

# **Тема: ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЭСКИЗОВ ДЕТАЛЕЙ СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ**

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭСКИЗАХ
2. ПОНЯТИЕ О КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТАХ ДЕТАЛИ
3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭСКИЗА ДЕТАЛИ С НАТУРЫ
4. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ И ПРИЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ
  - 4.1. Простейший измерительный инструмент.
  - 4.2. Раздвижной измерительный инструмент с линейным нониусом.
  - 4.3. Микрометрический измерительный инструмент.
  - 4.4. Шаблоны и примеры замера различных деталей
5. ВЫБОР ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НЕОБХОДИМОЙ ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

# 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭСКИЗАХ

*Эскизом называется чертеж, выполненный от руки без помощи чертежных инструментов и приспособлений в глазомерном масштабе по возможности с соблюдением правильного соотношения между размерами всех частей детали.*

По характеру применения эскизы подразделяются на эскизы проектные, то есть выполненные до изготовления того или иного объекта, и эскизы с натуры — после изготовления объекта.

Необходимость в выполнении последних возникает в основном при замене частично изношенной или полностью вышедшей из строя оригинальной (нестандартной) детали, если ее нет в запасе, а также при монтажных и ремонтных работах, когда по каким-либо причинам неизвестны отдельные размеры детали, позволяющие правильно подсоединить и скоординировать ее среди других деталей механизма, машины.

В некоторых случаях, например, на экспериментальном производстве, когда выполнение рабочего чертежа связано со временем, эскиз является единственным документом, по которому изготавливают деталь. Поэтому он так же, как и чертеж, должен давать полное представление о внешней и внутренней формах детали, ее размерах, обработке, шероховатости поверхности и иметь все поясняющие надписи, необходимые для ее изготовления.

Эскизы рекомендуется выполнять на обычной бумаге в клетку. Клетка облегчает проведение от руки горизонтальных и вертикальных линий и окружностей, штриховку под углом 45° и симметричное (относительно осевых и центровых линий) построение проекций. Оформляется эскиз рамкой и основной надписью так же, как чертеж.

На каждую оригинальную деталь, входящую в сборочную единицу, кроме стандартных, выполняют отдельный эскиз. *Эскиз должен содержать полную характеристику детали:*

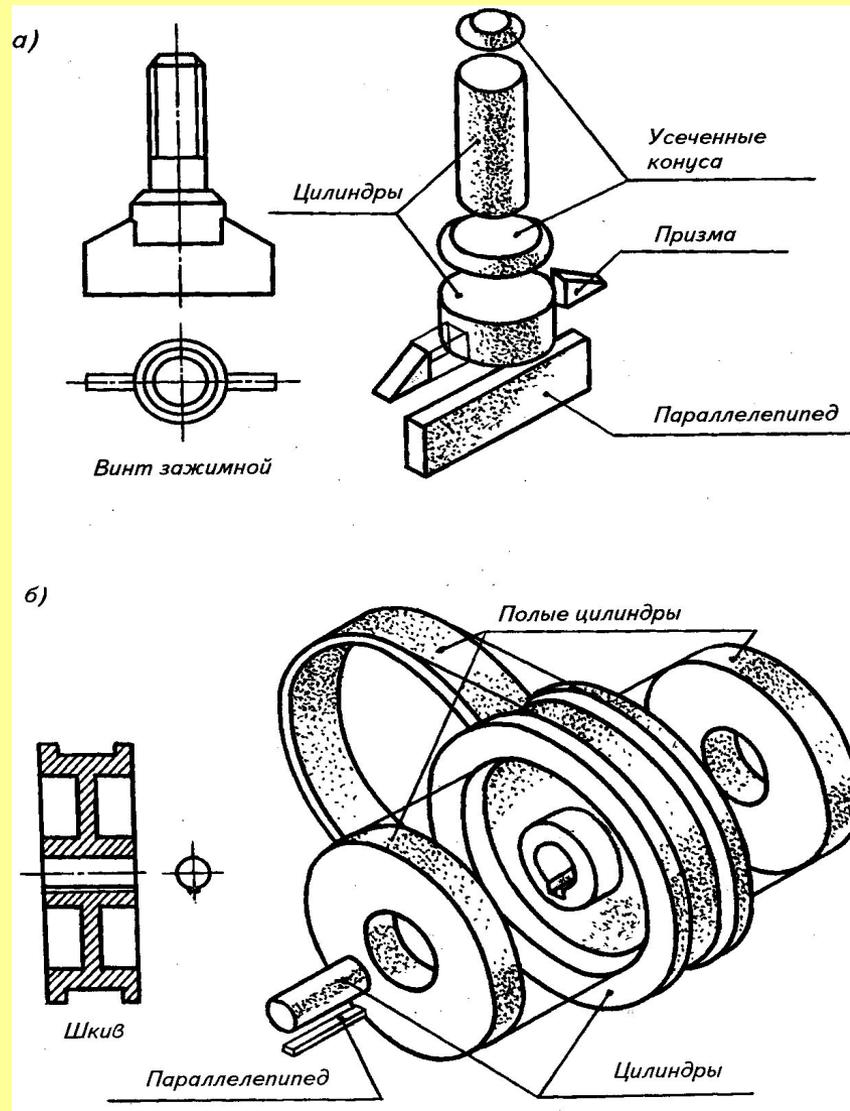
- 1) четкие геометрические формы;
- 2) геометрические зависимости элементов, связанных между собой размерами;
- 3) технологические сведения о допусках и посадках для контролируемых размеров, а также указания о шероховатости и специальных покрытиях поверхностей;
- 4) характеристику материала: показатели механических или специальных свойств материала, как например, термообработка или кислотоупорность и т. д.

## Анализ геометрической формы детали

Прежде чем выполнять эскиз детали с натуры необходимо прежде всего четко уяснить геометрическую форму составляющих ее элементов. Для этого следует мысленно расчленить деталь на геометрические тела.

На рис. показаны два приема:

1) когда геометрическая форма детали рассматривается как «сумма» геометрических тел, ее составляющих, и  
2) когда в процессе формообразования детали подверглись вычленению элементы, которые можно также представить в виде геометрических тел.

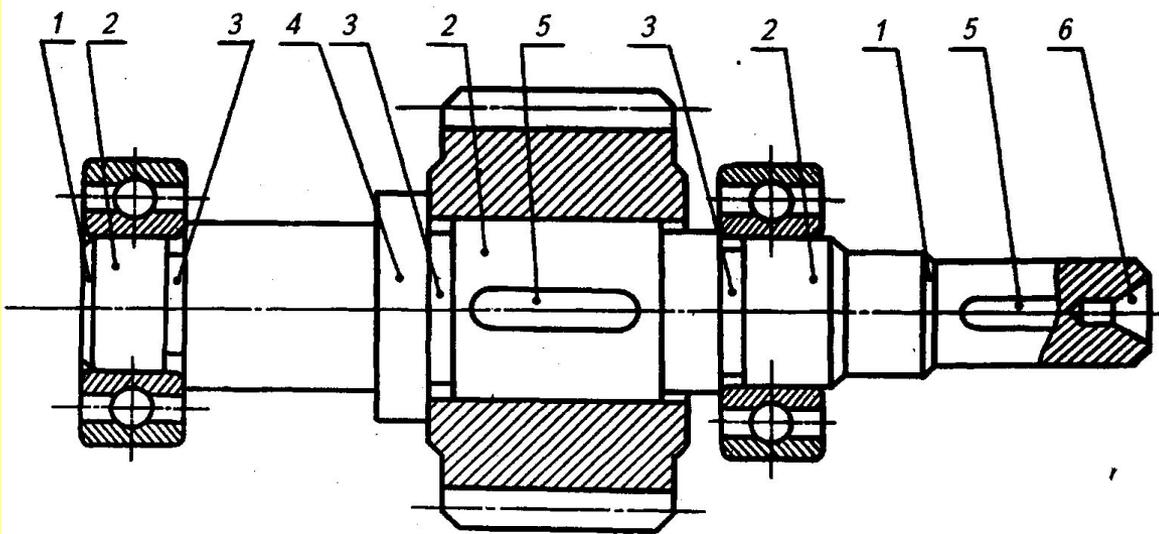


## Конструктивные формы вала

Конструктивные формы детали образуются сочетанием различных геометрических поверхностей. Отдельные такие поверхности являются элементами деталей.

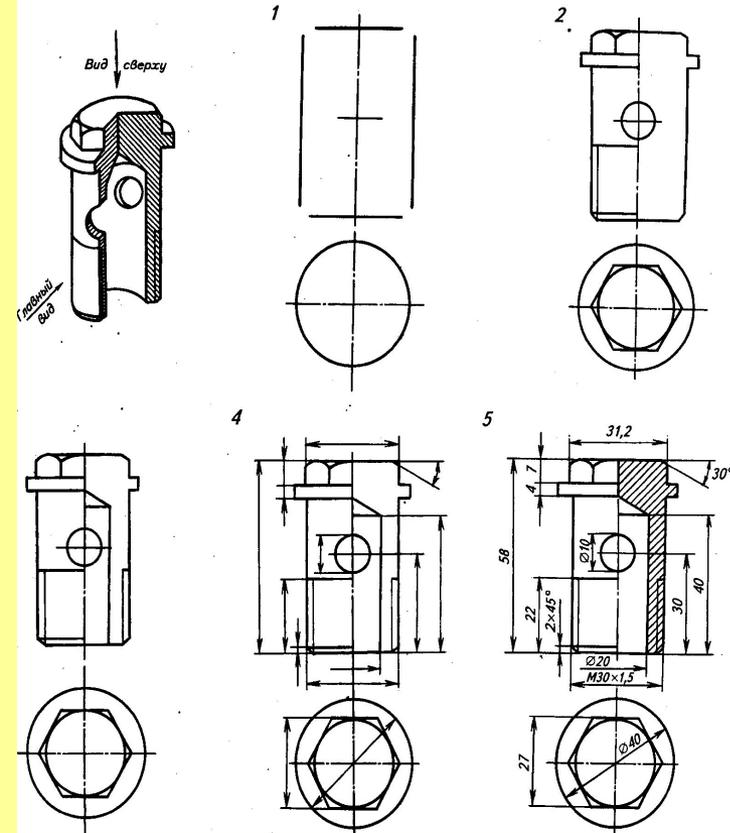
Покажем это на примере вала коробки скоростей с подшипниками и зубчатым колесом.

Основными элементами вала являются: фаски 1, шейки для зубчатого колеса и подшипников 2, проточки 3, бурт 4, шпоночный паз 5, центровые отверстия на торцах вала 6.



Элементы деталей,  
связанные с  
операциями их  
изготовления,  
называют  
технологическими.

1. Определяется форма детали и ее основных элементов, на которые можно мысленно расчленить деталь.
2. Выбирается главный вид детали и устанавливается необходимое и достаточное количество изображений: видов, разрезов, сечений.
3. Устанавливается формат листа для эскиза по ГОСТУ 2.301 — 68, с учетом требований к характеристике детали на эскизе.
4. Производится компоновка изображений на поле эскиза, определяются границы изображений, проводятся осевые и центровые линии.
5. Наносятся линии контура детали.
6. Наносятся линии внутренних очертаний детали и одновременно выполняются необходимые разрезы, сечения и дополнительные виды.
7. Производится обводка контура после уточнения изображений, наносятся выносные и размерные линии и знаки.
8. После обмера детали проставляются размеры. Наносятся штриховка, знаки обработки, поясняющие надписи, и заполняется основная надпись.



При выполнении эскизов следует обратить внимание на соблюдение пропорций отдельных элементов детали и их проекционной связи.

Перед тем, как обвести все изображения, нужно уточнить конструктивные особенности детали, связанные с технологичностью ее изготовления, например, наличие фасок, проточек, канавок, галтелей и т. д., если деталь получается путем механической обработки, или литейных уклонов и литейных радиусов, литьем.

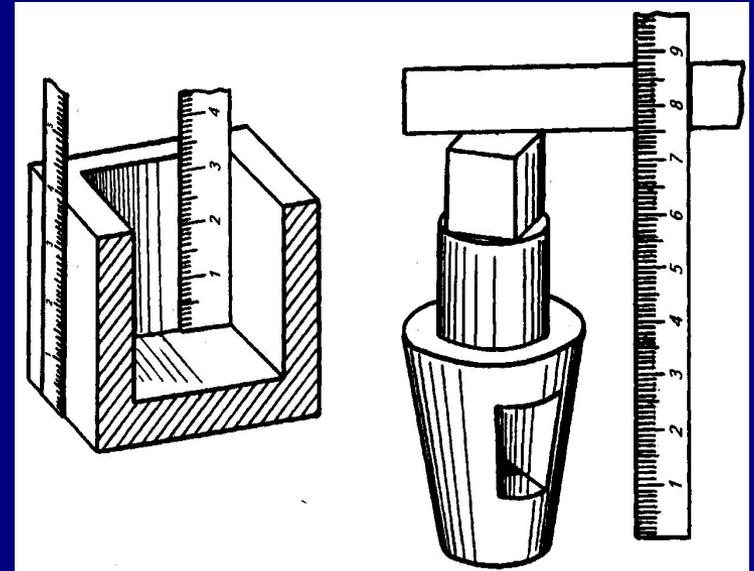
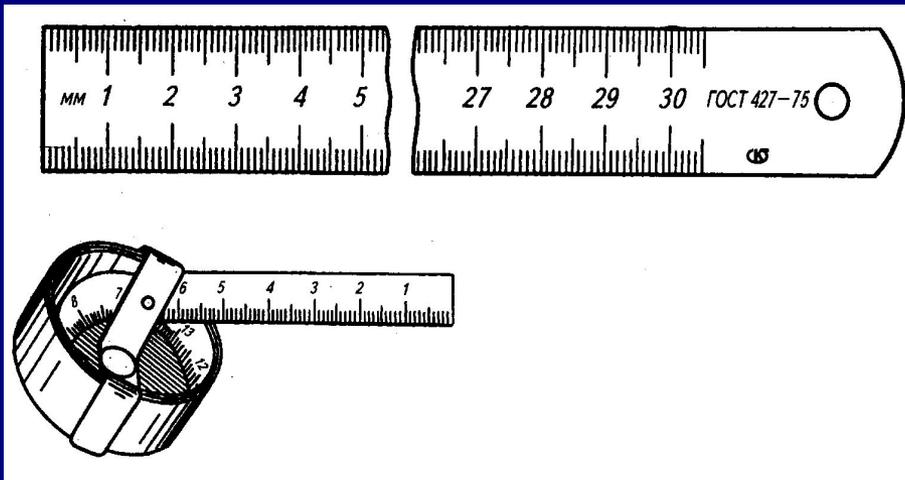
Следует учесть, что многие детали могут иметь различные дефекты, которые не следует принимать во внимание: неровности, вмятины, искривления, раковины в отливках, смещение центров отверстий, разницу толщины стенок пустотелых деталей, выступы избытка металла на деталях, изготавливаемых литьем или поковкой, и т. д.

Многие типовые машиностроительные детали имеют элементы, размеры которых установлены соответствующими стандартами. К таким относятся: размеры лысок, квадратов и шестигранников «под ключ», размеры проточек, фасок, отверстий под крепежные детали, глухих отверстий под шпильки и винты, шпоночных пазов и т. п.

После обмера таких элементов всегда для уточнения их размеров следует обращаться к соответствующему справочному материалу и, подобрав ближайшее к полученному измерению числовое значение, установленное стандартом, вписывать его над размерной линией.

Самые простые измерительные инструменты — масштабные линейки и рулетки. На линейке и рулетке нанесены штрихи — деления, расположенные друг от друга на расстоянии 1 мм, реже — 0,5 мм. Эти деления и составляют измерительную шкалу. С помощью рулетки определяют, например, длину развертки или диаметр: большого цилиндра.

Масштабная линейка позволяет производить измерение с точностью до 0,5 мм, а рулетка — до 1 мм.

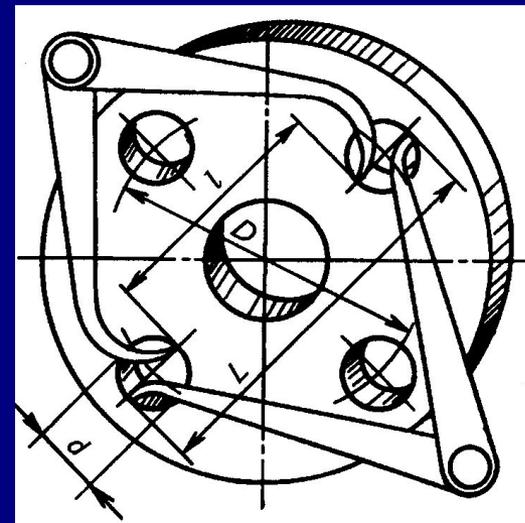
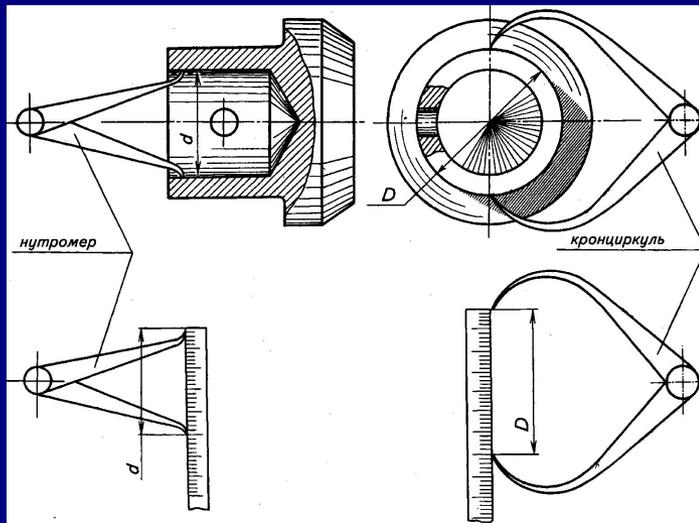


# Кронциркуль и нутромер

Кронциркуль и нутромер служат соответственно для определения наружных и внутренних размеров изделий.

Криволинейная форма ножек этих инструментов позволяет довольно точно производить измерения, а затем переносить замеренную величину на масштабную линейку.

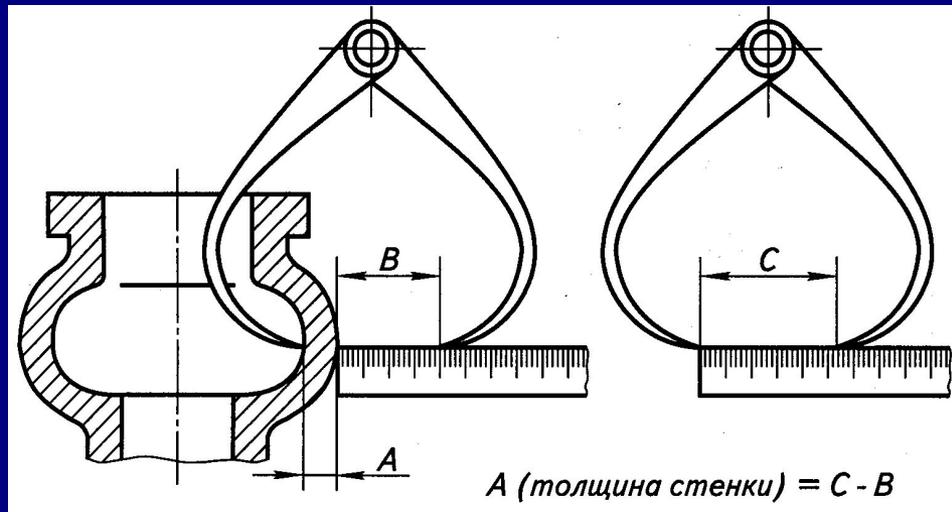
К примеру, на правом рисунке показано определение диаметра  $D$  окружности расположения центров отверстий на круглом фланце. В одном случае, при определении величины диаметра кронциркулем, его ножки, упираясь в стенки отверстия, замеряют величину  $l$ . В этом случае  $D = l + d$ , где  $d$  — диаметр отверстия. В другом — при замере нутромером, определяют величину  $L$ . В этом случае  $D = L - d$ .



## Методы применения кронциркуля

С помощью кронциркуля возможно определить толщину стенки пустотелой детали в труднодоступном для измерения месте. Если толщину стенки детали непосредственно замерить невозможно, так как нельзя извлечь кронциркуль, не раздвигая его ножек, то измерение производят следующим образом. В замеряемом месте к стенке детали прикладывают торцом линейку. Ножки кронциркуля раздвигают на произвольную величину, например, на размер  $C$ . Затем заводят одну ножку внутрь детали до упора в стенку изнутри детали, а другую прикладывают к линейке и определяют величину  $B$ . Теперь кронциркуль можно вынуть и приложить к линейке. Толщина стенки детали  $A = C - B$ .

Для успешного пользования кронциркулем и нутромером требуется навык. Точность измерения этими инструментами при определенном опыте может быть достигнута 0,5 мм.



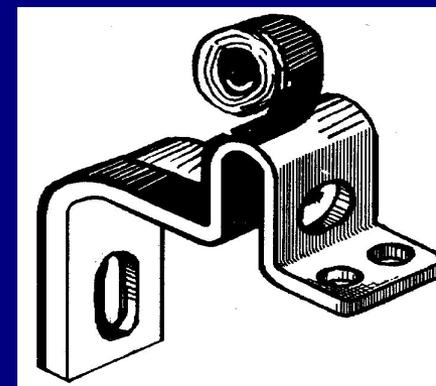
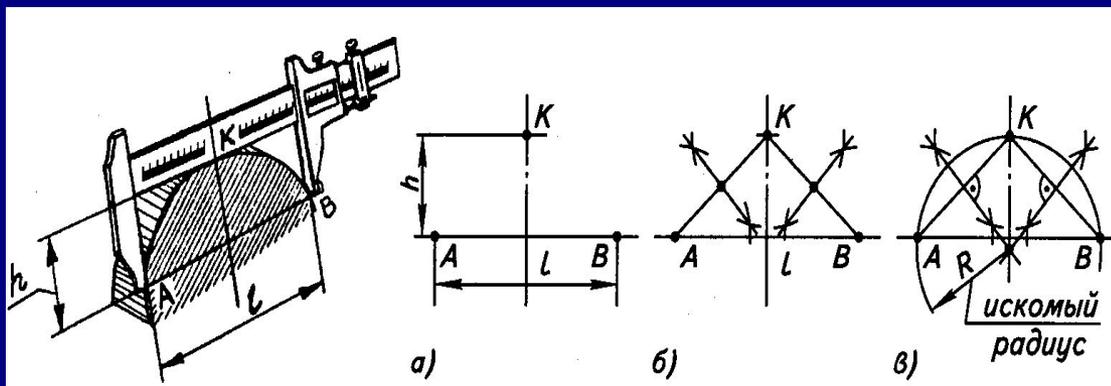
К косвенным методам измерения приходится прибегать зачастую в различных случаях, когда по каким-либо причинам нет возможности произвести прямые измерения прикладыванием инструмента к изделию.

На рисунке показано определение диаметра большого вала по хорде и высоте сегмента с помощью штангенциркуля. В этом случае диаметр вала определяют по формуле:

$$D = l^2 / (4h) + h$$

где  $l$  — хорда, а  $h$  — высота сегмента.

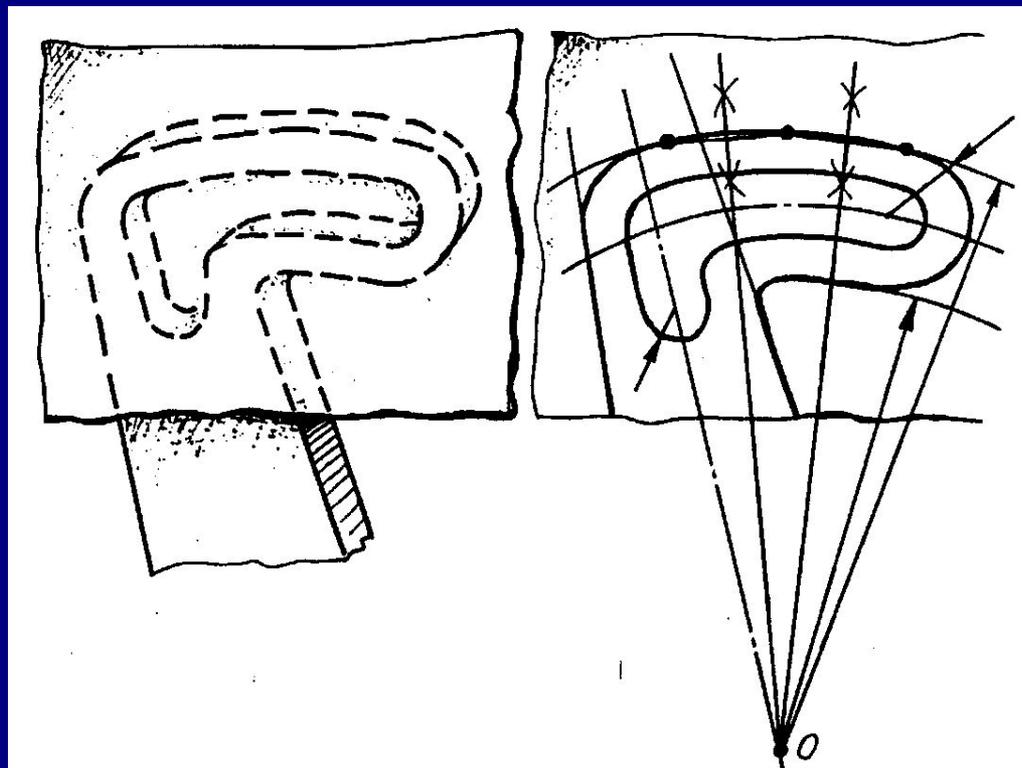
Диаметр вала можно определить менее точно и графическим построением. Для этого по трем точкам (А, В и К), вычерченным на листе бумаги с установленными между ними расстояниями, определяем вначале центр (О) описанной окружности. Теперь можно построить радиус описанной окружности и замерить его линейкой. Разумеется, в этом случае все построения необходимо производить как можно с большей достижимой точностью.



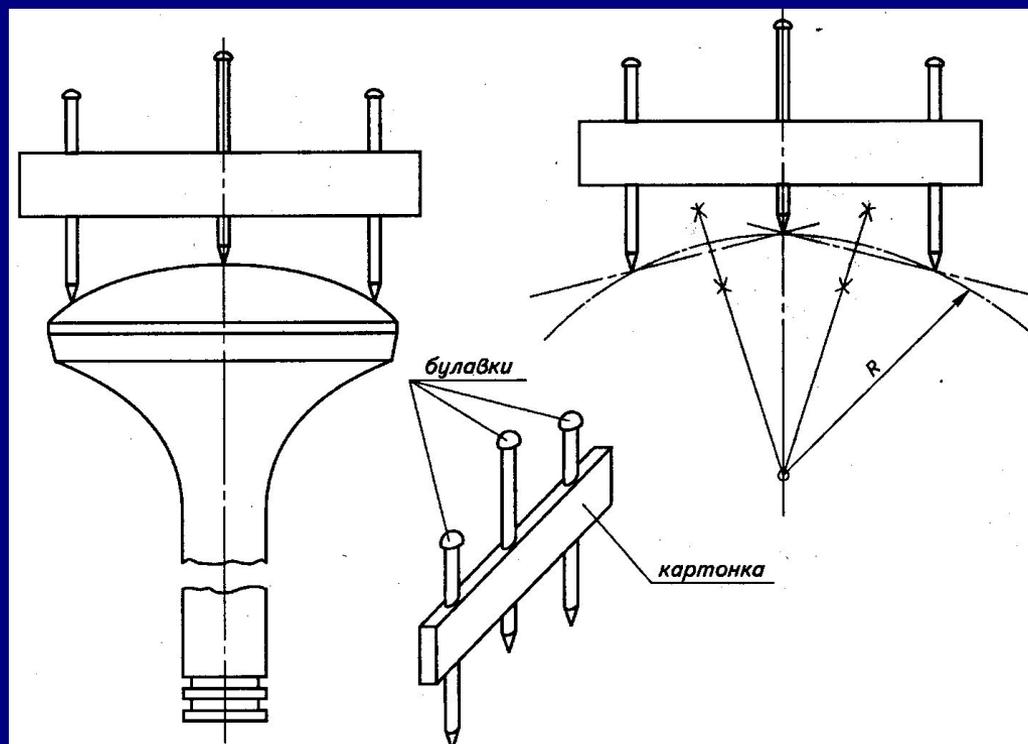
# Косвенные методы измерений деталей

В тех случаях, когда приходится иметь дело с деталями, имеющими криволинейные очертания, удобнее всего положить изделие на бумагу и обвести контур карандашом. Если же это по каким-либо причинам невозможно сделать, то поступают следующим образом. Наложив на интересующую нас часть изделия лист тонкой бумаги, обминают ее по контуру с целью получения отпечатка. Затем полученный контур обводят карандашом.

Теперь уже на бумаге можно выполнить дополнительные построения, с помощью которых возможно определить часть размеров, остальные определяются замером с натуры.

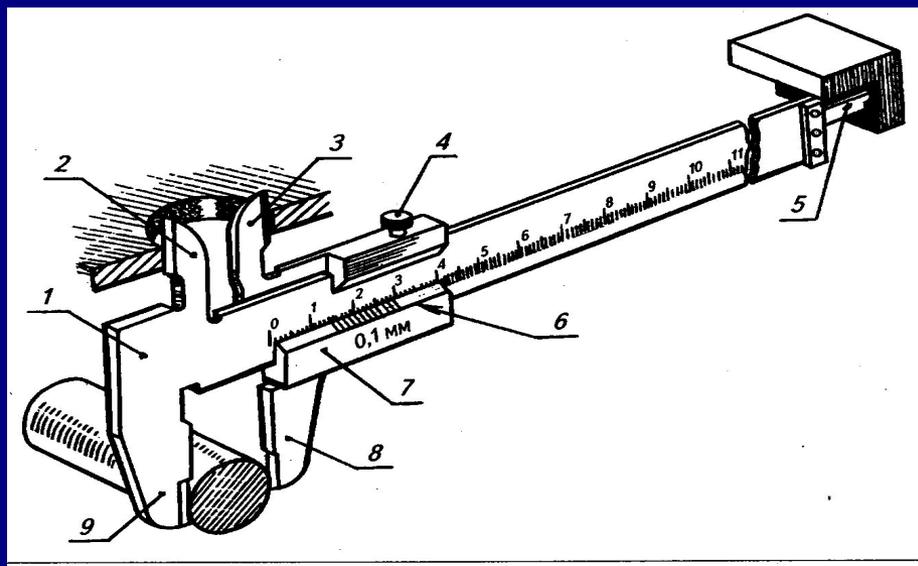


Для измерения и определения радиусов округления большой величины, можно использовать и такой способ. В картонку, вырезанную в виде пластинки, вставлены, как указано на рисунке, булавки или тонкие металлические стерженьки. Все это устройство располагают над кривой поверхностью так, чтобы все булавки или стерженьки касались ее. Теперь осталось зафиксировать на бумаге установленные точки и вышеуказанным способом определить искомый радиус скругленной поверхности.



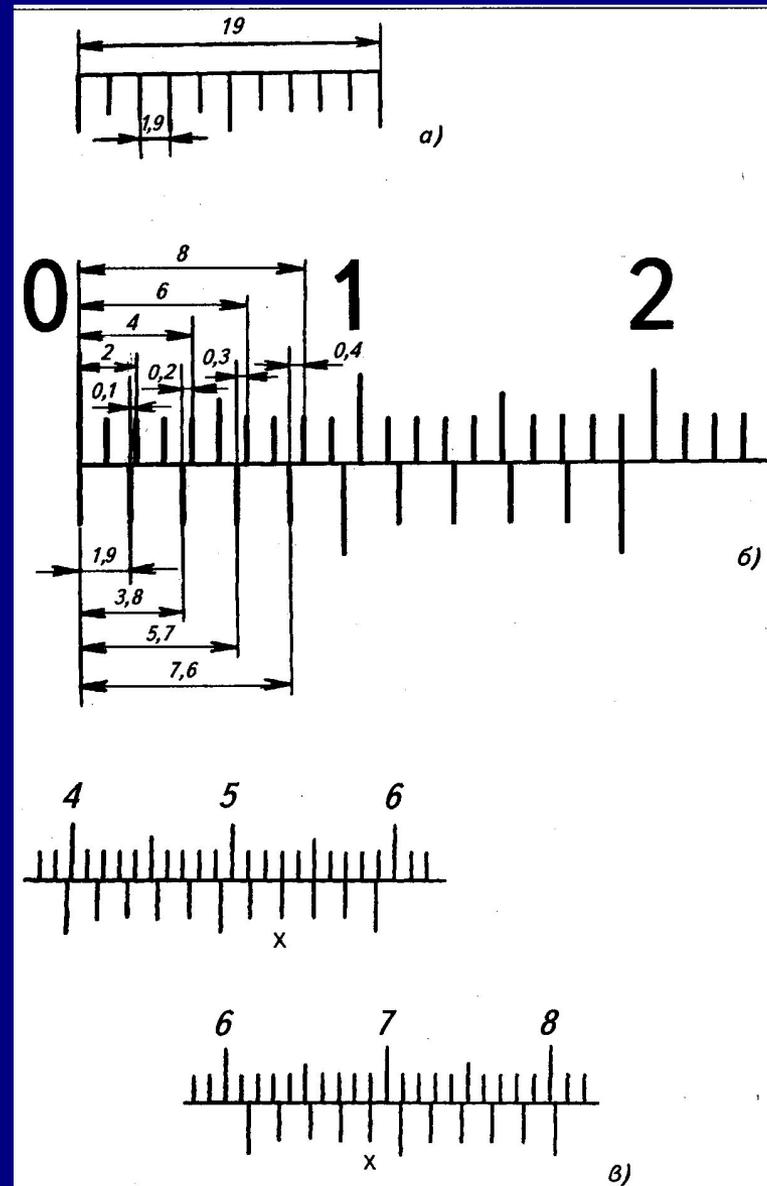
## Раздвижной измерительный инструмент с линейным нониусом.

**Штангенциркуль** — многомерный раздвижной инструмент с нониусом для измерения наружных и внутренних размеров, диаметров, глубин и высот деталей. Конструкции выпускаемых нашей промышленностью штангенциркулей позволяют производить отсчет размеров с точностью до 0,1 и 0,05 мм. Такая высокая точность достигается применением специального устройства для отсчета — линейного нониуса. На рисунке изображен штангенциркуль с точностью измерений до 0,1 мм. Он состоит из штанги 1, на которой нанесена шкала линейки, губок 2 и 9, и перемещающейся по штанге рамки 7 с губками 3 и 8, глубиномера 5. Рамки снабжена зажимным винтом 4.



Отсчет размеров производят по штанге и нониусу. Нониус длиной 19 мм разделен на 10 частей. Одно его деление, таким образом, составляет  $19/10 = 1,9$  мм, что на 0,1 мм меньше целого миллиметра (рис. а). При нулевом показании штрих нониуса находится от ближайшего справа штриха штанги на расстоянии, равном величине отсчета (0,1 мм), умноженной на порядковый номер штриха нониуса, не считая нулевого (рис.б). Целое число миллиметров отсчитывается по шкале штанги слева направо нулевым штрихом нониуса. Дробная величина (количество десятых долей миллиметра) определяется умножением величины отсчета (0,1 мм) на порядковый номер штриха нониуса (не считая нулевого), совпадающего со штрихом штанги.

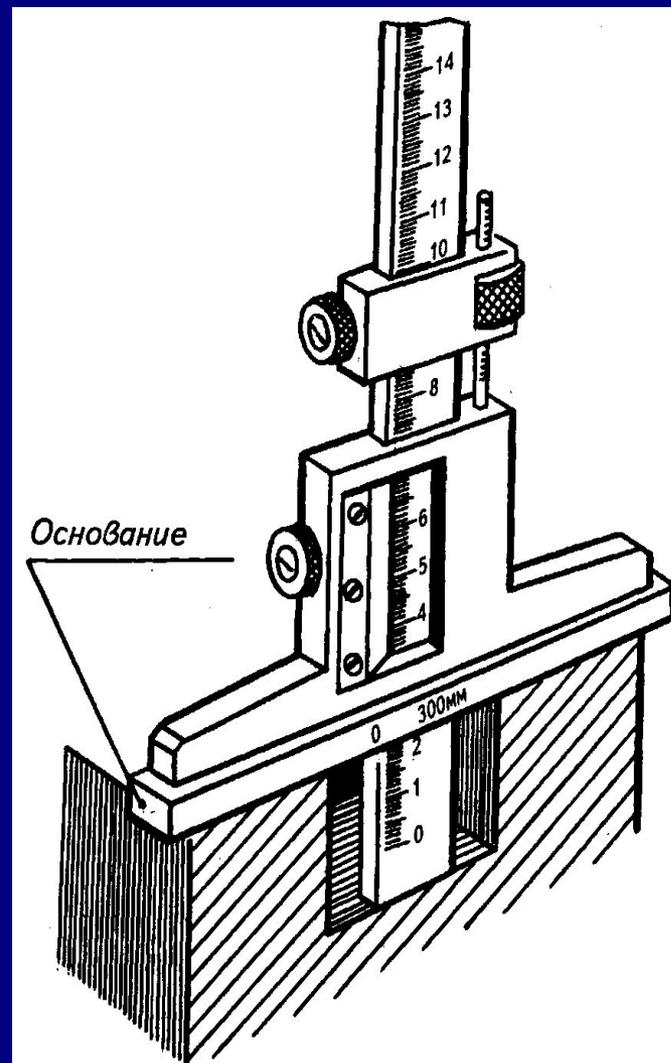
На рис. 9. 14, в показано два примера отсчета. В первом по шкале штанги читаем целое число 39 мм, затем по шкале нониуса определяем дробную величину  $0,1 \text{ мм} \times 7 = 0,7 \text{ мм}$  (седьмой штрих обозначен крестиком). Значит, измеряемый размер  $39 \text{ мм} + 0,7 \text{ мм} = 39,7 \text{ мм}$ . Во втором примере, аналогично первому, определяем  $61 \text{ мм} + 0,1 \text{ мм} \times 4 = 61,4 \text{ мм}$ . Точность отсчета в 0,1 мм иногда бывает недостаточной. В этом случае пользуются штангенциркулем, позволяющим производить измерение с точностью до 0,05 мм.



Штангенглубиномер предназначен для измерения глубины глухих отверстий, пазов, канавок, уступов и высот с величиной отсчета по нониусу 0,1; 0,05 и 0,02 мм.

Штангенглубиномер отличается от штангенциркуля только конструктивно: штанга заканчивается срезанным торцом, являющимся измерительной поверхностью, рамка имеет вместо губок широкую опорную поверхность основание.

При измерении штангенглубиномер основанием устанавливают над отверстием, а штангу выдвигают до упора в его дно. Далее, все действия аналогичны операции по замеру детали штангенциркулем.

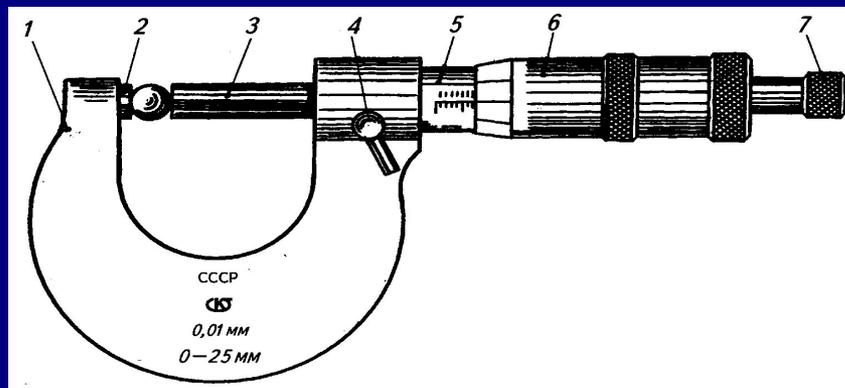


Микрометр (рис. 9.16)— более сложный по устройству инструмент, чем рассмотренные ранее. Он позволяет производить измерения с большей точностью.

Микрометр для наружных измерений состоит из подковообразной скобы 1, пятки 2, стебля 5, зажимного устройства — стопора 4, барабана 6 с микрометрическим винтом 3, колпачка 7 с насечкой, навинченного на правую часть барабана, и трещотки, присоединенной при помощи винта к торцу шейки колпачка. Отсчеты измерений производят по шкале на стебле 5 и шкале на коническом нониусе барабана 6.

Шкала на стебле имеет 25 делений, нанесенных вдоль оси стебля сверху и снизу и перпендикулярных к ней с расстоянием между ними в 1 мм. Штрихи, расположенные над риской, смещены вправо относительно нижних штрихов на 0,5 мм. По нижним штрихам отсчитывают целое число миллиметров, а по верхним — 0,5 мм. Сотые доли миллиметра определяются при помощи делений на нониусе, поверхность которого разделена штрихами в виде образующих нониуса на 50 равных частей.

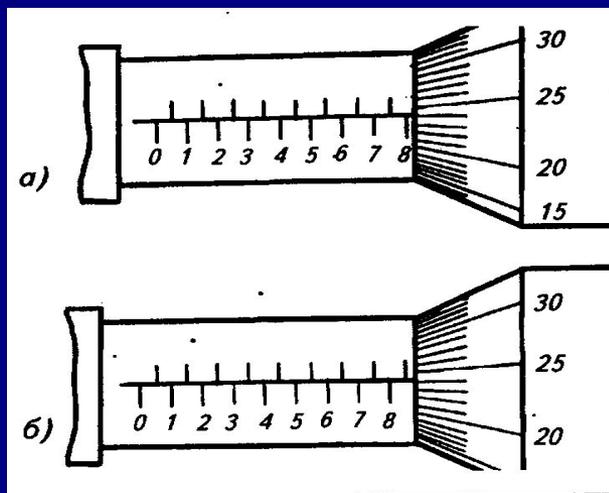
При повороте на одно деление микрометрический винт 3, соединенный с барабаном 6, перемещается вдоль оси на  $1/50$  шага, то есть на расстояние, равное  $0,5 \text{ мм} : 50 = 0,01 \text{ мм}$ .



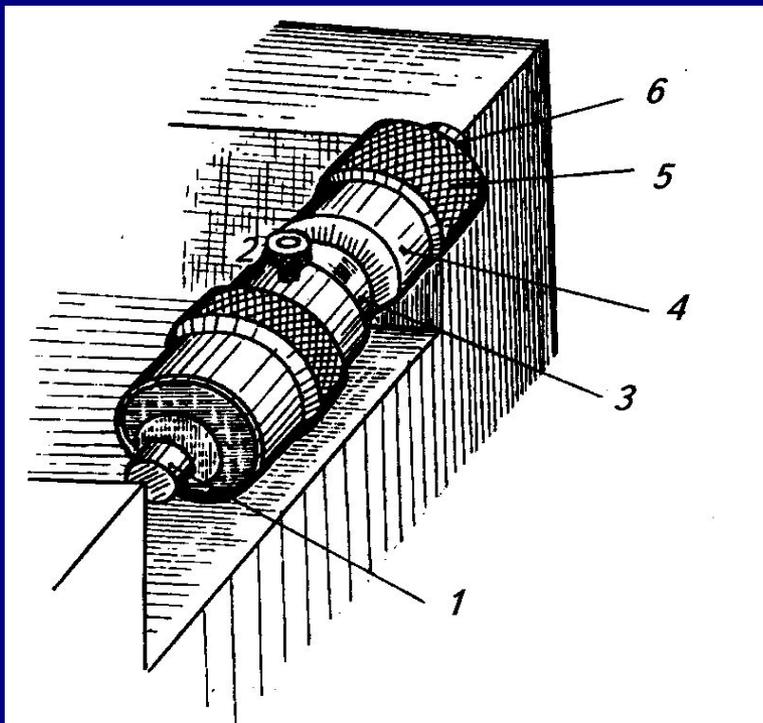
Для определения какого-либо размера детали микрометром ее помещают между пяткой 2 и торцом микрометрического винта 3. Затем поворачивают барабан до тех пор, пока торец микрометрического винта не приблизится к поверхности детали. Дальнейшее продвижение винта 3 производят при помощи колпачка 7 с трещоткой. Услышав характерный треск, подобный треску пружины часов при заводе, поворот колпачка прекращают. После этого стопором 4 стопорят микрометрический винт, отделяют микрометр от детали и считывают показания.

Отсчет показаний производят следующим образом (см. рис.). Если кромка барабана остановится ближе к нижнему штриху стебля (рис. а), то число целых миллиметров полученного размера определяют по нижнему делению шкалы, а число сотых долей миллиметра — по показаниям барабана. Так, приведенное на рисунке положение шкал соответствует размеру  $8 + 0,24 = 8,24$  мм.

Если кромка барабана остановится ближе к верхнему штриху стебля, то полученный размер представит сумму трех величин: число целых миллиметров до ближайшего нижнего к кромке барабана деления на стебле плюс 0,5 мм от него до верхнего деления и плюс показания сотых долей миллиметра по барабану. В приведенном случае (рис. б) положение шкал соответствует размеру  $8 + 0,5 + 0,24 = 8,74$  мм.



Микрометрический нутромер (штихмас) служит для измерения внутренних размеров деталей, а также размеров диаметров отверстий. Точность измерений нутромером такая же, как и измерений микрометром — 0,01 мм. Состоит он (рис. 9.19) из головки и сменных калиберных стержней (удлинителей). Микрометрическая головка состоит из микрометрического винта 6, расположенного внутри барабана 4, колпачка 5, стебля 3, стопорного устройства 2 и сменного наконечника.

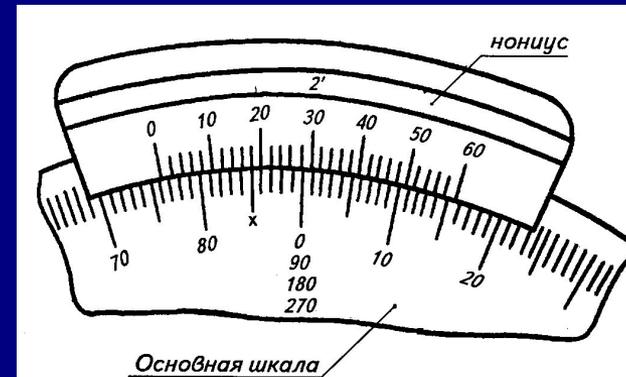
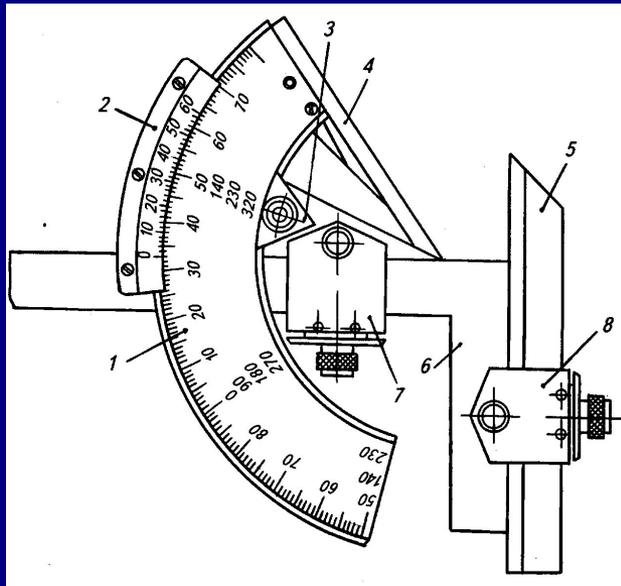


Универсальный угломер применяют для измерения наружных и внутренних углов различных деталей.

Угломер состоит из основания 1, на котором нанесена основная шкала на дуге 130°, и жестко скрепленной с ним линейки 4. По дуге основания перемещается сектор 3, несущий нониус 2. К сектору 3 посредством державки 7, может быть прикреплен угольник 6, в котором, в свою очередь, с помощью державки 8 закреплена съемная линейка 5.

Угольник 6 и съемная линейка 5 имеют возможность перемещаться по краю сектора 3.

Например, на втором рисунке нулевой штрих нониуса пришелся на деление между 76 и 77° основной шкалы, а со штрихом (отмечен крестиком) шкалы основания совпадает 9-й штрих нониуса. Следовательно, по основной шкале отсчитываем 76', а по шкале нониуса —  $9 \times 2' = 18'$ . Значит, угол в данном случае равен  $76^{\circ}18'$ .



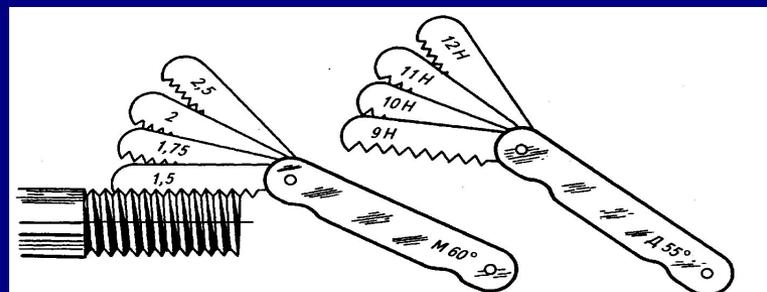
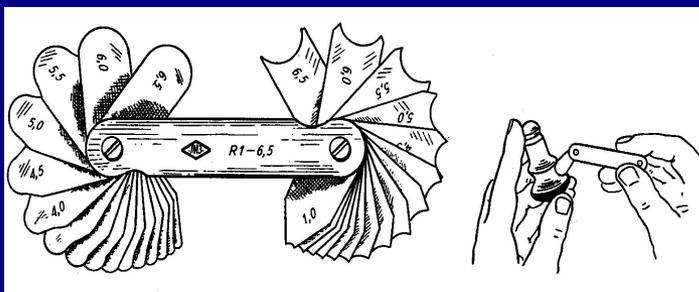
# ШАБЛОНЫ

*Шаблоны радиусные* (радиусомеры) ГОСТ 4126 — 82 (рис. 1) представляют собой набор стальных пластинок с закруглением по определенному радиусу (отмеченному на пластинках) концами. Данный радиусомер имеет комплект пластин для замера радиусов от 1 до 6,5 мм. Промышленность располагает радиусомерами и большего размера.

При выполнении эскизов деталей с натуры, при измерении скруглений, например, галтелей, на деталях подбирают шаблон-пластинку таким образом, чтобы при стыковке ее с замеряемым закруглением детали не было бы щелей и зазоров. Скругления на пластинке и детали должны совпадать. После этого остается прочесть на пластинке указанный радиус, его величину.

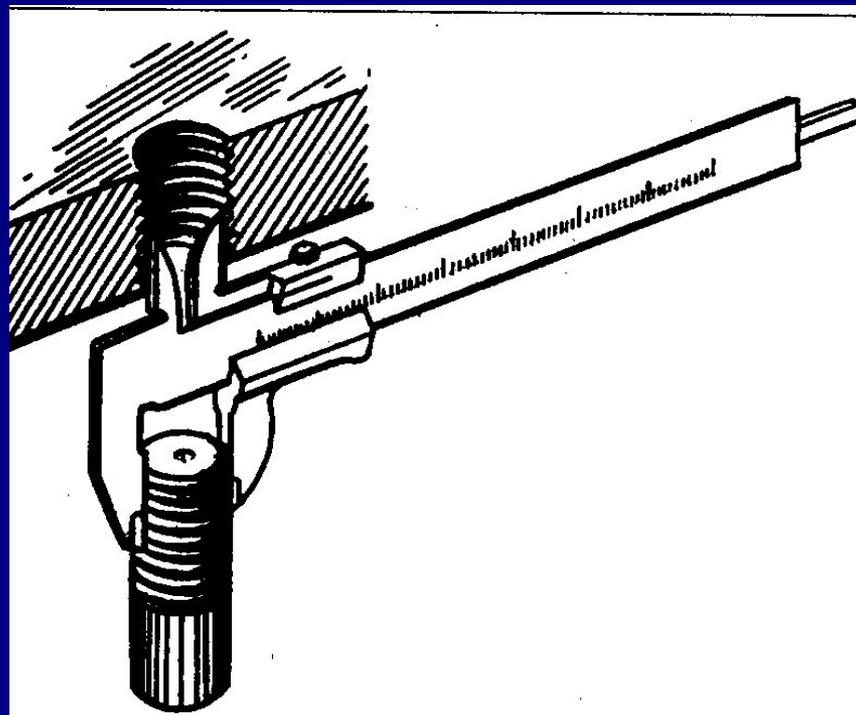
*Измерение цилиндрических резьб. Резьбомеры* (рис. 2) — инструменты для измерения и проверки правильности резьбы. Простейший резьбомер состоит из набора плоских шаблонов (тонких стальных пластинок), измерительная часть которых представляет собой профиль стандартной резьбы определенного шага или числа ниток на дюйм (для подсчета шага). Резьбомеры изготавливаются двух типов: М 600 — для метрической резьбы и Д 550 — для дюймовой и трубной резьбы. На каждом шаблоне резьбомера указан размер шага в миллиметрах или число ниток на дюйм.

Для измерения шага резьбы резьбомером подбирают шаблон-пластинку (гребенку) (рис. 2), зубцы которой совмещаются с впадинами измеряемой резьбы. Затем читают указанный на пластинке шаг или число ниток на дюйм. Можно шаг метрической резьбы при помощи обычной линейки. Для определения шага резьбы по дюймовому резьбомеру необходимо дюйм (25,4 мм) разделить на указанное на шаблоне количество ниток.

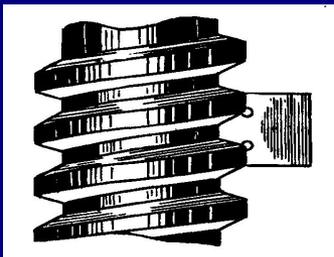


## ИЗМЕРЕНИЕ НАРУЖНОГО И ВНУТРЕННЕГО ДИМЕТРА РЕЗЬБЫ

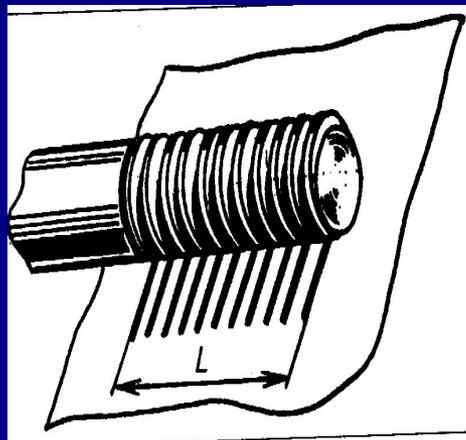
Наружный диаметр резьбы  $d$  на стержне или внутренний диаметр резьбы  $D_1$  в отверстии измеряют штангенциркулем. При этом мерительные губки штангенциркуля располагают в осевой диаметральной плоскости (с торца стержня или отверстия) (рис.). Затем, основываясь на полученных данных, по таблицам стандартных резьб подбирают точное значение резьбы.



## Резьбовые шаблоны для контроля ходовых резьб



На производстве широко используют шаблоны для проверки профиля прямоугольных, трапецеидальных (рис. 1) и упорных резьб.



При отсутствии резьбомера шаг резьбы (или число ниток на дюйм) можно определить при помощи оттиска на бумаге. Для этого резьбовую часть детали прижимают к листу чистой бумаги с целью получения на ней оттисков (отпечатков) ниток резьбы, то есть нескольких шагов (желательно не меньше 10) (рис. 2). Затем по оттиску измеряют расстояние  $L$  между крайними, достаточно четкими рисками (отпечатками), — это измерение должно быть выполнено аккуратно, с точностью не ниже 0,25 мм. Сосчитав число шагов и на длине  $L$  по числу промежутков (при этом надо помнить, что и на единицу меньше числа рисок), определяем шаг резьбы:  $P = L / (n - 1)$

## Измерение элементов зубчатых колес

При выполнении эскиза или чертежа цилиндрического зубчатого колеса с натуры поступают следующим образом:

1) штангенциркулем измеряют диаметр окружности вершин зубьев  $d_a$  (рис.) и подсчитывают их количество  $z$ ;

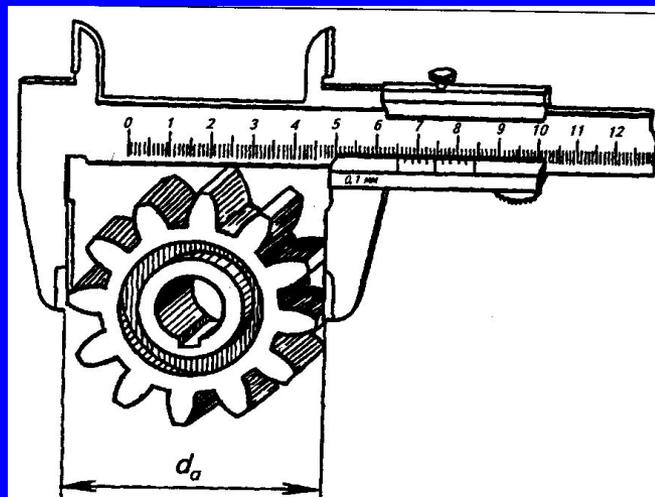
2) определяют модуль по формуле:  $m = d_a / (z + 2)$ .

После расчета по формуле найденная величина модуля должна быть уточнена с помощью таблицы стандартных модулей (ГОСТ 9563 — 60) (см. табл. 8.1);

3) подсчитывают диаметр делительной окружности по формуле:  $d_o = m \times z$ ;

4) подсчитывают размер диаметра окружности впадин по формуле:  $d_b = d_o - 2,5m$ ;

5) в заключение остается произвести обмер тех элементов зубчатого колеса, которые не определяются расчетами, записать их данные и заполнить таблицу параметров.



# Измерение элементов червяка и червячного колеса

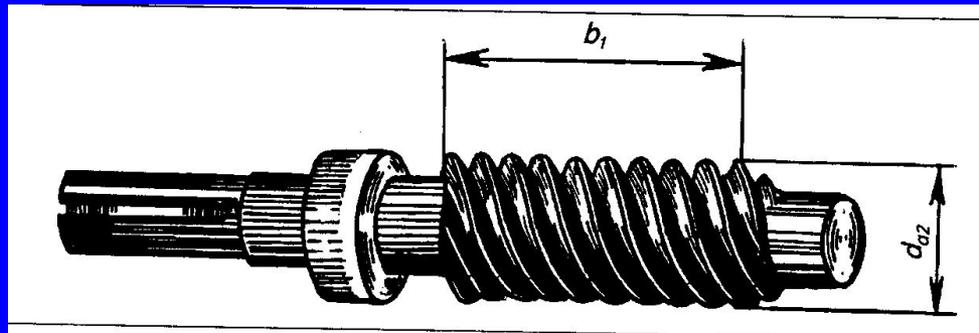
При вычерчивании червяка и червячного колеса с натуры можно порекомендовать следующую последовательность действий:

- 1) измеряют вдоль оси участок червяка  $b_1$  (рис. 9.29);
- 2) подсчитывают число зубьев  $n$ , приходящихся на длину  $b_1$ ;
- 3) определяют величину осевого шага по формуле:  $p = b_1 / (n - 1)$ ;
- 4) подсчитывают осевой модуль по формуле  $m = p / \pi$ ;
- 5) находят величину окружного модуля  $m_o$  червячного колеса.

Для этого определяют число зубьев колеса  $z_2$  и измеряют наименьший диаметр вершин зубьев  $d_{a2}$ . Теперь подсчитывают значение окружного модуля по формуле  $m = d_{a2} / (z_2 + 2)$ .

По таблице стандартных модулей находят модуль, значение которого близко к расчетному, и принимают его. Очевидно, что для одной сопряженной пары «червяк — червячное колесо» значение модулей одинаково.

Остальные параметры и размеры элементов червяка и червячного колеса, необходимые для выполнения эскиза, определяются обмерами деталей и подсчетами по стандартным таблицам.

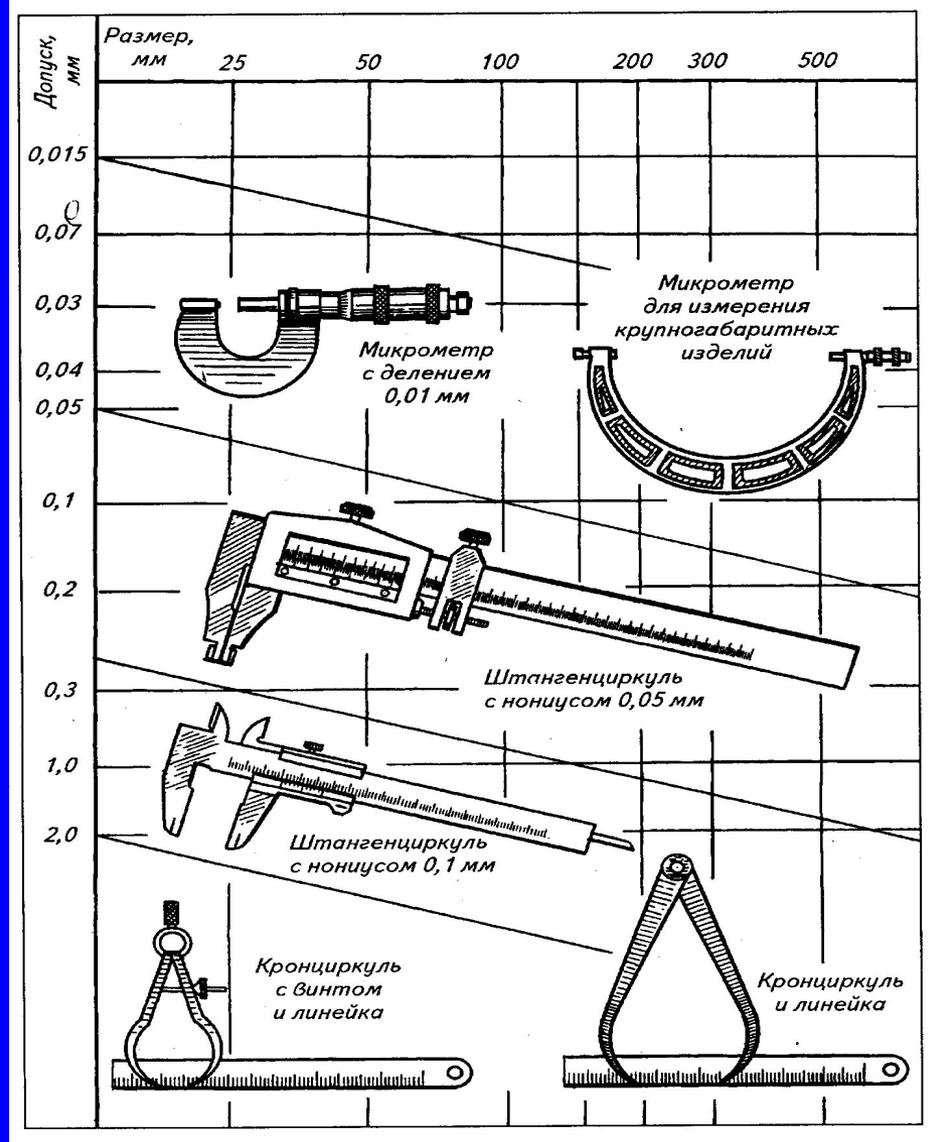


В зависимости от назначения отдельных деталей машин измерения производят с различной точностью, что достигается применением соответствующего измерительного инструмента. Допустим, требуется измерить диаметр поршня. Эту операцию можно выполнять кронциркулем и масштабной линейкой, штангенциркулем, микрометром. В первом случае точность измерения — 0,5 мм, во втором — 0,1 — 0,05 мм, в третьем — 0,01 мм. Чем точнее нужно выдержать размер, то есть чем меньше допуск, тем более точным инструментом производят измерения. Таким образом, в каждом конкретном случае следует правильно выбрать измерительный инструмент, знать его устройство и уметь им пользоваться. Это достигается в процессе практических упражнений.

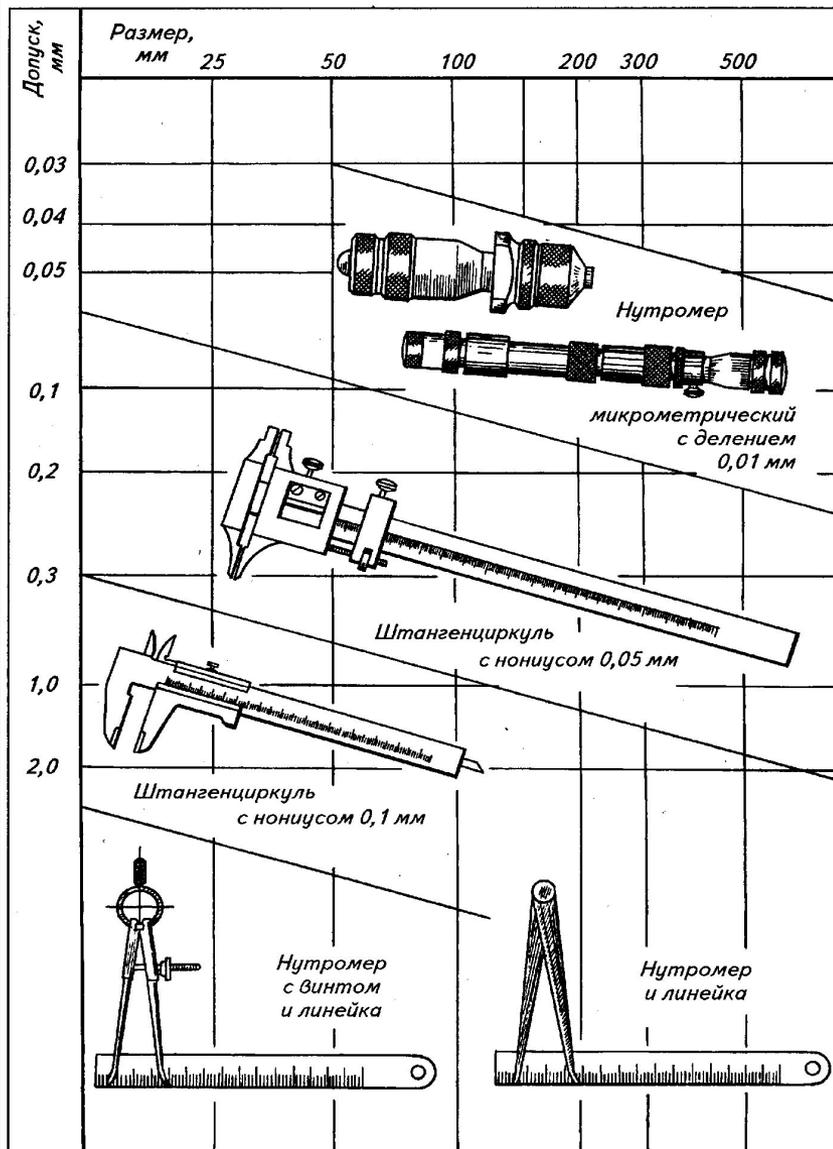
Обычно, когда говорят о точности обмера, подразумевают под этим то максимальное отклонение от истинного размера, которое может получиться при измерении. Например, точность измерения  $+0,02$  показывает, что истинное значение может отличаться от прочитанного на шкале инструмента максимум на 0,02 мм. Эта величина характеризует измерительный инструмент, но для практики она неудобна, так как не дает прямого указания, каким инструментом проводить измерение. В этом случае удобнее связать тип инструмента с размером допуска. Допуск всегда указан на чертеже в виде наибольшего и наименьшего предельных отклонений. При отсутствии чертежа величину допуска выбирают в зависимости от характера сопряжения данной детали с другими. Установленный допуск служит указанием для выбора измерительного инструмента.

В табл. 6.1; 6.2; 6.3 приведены рекомендации по применению измерительного инструмента со шкалами в зависимости от установленных допусков и размеров детали, указаны верхние пределы применения инструментов, то есть наименьшие допуски, которые могут быть установлены с помощью этих инструментов.

Таблица 6.1.  
Измерительный инструмент для внешнего промера



**Таблица 6.2.**  
Измерительный инструмент для внутреннего промера



**Таблица 6.3.**  
Измерительный инструмент для промера глубины

