

ПРЕЗЕНТАЦИЯ Краткого конспекта по ВИК № 8
Тема 8 – Основы технических измерений (78 стр.)

(разделы учебника по ВИК

Клюев В.В., Соснин Ф.Р. Визуальный и измерительный контроль. М. РОНКТД, 1998.236 с.)

Содержание:

1. **Виды измерений и их погрешности.**
2. **Классификация измерительных средств и методов измерений**
3. **Метрологические показатели средств измерения**
4. **Шероховатость поверхности.**
5. **Основные измерительные приборы (инструменты).**

На страницах:

3, 4, 5, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 28, 29, 30, 34, 41, 43, 44, 48, 58, 76 и 77
приведены контрольные тестовые вопросы, в порядке изложенного материала,
которые часто используются при проверке знаний на общем экзамене
при аттестации по ВИК на второй уровень квалификации.

Тренируйте свою память!

1. Виды измерений и их погрешности. (краткие сведения из метрологии)

Метрология — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

К основным задачам метрологии относятся:

- установление единиц физических величин и государственных эталонов единиц физических величин;
- создание образцовых средств измерений;
- определение физических констант и физико-химических свойств веществ и материалов, а также получение стандартных образцов этих свойств;
- разработка стандартных методов и средств испытания и контроля;
- разработка теории измерений и методов оценки погрешностей;
- надзор за приборостроением и эксплуатацией средств измерений;
- систематические поверки мер и измерительных приборов;
- ревизии состояния измерений на предприятиях и организациях.

Осуществление указанных задач, стоящих перед Государственной метрологической службой РФ, достигается государственной системой обеспечения единств измерений (**ГСИ**).

Измерением называется нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Измерения, по способу получения результатов, разделяют на: **прямые, косвенные, абсолютные и относительные.**

Измерение	Определение
Прямое	Измерение, при котором искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных
Косвенное	Измерение, при котором искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям
Абсолютное	Измерение, основанное на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и (или) использовании значений физических констант
Относительное	Измерение отношения: величины к одноименной величине, играющей роль единицы, или измерение величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную

1. Измерение, при котором искомое значения величины находят непосредственно из опытных данных, называется:

- а – прямым;
- б - косвенным;
- в - абсолютным;
- г - относительным.

2. Измерение, при котором искомое значения величины находят на основании известной зависимости, называется:

- а - прямым;
- б - косвенным;
- в - абсолютным;
- г - относительным.

3. Измерение, основанное на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и использовании значений физических констант, называется:

а - непосредственным;

б - косвенным;

в - абсолютным;

г - относительным.

4. Измерение величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную, называется:

а - прямым;

б - косвенным;

в - абсолютным;

г - относительным.

28. Линейные размеры делятся на:

а - мм, см и м;

б - нормальные, максимальные и минимальные;

в - номинальные, действительные и предельные.

Измерения осуществляют с помощью **технических средств**, к которым относятся:

меры.

измерительные приборы.

измерительные преобразователи.

измерительные установки и

измерительные системы.

Средство измерений (см раздел 3)	Определение	Примеры
Мера	Средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера	<i>Плоскопараллельные концевые меры длины. Угловые меры</i>
Измерительный прибор (измерительное устройство)	Средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем	<i>Мерительные линейки, рулетки, штангенинструменты. Микрометрические приборы. Инструментальный микроскоп</i>
Измерительный преобразователь (измерительное устройство)	Средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем	Индуктивный преобразователь измерительного прибора

5. Что относится к концевым мерам длины?

а - линейки;

б - рулетки;

в - штангенинструменты;

г - нет правильного ответа.

<p>Измерительная установка</p>	<p>Совокупность функционально объединенных средств измерений (мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей) и вспомогательных устройств, предназначенная для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для непосредственного восприятия наблюдателем, и расположенная в одном месте</p>
<p>Измерительная система</p>	<p>Совокупность мер измерений, (мер, измерительных приборов и преобразователей), соединенных между собой каналами связи, предназначенными для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для автоматической обработки, передачи и (или) использования в автоматических системах управления</p>

2. Классификация измерительных средств и методов измерений

По результату измерений различают:

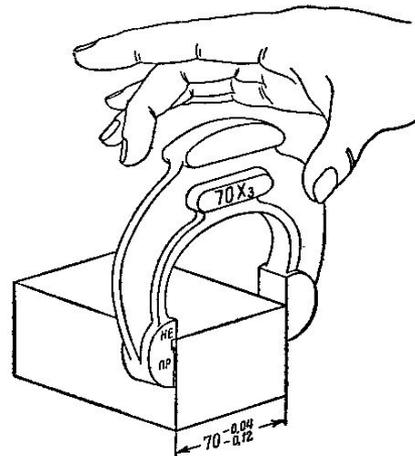
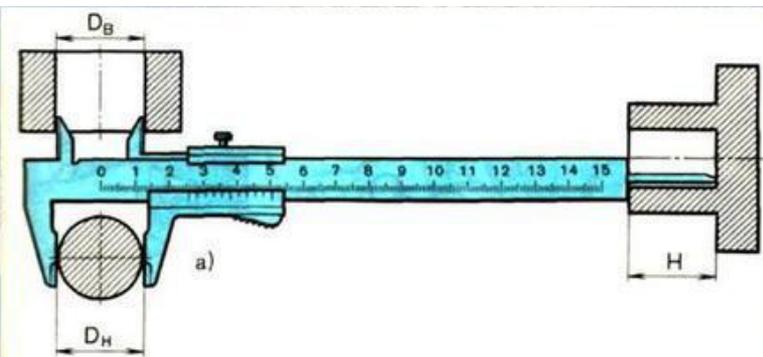
Абсолютное измерение – измерение, основанное на прямых измерениях основных величин или с использованием значений физических констант.

Например. Измерение силы $F = mg$ основано на измерении основной величины – массы m и использовании физической постоянной g (в точке измерения массы).

Измерение диаметра или длины валика штангенциркулем или микрометром, а также измерение температуры термометром.

Относительное измерение - измерение отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы, или измерение изменения величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную.

Примером относительных измерений могут служить измерения калибров пробок и скоб на горизонтальном и вертикальном оптиметрах с настройкой измерительных приборов по образцовым мерам



Средство измерения — это техническое устройство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические свойства. К средствам измерений относятся, например, различные измерительные приборы и инструменты: штангенинструменты, микрометры и др.

Средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера, называют **мерой**.

Различают **однозначные меры**, воспроизводящие физическую величину одного размера (например, концевые меры длины, гири и т. д.), и **многозначные меры**, воспроизводящие ряд одноименных величин различного размера (например, рулетки, разделенные на миллиметры).

Эталон единицы физической величины (эталон) - средство измерений официально утвержденное эталоном для воспроизведения и хранения единицы физической величины с наивысшей достижимой точностью.

Основная задача – передача точного размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений.

Образцовые средства измерений - это **меры**, измерительные приборы или измерительные преобразователи, служащие для поверки по ним нижестоящим по поверочной схеме средств измерений и утвержденные в качестве образцовых.

Рабочее средство измерений - средство измерений, применяемое для измерений, не связанных с передачей размера единиц.

МЕРА - Общеславянское слово, образованное от индоевропейской основы т.е. в древнеиндийском находим *marit* – "мерит", в латинском – *metior* ("мерю, измеряю").

Родственные слова: метр, английское *measure* ("мера").

*Приспособление, несущее единицу измерения, называется **рабочей мерой**.*

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

По способу получения значений измеряемых величин различают два основных метода измерений: метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.

Метод непосредственной оценки — метод измерения, при котором значение величины определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия, например измерение длины с помощью линейки, размеров деталей микрометром, штангенциркулем и т. д.

Значение искомой величины непосредственно определяется с помощью прибора, измеряющего саму эту величину.

Непосредственно можно:

измерить размеры тела:

- линейкой,
- штангенциркулем,
- микрометром



При измерении линейных величин независимо от рассмотренных методов различают **контактный и бесконтактный** методы измерений.

Примером первого является измерение размера вала штангенциркулем, а второго — измерение того же вата с помощью проектора или луча лазера.

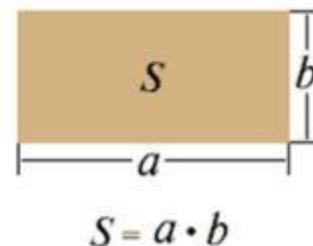
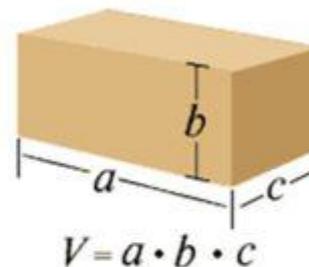
В зависимости от взаимосвязи показаний прибора с измеряемой физической величиной измерения подразделяют на: **прямые и косвенные, абсолютные и относительные**.

Способы измерения

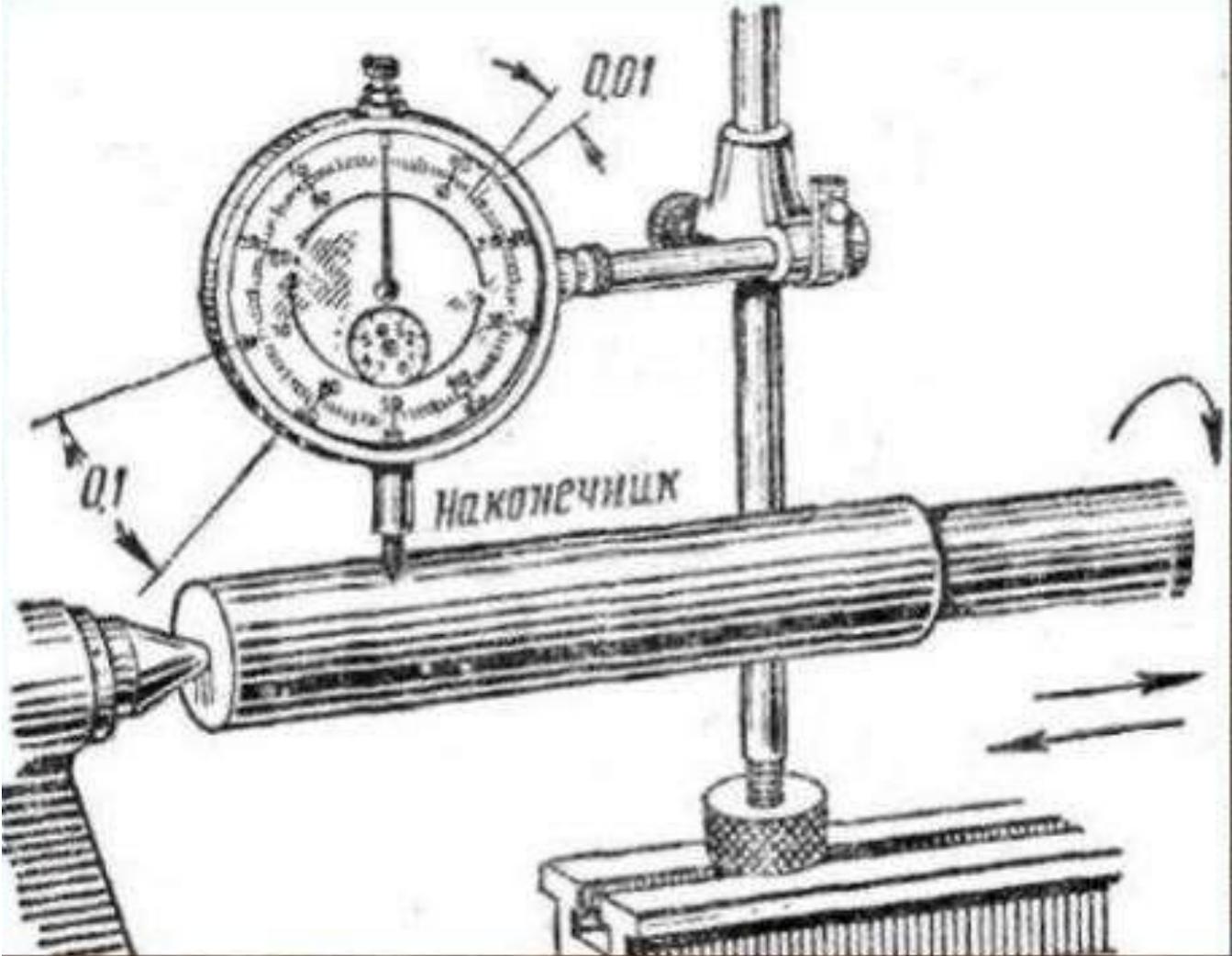
↓
**Прямой
прибором**



↓
**Косвенный
по формуле**



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



3. Метрологические показатели средств измерения

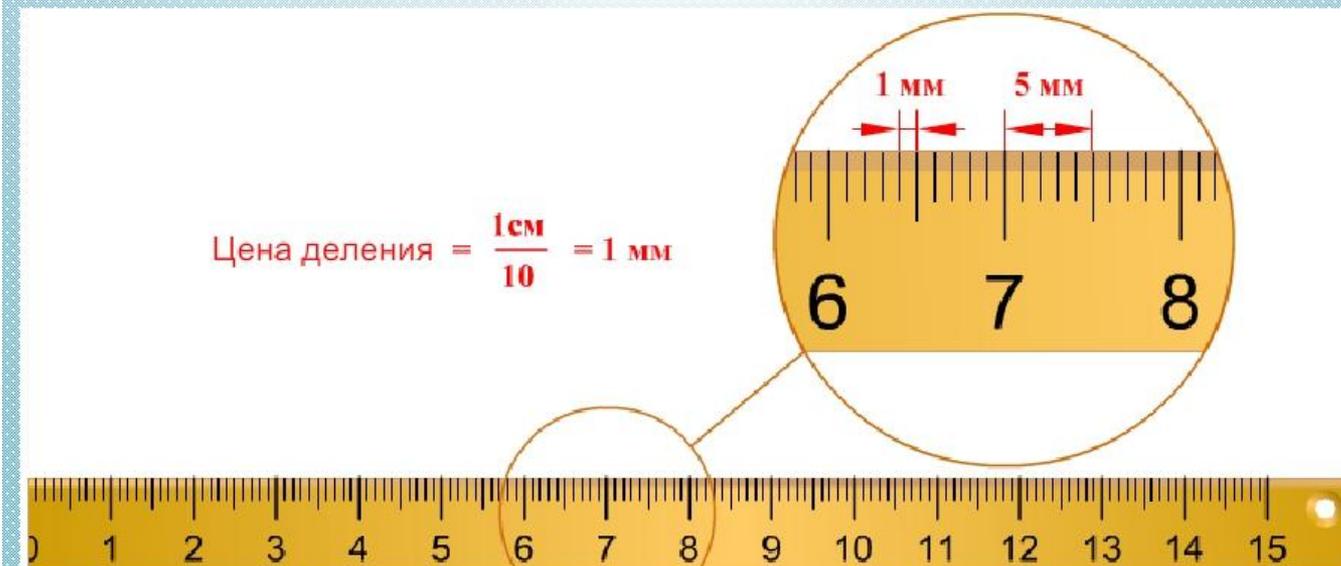
При выборе средства измерения в зависимости от заданной точности изготовления деталей необходимо учитывать их метрологические показатели:

- **цену деления шкалы**, - **диапазоны показаний и измерений**, - **пределы измерения**, **измерительное усилие** и др.

Основным элементом отсчетного устройства является **шкала**, по которой снимается отсчет.

ШКАЛОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА НАЗЫВАЮТ СОВОКУПНОСТЬ ОТМЕТОК И ЦИФР НА ОТСЧЕТНОМ УСТРОЙСТВЕ ПРИБОРА, СООТВЕТСТВУЮЩАЯ РЯДУ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ИЗМЕРЯЕМОЙ ВЕЛИЧИНЫ

ЦЕНА ДЕЛЕНИЯ – ЗНАЧЕНИЕ НАИМЕНЬШЕГО ДЕЛЕНИЯ ШКАЛЫ ПРИБОРА.



Цена деления шкалы — разность значений величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы, (или интервал деления шкалы - расстояние между осями двух соседних отметок шкалы).

Начальное и конечное значения шкалы — соответственно наименьшее и наибольшее значения измеряемой величины, указанные на шкале, характеризующие возможности шкалы измерительного средства и определяющие диапазон показаний.

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

Диапазон измерений, состоящий из диапазонов показаний и перемещения измерительной головки по стойке прибора, — это область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые погрешности средства измерений.

Предел измерений — наибольшее или наименьшее значение диапазона измерений.

Одной из основных характеристик контактных средств измерения линейных и угловых величин контактным методом является **измерительное усилие**, которое возникает в зоне контакта чувствительного элемента средства измерений с деталью или другим исследуемым объектом.

При анализе измерений сравнивают истинные значения физических величин с результатами измерений.

Отклонение Δ результата измерения X от истинного значения Q измеряемой величины называют **погрешностью измерения**

$$\Delta = X - Q$$

Под **точностью измерений** понимают качество измерений, отражающее близость их результатов к истинному значению измеряемой величины (высокая точность измерений соответствует малым погрешностям).

Погрешности измерений обычно классифицируют по причине их возникновения и по виду погрешностей.

В зависимости от причин возникновения выделяют следующие погрешности измерений.

Погрешность метода — это составляющая погрешности измерения, являющаяся следствием несовершенства метода измерений. Суммарная погрешность метода измерения определяется совокупностью погрешностей отдельных его составляющих (погрешности показаний прибора и блока конечных мер, погрешности, вызванной изменением температурных условий и т. п.).

Погрешность отсчета — это составляющая погрешности измерения, являющаяся следствием недостаточно точного отсчета показаний средства измерений и зависящая от индивидуальных способностей наблюдателя.

Инструментальная погрешность — составляющая погрешности измерения, зависящая от погрешностей применяемых средств измерений.

Предел допускаемой погрешности средств измерений — наибольшая без учета знака погрешность средства измерений, при которой оно может быть признано и допущено к применению. $[\Delta] \approx (0,2 \dots 0,35)$ допуска на размер закреплено в стандарте ГОСТ 8.051.

В машиностроительном производстве погрешность измерения следует рассматривать как суммарную (полную) погрешность всего процесса измерения, складывающуюся из нескольких составляющих погрешностей.

Наиболее существенно влияют на суммарную (полную) погрешность измерения следующие составляющие:

- 1) инструментальная погрешность, ее чаще называют погрешностью средства измерений;
- 2) погрешность, вносимая в процесс мерами или образцами;
- 3) погрешность, возникающая от измерительного усилия при контактном измерении;
- 4) погрешности, возникающие из-за термического расширения (сжатия) объекта измерения или средства измерений при отклонениях температуры в процессе измерения;
- 5) субъективные погрешности человека, выполняющего процесс измерения.

Различают **основную** и **дополнительную погрешность средства измерений**.

За **основную погрешность** принимают погрешность средства измерений, используемого в нормальных условиях.

Дополнительная погрешность складывается из дополнительных погрешностей измерительного преобразователя и меры, вызванных отклонением от нормальных условий.

Все перечисленные погрешности измерения подразделяют по виду на **систематические, случайные и грубые**.

6. Погрешность, вызванная отклонением от нормальных условий измерений, называется:

а - основной;

б - дополнительной;

в - приведенной;

г - нет правильного ответа.

Составляющие систематической погрешности измерения

Инструментальная	Зависит от погрешностей применяемых средств измерения	Несовершенство кинематической схемы прибора; отклонения размеров, формы и расположения поверхностей деталей прибора; износ прибора при эксплуатации
Методическая	Происходит от несовершенства метода измерений	Невыполнение нормальных условий измерения; неправильная установка прибора; применение приближенных расчетных формул; ошибочные методики измерения.

13. В зависимости от причин возникновения в систематических погрешностях выделяют следующие составляющие:

- а - методические;
- б - инструментальные;
- в - считывания;
- г - варианты: а, б, в.

11. Систематические ошибки - это:

- а - ошибки, происходящие от несовершенства метода измерения;
- б - ошибки, величина которых закономерно меняется при повторных измерениях одной и той же величины;
- в - ошибки, происходящие от погрешностей применяемого средства измерения.

Случайные погрешности — составляющие погрешности измерения, изменяющиеся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины. Случайными являются погрешности, возникающие вследствие нестабильности показаний измерительного прибора, колебания температурного режима в процессе измерения и т. д.

К **грубым погрешностям** относятся случайные погрешности, значительно превосходящие погрешности, ожидаемые при данных условиях измерения.

Причинами, вызывающими грубые погрешности (**промахи**), являются, например, неправильный отсчет по шкале прибора, неправильная установка измерительной детали в процессе измерения и т. д.

12. Случайные ошибки - это:

- а - ошибки, обязанные своим происхождением ряду причин, действия которых непредсказуемы при каждом измерении;
- б - ошибки, величина которых закономерно меняется при повторных измерениях одной и той же величины;
- в - ошибки, появляющиеся в результате систематической невнимательности оператора.

20. При подсчете допустимой погрешности измерений принимают значение:

- а - $1/3$ допуска на размер;
- б - $1/5$ допуска на размер;
- в - 10 % от номинального размера;
- г - варианты: а и б;
- д - варианты: а, б, в.

<p>Субъективная погрешность или грубая погрешность (промах)</p>	<p>Обусловленная индивидуальными особенностями наблюдателя, производящего измерения</p>	<p>Недостаточно точное считывание показаний прибора; ошибки при оценке на глаз долей деления шкалы, соответствующих положению указателя; параллакс при отсчете показаний прибора; разная реакция органов чувств на сигналы.</p>
--	--	--

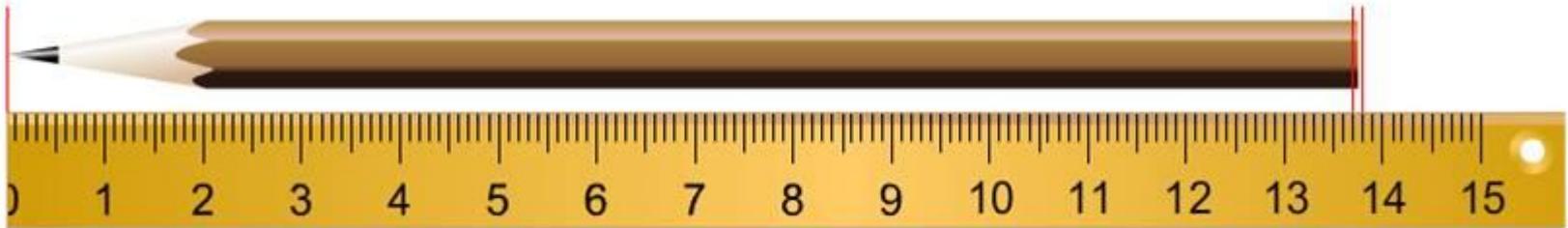
К нормальным для измерения условиям относятся:

- температура окружающей среды 20°C ;
- атмосферное давление $101324,72\text{ Па}$ (760 мм рг.ст.)
- относительная влажность воздуха 58%
- направление линии измерения линейных размеров до 160 мм у наружных поверхностей
- вертикальное, а в остальных случаях — горизонтальное;
- действие внешних сил равно нулю.

14. К нормальным для измерения условиям относится (найти ошибку):

- а - температура окружающей среды 20°C ;**
- б - относительная влажность воздуха 60% ;**
- в - действие внешних сил равно нулю;**
- г - нет ошибки в ответах.**

Абсолютная погрешность измерений равна половине цены деления шкалы измерительного прибора!



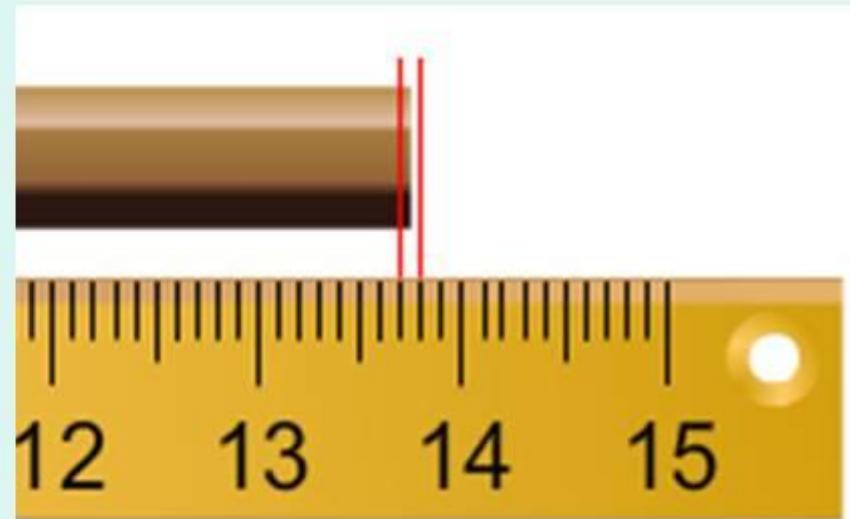
Длина карандаша $l = 13,7$ см.

Погрешность измерения равна $\Delta l = 0,5$ мм = $0,05$ см.

Длину карандаша можно записать:

$$L = (l \pm \Delta l)$$

$$L = (13,70 \pm 0,05) \text{ см}$$



Основные понятия метрологических требований к приборам

Поверка - определение метрологическим органом погрешностей средств измерений и установление его пригодности к применению.

Метрологическая аттестация средств измерения (аттестация) – это исследование средства измерений, выполняемое метрологическим органом для определения метрологических свойств этого средства измерений, и выдача документа с указанием полученных данных.

Калибровка меры - поверка меры (набора мер) посредством совокупных измерений.

Градуировка средства измерений - определение зависимости между значениями величин на входе и выходе средства измерений, составленная в виде таблицы, графика или формулы.

Юстировка средств измерений - совокупность операций по доведению погрешностей средств измерений до значений, соответствующих техническим требованиям.

10. Совокупность операций по доведению погрешности средства измерения до значений соответствующих требованиям НТД называется:

а - поверка;

б - калибровка;

в - градуировка;

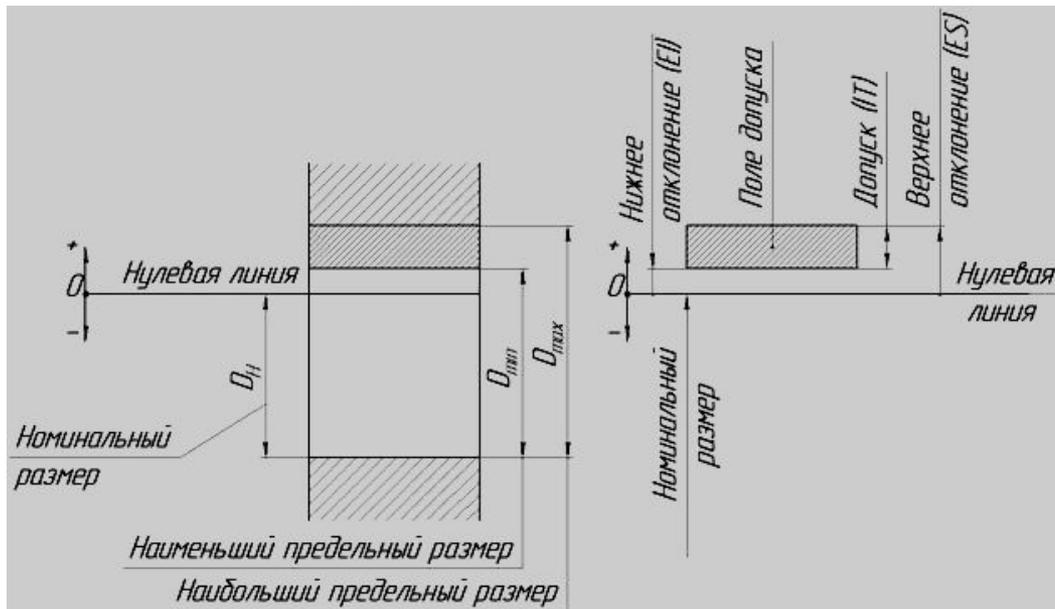
г - юстировка.

Номинальный размер - размер, который служит началом отсчета отклонения и относительно которого определяются предельные размеры. Номинальные размеры указывают на чертежах деталей и сборочных единиц.

Отклонение - алгебраическая разность между размером (действительным, предельным и т.п.) и соответствующим номинальным размером.

Допуск — это разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями.

Поле допуска — это поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями. Поле допуска определяется величиной допуска и его положением относительно номинального размера.



29. Допуском называется:

а - разность между верхним и нижним предельными отклонениями;

б - разность между верхним действительным и нижним действительным отклонениями;

в - разность между номинальным и действительным размером.

Предельное отклонение - разность между предельным (наиболее отклоняющимся) и номинальным размером.

Разность между наибольшим предельным размером и номинальным называется **верхним предельным отклонением**, а разность между наименьшим предельным размером и номинальным – **нижним предельным отклонением**.

Отклонения обозначают на чертеже знаком (+) или (-) соответственно. Отклонения пишут вслед за номинальным размером более мелкими цифрами одно под другим, например:

$$100 \begin{array}{l} +0,023 \\ -0,012 \end{array}$$

где 100 – номинальный размер; +0,023 – верхнее, а -0,012 – нижнее отклонение.

26. Предельное отклонение – это:

- а - алгебраическая разность между предельным и номинальным размером;**
- б - алгебраическая разность между действительным и номинальным размером;**
- в - алгебраическая разность между предельным и действительным размером.**

24. Предельные отклонения бывают:

- а - наибольшее и наименьшее;**
- б - верхнее и нижнее;**
- в - наружное и внутреннее;**
- г - варианты: а, б, в.**

Отклонение формы определяется как сумма абсолютных значений наибольших отклонений точки от реальной поверхности, расположенных по обе стороны от средней поверхности.

К отклонениям формы относятся:

- отклонение от прямолинейности в плоскости. Частными видами отклонения от прямолинейности являются **выпуклость и вогнутость**;
- отклонение от прямолинейности оси (или линии) в пространстве (рис.а, б);
- отклонение от плоскостности. Частными видами отклонений от плоскостности являются **выпуклость и вогнутость** (рис.в, г);
- отклонение от круглости (**округлость**). Частными видами отклонений от круглости являются **овальность и огранка** (рис.д, е);
- отклонение от цилиндричности;
- Отклонение профиля продольного сечения цилиндрической поверхности. Частными видами отклонения профиля продольного сечения являются **конусообразность, бочкообразность и седлообразность** (рис.ж, з, и).

15. К отклонениям формы относятся (найди неправильный ответ):

а - огранка;

б - бочкообразность;

в - округлость;

г - нет неправильного ответа.

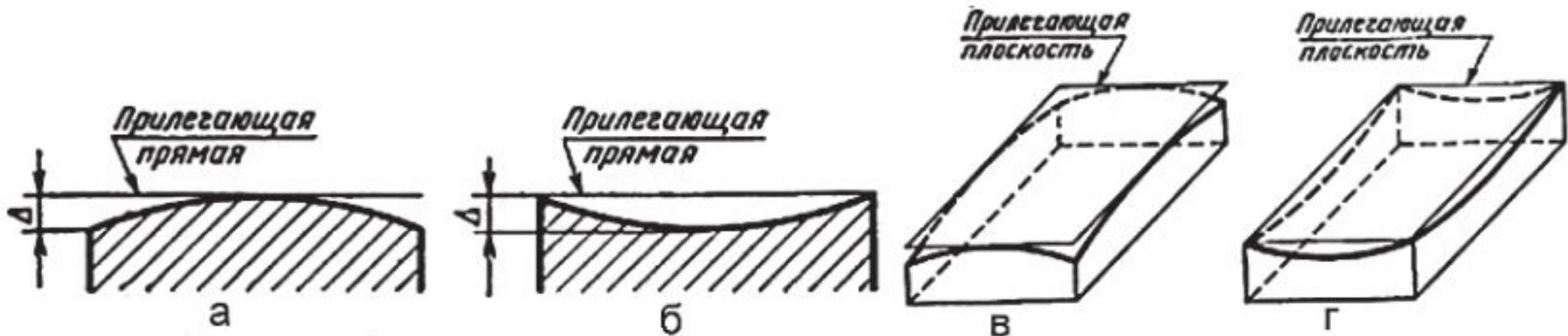


рис.а, б - отклонение от прямолинейности оси (или линии) в пространстве
выпуклость (а) - **вогнутость** (б);

рис.в, г - отклонение от плоскостности – **выпуклость** (в) - **вогнутость** (г);

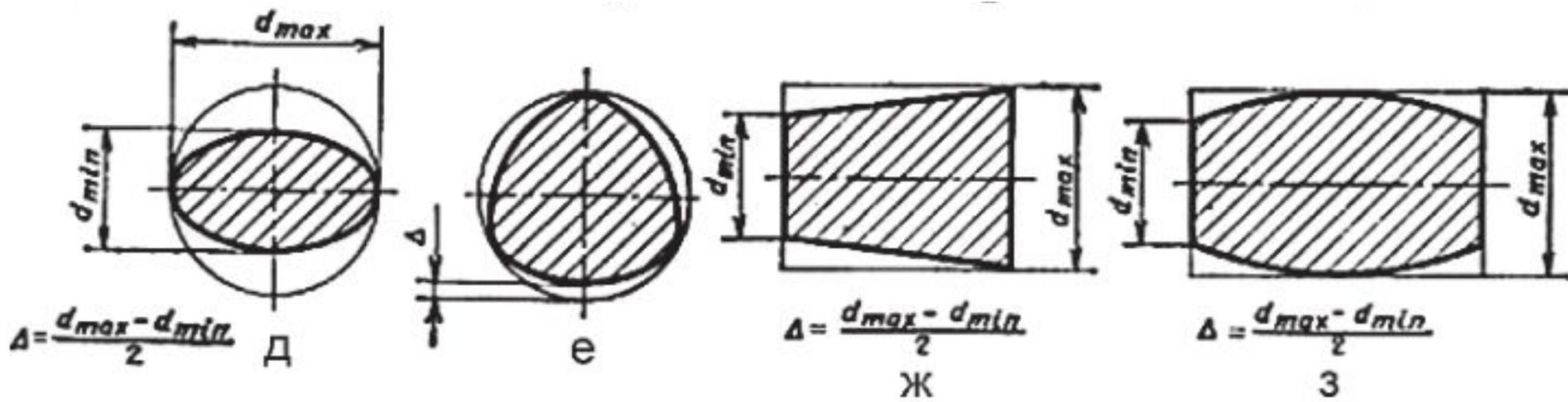


рис.д, е - отклонение от круглости, **овальность** (д) - **огранка** (е);

рис.ж, з - отклонение от цилиндричности, **конусообразность** (ж), **бочкообразность** (з)

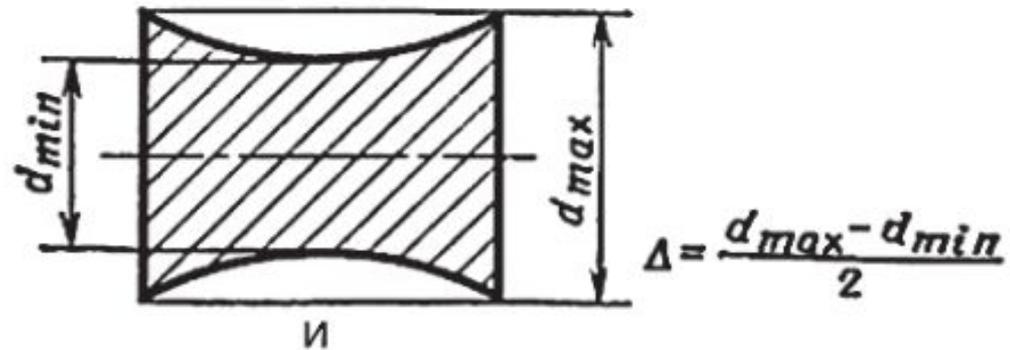


рис. и - отклонение профиля продольного сечения цилиндрической поверхности – **седлообразность** .

4. Шероховатость поверхности

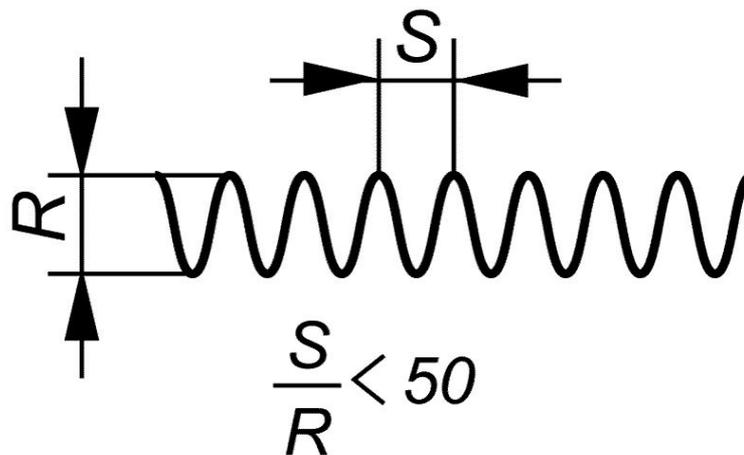
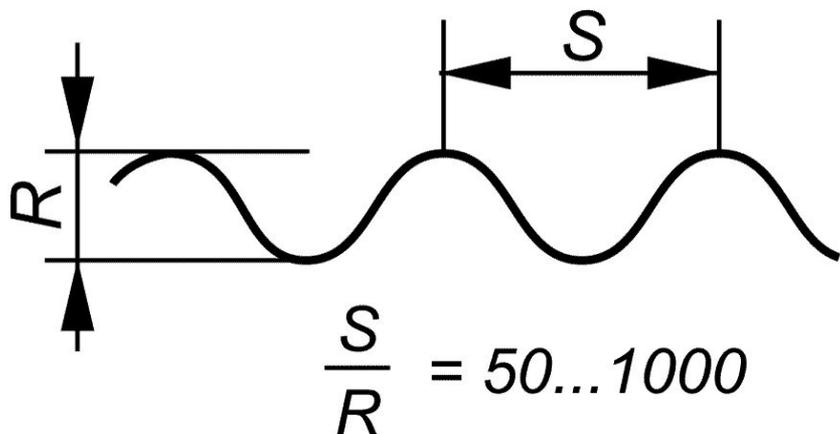
Реальной поверхностью детали называют поверхность, которая ограничивает и отделяет от окружающей среды. В отличие от номинальной (изображенной на чертеже) реальная поверхность детали даже очень хорошо обработанная (зеркальная поверхность), имеет неровности — выступы и впадины.

У некоторых изделий эти неровности заметны невооруженным глазом, а у других их можно различить только рассматривая поверхность через лупу.

Замер величины неровностей, называемых **шероховатостью** производят или путем сравнения с эталонами, или специальными приборами — профилографами или профилометрами.

В зависимости отношения шага **S** к высоте неровностей **R** отклонения формы поверхностей условно подразделяют на три группы:

- **макрогеометрические** отклонения — при $S:R > 1000$;
- **волнистая** поверхность — при $S:R = 50 - 1000$;
- **шероховатая** поверхность — при $S:R < 50$.



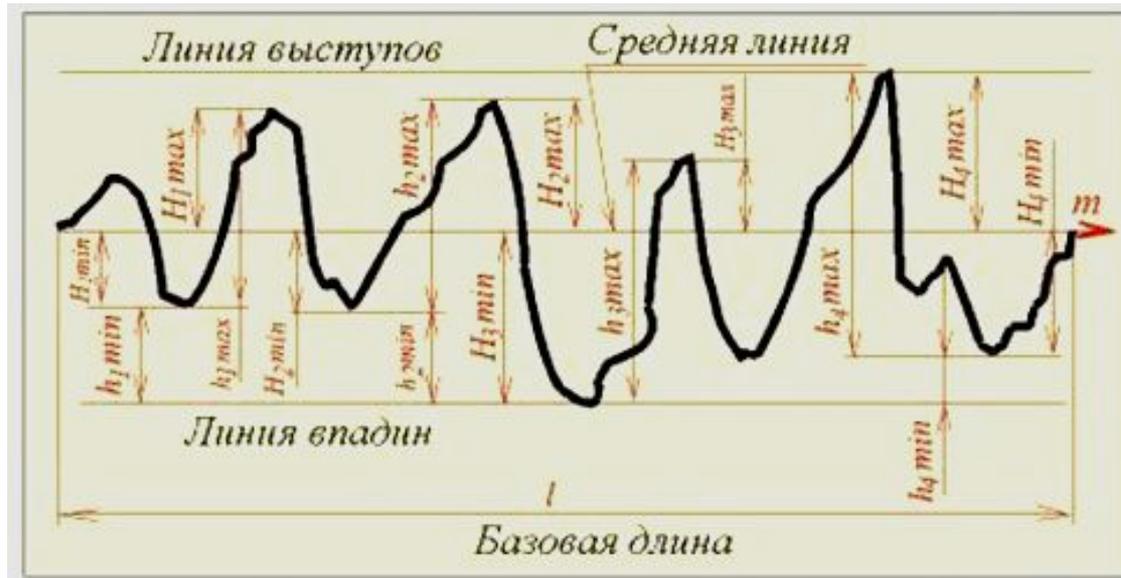
Параметры шероховатости

определяются из графика (профилограммы), которую рисует профилограф

Шероховатость представляет геометрический след, оставленный на поверхности при ее механической обработке режущим инструментом, искаженный в результате пластической, упругой деформаций и вибрации технологической системы.

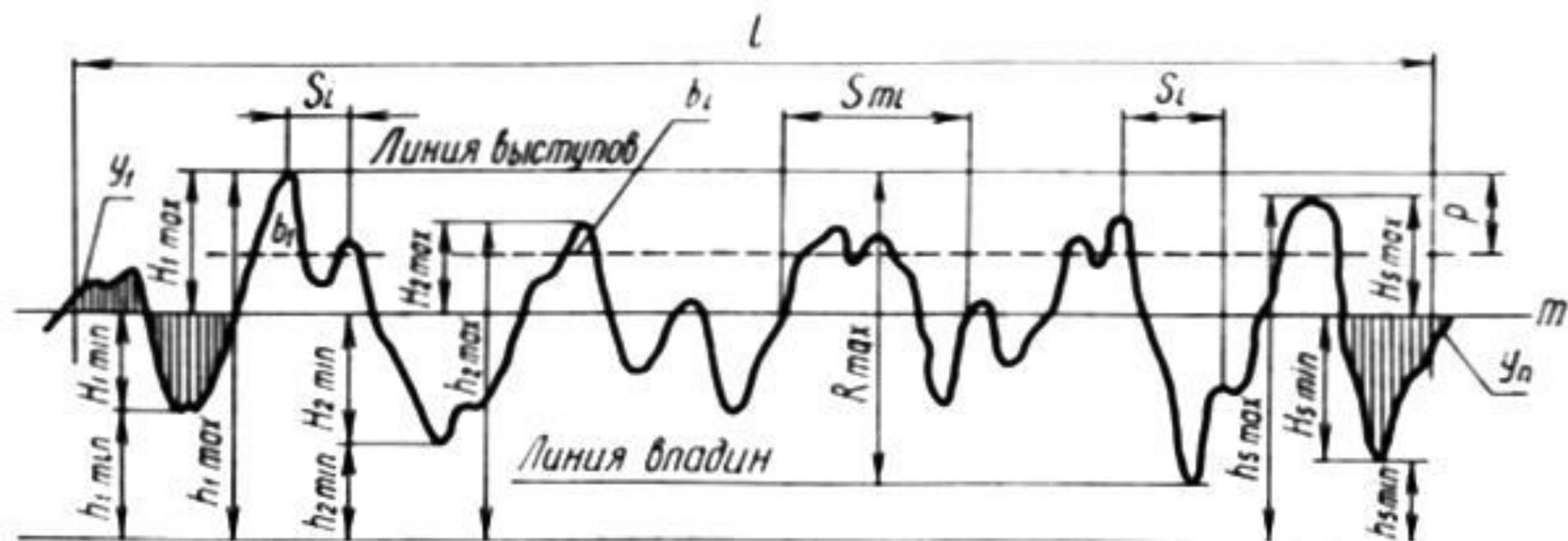
Шероховатость оценивают по профилю, который образуется в сечении этой поверхности плоскостью, перпендикулярной к номинальной.

Профиль рассматривают на длине базовой линии l , относительно которой оценивают и определяют параметры шероховатости. По ГОСТ 2789—73 установлено **шесть** параметров шероховатости поверхности:



16. Сколько параметров шероховатости установлено по ГОСТ 2789-73?

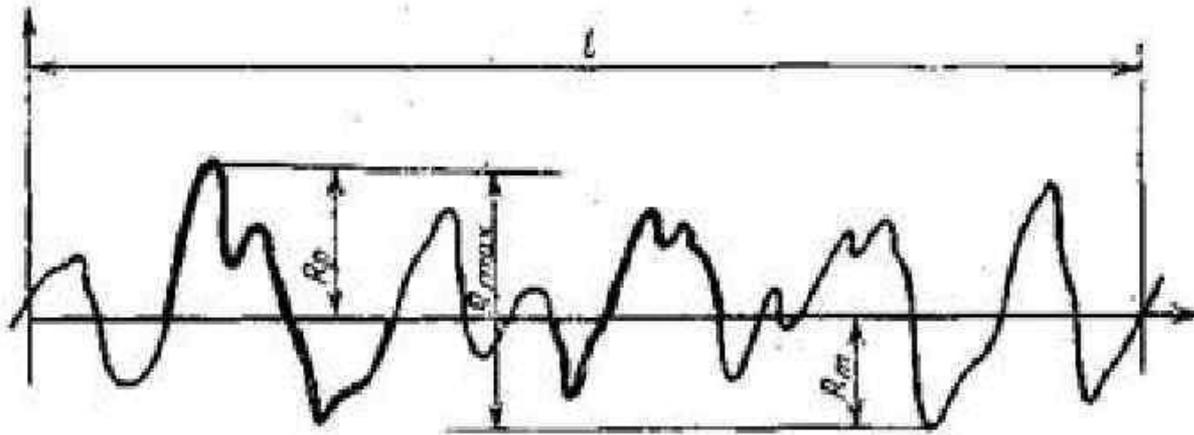
- а - 4;
- б - 5;
- в - 6;
- г - 7.



- Ra** - среднеарифметическое отклонение профиля;
- Rmax** - наибольшая высота неровностей профиля;
- Sm** - средний шаг неровностей;
- S** - средний шаг неровностей по вершинам;
- tr** - относительная опорная длина профиля, где **p** — значение уровня сечения профиля;
- Rz** - высота неровностей профиля по десяти точкам.

18. Средние высоты неровностей профиля (**Ra**, **Rz**), шаг неровностей профиля (**Sm**) и относительная опорная длина измеряются соответственно, в единицах:

- а - мкм, мм и %;
- б - мкм, мм и мм;
- в - мкм, мкм и %.



Высота неровностей профиля (чаще всего определяется по десяти точкам **Rz**) - сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины.

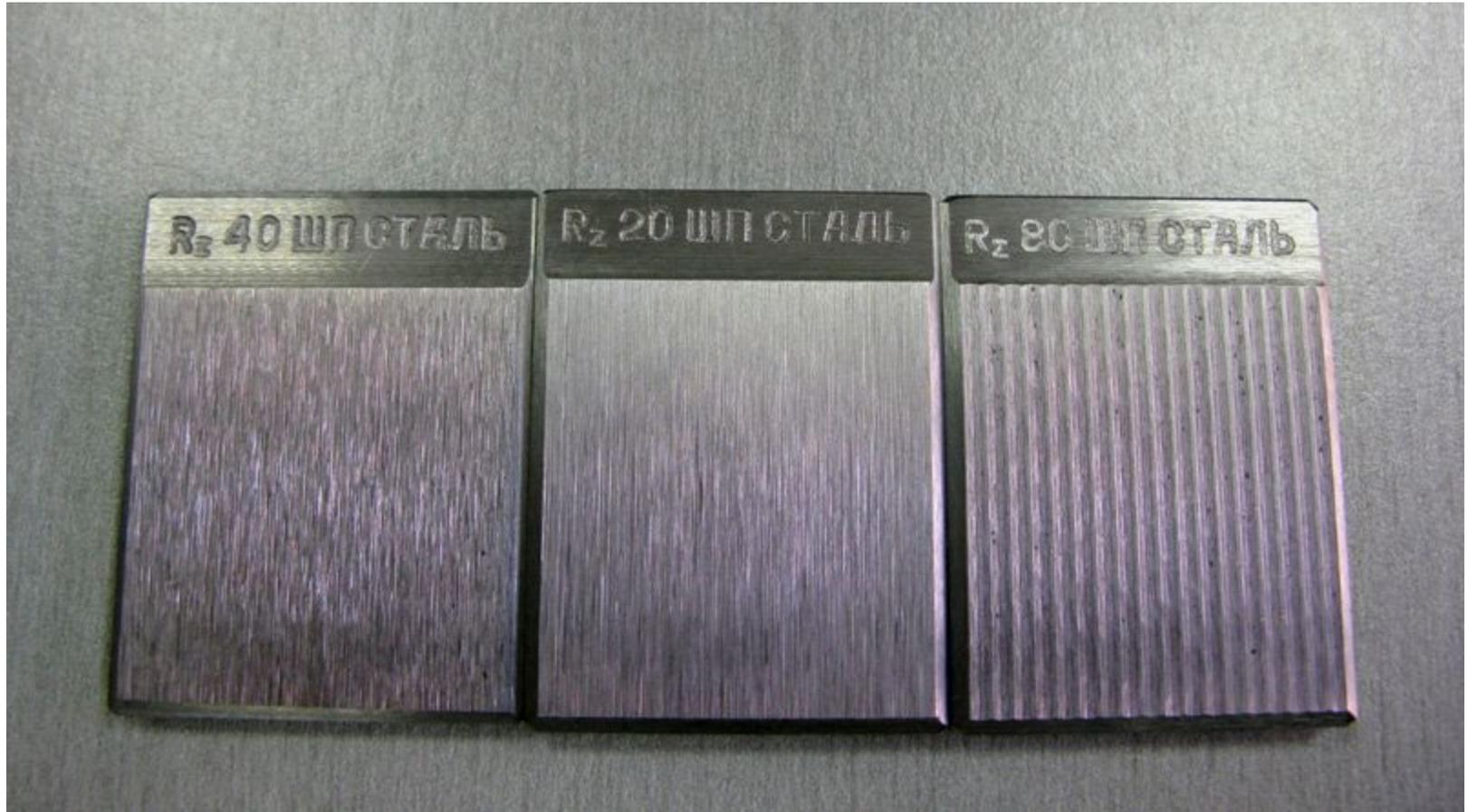
17. Как обозначается высота неравномерностей профиля?

- а - Rz;
- б - Ra;
- в - Rmax.

Образцы шероховатости



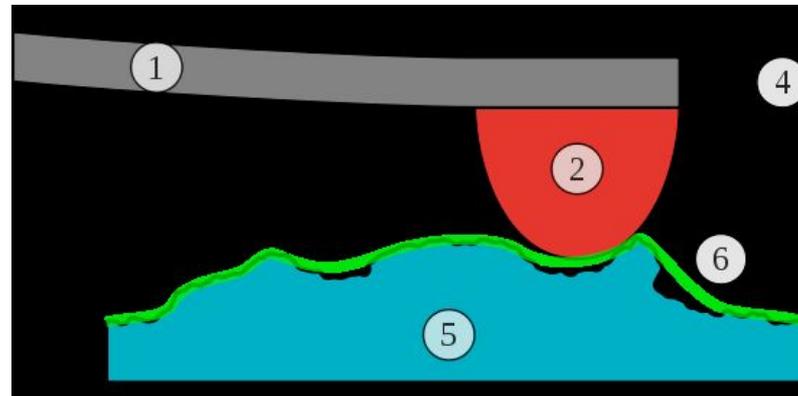
Образцы шероховатости



Измерение шероховатости контактным способом **профилометром**



Щуп профилометра с алмазным наконечником



Профилометр отображает значения измеряемой шероховатости **Ra** на встроенном дисплее или специальной шкале. Погрешность устройства колеблется в диапазоне $\pm 10 \dots 25 \%$;



Профилограф выдает результаты измерений после полного исследования в виде графика **-профилограмма**, представляющего собой кривую линию. Он нуждается в техническом анализе и расшифровке. Погрешность прибора не выходит за границы $\pm 5...10\%$.

19. Каким прибором можно измерить высоты неровностей профиля Ra и Rz?

- а - профилографом;
- б - профилометром;
- в - интерферометром;
- г - варианты: а, б, в.

Ультразвуковой контактный измеритель шероховатости



Лазерный конфокальный микроскоп SRA без контактный измеритель шероховатости



Анализы с помощью SRA помогут пользователю оценить вклад шероховатости в смачиваемость образца или в адгезию покрытий.

5. Измерительные инструменты

Меры длины - это средства измерения, имеющие постоянную длину, выполненную с высокой точностью.

По конструкции меры длины разделяются на **штриховые и концевые**.

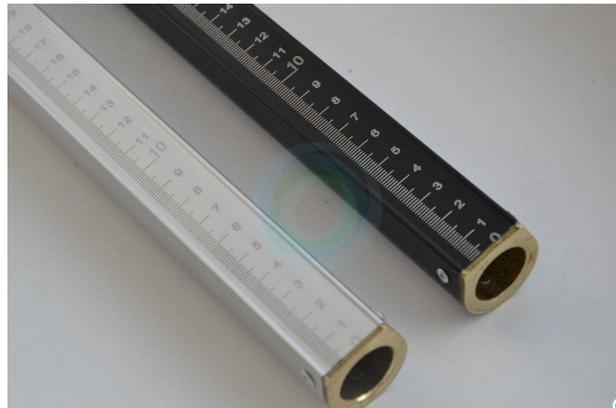
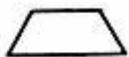
Штриховые меры длины - это многозначные меры, на которые нанесены шкалы с высокой точностью интервалов.

К штриховым мерам длины относят:

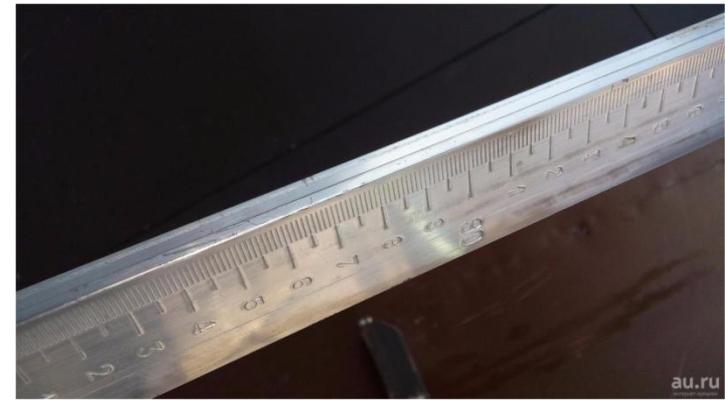
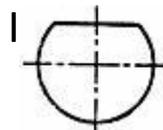
- брусковые штриховые меры длины;
- измерительные металлические линейки;
- измерительные металлические рулетки.



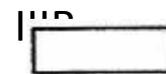
Тип



Тип



Тип



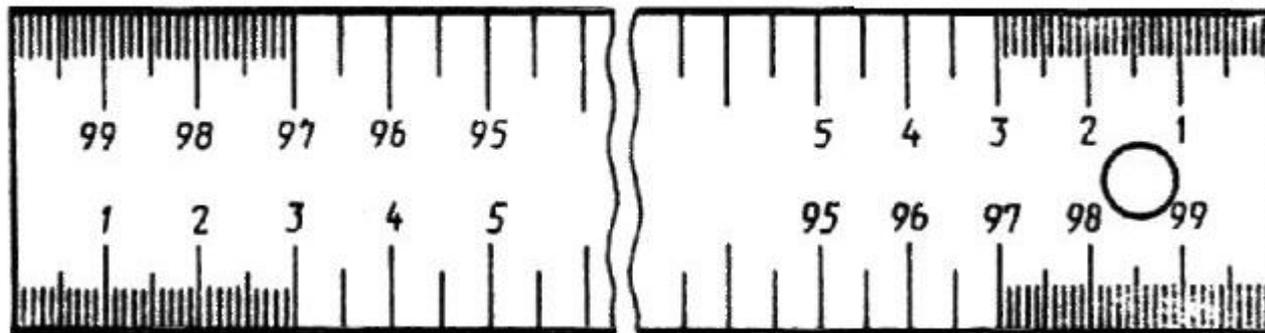
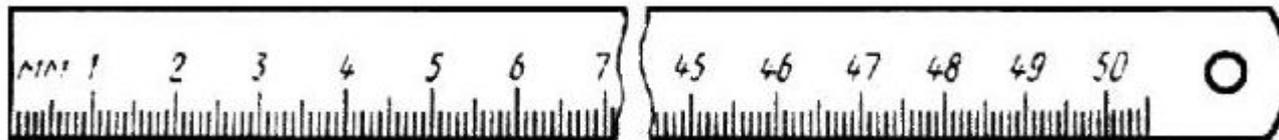
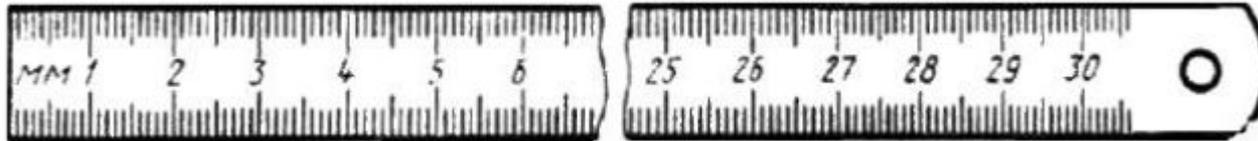
Типы брусков согласно ГОСТ 12069-90

Линейки измерительные металлические по ГОСТ 427-75

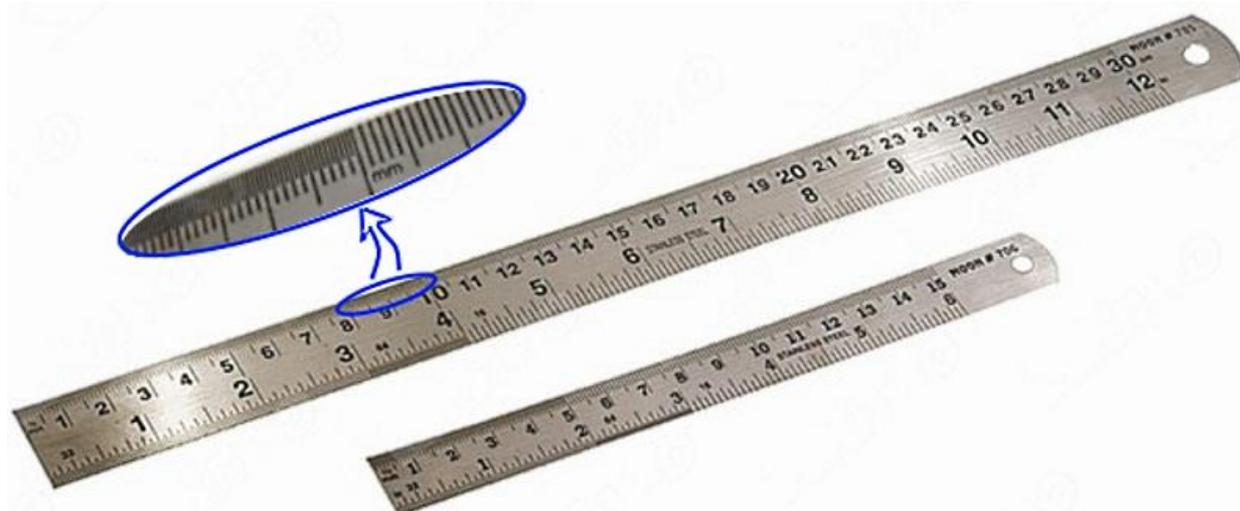
Линейки должны изготавливаться со следующими пределами измерений:

150; 300; 500; 1000; 1500; 2000; 3000 мм.

Линейки должны изготавливаться с двумя шкалами, с одной шкалой, а также с двумя шкалами, оцифровка которых направлена в противоположные стороны.



Наименования основных размеров	Пределы измерения	
	До 500	До 3000
Ширина лнеек	18,0-22,0	36,0-40,0
Толщина лнеек	0,4-0,6	0,8-2,0
Длина миллиметровых штрихов, не менее	3,5	5,0
Длина полусантиметровых штрихов, не менее	5,0	7,0
Длина сантиметровых штрихов, не менее	6,5	9,0
Высота числовых обозначений, не менее	3,0	3,0
Ширина штрихов	0,20±0,05	



Линейка может быть изготовлена с ценой деления 0,5 мм как на всем диапазоне измерений, так и на его части.

Измерительные металлические рулетки - это меры для измерения длины методом непосредственного сравнения измеряемой длины со шкалой рулетки.

Рулетка – это лента с делениями, сворачивающаяся в рулон.

Различают рулетки в открытом (О) и закрытом (З) корпусах; с плоскими (П) и выпуклыми (В) лентами; с кольцом (К) на конце.

Пример условного обозначения рулетки в открытом корпусе, с плоской лентой, с кольцом, 2-го класса точности, длиной 2 метра:

Рулетка ОПК 2-2 ГОСТ 7502-98



Допускаемое отклонение действительной длины шкал рулеток от номинального значения при температуре окружающей среды $(20 \pm 5)^\circ \text{C}$ и натяжении плоской измерительной ленты усилием 98 Н для рулеток длиной 30 м и более, 49 Н - для рулеток длиной 10 и 20 м и 9,8 Н - для рулеток длиной 1-5 м должно быть не более, указанного в табл. 1.

Таблица 1

Наименование элемента шкалы	Допускаемое отклонение действительной длины, мм, не более, для классов точности	
	2	3
Миллиметровый интервал	$\pm 0,15$	$\pm 0,20$
Сантиметровый интервал	$\pm 0,20$	$\pm 0,30$
Дециметровый интервал	$\pm 0,30$	$\pm 0,40$
Отрезок шкалы 1 м и более	$\pm 0,30 + 0,15(L-1)$	$\pm 0,40 + 0,20(L-1)$

7. Согласно ГОСТ 7502-89 допускаемое отклонение действительной длины рулетки типа РЗ (в закрытом корпусе) длиной 10 м составляет:

а - 2,2 (мм);

б - 4,2 (мм);

в - 6,3 (мм);

г - варианты: а или б.

Концевые меры (КМД) - это меры длины с постоянным значением размера между двумя взаимно параллельными измерительными плоскостями.

Чаще всего это образцовая мера длины (эталон) от 0,5 до 1000 мм, выполненная из стали в форме прямоугольного параллелепипеда или кругового цилиндра, с нормируемым размером между измерительными плоскостями.

КМД служат для передачи значений размера от государственного эталона длины до изделия. Применение КМД обеспечивает единство средств измерений в машиностроении. Ими поверяют контрольно-измерительные средства, устанавливают измерительные средства на номинальный размер, настраивают станки и приспособления, устройства для разметочных работ и т. д.

КМД выпускаются **в одном футляре наборами**, чтобы можно было составлять блоки для измерения любого размера, собирая их из возможно меньшего числа К. м. (не более 5 штук). В СССР выпускалось 15 наборов, из них в самом большом насчитывается 116 К. м. с номинальными размерами от 0,5 до 100 мм.

5. Что относится к концевым мерам длины?

а - линейки;

б - рулетки;

в - штангенинструменты;

г - нет правильного ответа.

9. С помощью концевых мер длины:

а - поверяют и градуируют измерительные инструменты;

б - проверяют калибры и шаблоны;

в - выполняют разметочные работы;

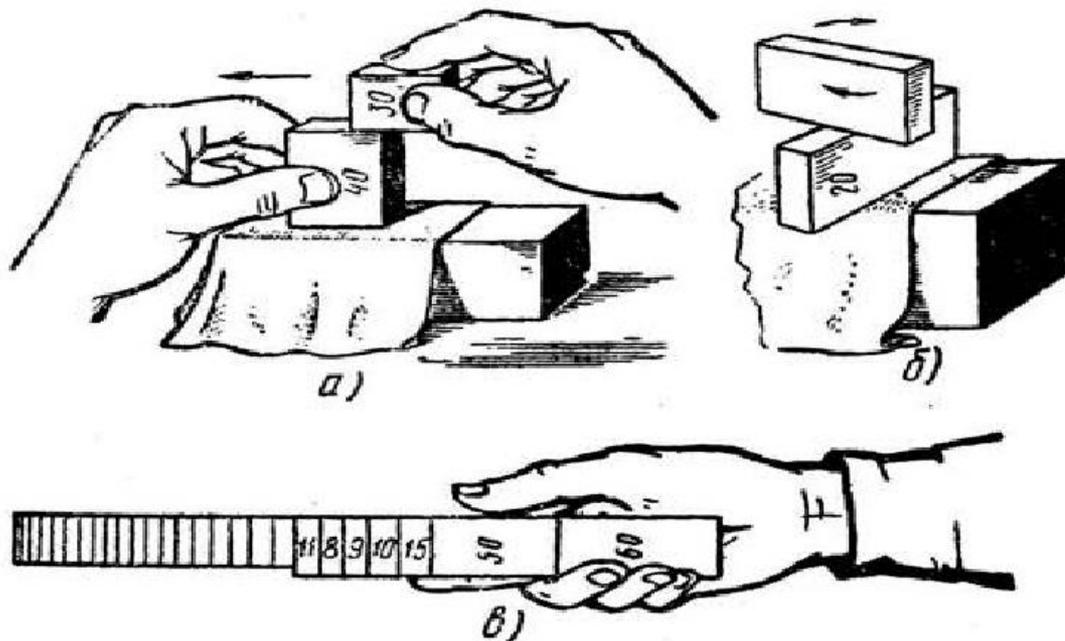
г - варианты: а и в;

д - варианты: а, б, в.

Набор концевых мер длины - КМД № 2 класс 1



Плоско параллельные концевые меры длины (ГОСТ 9038—73) или плитки представляют собой стальные закаленные параллелепипеды, у которых две противоположные измерительные грани расположены на исключительно точном расстоянии L и обработаны с наименьшими возможными шероховатостью, погрешностью формы и отклонением от параллельности.



Плитки перемещают (а) и притирают (б) друг к другу собирая в блоки (в) для получения необходимой длины с высокой точностью (до 0,005 мм).

5. Что относится к концевым мерам длины?

а - линейки;

б - рулетки;

в - штангенинструменты;

г - нет правильного ответа.

Плоскопараллельные концевые меры длины являются **основным средством обеспечения единства мер в машиностроении**. Они служат для передачи линейного размера от эталона до изделий в производстве и обеспечивают хранение единицы длины на предприятиях. Применяются для градуировки измерительных приборов и инструментов, а также для точных измерений, разметочных работ, наладки станков ит. д.

Выпускают наборы из 116, 87, 42 и менее плиток с разными измерительными размерами. Точность плиток определяется точностью изготовления (значением допуска) и точностью аттестации, т. е. предельной погрешностью определения действительных размеров плиток при аттестации.

Плитки подразделяют по точности изготовления на четыре класса (в порядке убывания точности 0, 1, 2 и 3); по точности аттестации на пять разрядов (в порядке убывания точности 1, 2, 3, 4 и 5).

Комплектация мер в наборы осуществляется таким образом, чтобы из минимального числа плиток можно было составить блок любого размера до третьего десятичного знака. Число пластин в блоке не должно превышать пяти.

В соответствии с этим положением в наборах концевых мер принята градация пластин: 0,001 – 0,01 – 0,5 – 1 – 10 – 25 – 50 и 100 мм.

Таким образом номинальные длины мер могут изменяться от 1,005 до 100 мм.

8. Плоскопараллельные концевые меры длины выпускают в виде:

а - брусков прямоугольного сечения;

б - наборов плоских пластин;

в - варианты: а и б.

Проверка измерительных инструментов с помощью КМД



Приспособление, несущее единицу измерения, называется **рабочей мерой**.

Образцовые средства измерения представляют собой **меры**, измерительные приборы или **преобразователи**, **предназначенные для поверки и градуировки по ним других средств измерения**/



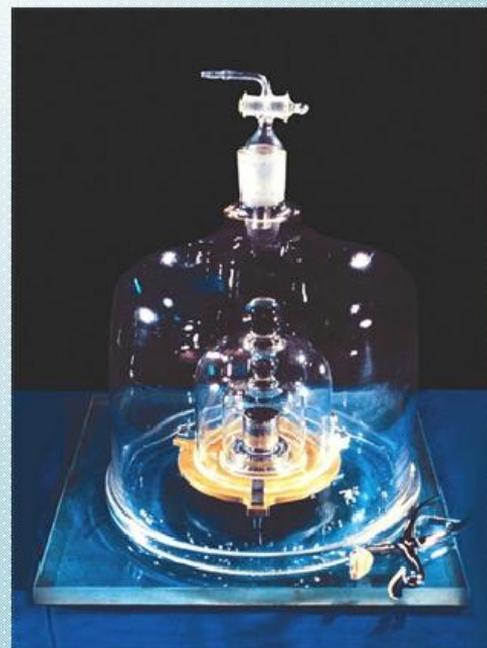
Набор **образцовых** концевых мер длины для поверки микрометров 046232

Эталон - средство измерений (или комплекс средств измерений), предназначенное **для воспроизведения и хранения единицы физической величины** (кратных либо дольных значений единицы этой величины) **с целью передачи ее размера другим средствам измерений данной физической величины.**

Метра



Килограмма



5. Основные измерительные приборы (инструменты)

Измерительный прибор — *средство измерений*, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне. Часто измерительным прибором называют средство измерений для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия оператором.

Средство измерений — техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

Обычно приборы могут быть следующего вида:

1. Аналоговые измерительные инструменты и устройства, в которых сигнал на выходе является некоторой функцией измеряемой величины (*чаще всего электрические*).
2. Цифровые устройства, где сигнал на выходе представлен в соответствующем виде.
3. Приборы, которые непосредственно регистрируют результаты измерений снимаемых показаний (*слесарные измерительные инструменты*).
4. Суммирующие и интегрирующие. Первые выдают показания в виде суммы нескольких величин, а вторые позволяют проинтегрировать значение измеряемой величины при помощи другого параметра (*электронные*).

7. Укажите, что является измерительным прибором?

а - линейка;

б - циркуль;

в - индикатор часового типа.

30. Техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящие и хранящие единицу физической величины, размер которой принимается.

а - инструмент измерений;

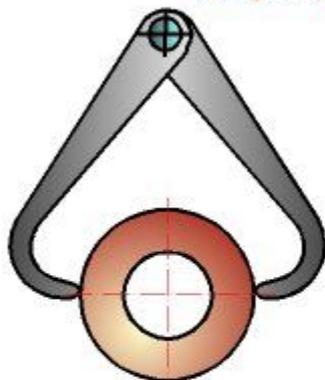
б - средство измерений;

в - единица измерений.

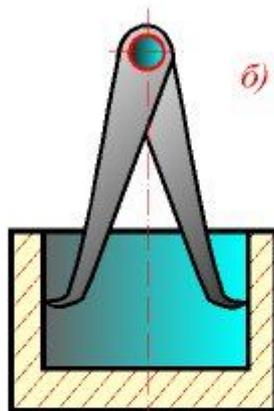
Слесарные измерительные инструменты



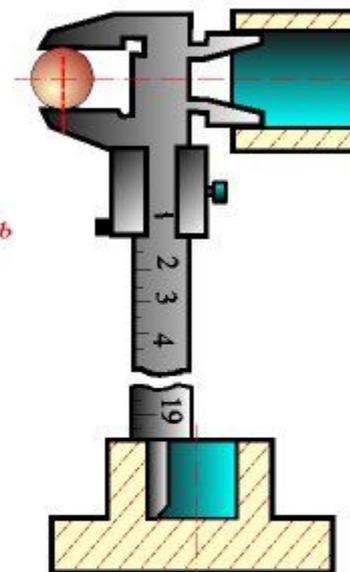
а) кронциркуль



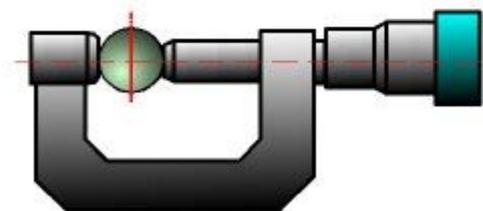
б) нутромер



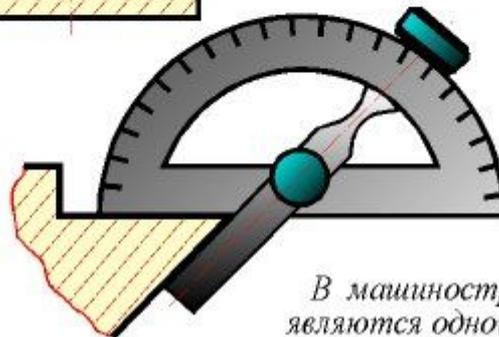
в) штангенциркуль



г) микрометр



д) угломер



В машиностроении технические измерения являются одной из важнейших основ производства. Ни одна технологическая операция не выполняется без измерения размеров.

Основные - Линейка, Рулетка, Штангенциркуль, Микрометр, Кронциркуль, Нутромер,, Угломер.

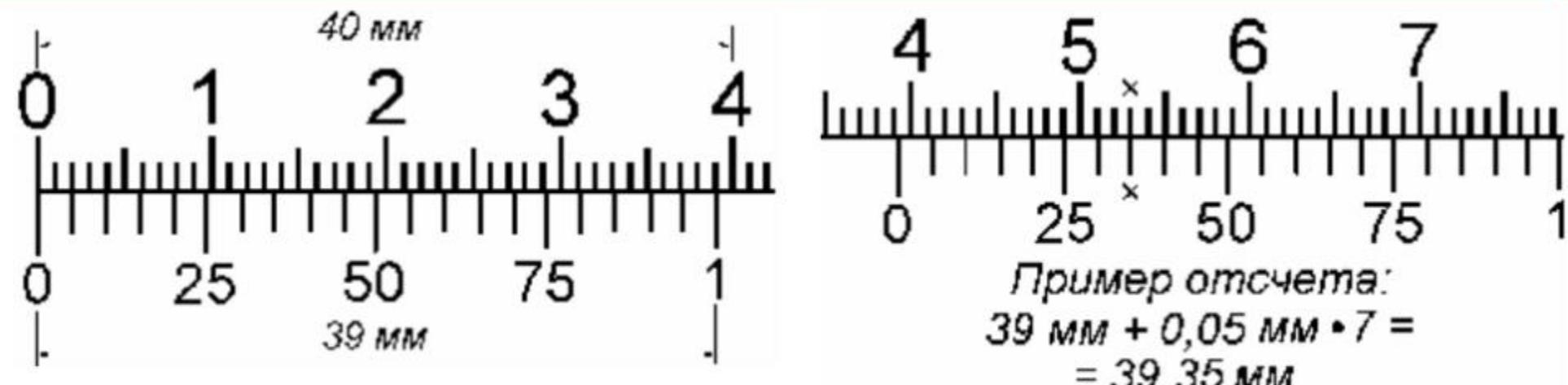
Штангенинструменты – измерительные приборы прямого действия, в которых в качестве отсчетного устройства используется шкала измерительной линейки (*штанга*) с делениями через 1 мм, а отсчитывание частей деления на этой основной шкале производится с помощью вспомогательной (дополнительной) шкалы - **нониуса**.

Нониус, как вспомогательная шкала, имеет небольшое число интервалов (10 - 20) по сравнению с основной шкалой.

Первый штрих нониуса является началом вспомогательной шкалы и одновременно указателем значения размера на основной шкале. Если первый (нулевой) штрих нониуса совпадает с каким-либо штрихом основной шкалы, то отсчитывают целое значение размера только по основной шкале.

Если же нулевой штрих нониуса не совпадает ни с одним штрихом основной шкалы, то отсчет получается из двух частей. Целое значение размера, кратное 1 мм, берут по основной шкале по ближайшему меньшему значению (слева от нулевого штриха нониуса) и добавляют дробное значение размера по нониусу в зависимости от того, какое деление нониуса совпадает с каким-нибудь делением основной шкалы.

Нониус выполняется с модулями $\gamma=1$ ($c=0,1$ мм) и $\gamma=2$ ($c=0,05$ мм).



Штангенциркули предназначены для измерения наружных и внутренних размеров, а также для разметки.



Штангенциркуль ШЦ-I- 150 0,05.



Штангенциркуль ШЦ-3-630 0.1 губки 100мм КЛБ.

Штангенглубиномеры предназначены для измерения глубин пазов, отверстий, а также высот выступов



Штангенглубиномер электронный ШГЦ-150 0.01

Штангенрейсмасы предназначены для измерения высот, уступов и разметки размеров



Штангенрейсмас 0-8"/0-200mm нониусный 506-208

Штангензубомер



Штангензубомер ШЗН-18, цена деления 0.05

Микрометрические приборы – это широко распространенные измерительные приборы различного назначения, характеризующиеся наличием высокоточной винтовой микрометрической пары.

К микрометрическим приборам относят:

- микрометры разных типов;
- микрометрические глубиномеры;
- микрометрические нутромеры.

Микрометр - это измерительное средство с корпусом в виде скобы и двухточечной схемой измерения, в котором перемещение одной из точек определяется с помощью резьбовой пары - винта и гайки.



Микрометр гладкий МК 600 1 кл.

Типоразмеры микрометров в значительной мере предопределяются длиной микровинта, обеспечивающего диапазон измерений. Обычно их изготавливают с диапазоном измерения через 25 мм, т.е. 0-25, 25-50, 50-75, 75-100 и т.д. Наибольший размер, измеряемый микрометрами, обычно 600 мм. Цена деления 0,01 мм.

Микрометрические глубиномеры – микрометрические приборы предназначенные для измерения глубин пазов, глухих отверстий и уступов.



ГМ- 25 0.01 кл.1

Микрометрические нутромеры (*штихмасы*) – микрометрические приборы, предназначенные для измерения диаметров внутренних отверстий.



Нутромер микрометрический двухточечный НМ 50-75мм

Индикаторы часового типа – это измерительные головки, в которых передаточный

механизм состоит из зубчатых передач.

Индикаторы часового типа выпускают двух исполнений:

- типа ИЧ (с перемещением измерительного стержня параллельно шкале);
- типа ИТ (с перемещением измерительного стержня перпендикулярно шкале).



Индикатор часового типа 0-1 мм 0.001 мм класс 1

Индикатор предназначен для относительных замеров и контроля отклонений от заданных параметров эталонных деталей.

Все измерения выполняются в пределах сотых долей миллиметра.

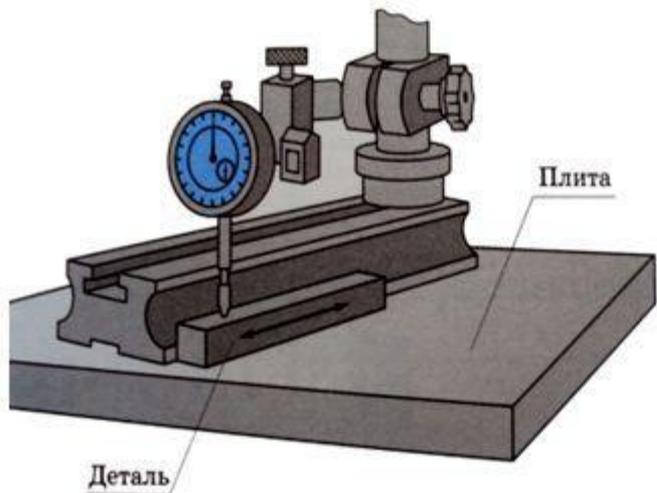
23. В каких приборах применяются индикаторы часового типа?

а - нутромеры;

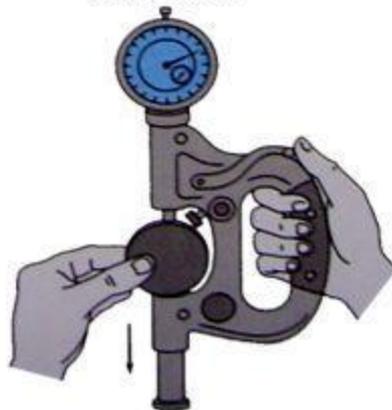
б - глубиномеры;

в - скобы с отсчетным устройством;

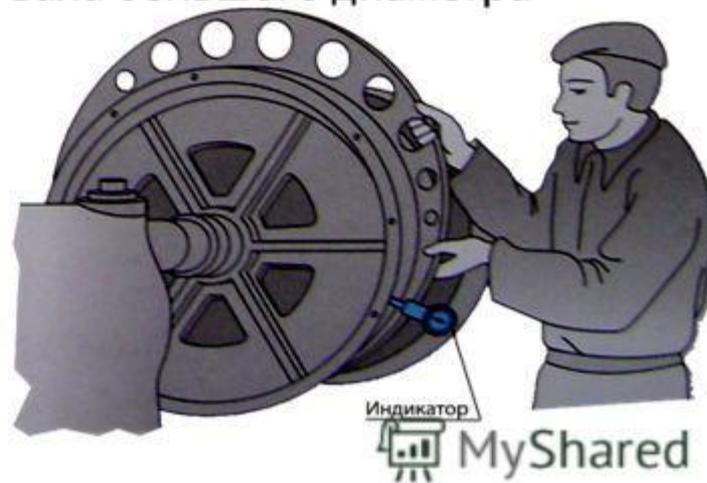
г - варианты: а, б, в.



Измерение
индикаторной
скобой



Измерение индикаторной скобой
вала большого диаметра



Глубиномер индикаторный



Нутромер с индикатором часового
типа

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ УГЛОВ

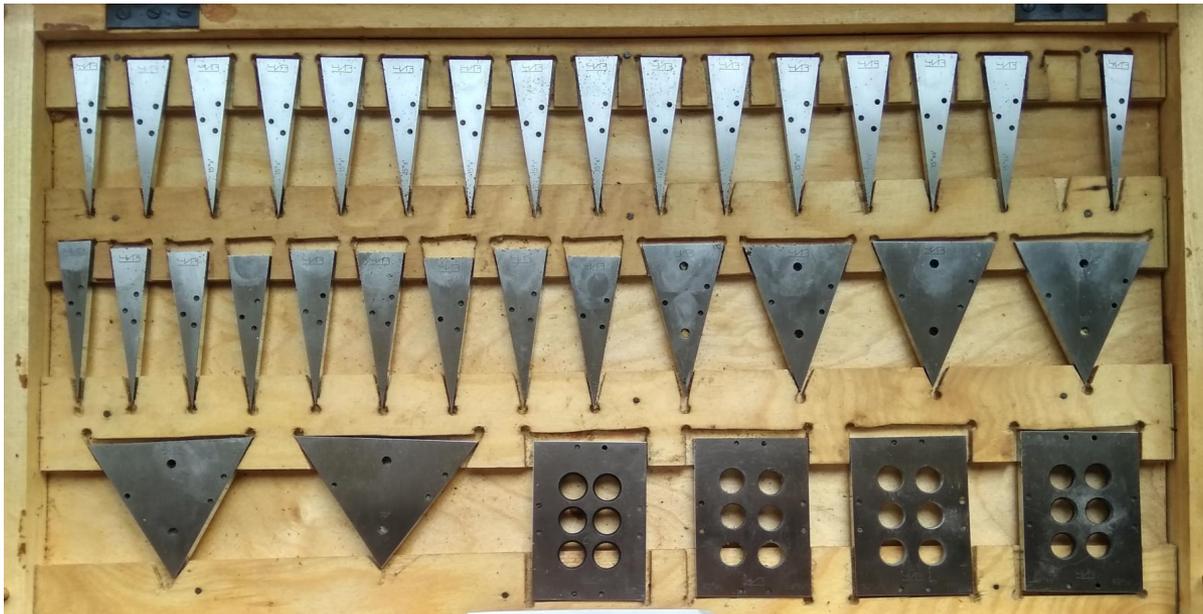
Исходную точность выполнения угловых размеров обеспечивают угловые меры.

Угловые меры - это меры, воспроизводящие единицу измерения угла в градусах.

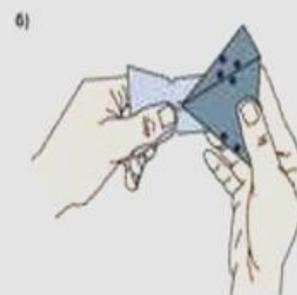
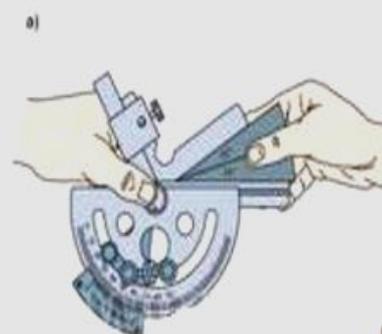
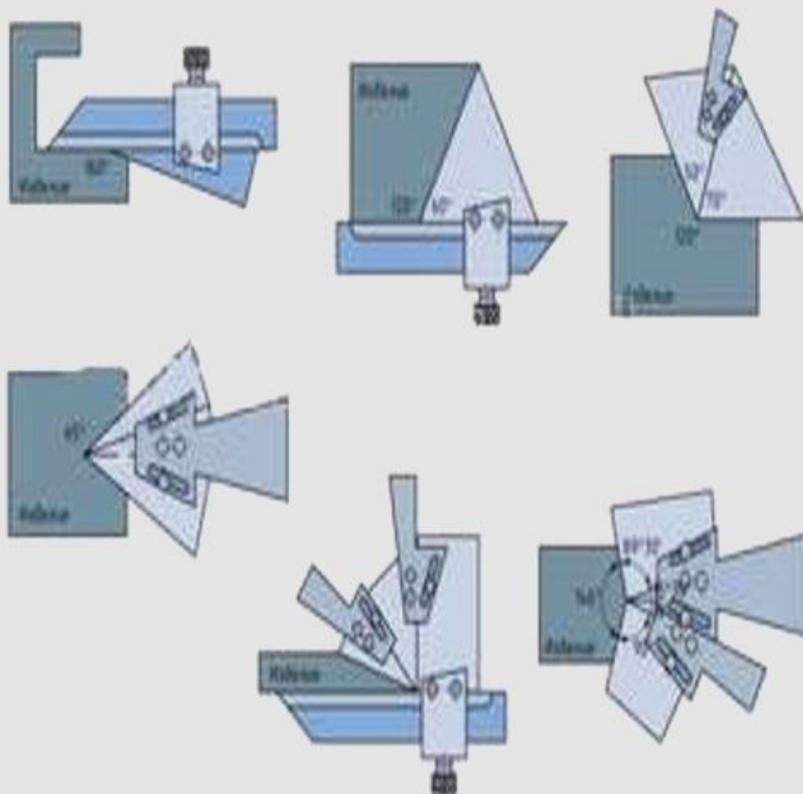
Промышленность выпускает наборы угловых призматических мер в виде **угловых плиток** с градацией 2° , 1° , $1'$ и $15''$; набор состоит из 93 угловых плиток с номинальными углами до 90° . Точность углов угловых плиток отвечает одному из четырех классов точности - 00, 0, 1 и 2. например, допуск углов угловой меры 1-го класса точности равен $\pm 2''$.

Угловые плитки изготавливают в виде пластин с узкими измерительными поверхностями, обработанными доводкой и образующие: острый угол, или острый угол со срезанной вершиной, или стороны четырехугольника.

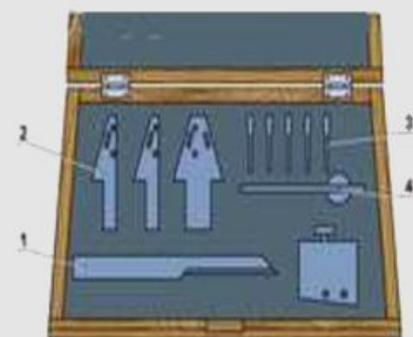
Угловые плитки снабжены монтажными отверстиями для собирания в блоки с помощью струбцин, при этом блоки можно собирать из двух или трех плиток и из угловой плитки с линейкой для собирания блока с углом дополнительно до 180° .



Методы измерения угловыми призматическими мерами



- а) проверка угла на соответствие ему указанного размера диска углового мер
- б) проверка углового размера
- в) параллельность и угловые меры
- 1 - линейка
- 2 - диск
- 3 - параллельный штифт
- 4 - стержень



Для измерения отклонений от перпендикулярности, т. е. от угла 90° , в машиностроении широко применяют **угольники**. Угольником называют жесткое безшкальное средство для контроля годности прямого угла, имеющее как наружный, так и внутренний рабочие углы. Угольники применяют следующих типов (рис. 8.11): УП — угольник плоский, УШ - угольник с широким основанием, УЛШ - угольник с широким основанием и лекальными вертикальными ребрами.

Угломеры с нониусом. Для измерения углов в угловых единицах применяют угломеры с нониусом, в которых угол отсчитывается по угловой шкале с помощью углового нониуса.



Угольник поверочный УП 250x160x50 кл.0

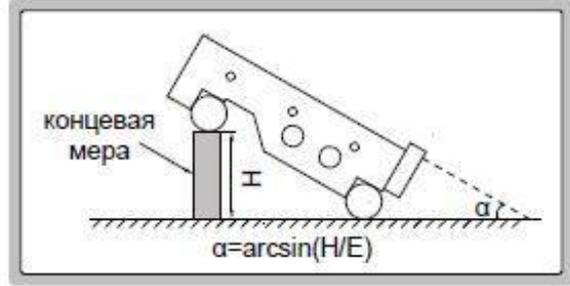
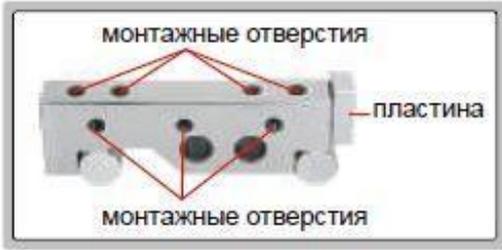
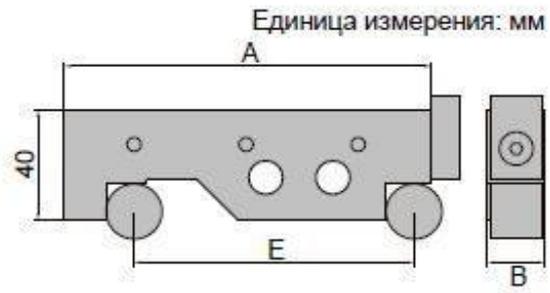


Универсальный угломер

Синусная линейка. Перечисленные методы контроля и прямого измерения углов конусов обладают невысокой точностью (не выше 4-й и 5-й степеней). Для повышения точности применяют косвенные методы измерения углов, при которых измеряют линейные размеры, тригонометрически связанные с величиной этих углов. Широко распространен метод измерения угла конуса точных углов призматических деталей **на синусной линейке**.



4156-130



Синусная линейка в положении измерения угла конического концевой меры.

Специальными называются средства измерения, предназначенные для измерения специфичных элементов у деталей определенной геометрической формы или для измерения значений специальных параметров у деталей вне зависимости от их геометрической формы. К специальным средствам измерения деталей определенной геометрической формы относятся:

- **калибры;**
- **приборы для измерения углов;**
- **приборы для измерения шероховатости поверхности;**
- **приборы для измерения отклонения формы.**

Калибры – это средства измерения в виде меры, имеющие форму поверхности, противоположную (обратную) контролируемому объекту.

Калибр представляет собой меру, которая имеет форму сопрягаемой поверхности.

Вся совокупность существующих калибров разделяется на две группы:

- нормальные;
- предельные.

Нормальные калибры – это калибры, размеры которых соответствуют номинальным размерам контролируемого объекта.

В настоящее время используются только некоторые виды нормальных калибров:

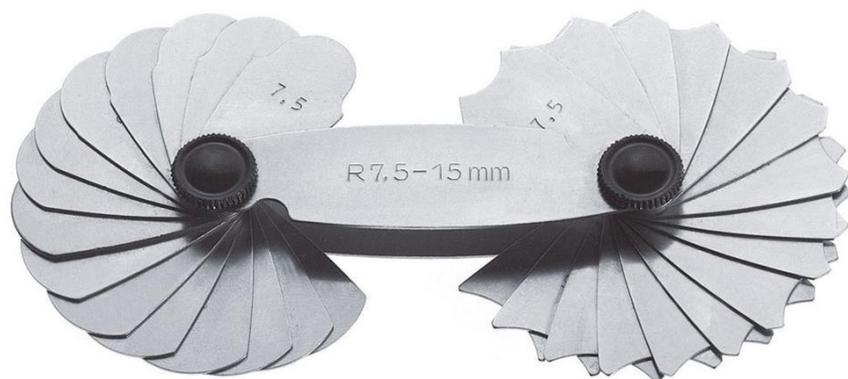
шаблоны, щупы, конусные калибры.

Шаблон - нормальный калибр для проверки отклонений формы и положения в сечении плоскостью поверхности проверяемой детали.

Как правило, шаблоны применяют при изготовлении деталей со сложной поверхностью. Прикладывая шаблоны к поверхности детали или изделия, определяют либо по просвету, либо вспомогательными средствами степень совпадения шаблона и проверяемого объекта.

В машиностроении широко распространены:

- **радиусные шаблоны** - для проверки радиусов кривизны выпуклых и вогнутых поверхностей;
- **резьбовые шаблоны** – для проверки шага резьбы.

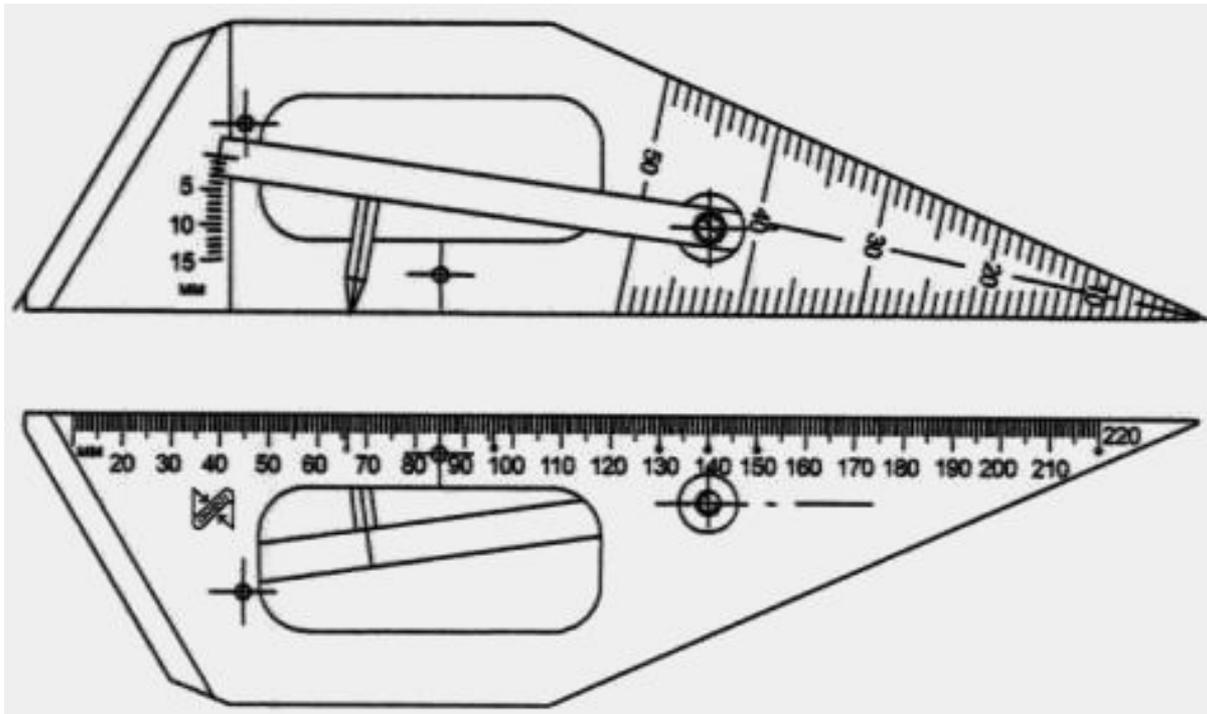


Шаблоны радиусные № 3. R7,5 – R15



Набор резьбовых шаблонов

Шаблон универсальный КОР (путевой – ж.д.)



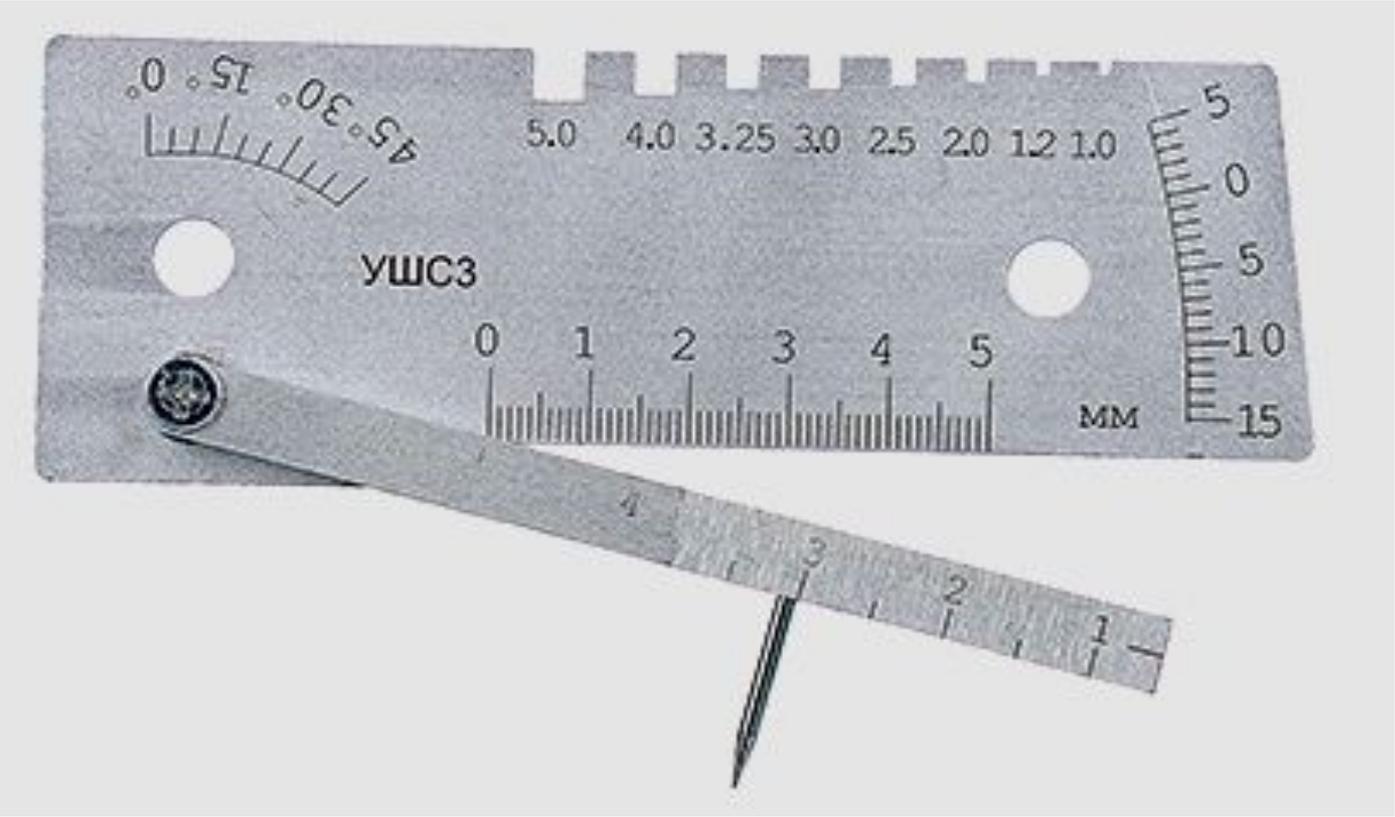
- Шаблон универсальный КОР модель 00316 - путевой измерительный инструмент. Шаблон КОР используется для измерения и контроля элементов ВСП и стрелочных переводов:
- стыковых рельсовых зазоров;
 - взаимного положения остряка и рамного рельса;
 - расположения болтовых отверстий в рельсах;
 - горизонтальных и вертикальных ступенек рельсовых стыков;
 - глубины и протяженности поверхностных дефектов рельсов и дефектов элементов стрелочных переводов;
 - протяженности дефектов элементов стрелочных переводов.

Шаблон для контроля катета шва УШС-2

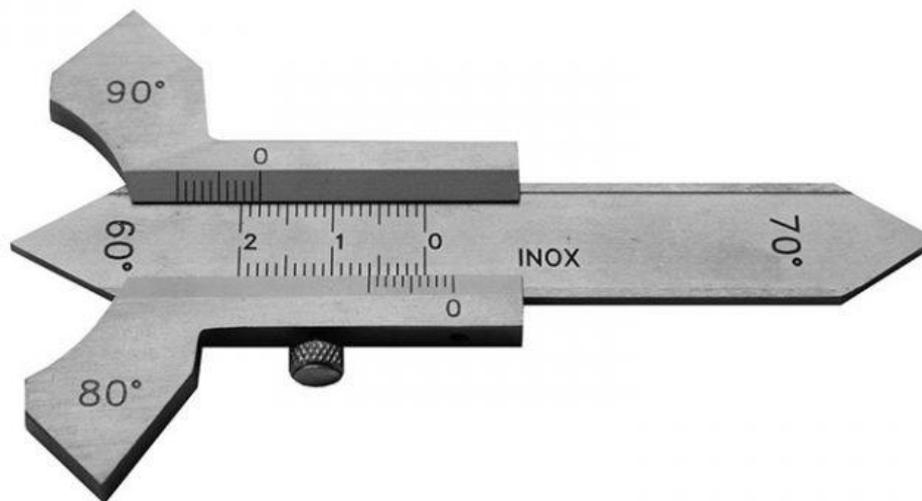


Шаблон сварщика УШС-2 предназначен для контроля катетов угловых швов в диапазоне 4-14 мм в соответствии с требованиями СТБ 1133-98.

Универсальный шаблон сварщика УШС-3 используется для контроля качества сварных швов и позволяет определять параметры дефектов, таких как забоины, зазоры, притупления, углы скоса и превышения кромок.



Шаблон Ушера-Маршака для сварщика



Данным шаблоном можно измерить:

- угол скоса кромок,
- притупление кромок деталей,
- высоту сварного шва,
- ширину усиления сварного шва,
- высоту обратного валика,

При измерении тавровых соединений можно измерить только выпуклость или вогнутость сварного шва.

Также можно измерить величины межваликового западания, глубина подреза сварного шва и глубину непровара обратного валика

Щуп - нормальный калибр для проверки зазора между плоскостями.

Щупы изготавливают в виде наборов пластин разной толщины (например, от 0,02 до 0,1 мм через 0,01 мм; от 0,1 до 1 мм через 0,1 мм и т.д.). При применении щупов либо используется один, либо складывают два щупа и более.



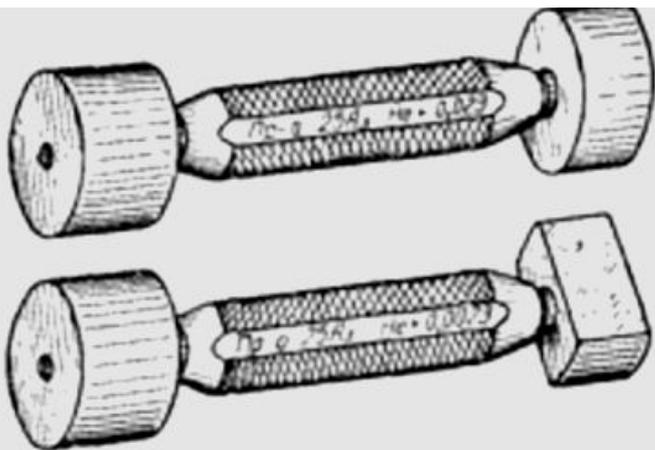
Набор щупов прямых для измерения зазора (0,04-0,63мм)

Предельные калибры – это калибры, размеры которых соответствуют предельным размерам контролируемых объектов

Поскольку размеры детали имеют два предельных значения (наибольший и наименьший), то предельные калибры используются обычно в паре. Такие калибры получили общее название предельные. Один из этих калибров называют **проходным**, а другой – **непроходным**.

Проходной калибр (ПР) – это калибр, контролирующий предельный размер, соответствующий максимуму материала проверяемого объекта.

Непроходной калибр (НЕ) – это калибр, контролирующий предельный размер, соответствующий минимуму материала.



- Предельные калибры для отверстий называются **калибрами-пробками** и представляют собой стержень с двумя цилиндрами.
- Проходные калибры-пробки при измерении должны свободно входить в отверстие без приложения усилий, непроходные - не должны входить в отверстие полностью, а только «закусывать». Если непроходной калибр входит в отверстие, то это значит, что сделан брак.

Калибр (фр. *calibre, calibre à limites*) — бесшкальный инструмент, предназначенный для контроля размеров, формы и взаимного расположения поверхностей детали.

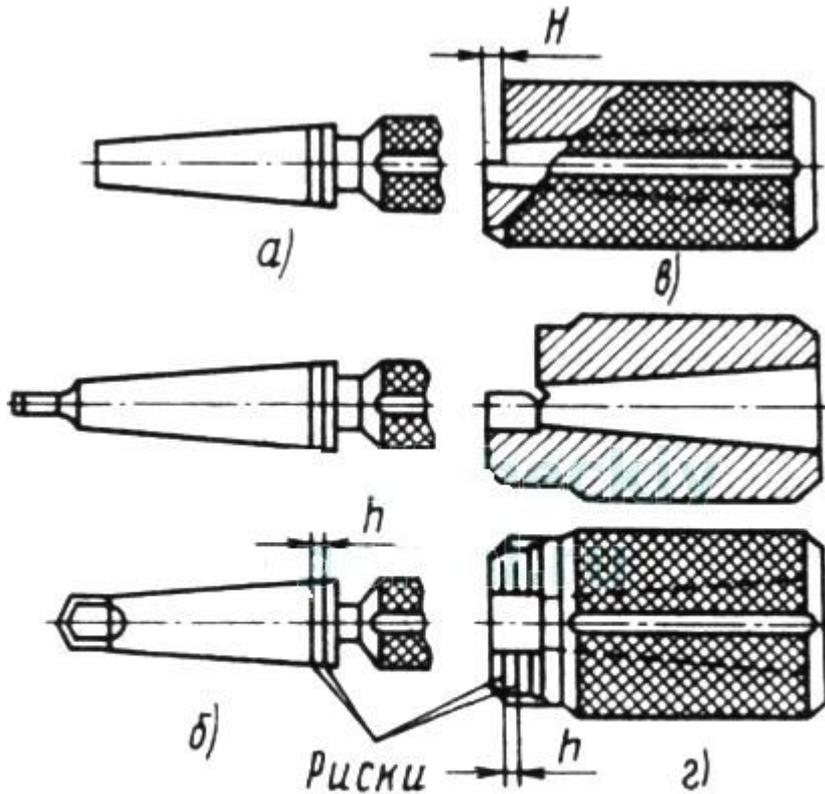


Рис. 62. Калибры-пробки (а, б) или калибры-втулки (в, г) для контроля конусов*

Контроль точности формы поверхностей производят универсальными и специальными измерительными средствами. К универсальным средствам измерения относятся:

1. Линейки поверочные.
2. Плиты поверочные и разметочные.
3. Угольники 90° различных типов.
4. Синусные линейки
5. Механические угломеры.
6. Уровни брусковые.

Основные виды отклонений формы поверхностей и способы контроля

Вид отклонения	Способы контроля
Отклонение от прямолинейности - наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей прямой. Частными видами отклонения от прямолинейности является выпуклость и вогнутость	<ol style="list-style-type: none"> 1. Лекальной линейкой и щупом. 2. Рычажно-механическими приборами при их перемещении вдоль направления измерения. Деталь и стойку прибора устанавливают на поверочную плиту
Отклонение от плоскостности - наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Лекальной линейкой и щупом. 2. Рычажно-механическими приборами при их перемещении в различных направлениях. 3. Поверочными плитами и линейками на краску
Отклонение от круглости - наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей окружности. Частными видами отклонения от круглости являются овальность и огранка	<ol style="list-style-type: none"> 1. На кругломерах. 2. В кольце, внутренний диаметр которого равен диаметру прилегающей окружности. При измерении вращают либо кольцо с закрепленной в нем измерительной головкой, либо деталь. 3. Замеряют наибольший и наименьший диаметры сечения и находят их полуразность
Отклонение профиля продольного сечения — наибольшее расстояние от точек образующих реальной поверхности, которые лежат в плоскости, проходящей через ее ось, до соответствующей стороны прилегающего профиля. Частными видами отклонения профиля продольного сечения являются конусообразность, бочкообразность и седлообразность	Рычажно-механическими приборами при их перемещении вдоль образующих в различных продольных сечениях. Конусо-, бочко- и седлообразность измеряют двухконтактным прибором путем нахождения полуразности наибольшего и наименьшего диаметров, измеренных в одном продольном сечении

Кругломеры, предназначенные для измерения отклонения от круглости, основаны на принципе образцового вращения измерительного наконечника относительно изделия или наоборот. При измерении происходит непрерывное ощупывание цилиндрической поверхности по окружности.

Кругломеры выпускаются двух типов: – с вращающимся столом , – с вращающимся измерительным наконечником .



Кругломер с вращающимся столом - Абрис К-10.2

Лупа измерительная ЛИ-3 10^x



Данный оптический измерительный прибор применяется **для оценки линейных размеров дефектов менее 1мм.**

Увеличение лупы 10-и кратное, при этом обзор ограничен зоной с диаметром 20 мм.

В корпусе заключены три линзы, на одной из которых нанесена прозрачная шкала, погрешность делений которой плюс/минус 0,02 мм на шаг в 0,1 мм.

Измерительные проекторы могут применяться для контроля зубчатых колес, режущего инструмента и любого сложного профиля изделия.

Действие проекторов основано на принципе сравнения изображения контуров контролируемой детали с чертежом или шаблоном, помещённом на экране и выполненном в том же масштабе, что и масштаб проекции, либо путём совмещения изображения контуров объекта с перекрестием или автоматическим детектором кромки и последующими измерениями.



Измерительный проектор PJ-A3000



Профильный проектор Starrett HE400

22. Для контроля каких изделий можно применять проекторы?

- а - профильные шаблоны
- б - зубчатых колес
- в - режущего инструмента
- г - варианты: а, б, в.

Контроль больших наружных диаметров

Наиболее рациональными в настоящее время считаются **скобы** (микрометры), изготавливаемые отечественными инструментальными заводами из стального листа для размеров **до 1200 мм** или сварными из тонкостенных стальных трубок для размеров **до 2000 мм**.



Если конструкция детали не позволяет производить замеры с торцов раздвижной линейной скобой, то для диаметров валов свыше 2000—2500 мм применяют косвенный метод измерения - **опоясывание с применением гибких стальных калиброванных лент или рулеток**.

21. Что можно измерить, применяя метод опоясывания?

- а - периметр трубы;
- б - объем сосуда;
- в - диаметр трубы;
- г - варианты: а, и в.

Измерение диаметра трубопровода **методом опоясывания** заключается в фактическом определении **длины окружности** измеряемого диаметра и вычислении последнего. Метод опоясывания рабочей рулеткой наиболее грубый и может применяться при обработке деталей по 7-му классу точности.



$$\text{Диаметр} = \frac{\text{Длина окружности}}{\text{число } \Pi \text{ } 3,1416}$$