миллиметра). 1 мкм – миллионная доля метра. Что намного меньше, чем у штангенциркуля.

Микрометр служит для получения значений линейных размеров с высокой точностью. В отличие от других ручных средств измерений, например штангенциркуля, он позволяет получать данные с точностью до сотых долей миллиметра. Можно измерять толщину деталей, их диаметр или сечение. Это требуется для контроля размеров, подгонки элементов, выполнения дублей деталей.

2.2. Типы микрометров

Существуют микрометры различных типов. Наиболее распространены гладкие приборы. Они находят применение, как в профессиональной сфере, так и в быту.

По способу снятия показаний все выпускаемые микрометры можно разделить на следующие группы:

Механические микрометры



Рис. 21. Механический микрометр

Самый распространенный тип, размеры снимаются при помощи используемого в конструкции нониусного барабана. Позволяют производить измерения с точностью 0,01 мм. На стебле микрометрической головки и барабане нанесены шкалы, по которым и определяется размер. В качестве примера можно привести гладкие микрометры МК, модели МК-25, МК-50, МК-75 и т.д.



Рис. 22. Микрометр с эталонным вкладышем

Электронные микрометры



Рис. 23. Электронный микрометр

Современная модель, для снятия размеров в которой используется электронное цифровое табло. Из плюсов – повышенная точность, до 0,001 мм, и простота в использовании. Кроме того, обладают функциями установки на ноль в любой точке, перевод миллиметры – дюймы, переключение между абсолютными и относительными измерениями, вывод данных на компьютер. В обозначение данного типа добавляется буква «Ц», так, для гладких электронных микрометров это будет МКЦ, и соответственно модели МКЦ-25, МКЦ-50, МКЦ-75 и т. д.

Стрелочные микрометры



Рис. 24. Стрелочные микрометры

Определение размеров происходит с использованием присутствующего в конструкции стрелочного индикатора. Среди представителей – листовые микрометры МЛ (модели МЛ-5, МЛ-10, МЛ-25) и

рычажные микрометры МР и МРИ (модели МР-25, МР-50, МР-75, МР-100, МРИ-125, МРИ-150 и т.д.).

Как уже упоминалось, выпускается большое разнообразие микрометров. Для многих видов работ существует своя собственная, отличная от других, конструкция. Особенности заключаются в использовании специальных форм скоб и измерительных поверхностей, дополнительных механизмов, облегчающих работу. Вот основные типы микрометров, применяемых сегодня:

Микрометры гладкие МК, МКЦ



Рис. 25. Микрометр гладкий электронный

Универсальный тип микрометра. Микрометрический стержень и пятка имеют гладкие измерительные поверхности, вылет скобы позволяет измерять диаметры на круглых поверхностях. Выпускаются с механической (МК) и электронной (МКЦ) системой отсчета. Диапазон измерений – 25 мм для моделей с верхним пределом до 300 мм (МК-25, МК-50 и т.д. до МК-300), более – с диапазоном 100 мм (МК-400, МК-500 и т.д.).

Микрометры рычажные МР, МРИ



Рис. 26. Микрометр рычажный стрелочный

В конструкции имеется рычаг для отвода пятки и стрелочный индикатор для снятия показаний. В основном используются в серийном производстве, когда необходимо проверять один и тот же наружный размер на партии деталей. Для этого микрометр первоначально устанавливается на номинальный размер, а затем в процессе работы для каждой детали по индикатору определяется отклонение от него. Модели МР выпускаются с точностью отсчета 0,001 и 0,002 мм (МР-25-0.001, МР-50-0.002 и т.п.); модели МРИ – с точностью 0,01 мм (МРИ-25-0.01, МРИ-50-0.01 и т.д.).

Микрометры листовые МЛ



Рис. 27. Микрометр листовой МЛ

Используются для определения толщины листового и ленточного материала. Это может быть сталь, пластик, стекло, пленка ПВХ и т.п. Данный тип характеризуется скобой с большим вылетом, позволяющей измерять размеры на расстоянии от края изделия. Цена деления – 0,01 мм. Микрометры МЛ производства КРИН выпускаются со стрелочным циферблатом для упрощения снятия показаний, у остальных производителей размер определяется по штриховому нониусу на микрометрическом винте. Выпускаются модели МЛ-5, МЛ-10, МЛ-25, МЛ-50.

Микрометры трубные МТ



Рис. 28. Микрометр трубный МТ

Для определения толщины стенки труб и других закругленных изделий. Особенность данного типа в форме неподвижной пятки – она изготавливается со сферической поверхностью. Это уменьшает пятно контакта с измеряемым изделием и не дает кривизне поверхности влиять на результат. Выпускается несколько модификаций трубных микрометров – это может быть «классический» вариант с прямоугольной скобой и запрессованной в ней закругленной пяткой; или неподвижная часть может быть выполнена в форме стержня с утолщением на конце, что позволяет производить измерения более глубоко от края изделия. Выпускаются с точностью 0,01 мм, модели МТ-15, МТ-25, МТ-50.

Микрометры зубомерные МЗ



Рис. 29. Микрометр зубомерный МЗ

Предназначены для определения длины общей нормали зубчатых колес. Измерительные поверхности пятки и подвижного стержня у этой модели имеют широкие измерительные поверхности, не менее 24 мм в диаметре, что облегчает их центрирование по хорде зуба. Применяются для зубьев с модулем от 1 мм, обладают точностью 0,01 мм. Выпускаются модели от МЗ-25 до МЗ-300.

Микрометры со вставками МВМ/МВУ



Рис. 30. Микрометр со вставками МВМ/МВУ

Позволяют измерять средний диаметр резьб. В пятке и подвижном стержне микрометра выполнены отверстия, куда вставляются идущие в комплекте вставки специальной формы. Стандартно комплектуются вставками для метрической резьбы, по дополнительному заказу возможна поставка со вставками для дюймовой и трубной резьбы. Выпускаются модели от МВМ-25 до МВМ-350.

Применяются для определения наружного диаметра многолезвийного инструмента. Вместо неподвижной пятки здесь используется угловая скоба с твердосплавными накладками, образующая опорную призму. Выпускаются следующие модификации:

- **тип МТИ** – для трехлезвийного инструмента, угол призмы 60° (модели от МТИ-20 до МТИ-80);
- **тип МПИ** – для пятилезвийного инструмента, угол призмы 108° (модели от МПИ-25 до МПИ-105);
- **тип МСИ** – для семилезвийного инструмента, угол призмы $128^\circ 34'$ (модели от МСИ-25 до МСИ-105).

Микрометры призматические



Рис. 31. Микрометр призматический

Микрометры с малыми измерительными поверхностями МК-МП



Рис. 32. Микрометры с малыми измерительными поверхностями МК-МП

Измерительные поверхности имеют форму тонких стержней с диаметром 2 мм. Применяются для измерения пазов, выточек, мелких деталей. Также выпускается электронная модель МКЦ-МП. Диапазоны измерений 0–25, 25–50, 50–75, 75–100 мм.

Микрометры точечные МК-ТП



Рис. 33. Микрометры точечные МК-ТП

Имеют еще меньшую площадь контакта, 0,3 мм. Измерительные поверхности имеют форму остроконечных конусов. Электронная модель обозначается МКЦ-ТП. Диапазоны измерений 0–25, 25–50, 50–75, 75–100 мм.

Микрометры с механическим бегунком МКЦМ



Рис. 34. Микрометры с механическим бегунком МКЦМ

Отличаются от гладких микрометров МК наличием дополнительного цифрового бегунка, отсчитывающего показания, что облегчает снятие значений. Также считывание может осуществляться обычным способом по шкале на стебле и барабане. Выпускаются модели с диапазонами от 0–25 до 275–300 мм.

Микрометры для внутренних измерений (другое название – нутромеры микрометрические с боковыми губками)



Рис. 35. Микрометры для внутренних измерений

Данный тип не имеет скобы, вместо этого на корпусе микрометрической головки расположены подвижная и неподвижная губки, позволяющие снимать внутренние размеры. Выпускаются с диапазонами от 5-30 мм до 275–300 мм.

2.3. Устройство микрометра

Устройство микрометра приведено на рис. 36.

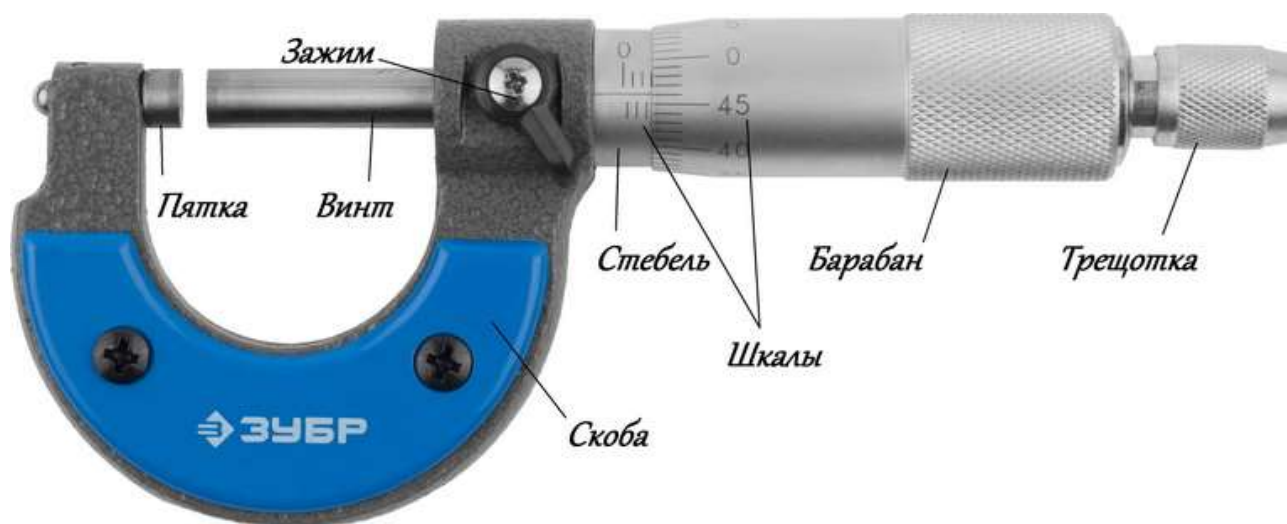


Рис. 36. Устройство микрометра

Основой конструкции является С-образная скоба, с обеих сторон которой находятся измерительные поверхности – неподвижная пятка и подвижный винт. Между ними помещают измеряемую деталь. Зажим на скобе нужен для фиксации полученного значения, например, чтобы сравнивать одну деталь с другой.

Вторая часть устройства – это стебель с горизонтальной шкалой и барабан с вертикальной шкалой. На конце находится гайка с трещоткой – ее вращают для регулировки хода винта. Самое главное – шкалы измерений. На стебле нанесена горизонтальная шкала, которая уходит вглубь под цилиндр. Часть ее открывается при регулировке винта в зависимости от толщины зажимаемой детали. На шкале имеется прямая линия, которая является эталонной рисккой. С одной ее стороны расположены деления с шагом в 1 мм, а с другой – деления с таким же шагом, только они смещены на 0,5 мм в сторону. Это сделано с расчетом на то, что один поворот барабана смещает винт ровно на 0,5 мм. Вертикальная шкала на цилиндре барабана имеет деления с шагом в 0,01 мм.

Конструкция прибора достаточно проста, и при правильном использовании можно легко добиться точных измерений. Однако если вы впервые будете работать с микрометром, познакомьтесь с базовыми рекомендациями. Так вы сможете избежать наиболее распространенных ошибок и с первых же попыток будете с микрометром на «ТЫ».

2.4. Подготовка микрометра к работе

Работа с микрометром начинается с его настройки. Важным навыком является установка нулевой отметки. Это понадобится как в начале работ для проверки точности устройства, так и в процессе эксплуатации, если вы предположили, что настройки сбились.

Измерительные поверхности нужно протереть. На них не должно быть грязи и пыли. Выкрутите барабан с винтом – отделите его от стебля микрометра. Цилиндр барабана пока не закреплен и находится в свободном вращении. Он становится неподвижным, когда его фиксирует гайка с трещоткой. Гайкой вращаем винт до тех пор, пока губки не сомкнутся. Трещоткой до щелчка подтягиваем винт, чтобы зафиксировать измерительные поверхности. Барабан вращают, пока нулевая точка на его шкале не совпадет с эталонной рисккой на стебле. Это и есть нулевое положение.

Важно знать! При выставлении нуля смотрите на шкалу под прямым углом и лучше со стороны барабана. Деления должны совпасть точно. Если смотреть сверху или снизу, визуально можно ошибиться с рисками и получить неверное нулевое положение. Верный принцип показан на рис. 37.

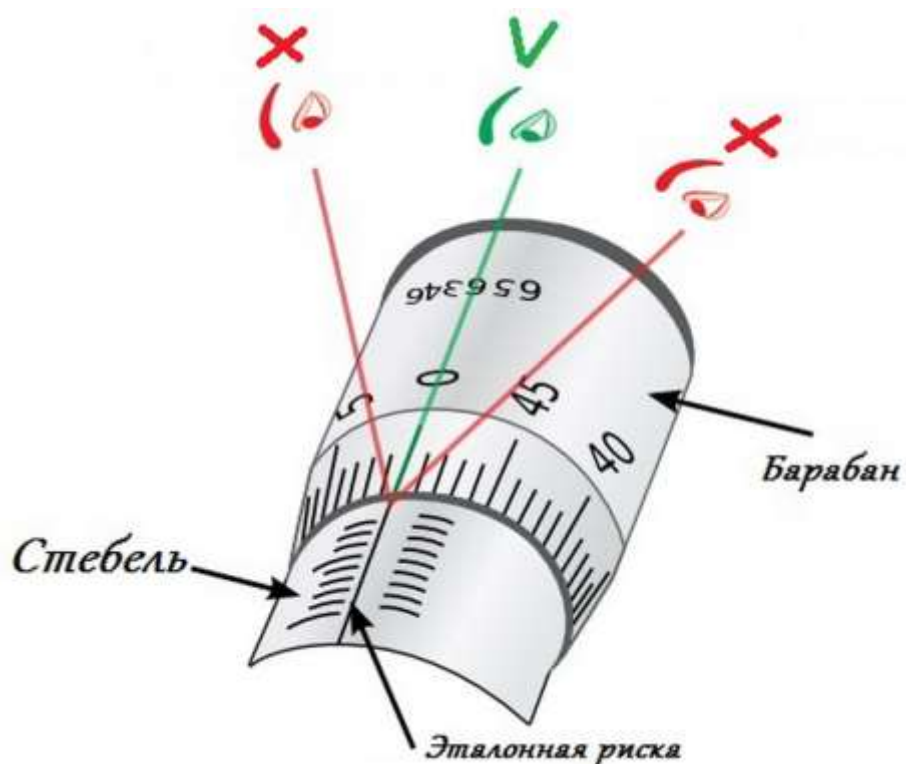


Рис. 37. Угол обзора при выставлении нуля

2.5. Измерение микрометром

Чтобы научиться пользоваться микрометром, возьмите небольшую металлическую деталь (рис. 24). Лучше заранее знать диаметр или его значение, которому он должен соответствовать (не факт, что заявленный размер соответствует действительности). Алгоритм измерений можно описать в 3 простых шага.



Рис. 38. Измерение детали микрометром

Шаг 1. Помещаем деталь между измерительными поверхностями. Для этого путем вращения барабана даем ход винту – раскрываем микрометр для измерения.

Шаг 2. Зажимаем деталь, вращая гайку трещотки. Как только вы услышите щелчки, вращение нужно прекратить.

Шаг 3. Смотрим значения. Размер вычисляется так: к значениям на горизонтальной шкале прибавляются значения на вертикальной шкале. Подробнее об этом описано ниже. Винтом зажима можно зафиксировать полученное значение.

Важно знать! Не зажимайте деталь вращением барабана, иначе есть риск сдавить ее и получить неверные измерения. Такого не случится при фиксации трещоткой, так как она регулирует усилие и подает сигнал щелчками.

2.6. Определение показаний микрометра

Указателем при отсчете по шкале 2 стебля (рис. 25) служит торец барабана, а продольный штрих 1 является указателем для круговой шкалы 3. Пронумерованная шкала стебля показывает количество миллиметров, а его дополнительная шкала служит для подсчета половин миллиметров.

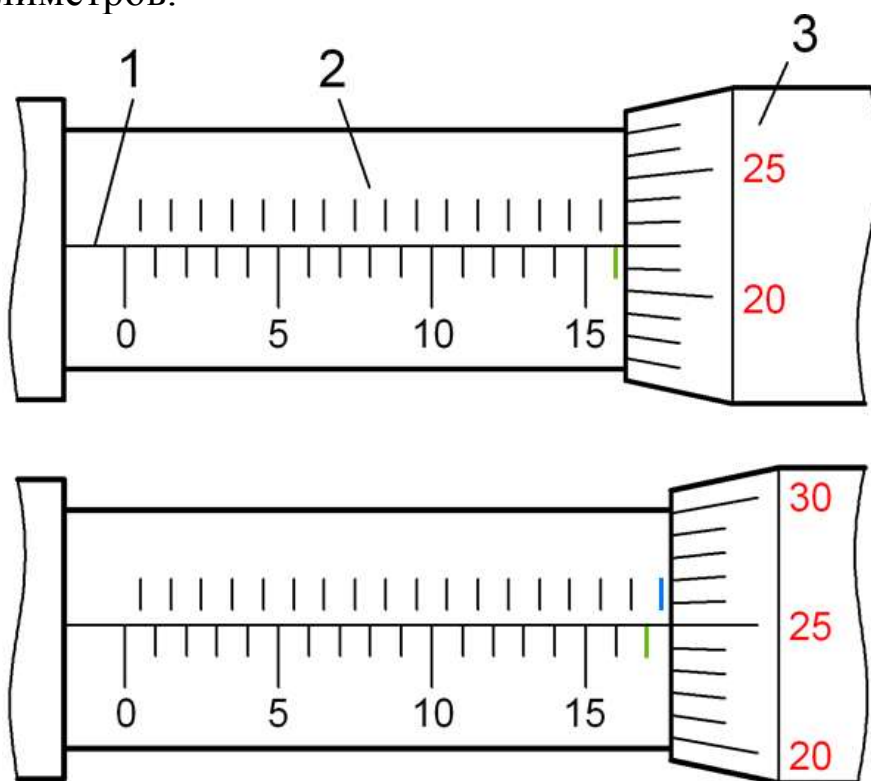


Рис. 39. Определение показаний микрометра

Отметим последний полностью открытый барабаном штрих миллиметровой шкалы стебля. Его значение составляет целое число миллиметров. Если правее этого штриха имеется открытый штрих дополнительной шкалы (сверху центральной линии горизонтальной шкалы), нужно прибавить 0,5 мм к полученному значению.

При отсчете показаний круговой шкалы 3 в расчет берут то её значение, которое совпадает с продольной центральной линией 1. Таким образом, на верхнем изображении показания прибора составляют:

- $16 + 0,22 = 16,22$ мм.
на нижнем изображении:
- $17 + 0,5 + 0,25 = 17,75$ мм.

Распространенной ошибкой является случай, когда неверно учитывают (или не учитывают) величину 0,5 мм. Это связано с тем, что ближайший к барабану штрих дополнительной шкалы может быть открыт частично. При необходимости проверьте себя с помощью штангенциркуля.

2.7. Настройка микрометра и проверка его точности

Проверку нулевых показаний микрометра проводят каждый раз перед началом работы, при необходимости выполняют настройку. Ниже приведена общая последовательность действий.

- Проверить жесткость крепления пятки и стебля микрометра в скобе. Протереть чистой мягкой тканью измерительные поверхности.
- Проверить нулевые показания инструмента. Для этого у МК-25 соединяют между собой рабочие поверхности пятки и микрометрического винта усилием трещотки (3-5 щелчков). Если прибор настроен правильно, его показания будут равны 0,00.

Для проверки микрометров с диапазоном измерений 25–50 мм, 50–75 мм и более используют соответствующие им эталоны (концевые меры длины), точный размер которых известен. Эталон, имеющий чистую торцевую поверхность, должен быть зажат без перекосов между измерительными поверхностями прибора усилием трещотки в несколько щелчков. Полученное значение сравнивают с известным, а при необходимости выполняют настройку микрометра в следующей последовательности.

2.8. Настройка микрометра на ноль

а) Фиксируют микрометрический винт при помощи стопорного устройства в положении с зажатой концевой мерой или соединенными вместе измерительными поверхностями.

б) Разъединяют барабан и микрометрический винт между собой. Для этого придерживают одной рукой барабан, а другой отворачивают корпус трещотки (достаточно полуоборота).

Также возможна конструкция прибора, в которой соединение барабана с микрометрическим винтом осуществлено с помощью винта или прижимной гайки с углублением. В этом случае воспользуйтесь ключом, идущим в комплекте.

в) Нулевой штрих барабана совмещается с продольным штрихом стебля. После этого барабан вновь соединяют с микрометрическим винтом, проводят новую проверку. Настройка повторяется при необходимости.

2.9. Правила ухода за микрометром

Важно помнить, что точность измерений зависит от того, как вы обращаетесь с устройством и правильно ли за ним ухаживаете. Необходимо поддерживать в чистоте измерительные поверхности – после каждого использования очищать их, избегать механических воздействий и ударов. Ведь если торцы будут загрязнены или повреждены, контакт с поверхностью измеряемой детали будет неполный – отсюда погрешность и неверные измерения. Рекомендуется хранить микрометр в коробке отдельно от каких-либо инструментов. Так что заранее подготовьте для него аккуратный ящичек либо покупайте прибор уже в комплекте с ним. Для более бережного хранения можно обложить его тонким поролоном, особенно если вы планируете выездные работы.

3. НАЗНАЧЕНИЕ, ТИПЫ, УСТРОЙСТВО И ИЗМЕРЕНИЕ НУТРОМЕРАМИ

3.1. Назначение нутромеров

Нутромеры – это прецизионные инструменты, предназначены для измерения:

- диаметров круглых отверстий;
- ширины пазов;
- расстояний между различными внутренними поверхностями деталей сложных форм.

3.2. Типы нутромеров

Выделяют две основные разновидности нутромеров: микрометрические и индикаторные.

Нутромеры микрометрические (НМ)

Их применяют для абсолютных измерений. По конструкции микрометрический нутромер представляет собой винт с жестко закрепленным барабаном и стеблем с измерительным наконечником.

Точность измерений достигает 0,01 мм. Инструменты хранятся в футлярах, защищающих приборы от загрязнений и механических повреждений.



Рис. 40. Микрометрический нутромер

Нутромеры индикаторные (НИ)

Предназначены для проведения относительных измерений. По конструкции индикаторные нутромеры состоят из двух элементов: измерительных частей и индикаторных головок с часовыми циферблатами.



Рис. 41. Индикаторный нутромер
Цена деления – 0,01 мм.

3.3. Проверка, настройка и измерение индикаторными и микрометрическими нутромерами

Согласно инструкциям нутромеры нужно проверять и настраивать перед каждым использованием. Это необходимо для получения максимально точных измерений, а также определения соответствия характеристик прибора нормативным показателям.

3.3.1. Проверка микрометрических нутромеров

- Визуально осмотрите прибор, проверьте маркировку и убедитесь в отсутствии заметных повреждений.
- Опробуйте нутромер и убедитесь в правильности взаимодействия всех частей инструмента.
- При помощи инструментального микроскопа измерьте ширину штрихов на стебле и микрометрическом барабане.
- Проверьте расстояние от края торца барабана до стебля.
- Проверьте радиусы кривизны измерительных поверхностей на наконечнике и микрометрической головке.
- При помощи горизонтального оптиметра определите погрешность показаний микрометрической головки.

- При помощи оптиметра или горизонтального длинномера определите суммарную погрешность головки с присоединенными удлинителями.

- Определите биение точки касания измерительной поверхности нутромера.

- Определите размеры установочной меры в точках ее измерительной поверхности.

Обратите внимание! Приборы с верхним пределом измерения более 1250 мм требуют дополнительной проверки на жесткость.

3.3.2. Настройка микрометрического нутромера и измерение

- Первый этап – подготовка. Используя установочную меру, настройте нутромер на ноль. Для этого поворачивайте барабан до точного совпадения нулевой отметки с продольной линией стебля. После этого затяните контргайку.

- После настройки нутромера удлините его до нужного размера при помощи удлинителя(-лей). Несколько приспособлений крепите в порядке убывания размеров.

- Введите нутромер в измеряемое пространство, приложив наконечник к одной из поверхностей. Затем вращайте барабан до тех пор, пока второй наконечник не коснется противоположной поверхности (рис. 42).

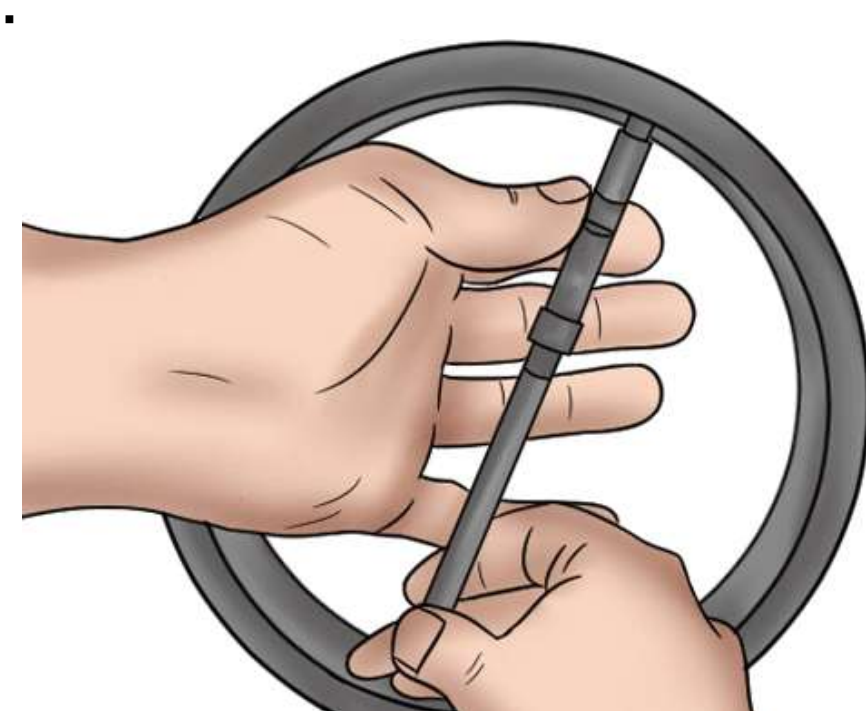


Рис. 42. Использование микрометрического нутромера

Настройка микрометрического нутромера на «ноль»

Перед началом работ прибор устанавливается «на ноль» с помощью меры, входящей в комплект. Процедуру рекомендуется выполнять при температуре +20 °С по следующему плану:

- микрометрическую головку поместить между губами установочной меры;
- вращением барабана добиться прижатия измерительных поверхностей с обеих сторон;
- закрутить фиксирующий винт и извлечь прибор.

Снять показания. Если нулевое значение на барабане совпадает с продольной линией на стебле, то прибор настроен и готов к работе.

Измерение микрометрическим нутромером

Принцип работы с таким прибором отличается от замеров с помощью индикаторных аналогов. Для измерения диаметра цилиндра на нутромере выставляется приблизительный его размер. После этого микрометрическая головка помещается в отверстие перпендикулярно его продольной оси. Вращением барабана и трещотки необходимо добиться прижатия измерительных поверхностей с двух сторон.

Завинтить до упора стопорный винт и извлечь прибор из отверстия для снятия показаний. Для получения искомого значения складываются три составляющие:

- значение на шкале;
- длина манометрической головки;
- размер удлинителя, если таковой применяется.

3.3.3. Измерения индикаторными нутромерами

Нутромеры индикаторные 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 (рис. 41) являются идеальным инструментом для проверки внутреннего диаметра цилиндров при сборке и ремонте автомобильных моторов. Сфера их применения: слесарные мастерские, пункты автосервиса и механосборочные цеха.

Существует два метода замеров: абсолютный и относительный. Первый применяется при использовании микрометрического нутромера. Прибор помещается внутрь отверстия и работает аналогично

микрометру. Он измеряет абсолютное расстояние от одной поверхности до другой в миллиметрах.

Относительный метод применяется при использовании индикаторного нутромера. Перед началом измерений прибор приводится в рабочее положение, настраивается и выставляется «на ноль».



Рис. 43. Комплект индикаторного нутромера

Принцип работы и характеристики индикаторных нутромеров

Каждый прибор состоит из двух основных узлов: индикатора с циферблатом часового типа и измерительной части (стебля). Величина перемещения подвижного стержня передается на отсчетное устройство с помощью клиновой или рычажной передачи.

Характеристики индикаторных нутромеров:

- минимальный диаметр измеряемого отверстия – от 6 мм;
- погрешность – 0,15–0,025 мм;
- цена деления – от 0,01 до 0,001 мм;
- движение стержня – от 1 до 10 мм (зависит от модели).

Как того требует инструкция, перед началом работы инструмент нужно выставить «на ноль». Удобнее всего это сделать с помощью калибровочного кольца. При его отсутствии можно воспользоваться концевой мерой со струбциной или другим прибором (например, микрометром или штангенциркулем).

Настройка нутромера по микрометру

В первую очередь проверяется точность микрометра с помощью концевой меры. Если погрешность находится в допустимых пределах, то действовать необходимо по следующему плану:

- подбирается сменный стержень (например, длиной 10 мм) и устанавливается на измерительную штангу нутромера;
- на микрометре так же выставляется размер 10 мм, после чего зажимается стопорный винт;
- нутромер фиксируется в тисках через деревянную втулку на стебле. Этим обеспечивается его неподвижность;
- стержень нутромера помещается между измерительными губками микрометра;
- отклонившаяся стрелка совмещается с отметкой «ноль» на циферблате вращением головки индикатора.

Для измерения диаметра цилиндра прибор помещается внутрь отверстия так, чтобы его стержень находился перпендикулярно продольной оси изделия. Нужное положение достигается с помощью легких покачиваний.

Если стрелка отклоняется влево от нуля, то диаметр исследуемого отверстия больше размера образца. Если вправо – то меньше.

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

Зная диаметр образца (10 мм), производим окончательный расчет: $10 + 0,15 = 10,15$ мм.

При снятии показаний стоит учитывать, что индикатор имеет две шкалы:

- большую – сотые доли миллиметра;
- малую – миллиметры.

Для измерения отверстий больших размеров применяются дополнительные стержни-удлинители, входящие в комплектацию нутромера. Более детальную информацию о том, как пользоваться прибором, вы можете найти в инструкции по эксплуатации.

Измерение индикаторным нутромером

Проверка индикаторных нутромеров

Чтобы проверить индикаторный нутромер:

- визуально осмотрите устройство, проверьте комплексность, убедитесь в отсутствии видимых повреждений;
- проверьте правильность взаимодействия частей прибора;
- удостоверьтесь в том, что технические и метрологические характеристики в норме.

Для начала работы индикаторный нутромер нужно настроить на ноль. Сделать это можно при помощи калибровочного кольца или концевой меры.

Для измерения характеристики отверстия нутромер вводят в него перпендикулярно оси. По направлению и величине отклонения стрелки индикатора судят о том, насколько измеряемый размер отличается от эталонного. Если стрелка отклоняется вправо, значит, измеряемый размер меньше заданного, а если влево – то больше (рис. 44).



Рис. 44. Настройка индикаторного нутромера

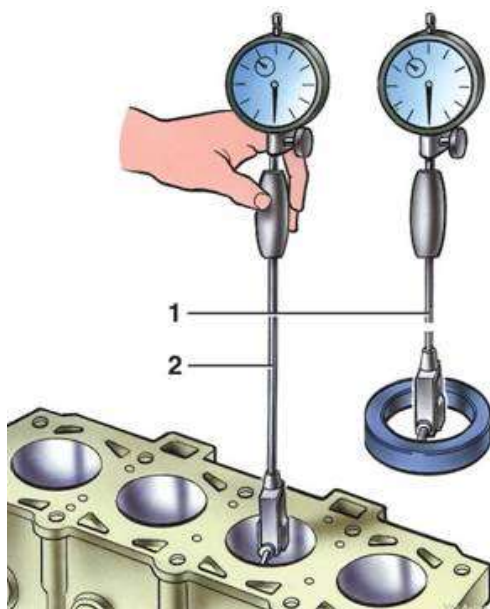


Рис. 45. Проверка цилиндров при помощи индикаторного нутромера:

- 1 – микрометр 75-100 мм с точностью измерения 0,01 мм (ибо номинальный диаметр цилиндров нашего двигателя – 78 мм);
- 2 – измерение нутромером со вставкой № 7 (до 80 мм)

Проверить и при надобности откалибровать (установить «в ноль») микрометр входящим в его состав эталонным калибром (рис. 46).



Рис. 46. Проверка точности микрометра эталонным калибром

Если на эталонном калибре микрометр не выставляется «в ноль», – прибегаем в подстройке инструментом, входящим в комплект микрометра).



Рис. 47. Инструмент для настройки микрометра на «ноль»

Выставить на микрометре 78 мм и зажать винтом фиксации положения.



Рис. 48. Установка микрометра на размер

Для замеров необходим нутромер с пределом измерений 50–160 мм. Собрать нутромер.



Рис. 49. Комплект нутромера

Из комплекта взять в руку стрелочный индикатор часового типа и, прижав пальцем сверху шток индикатора, вставляем его в корпус нутромера, после чего фиксируем его в нутромере, находящейся там же обжимной скобой с винтом.



Рис. 50. Установка индикатора часового типа в штангу

Выбрать стержень-вставку подходящей длины и, накрутив на него гайку, вкрутить в нутромер (на стержне одна гайка, но накрутить надо две, так удобнее будет подстраивать в микрометре длину стержня) (рис. 51).

Вкрутить стержень-вставку в нутромер на глубину так, чтобы на противоположной стороне плавающий упор имел утопление примерно 1 мм от хода при выставлении нужного размера по микрометру.

Установить нутромер на выставленный на микрометре размер 78 мм (рис. 52).

Внутренний шток нутромера, несмотря на то, что стрелочный индикатор имеет диапазон хода 3 мм, имеет ход примерно 2–2,5 мм. Поэтому, выставляя по микрометру нутромер, необходимо учитывать запас хода и выставлять нутромер «в ноль» на нажатом штоке примерно на 1 мм.

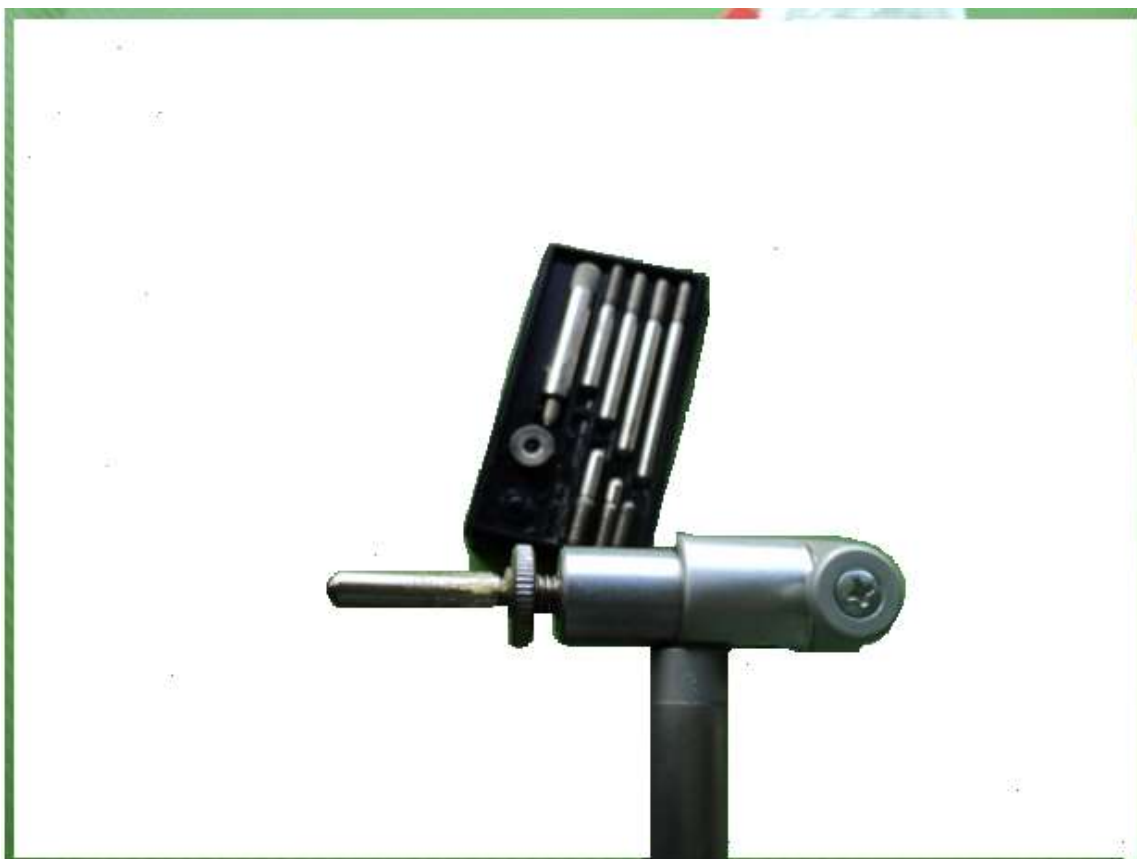


Рис. 51. Стержни-вставки с маркировкой пределов измерений

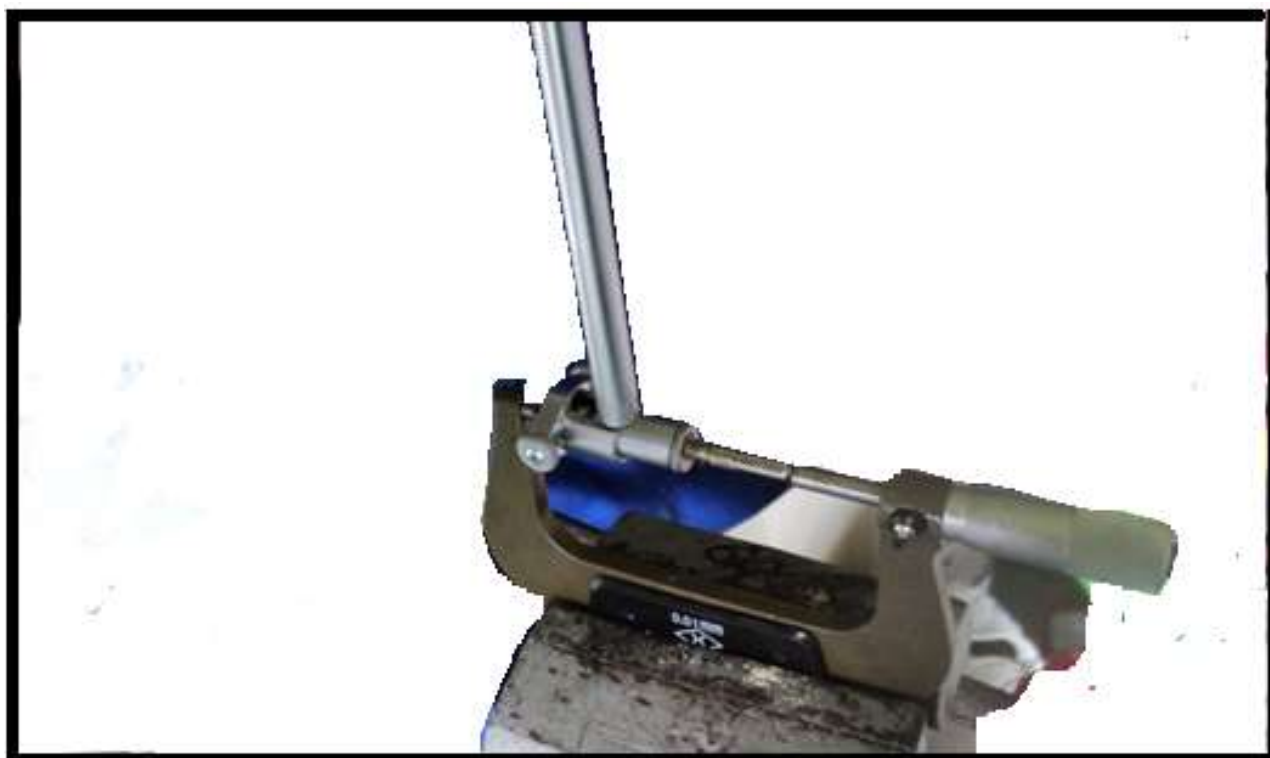


Рис. 52. Установка нутромера на размер по микрометр



Рис. 53. Установка «0» на индикаторе часового типа

Выставление нуля на индикаторе осуществляется поворотом вращающегося внешнего кольца индикатора (рис. 53).

Замеры каждого цилиндра произвести в трех плоскостях (А, В, С) по высоте цилиндра и в двух взаимно перпендикулярных сечениях (Х и Y) по схеме на рис. 54.

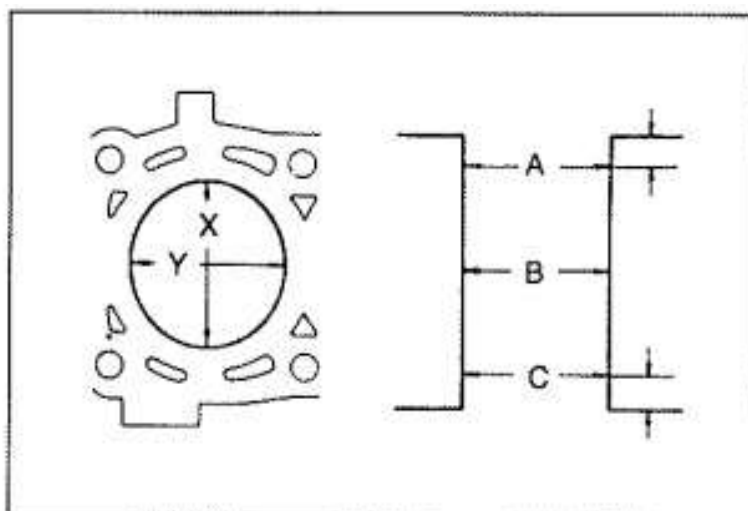


Рис. 54. Схема замеров цилиндров

Вставлять нутромер к цилиндр надо стороной куда вкручивается застопоренный стержень – противоположная сторона является подвижной. Выяснение точки замера выявляется небольшим покачиванием влево вправо – точка замера всегда будет находится между началами покачиваний нутромера.

3.4. Условия эксплуатации, хранения и методика поверки нутромеров

Межповерочный интервал для измерителей данного типа составляет 1 год. Поверка прибора производится в соответствии с методикой МИ 2192-92.

Условия эксплуатации нутромеров:

- окружающая температура – от +15 до +25 °С;
- влажность – до 80%;
- установка ноля – перед каждым началом работы.

При пользовании индикаторным нутромером рекомендуется его удерживать за деревянную втулку. В противном случае стальная штанга будет нагреваться от тепла руки. Это повлечет ее удлинение на сотые доли миллиметра, что спровоцирует искажение показаний индикатора.

Разборка индикаторного нутромера

Разборка прибора производится в порядке, обратном сборке. Сначала вывинчивается удлинительный стержень, а затем индикатор отделяется от измерительной штанги. Перед длительным хранением все элементы конструкции, за исключением циферблата индикатора, протираются авиационным бензином и смазываются. Хранение нутромера осуществляется в упаковочном боксе при температуре $+20 \pm 5$ °С.

Полезные советы по использованию и хранению микрометрических и индикаторных нутромеров

- Не забывайте проверять и настраивать нутромеры перед проведением измерений.
- Не выворачивайте винты установочных мер для сохранения их размеров.
- При удлинении микрометрических нутромеров не перетягивайте соединения.
- При измерениях поддерживайте нутромеры в местах с минимальными прогибами.

- Делайте все максимально аккуратно. Не допускайте падений и ударов.
- Регулярно очищайте шкалы от загрязнений.
- Храните нутромеры в специальных футлярах в помещениях и зонах с невысокой влажностью воздуха.

Поверка нутромеров

Как и все использующиеся на производствах индикаторные инструменты, нутромеры должны проходить периодические поверки. Их проводят в аттестованных Росстандартом лабораториях. После поверок на изделия наносят маркировки, несущие информацию о пригодности/непригодности инструментов для проведения измерений с заявленной точностью.

Нутромеры должны проходить поверки в соответствии с утвержденным на предприятии планом проведения метрологических испытаний, но не реже, чем раз в три года. По результатам поверок составляют протоколы и акты. непригодные инструменты исключают из использования.

СОДЕРЖАНИЕ

1. НАЗНАЧЕНИЕ, ТИПЫ, УСТРОЙСТВО И ИЗМЕРЕНИЕ ШТАНГЕНЦИРКУЛЯМИ.	3
1.1. Назначение штангенциркулей	3
1.2. Типы штангенциркулей	3
1.3. Устройство нониусного штангенциркуля	7
1.4. Правила пользования штангенциркулем	9
1.5. Измерение штангенциркулем	11
1.6. Примеры измерения штангенциркулем	15
1.7. Примеры выполнения разметки деталей штангенциркулем	17
2. НАЗНАЧЕНИЕ, ТИПЫ УСТРОЙСТВО И ИЗМЕРЕНИЕ МИКРОМЕТРОМ	17
2.1. Назначение микрометра	17
2.2. Типы микрометров	18
2.3. Устройство микрометра	26
2.4. Подготовка микрометра к работе	27
2.5. Измерение микрометром	28
2.6. Определение показаний микрометра	28
2.7. Настройка микрометра и проверка его точности	30
2.8. Настройка микрометра на ноль	30
2.9. Правила ухода за микрометром	31
3. НАЗНАЧЕНИЕ, ТИПЫ, УСТРОЙСТВО И ИЗМЕРЕНИЕ НУТРОМЕРАМИ	31
3.1. Назначение нутромеров	31
3.2. Типы нутромеров	31
3.3. Проверка, настройка и измерение индикаторными и микрометрическими нутромерами	33
3.4. Условия эксплуатации, хранения и методика поверки нутромеров	43