

3.5 Пружинные приборы

1. Пружинная измерительная головка ИГП (микрокатор).
2. Малогабаритная пружинная головка ИПМ (микатор).
3. Рычажно-пружинная головка ИРП (миникатор).

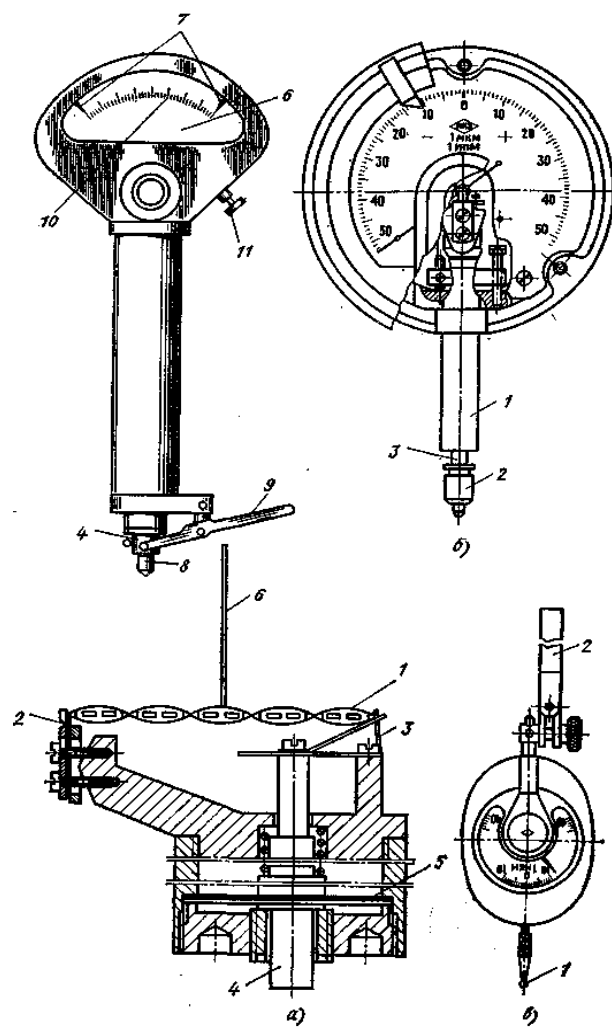
Пружинные измерительные головки ИГП

Пружинные измерительные головки не содержат кинематических пар с внешним трением; поэтому они отличаются малой погрешностью и применяются для измерения размеров изделий 5-го и 6-го квалитетов, для контроля отклонений формы и расположения поверхностей.

К пружинным измерительным головкам (рисунок 11) относят микрокаторы (ГОСТ 6933—81), микаторы (ГОСТ 14712—79), миникаторы (ГОСТ 14711—69) и оптикаторы (ГОСТ 10593—74). Эта группа приборов получила название пружинных, так как в качестве передаточного механизма используется закрученная в разные стороны металлическая (бронзовая) лента или пружина один конец которой закреплен в жесткой опоре 2, а второй конец пружины прикреплен к угольнику 3, связанному с измерительным стержнем 4, подвешенным на плоской пружине или мембране 5. К средней части бронзовой закрученной ленты приклеена стрелка 6, поворот которой при растяжении ленты (пружины) пропорционален перемещению измерительного стержня головки.

При контактировании измерительного наконечника 8 с изделием наконечник вместе с измерительным стержнем 4 смещается в осевом направлении, вызывая поворот угольника 3 и растяжение при этом закрученной ленты (пружины). Растяжение пружины вызывает поворот стрелки 6 относительно шкалы 10.

Пружинные измерительные головки применяют со стойками С-I и С-II для измерений размеров методом сравнения с мерой.



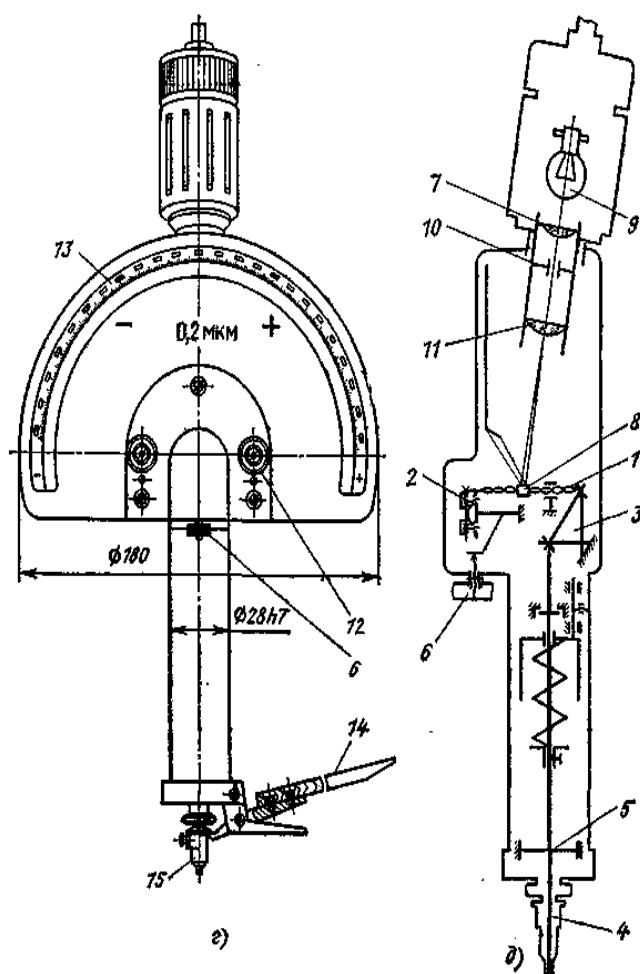


Рисунок 11 - Измерительные пружинные головки:
а – микрокатор; *б* – микагор; *в* – миникатор; *г* и *д* – оптикатор

Микрокаторы (пружинные головки типа **ИГП**). Головки типа ИГП выпускают пяти исполнений: ИГП — с нормальной силой измерения; ИГПУ и ИГПР — с уменьшенной и соответственно с регулируемой силой измерения; ИГПГ — герметизированные; ИГПВ — виброустойчивые. Их устанавливают на нулевую отметку (при настройке на размер) в пределах шести делений шкалы *10* с помощью винта *11*.

Измерительный стержень *4* с наконечником *8* поднимается и опускается рычагом *9* арретира. Головки снабжены двумя переставными указателями *7* границ поля допуска изделия. Управление ими расположено на задней крышке головки.

Головки типа ИГПР позволяют регулировать силу измерения в пределах 0—150 кН. Изменение силы измерения достигают сжатием пружины, которая передвигается вдоль измерительного стержня при вращении зубчатого колеса, выведенного наружу со стороны задней крышки. Головки типа ИГПГ способны сохранять работоспособность после пребывания в среде с 100%-ной влажностью. Головки типа ИГПВ — виброустойчивого исполнения.

Малогабаритные пружинные головки типа ИПМ (микаторы) с присоединительным диаметром гильзы, равным 8 мм. Измерительный стержень 3 установлен на шариковых направляющих, расположенных в гильзе. Измерительный наконечник 2 со сферической измерительной поверхностью армирован корундом.

Рычажно-пружинные измерительные головки типа ИРП (миникаторы) предназначены для измерения отклонений формы и расположения поверхностей в труднодоступных местах. Они применяются в державке 2 с микроподачей для удобства установки на размер. Измерительный наконечник 1 поворачивают в плоскости измерения в пределах 60° в зависимости от условий использования головки. Головка имеет переключаемое направление измерения. Ручка переключения выведена на боковую стенку миникатора.

Защитное стекло пружинных головок не рекомендуется протирать сухой тканью, так как возникающее при этом статическое электричество вызывает притяжение стеклянной стрелки к шкале или защитному стеклу головки. Защитные стекла протирают слегка увлажненной тканью.

Пружинно-оптические головки (оптикаторы) (рисунок 11, д) предназначены для точных измерений линейных размеров, а также для измерений отклонений формы. Головки используют со стойками типа С-1 и измерительными приспособлениями с присоединительным диаметром 28 мм. Передаточный механизм аналогичен механизмам пружинных головок. Изменена система регистрации показаний головки. На закрученной пружинной ленте 1 вместо стрелки укреплено зеркало 8 размером 1,5 X 1,5 X 0,1 мм. В корпусе головки имеется осветительное устройство, формирующее световую полосу в виде штриха. Световое устройство состоит из электролампочки 9, конденсатора 7, диафрагмы 10 и объектива. На средней части диафрагмы натянута нить, поэтому световой луч несет изображение нити в виде темного штриха. Отразившись от зеркала 8, штрих падает на шкалу 13 оптикатора, фиксируя отсчет измеряемого размера изделия. В качестве указателей границ поля допуска изделия применены красный и зеленый светофильтры или цветные шторки, управление которыми осуществляется кнопками 12. При измерении размера перемещается измерительный наконечник 15, закрепленный на стержне 4, который подвешен на плоской пружине 5. Перемещение стержня 4 вызывает растяжение пружинной ленты 1, расположенной в опорах 2 и 3, и поворот зеркала 8, что ведет к перемещению светового штриха по шкале 13 оптикатора. Головка с помощью винта 6 может быть установлена на нулевую отметку. Рычаг арретира 14 предназначен для поднятия и опускания измерительного стержня 4 с наконечником 15.

3.6 Микрометрические инструменты

Достаточно распространенными в цеховых условиях, но более точными по сравнению со штангенприборами являются микрометрические приборы, к

которым относят микрометры различных типов, микрометрические глубиномеры и микрометрические нутромеры.

Отсчетное устройство. Принцип действия микрометрических приборов (рисунки 12,13) основан на преобразовании вращательного движения точного микрометрического винта, установленного в неподвижную гайку, в его поступательное перемещение вдоль оси. Большинство микрометрических приборов имеет винт с шагом, равным 0,5 мм, поэтому поворот винта в гайке на 360° вызывает его перемещение вдоль оси на 0,5 мм. На рис. показано устройство головки микрометрических приборов. Микрометрический винт 4 в сборе с барабаном 3 и механизмом трещотки 6 ввернут во внутреннюю резьбу, выполненную на правом конце стебля 2, запрессованного в скобе микрометра или в основании микрометрического глубиномера. Зазор в резьбовом соединении устанавливается с помощью регулировочной гайки 5, наворачиваемой на коническую резьбу, нарезанную на наружной поверхности стебля. Стопорение микрометрического винта осуществляют приспособлением 7 или 8.

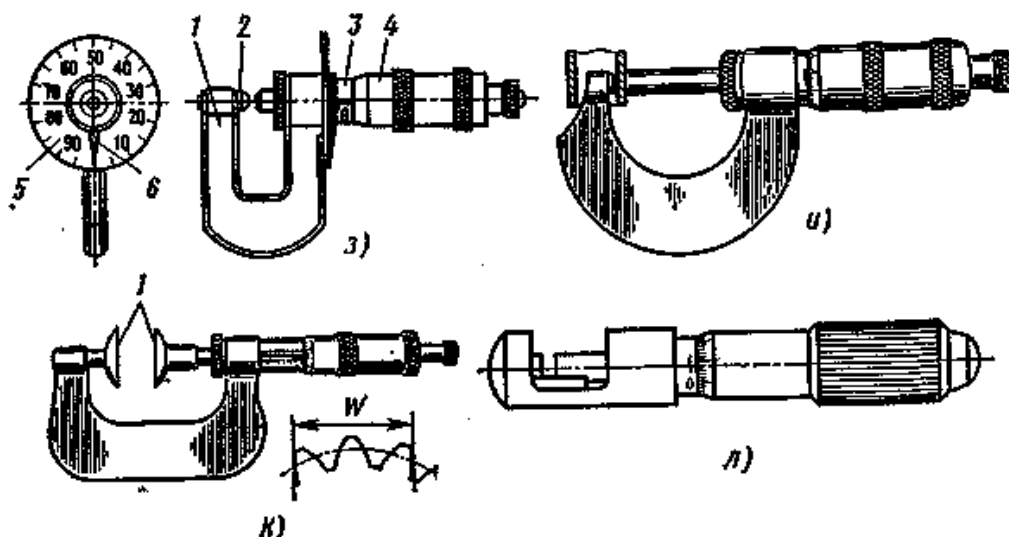


Рисунок 12

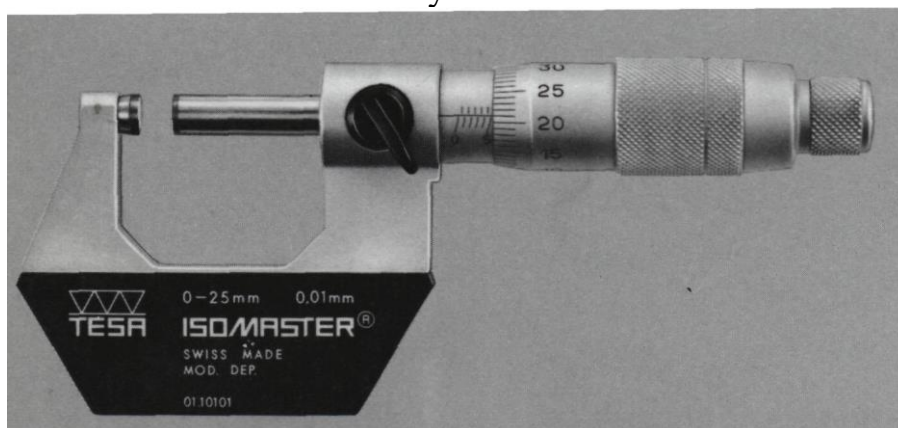


Рисунок 13 – Общий вид микрометра

На наружной цилиндрической поверхности стебля имеется продольная отсчетная линия, над и под которой нанесены миллиметровые деления. Начальные штрихи шкалы и штрихи, соответствующие каждому пятому

миллиметру, отмечены цифрами. Сверху отсчетной линии нанесены деления миллиметровой шкалы, смещенной относительно начального деления ниже расположенной шкалы на 0,5 мм. Указателем отсчета по шкалам, нанесенным на стебле, является торец барабана. На торце барабана выполнен скос, на котором нанесено 50 делений. Штрихи шкалы барабана, соответствующие каждому пятому делению, удлинены и отмечены цифрами 0; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40 и 45. Поворот барабана вместе с микрометрическим винтом на одно деление соответствует их перемещению в осевом направлении на величину 0,01 мм. Таким образом, цена деления микрометра составляет 0,01 мм.

При отсчете показаний сначала отсчитывают целое число миллиметров по нижней шкале стебля и прибавляют число сотых долей миллиметра. Если при отсчете показаний край барабана перешел за деление миллиметровой шкалы, нанесенной выше продольной линии, то к результату, отсчитанному по описанной методике, необходимо прибавить 0,5 мм. При установке на нижний диапазон измерений (нулевая установка) нулевой штрих барабана должен совпадать с продольной линией стебля, а скошенный край барабана находится напротив крайнего левого штриха (нулевого штриха при диапазоне измерений 0—25 мм), который должен быть виден целиком, но при этом расстояние от торца конической части барабана до края штриха не должно превышать 0,15 мм.

Микрометры предназначены для измерения линейных размеров прямым абсолютным контактным методом. Они выпускаются следующих типов МК — гладкие; МЛ — листовые; МТ — трубные; МЗ — зубомерные; МП — для проволоки; МГ — горизонтальные настольного типа; МВ — вертикальные настольного типа; МН-1 и МН-2 — настольные со стрелочным отсчетным устройством и мод. 19005 — с цифровым электронным отсчетом.

Кроме того, по ГОСТ 4380—78 (СТ СЭВ 3307—81) выпускаются микрометры для измерения среднего диаметра резьб. *Гладкий микрометр типа МК* имеет скобу, с одной стороны которой запрессована неподвижная пятка 2 (для микрометров с верхним пределом измерения до 300 мм) или переставная пятка (для остальных микрометров), а с другой стороны скобы — микрометрическая головка, состоящая из стебля 3 и барабана 5 в сборе с микровинтом и механизмом трещотки 6. Конструктивно трещотки выполняют с торцовыми зубьями или с зубьями на кольце. В последней конструкции в корпусе трещотки выполнено отверстие, в котором помещена пружина 3 со штифтом 2, имеющим конец, срезанный под углом. Срезанная часть штифта входит во впадину зуба кольца. В том случае, если при измерении сила трения между поверхностью изделия и торцовыми поверхностями пятки и микровинта превысит силу трения между поверхностями штифта 2 и корпуса, штифт сожмет пружину 3 и выйдет из зацепления. Перемещение микровинта к измеряемой детали прекратится.

Закрепление микровинта в требуемом положении осуществляется стопорным устройством с зажимным винтом 4. Микрометры некоторых моделей имеют эксцентриковые или цанговые стопорные устройства.

Перед началом измерений микрометр осматривают, предварительно очистив его от смазочного материала. Измерительные поверхности пятки и микровинта протирают тканью, пропитанной в бензине, и сухой салфеткой. При подготовке к измерениям микрометра следует проверить нулевую (нижний предел измерения) установку, и если она сбита, то ее следует восстановить. Методика этой проверки зависит от пределов измерения микрометра.

Наиболее проста проверка нулевой установки микрометра с пределами измерения 0—25 мм. Вращая за трещотку, измерительные поверхности микровинта и пятки приводят в соприкосновение. При этом нулевая отметка на барабане должна совпасть с продольной линией, нанесенной на стебле микрометра. Торец барабана не должен перекрывать нулевой штрих шкалы стебля более чем на 0,07 мм или удаляться от нулевого штриха более чем на 0,15 мм. При необходимости, микрометр устанавливают на нулевую отметку следующим образом. Микровинт стопорят, когда измерительные поверхности пятки и микровинта приведены в соприкосновение. Придерживая барабан левой рукой, правой рукой свертывают (до одного оборота) корпус трещотки с барабана и отжимают барабан в направлении трещотки, что позволяет повернуть барабан относительно неподвижного микровинта на угол, при котором нулевая отметка на барабане совместится с продольной линией стебля, а торец барабана с нулевой отметкой на стебле. Исключив поворот барабана, наворачивают корпус трещотки на барабан до упора.

Зажимной винт микрометра освобождают, вращая за трещотку, проверку нулевой установки микрометра повторяют.

Проверку нижнего предела измерений микрометров с пределами измерения св. 25 мм осуществляют с помощью установочных мер, прилагаемых к микрометрам, или концевых мер длины. Меры устанавливают между измерительными поверхностями пятки и микровинта и с помощью трещотки приводят их в соприкосновение. При этом нулевой штрих барабана должен совпасть с продольной линией стебля, а торец барабана— со штрихом, соответствующим нижнему пределу измерения микрометра.

Микрометры с верхним пределом измерения св. 300 мм снабжены переставной пяткой, устанавливаемой по установочной мере в зависимости от измеряемого размера изделия. К этим микрометрам прилагаются по две установочные меры, которые позволяют проводить измерения одним микрометром в пределах 300—400, 400—500 и 500—600 мм.

Переставную пятку устанавливают в следующем порядке. Нулевой штрих шкалы барабана совмещают с продольной линией, нанесенной на стебле, и соответствующим штрихом стебля. Например, в случае использования для измерения первой и третьей четвертей пределов измерения микрометра (для микрометра с пределами измерения 300—400 мм в первой четверти будут находиться размеры 300—325 мм, а в третьей четверти — размеры 350—375 мм) установка «на нуль» проводится по крайнему правому штриху шкалы микрометрической головки, а при использовании второй (для

рассматриваемого примера 325— 350 мм) и четвертой (375—400 мм) четвертей пределов измерения — по начальному штриху шкалы стебля. После стопорения микровинта между пяткой и торцом микровинта устанавливается соответствующая установочная мера. При этом переставная пятка приводится в соприкосновение с мерой, а затем фиксируется стопорным устройством. После освобождения стопора, вращением за трещотку, микровинт отводят от установочной меры, а затем вторично подводят до соприкосновения с концевой мерой. При этом нулевой штрих барабана должен совпасть с соответствующим штрихом стебля и продольной линией, нанесенной на стебле.

Для приведения в соприкосновение измерительных поверхностей микрометра с измеряемым изделием пользуются только механизмом трещотки. Нормальная сила измерения обеспечивается при трех—пяти щелчках трещотки. После этого микровинт стопорят и осуществляют отсчет по шкалам микрометра. Вращение микровинта за барабан не допускается, так как при этом возникают недопустимо большие силы и портится резьба винта. Размеры измеряют при выключенном станке так, чтобы руки с микрометром не находились в плоскости вращения, например, кулачков токарного станка.

Листовой микрометр предназначен для измерения толщины листов и лент. В отличие от гладкого микрометра он снабжен неподвижным круглым циферблатом 5 и указателем-стрелкой 6, соединенной с барабаном 4. Измерительная поверхность пятки 2 выполнена сферической формы. Микровинт имеет шаг, равный 1 мм; поэтому при повороте на полный оборот он переместится в осевом направлении на 1 мм. На циферблате нанесено 100 делений с ценой деления 0,01 мм. На стебле 3 имеется миллиметровая шкала. Вылет скобы составляет 20, 40 и 80 мм при диапазонах измерений соответственно 0—5; 0—10 и 0—25 мм.

Трубный микрометр предназначен для измерения толщины стенок труб. От гладкого микрометра он отличается сферической пяткой и формой скобы, имеющей выемку.

Зубомерный микрометр предназначен для измерения длины общей нормали зубчатых колес с модулем св. 1 мм. От гладкого микрометра он отличается дисковыми насадками.

Микрометр типа МП служит для измерения диаметра проволоки, поэтому его скоба имеет соответствующую форму.

Настольные микрометры (рисунок 14) снабжены микрометрической головкой с ценой деления 0,01 мм, имеющей на барабане сто делений (шаг микровинта равен 1 мм). Они предназначены для измерения размеров малогабаритных деталей небольшой жесткости, применяемых в часовой и приборостроительной промышленности. Известны следующие типы настольных широко распространенных микрометров: МГ с горизонтально расположенной микрометрической головкой; МВ с вертикальной микроголовкой; МН-1 (ГОСТ 10388—81) — со стрелочным отсчетным устройством и силой измерения не более 50 ± 20 сН и МН-2 (ГОСТ 10388—

81) — со стрелочным отсчетным устройством и силой измерения не более 200 ± 50 сН.

Настольные микрометры имеют регулируемые по высоте столики 1 для установки на них измеряемых изделий.

Конструкция микрометрической головки, закрепленной в корпусе 2 всех микрометров, унифицирована. На стебле 5 микрометрической головки нанесены миллиметровые деления с продольной линией, а на барабане 6 — деления с ценой 0,01 мм. Начальные штрихи на шкалах и штрихи, соответствующие каждому пятому миллиметру на шкале стебля и каждому десятому делению на шкале барабана, удлинены и у них нанесены цифры. Кроме того, каждый пятый штрих барабана удлинен.

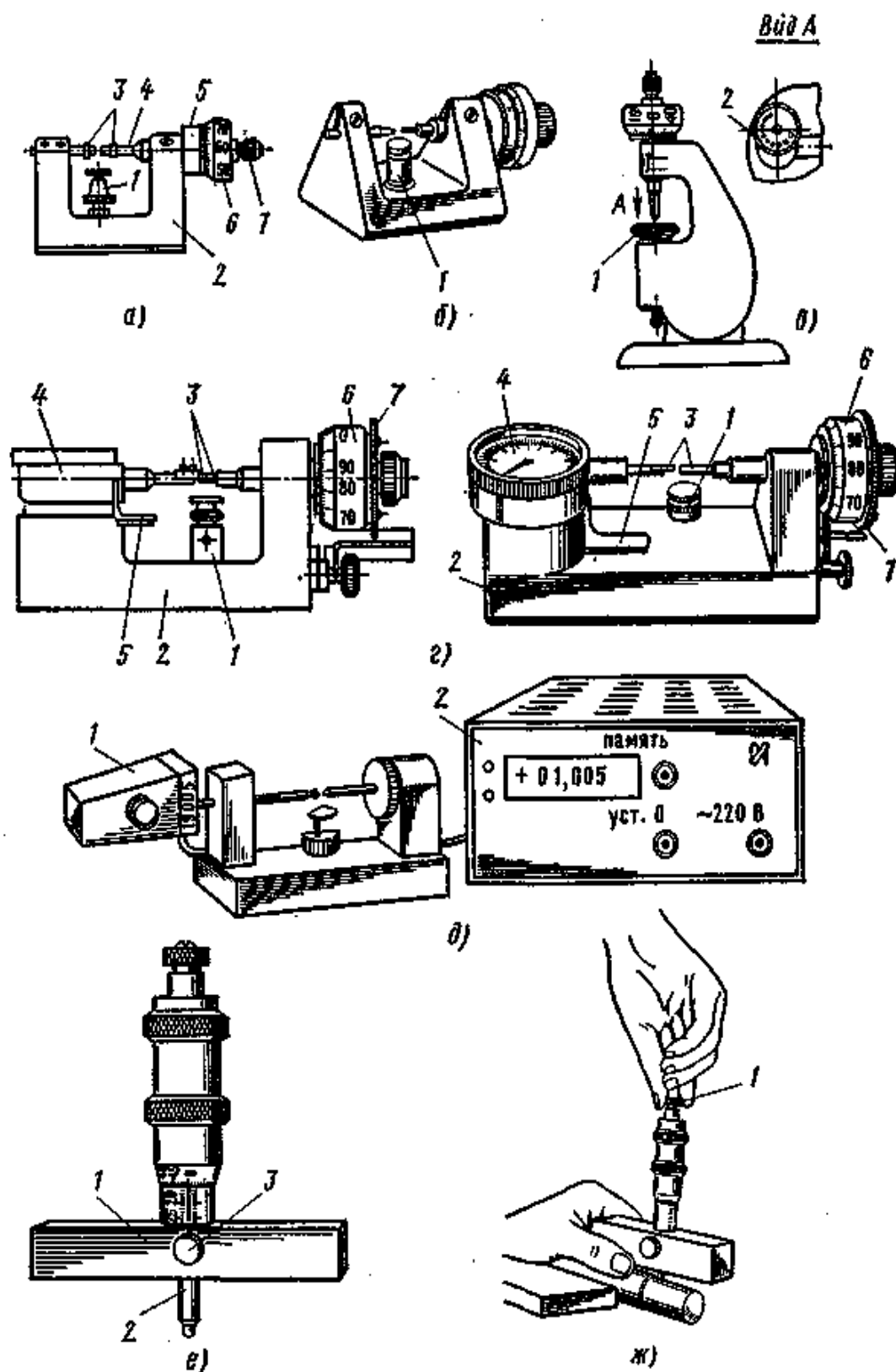


Рисунок 14 - Типы настольных микрометров:
 МГ (а и б); МН-1 и МН-2 (в); мод. 19005 (г);
 микрометрический глубиномер (е и ж)

Осевое перемещение микрометрического винта при его вращении через фрикционное устройство 7 передается на измерительный стержень 4, который благодаря шпонке перемещается без вращения в осевом направлении. Описанное устройство предохраняет измеряемую деталь, расположенную на измерительном столике 1, от поворота и изменения заданного первоначального положения.

На конце измерительного стержня закреплен измерительный наконечник 3 с измерительной поверхностью различной формы, позволяющий измерять пазы, элементы зубчатых мелко модульных колес и фрез и т. д.

Столик вертикального настольного микрометра МВ имеет поворотный диск 2.

Настольные микрометры типов МН-1 и МН-2 снабжены рычажно-зубчатой головкой 4, которая установлена в корпусе 2 соосно с микрометрической головкой.

Наконечник рычажно-зубчатой головки отводится от измеряемого изделия рычагом арретира 5.

Предел допускаемой погрешности отсчетного устройства микрометров типов МН-1 и МН-2 не превышает $d: 0,5$ мкм. Предел допускаемой погрешности микроголовки не более ± 2 мкм. Рассеяние показаний отсчетного устройства из серии десяти измерений не более $0,25$ мкм.

При относительных измерениях микрометр настраивают на размер по блоку ПКМД, установленному на столике. При этом микрометрическая головка должна быть выставлена на номинальный размер контролируемого изделия, а барабан 6 застопорен с помощью ножевого фиксатора 7. Стрелку рычажно-зубчатой головки 4 устанавливают на нулевую отметку. После настройки микрометра измерительный наконечник 3 головки отводят с помощью рычага арретира 5 и заменяют блок ПКМД соответствующим измеряемым изделием. Освободив рычаг арретира 5, отсчитывают по шкале головки 4 отклонение размера изделия от номинального. Действительный размер изделия равен алгебраической сумме номинального размера и показания, отсчитанного по шкале головки 4.

Инструментальный завод выпускает настольный микрометр с цифровым электронным отсчетом, предназначенный для линейных измерений размеров прецизионных деталей точного приборостроения и машиностроения методом непосредственной оценки в цеховых условиях.

Микрометрический глубиномер предназначен для измерения глубины пазов, глухих отверстий и высоты уступов. Он представляет собой микрометрическую головку, запрессованную в основание 1 перпендикулярно измерительной поверхности основания. В глухое отверстие, выполненное в торце микровинта, могут быть плотно вставлены сменные стержни 2, обеспечивающие измерение размеров $0—150$ мм через 25 мм. На стебле микрометрической головки деления нанесены от 25 до 0 мм, так как при ввинчивании микровинта по часовой стрелке показания глубиномера возрастают. Фиксирование микрометрического винта осуществляют винтом 3.

Нулевую установку глубиномера проверяют на поверочной плите. Лево́й рукой основание глубиномера прижимают к базе, а правой — вращают трещотку 1 до соприкосновения измерительного стержня с контролируемой поверхностью, осуществляя отсчет.

Микрометрический нутромер (рисунок 15) — накладной прибор для измерения внутренних размеров с двухточечной схемой, при которой одна точка неподвижна, а вторая — подвижна при измерении. Нутромер имеет микрометрическую головку 2, один или несколько удлинителей 3 и измерительный наконечник. Микрометрическая головка аналогична микроголовке микрометра. В ее корпус 4 запрессован неподвижный измерительный наконечник 5 и муфта с внутренней резьбой. Микровинт 6 ввертывается в корпус головки и фиксируется в требуемом положении стопором 2. Зазор в резьбовом соединении регулируется гайкой 10 с конической резьбой. Микровинт 6 с гайкой 7, барабаном 8 и контргайкой 9 является единой сборочной единицей. На барабане нанесена шкала с 50-ю делениями с ценой деления 0,01 мм. Миллиметровые шкалы выполнены на наружной поверхности стебля 3.

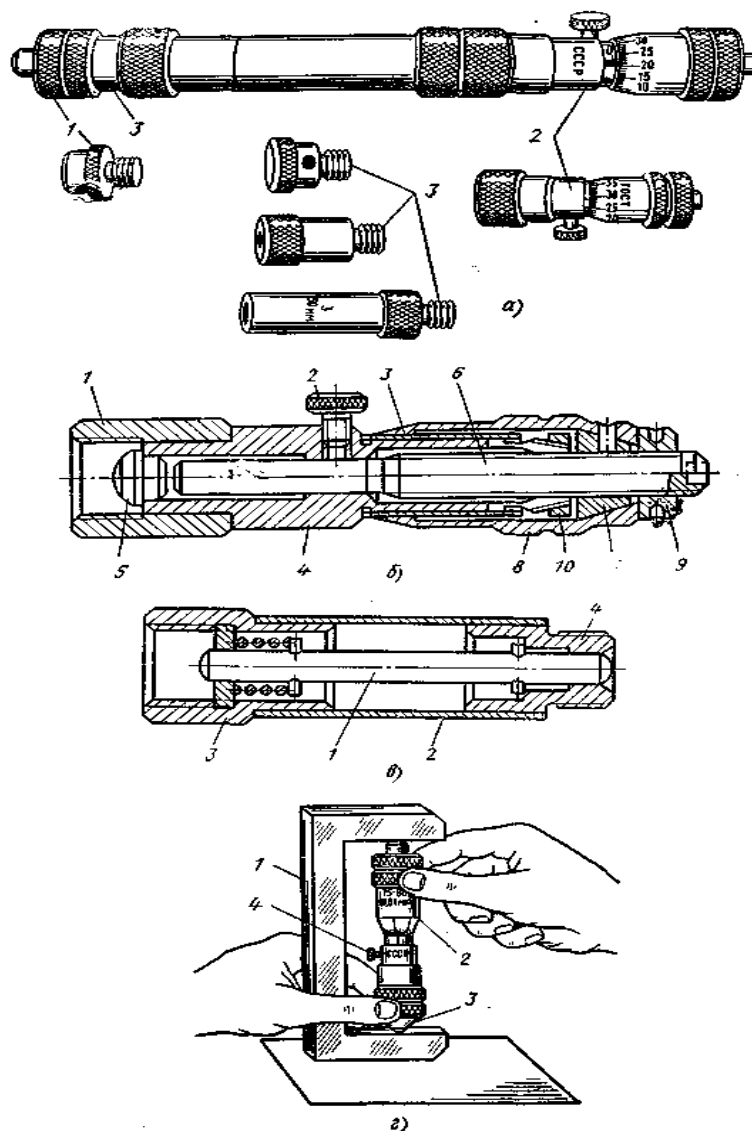


Рисунок 15 - Микрометрический нутромер (а-в) и настройка

его по установочной мере

Удлинитель — сальной стержень установленного размера со сферическими измерительными поверхностями. Он помещен в металлическую трубу 2 с резьбовыми муфтами 3 и 4 на ее концах. Удлинители свинчиваются последовательно один с другим до получения требуемого размера, их размеры: 13, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 1000 и 2000 мм.

Настройка нутромера осуществляется по установочной мере, представляющей собой скобу с двумя взаимно параллельными поверхностями. К каждому нутромеру придается одна установочная мера размером 63, 75, 150 или 350 мм в соответствии с размерами микрометрической головки.

Головку 2 с наконечником 3 устанавливают между измерительными поверхностями установочной меры, придерживая меру и головку левой рукой, а правой рукой, вращая барабан головки, находят наикратчайшее расстояние между поверхностями установочной меры. Застопорив микровинт стопором 4, вынимают микрометрическую головку и проверяют нулевую установку по шкалам головки. Если нулевая установка сбита, то ее восстанавливают, освободив контргайку 9 и повернув барабан до совпадения его нулевой отметки с нулевым штрихом стебля.

После проверки микроголовки по установочной мере рассчитывают удлинители, стремясь к наименьшему их числу при сборке.

Для измерения диаметра отверстия нутромер вводят в контролируемое отверстие, прижимая его левую измерительную поверхность левой рукой, а правой рукой, вращая барабан, вывинчивают микровинт до соприкосновения его с противоположной поверхностью отверстия. Нутромер при этом необходимо слегка покачивать до ощущения легкого трения поверхностей нутромера и изделия. Застопорив микровинт, выводят нутромер из отверстия и отсчитывают по шкалам результат измерений, прибавив размеры удлинителей.

Микрометрический нутромер не имеет центрирующего мостика, поэтому необходимо измерять диаметр в плоскости, перпендикулярной к оси отверстия и в плоскости осевого сечения. Наибольший размер и наименьший размер должны совпадать. Только после такого совпадения размеров проводят отсчет по шкалам нутромера.

Расстояние между двумя внутренними взаимно параллельными плоскостями измеряют также в двух положениях. Отсчет по шкалам нутромера проводят при совпадении наименьших показаний.

Принцип действия всех микрометрических инструментов основан на винтовой паре «микрометрический винт - микрогайка».

3.7 Зубчатые приборы

Индикаторы часового типа ИИ и ИТ, предназначенные для относительных измерений наружных размеров, отклонений формы и

расположения поверхностей, используются в качестве измерительного элемента в индикаторной скобе, стенкомере, глубиномере, толщиномере и др. приборах.

Толщиномеры, стенкомеры и глубиномеры (рисунок 16) основаны на применении индикаторов часового типа. К этой же группе приборов относят нутромеры с ценой деления 0,01; 0,001 и 0,002 мм.

Индикаторные толщиномеры предназначены для измерения толщины резины, кожи, паронита, асбеста, фанеры и других подобных им материалов; они выпускаются настольными типа ТН и ручными типа ТР. Толщиномер типа ТН имеет корпус с закрепленным в нем индикатором 2 часового типа. В нижней части корпуса запрессована пятка 3. Измерительный стержень отводится арретиром 4.

Индикаторные стенкомеры служат для измерения толщины стенок труб и других аналогичных изделий. В отличие от ручного толщиномера стенкомер вместо пятки имеет неподвижный стержень. Перемещение измерительного стержня передается на стрелку прибора с подвижной шкалой, фиксируемой с помощью стопора. Арретир выполнен в виде кнопки.

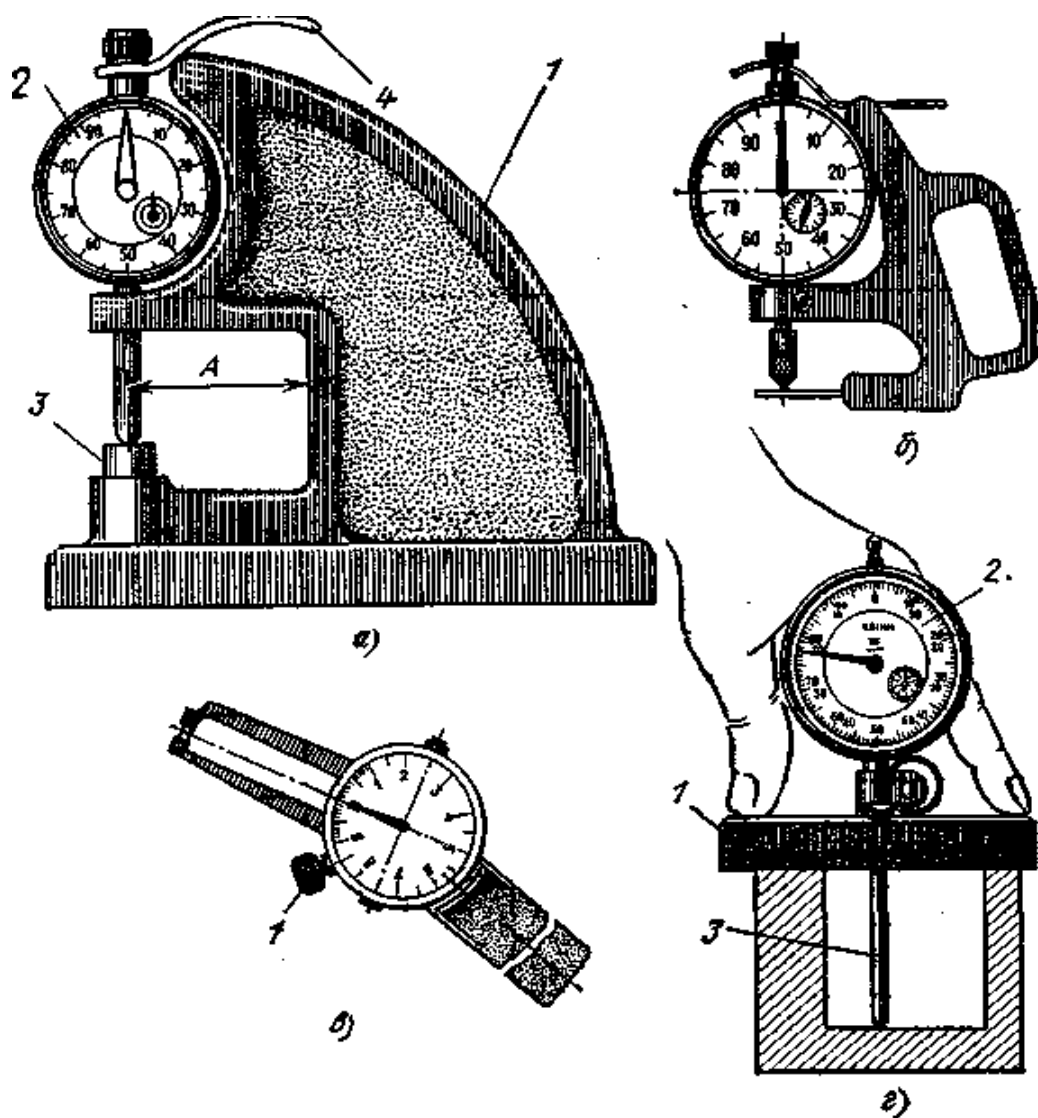


Рисунок 16 - Индикаторные толщиномеры (*а*),
стенкомеры (*б и в*), глубиномеры (*г*)

Индикаторные глубиномеры предназначены для измерения глубины пазов, отверстий и высоты уступов до 100 мм. Глубиномер имеет основание с измерительной поверхностью и укрепленный в нем индикатор 2 часового типа ИЧ-10. К глубиномеру приложен комплект сменных измерительных стержней 3 и соответствующие им установочные меры. Сменные измерительные стержни позволяют осуществлять измерения в пределах, мм; 0—10; 10—20; 20—30; 30—40; 40—50; 50—60; 60—70; 70—80; 80—90 и 90—100. Перед измерением глубиномер устанавливают на нулевую отметку с помощью двух концевых мер длины.

Индикаторные нутромеры типа НИ и нутромеры с ценой деления 0,001 и 0,002 мм предназначены для измерения внутренних размеров, например диаметров отверстий, методом сравнения с мерой.

Устройство и работу индикаторных нутромеров типа НИ рассмотрим на примере нутромера НИ-100 (рисунок 17). В корпус 1 нутромера вставлена втулка-вставка 2, в которую с одной стороны ввернут сменный неподвижный измерительный стержень 3, а с другой стороны установлен подвижный измерительный стержень 4, воздействующий на рычаг 5, закрепленный на оси 6. Положение неподвижного стержня фиксировано гайкой 7. Внутри корпуса размещен шток 8, отжимаемый к рычагу 5 измерительным стержнем индикатора 9 часового типа и спиральной пружиной 10. Индикатор закреплен в трубке нутромера зажимным винтом. Шток 8, действуя на рычаг 5, отводит подвижный стержень 4 в крайнее положение и при измерении внутренних размеров создает требуемую силу измерения.

Центрирующий мостик 12, прижимаемый двумя пружинами 11 к поверхности контролируемого отверстия, обеспечивает совмещение линии измерения с диаметром отверстия. Таким образом, при измерении размера отверстия нутромер соприкасается с поверхностью отверстия четырьмя точками: тремя подвижными и одной неподвижной.

Нутромер укомплектовывается сменными измерительными стержнями, которые подбирают и ввертывают в корпус нутромера в зависимости от размера отверстия и пределов измерения.

Нутромеры НИ-10 и НИ-18 (рисунок 18) снабжены клиновой передачей перемещения от измерительного стержня на шток 2.

Нутромер НИ-50 для совмещения линии измерения с диаметром изделия имеет оригинальный центрирующий мостик, состоящий из скобы 5 с установленными на ее боковых сторонах роликами 3, вращающимися на осях, закрепленных в скобе. Стакан 6 с расположенной в нем пружиной отжимает скобу 5 таким образом, что она, поворачиваясь на оси 4, обеспечивает через ролики 3 нормированную силу измерения. Перемещение измерительного стержня передается через рычаг 7 штоку 2.

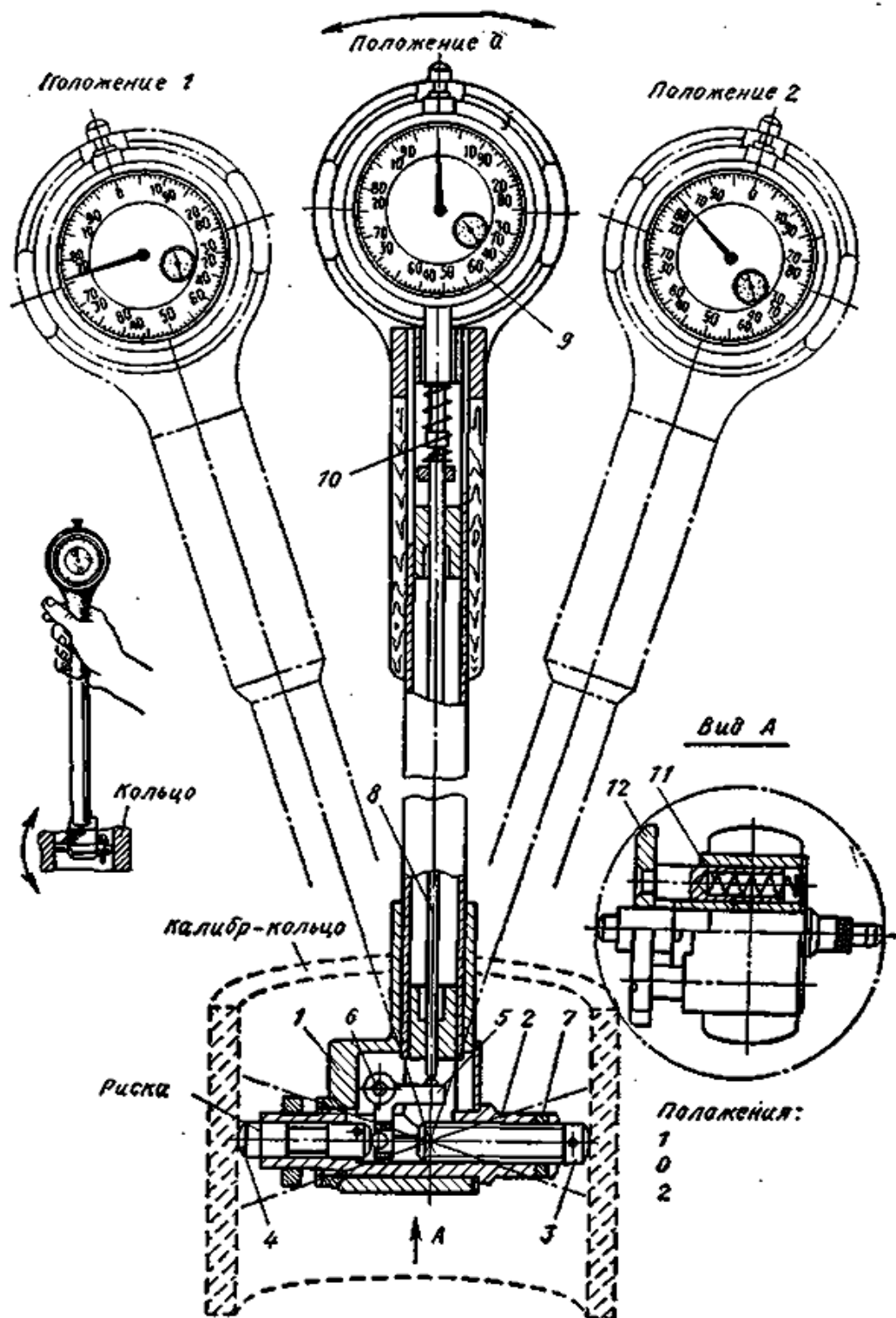


Рисунок 17 - Индикаторный нутромер типа НИ-100

Нутромеры типов НИ-700 и НИ-1000 имеют корпус 5, выполненный по форме скобы, с одной стороны которой установлен неподвижный измерительный стержень 3, а с другой стороны — индикатор 2 часового типа, на который передается перемещение подвижного измерительного стержня. На этой же стороне скобы смонтирован центрирующий мостик 4.

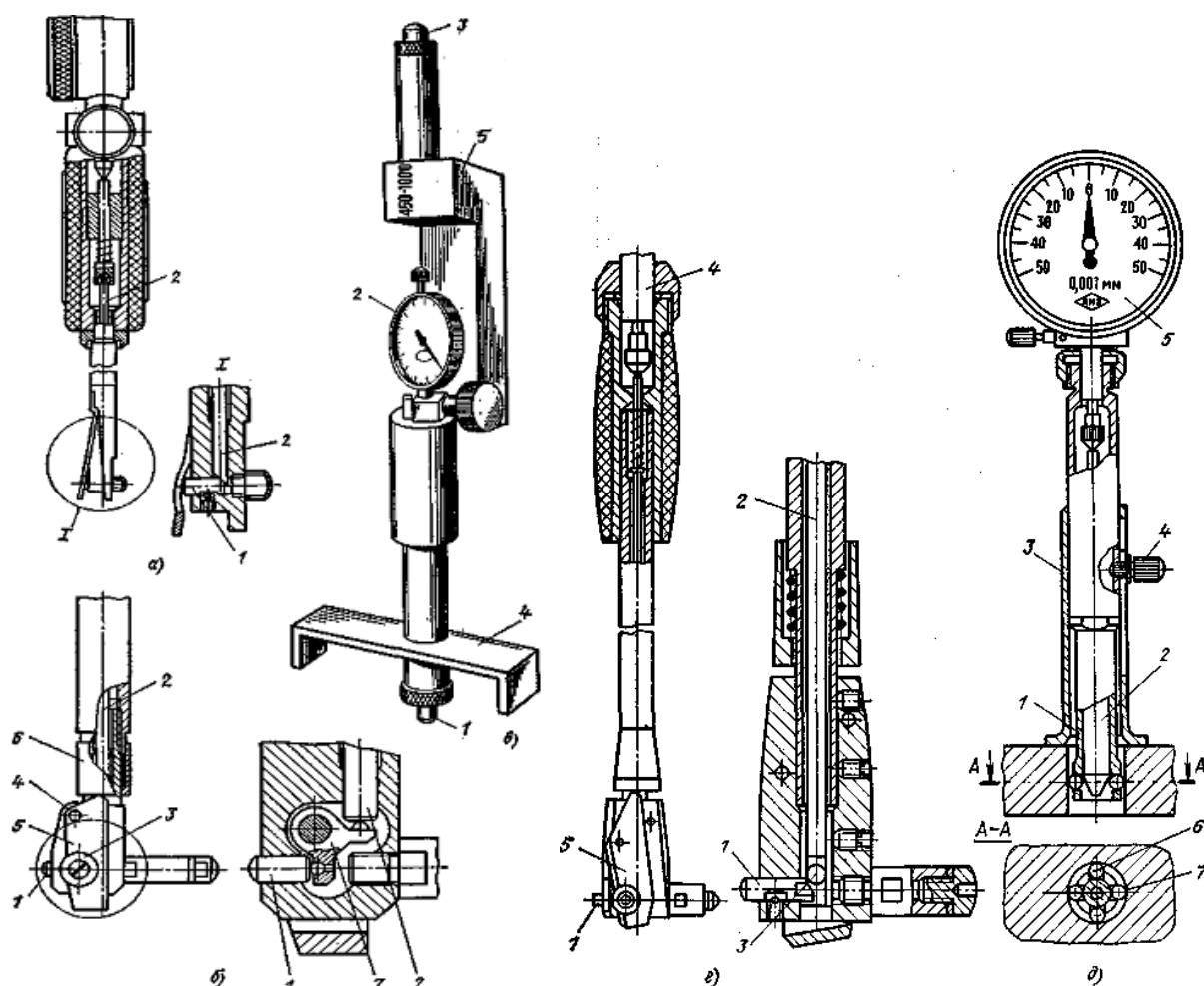


Рисунок 18 - Индикаторные нутромеры типа:
НИ-10 (а); НИ-50 (б); НИ-1000 (в); мод. 109 (г) и мод. 104 (д)

Подготовка к измерениям внутренних размеров включает подбор требуемого измерительного стержня по номинальному размеру изделия, установку его в нутромер, создание для индикатора часового типа натяга, равного 1 мм (один оборот большой стрелки) при установке нутромера на номинальный размер изделия.

Настройку нутромера на требуемый номинальный размер осуществляют по аттестованным кольцам или по блокам ПКМД с боковиками, установленными в соответствующие державки. Иногда нутромеры настраивают по гладкому микрометру класса точности 0.

Поджав центрирующий мостик, нутромер вводят внутрь аттестованного кольца соответствующего диаметра так, чтобы линия измерения совпала с диаметром кольца. Наклоня нутромер (рисунок) в вертикальной плоскости, фиксируют максимальное отклонение большой стрелки нутромера, т. е. момент, когда стрелка изменяет направление своего движения. В этом положении нутромера поворачивают шкалу индикатора до совпадения ее нулевого деления со стрелкой и затягивают стопор, чтобы шкала индикатора не сместилась во время измерений. При измерении внутреннего размера, после настройки, нутромер вводят в контролируемое отверстие изделия и повторяют операции, которые выполнялись при настройке нутромера.

Покачивая нутромер в вертикальной плоскости, фиксируют наибольшее отклонение стрелки индикатора, которое соответствует диаметру отверстия. При отсчете отклонений размера отверстия изделия от номинального размера руководствуются следующим правилом. Отклонение принимают со знаком «—» минус, если стрелка индикатора перешла за нулевое деление. В этом случае диаметр отверстия меньше диаметра аттестованного кольца. Отклонение от номинального размера принимают со знаком «+» плюс, если стрелка индикатора не дошла до нулевого деления. Значение отклонения подсчитывают умножением числа делений на цену делений, равную 0,01 мм.

При работе с нутромером следует оберегать его от ударов, влаги и масел.

Индикаторные нутромеры с ценой деления 0,001 и 0,002 мм предназначены для измерений внутренних размеров методом сравнения с мерой. В нутромерах мод. 106, 109, 154, 155 и 156 используется рычажно-зубчатая головка с ценой деления 0,002 мм. Подвижный стержень 1 имеет скос под углом 45°. Перемещение стержня 1 через шарик 3 передается штоку 2 и измерительной головке 4. Центрирующий мостик 5 аналогичен центрирующему мостику нутромера типа НИ-50, описанному выше.

В нутромерах мод. 103 и 104 использована конусно-шариковая передача от подвижного измерительного стержня к рычажно-зубчатой головке. Измерительными и центрирующими элементами нутромеров являются диаметрально расположенные шарики 7 и 6. Диаметр центрирующих шариков на 0,01 мм меньше диаметра измерительных шариков. Плоскости центрирования и измерения развернуты под углом 90° друг к другу. Шарики расположены в отверстиях сменной измерительной вставки и соприкасаются с коническим концом иглы (штоком) 2.

При введении нутромера в контролируемое отверстие изделия шарики будут перемещаться в радиальном направлении. Это перемещение шариков преобразуется в осевое перемещение конической иглы (штока) 2, воздействующего на измерительный стержень рычажно-зубчатой головки 5. Глубина измерения диаметра отверстия зависит от расположения в упоре 3 корпуса нутромера, фиксируемого с помощью винта 4.

Настройка на размер и методика измерения диаметров отверстий аналогичны настройке нутромеров типа НИ.

Для установки на требуемый размер нутромеров с ценой деления 0,001 и 0,002 мм завод «Калибр» выпускает наборы установочных колец с различными номинальными размерами.