

Министерство высшего и среднего специального
образования Р С Ф С Р

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени С.П.Королева

Э Л Е М Е Н Т Ы И К О Н С Т Р У К Ц И И
К О Н Т Р О Л Ь Н О - И З М Е Р И Т Е Л Ь Н Ы Х
П Р И С П О С О Б Л Е Н И Й
Д Л Я Д Е Т А Л Е Й А В И А Д В И Г А Т Е Л Е Й

Утверждено редакционным
советом института
в качестве учебного пособия

Куйбышев 1983

УДК 681.2

К о с ы ч е в Ю.В. Элементы и конструкции контрольно-измерительных приспособлений для деталей авиадвигателей. Учебное пособие. - Куйбышев: КуАИ, 1983, 72с.

В пособии дана краткая характеристика погрешностей контрольных устройств; рассмотрены элементы контрольных приспособлений; приведены конструктивные схемы приспособлений для контроля линейных размеров и отклонений точности взаимного расположения поверхностей деталей, углов между плоскостями и осями отверстий, параллельности плоскостей, осей валов и отверстий, радиального, торцового биения и соосности деталей, сведения о пневматических приборах и средствах контроля параметров зубчатых колес; представлены конструкции контрольных приспособлений.

Пособие рекомендуется для студентов, выполняющих курсовое и дипломное проектирование.

Рецензент - заслуженный деятель науки и техники РСФСР,
профессор Д.Д. П а п ш е в

В В Е Д Е Н И Е

Современное машиностроение и особенно двигателестроение характеризуются повышенными требованиями к точности исполнения заданных геометрических параметров рабочих поверхностей деталей.

Соответственно с этим повышаются требования и к технике измерения. Наблюдается значительный прогресс в области создания средств контроля с высокими метрологическими характеристиками: совершенствуются средства контроля для определения размеров, погрешности формы, взаимного расположения поверхностей, контроля физико-механического состояния поверхностного слоя деталей. Однако, если практика техники измерения размеров находится на достаточно высоком уровне, то контроль за взаимным расположением поверхностей характеризуется более низким уровнем. Это объясняется тем, что методы контроля соотношения поверхностей иные, более сложные не обеспечиваемые лишь точностью измерительных головок. Здесь чаще всего более важен правильный выбор принципиальной схемы контроля, установочных поверхностей, способов материальной реализации теоретических элементов и узлов приспособления.

К о н т р о л ь н ы м п р и с п о с о б л е н и е м называется специальное средство измерения, представляющее собой сочетание установочных, зажимных и измерительных устройств. Основные требования, предъявляемые к ним определяются необходимостью обеспечения оптимальной точности и производительности операций контроля. Кроме того, приспособление должно быть удобно в эксплуатации, технологично в изготовлении, износоустойчиво, сохранять заданную точность в процессе эксплуатации и экономически целесообразно.

Проектирование контрольного приспособления должно проводиться с учетом условий, в которых оно будет применяться.

Авиадвигателестроение требует включения в конструкцию контрольного приспособления измерителей высокой чувствительности, тщательно выполненных базирующих и передаточных устройств.

Исключительно серьезное значение имеет анализ погрешности измерения, присущей принятому методу контроля и конструкции контрольного приспособления. Наиболее тщательно должна быть проанализирована погрешность конструктивной схемы проектируемого контрольного приспособления, которая определяется правильностью выбора баз измерения и конструкцией базирующего устройства, принятым измерителем и его погрешностью, неточностью устройств, передающих отклонения проверяемой детали измерителю и т.п.

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОГРЕШНОСТЕЙ КОНТРОЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

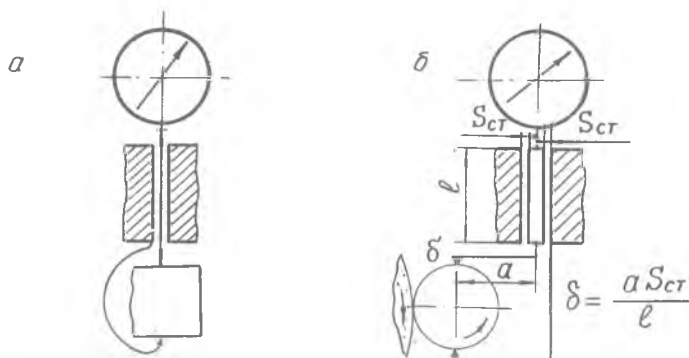
Под погрешностью показаний приборов понимается разность между показанием прибора и действительным значением измеряемой величины. На погрешность показаний влияет множество различных факторов.

К погрешностям измерительных приборов можно отнести кинематические и технологические погрешности цепей передачи приборов. Другая группа погрешностей обусловлена не только измерительным прибором, но и условиями измерения, к ним можно отнести такие, как погрешности отчета, погрешности, возникающие за счет силовых деформаций измерительной цепи, погрешности, возникающие за счет порогов чувствительности и зазоров в подвижных стыках цепи передачи прибора, погрешности, вызываемые износом измерительных наконечников прибора.

К кинематическим относят погрешности, присущие конструктивным схемам приборов. Они имеют место при любом методе преобразования измерительного импульса, вызывая функциональное изменение мгновенного передаточного отношения. Кинематические погрешности не связаны с неточностью изготовления средств измерения. Они зависят от линейности характеристик измерительных средств и постоянства передаточных отношений. У механических (например, рычажных) приборов кинематических погрешностей в чистом виде не существует, поскольку к ним всегда в большей или меньшей степени примешиваются технологические.

Пневматические измерительные устройства имеют кинематическую погрешность, поскольку закон изменения их характеристики носит нелинейный характер. Погрешность показаний приборов во мно-

гом зависит от того, соблюдается ли в конструкциях принцип Аббе, согласно которому контролируемая величина и образцовая, с которой сравнивается первая, должны располагаться последовательно, т.е. лежать на одной прямой. Условием соблюдения принципа Аббе при конструировании контрольных устройств является расположение на одной прямой линий измерения и передач измерительного импульса. При соблюдении принципа Аббе погрешности от перекосов „ δ ” являются ошибками второго порядка малости по сравнению с погрешностями, возникающими при несоблюдении этого принципа. На рис. I, а приведена схема прибора, у которого соблюден принцип Аббе, а на рис. I, б схема измерительного устройства, сконструированного без учета принципа Аббе.



Р и с. I. Схема прибора, сконструированного: а - с соблюдением принципа Аббе; б - без учета принципа Аббе

В метрологии принято различать прямые и косвенные методы измерения. Используя прямые методы, измеряют непосредственно искомую величину, косвенные методы позволяют значение искомой величины определять по результату измерения некоторой величины, связанной с искомой определенной зависимостью.

Точность косвенных методов во многом зависит от передаточного отношения между контролируемой и искомой величинами. Если передаточное отношение больше единицы, то точность косвенных методов

выше точности прямых, если меньше единицы - то ниже точности прямых:

$$y = ax; \quad \delta x = \frac{\delta y}{a},$$

где x - значение искомой величины;

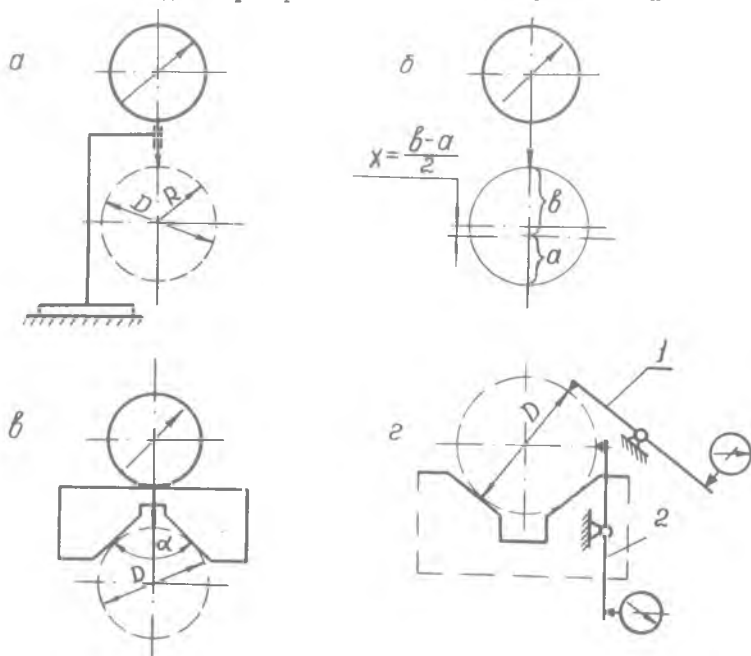
y - значение контролируемой величины;

a - передаточное отношение между контролируемой и искомой величинами;

δy - погрешность измерения;

δx - погрешность определения искомой величины.

При радиальном измерении деталь установлена в центрах или в патроне (рис.2,а). Передаточное отношение между измеряемым радиусом и искомым диаметром равно 1:2. Если искомой величиной является



Р и с. 2. Схема прямых и косвенных методов измерения; а - радиального; б - в блоке; в, г - в призме

ся радиус, который определяется по результату измерения диаметра, то передаточное отношение равно 2.

На рис. 2,б показана схема измерения эксцентриситета посредством контроля величины биения. Передаточное отношение между контролируемой и искомой величинами равно 2 (величина биения $y = \delta - a = 2x$; $\delta_x = \frac{\delta_y}{2}$, где x - величина эксцентриситета).

При измерении по схеме, изображенной на рис. 2,в, между изменениями показания прибора и диаметра контролируемой детали существует зависимость

$$\delta_y = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right) \delta_D,$$

где δ_y - изменение показания прибора (погрешность измерения);
 δ_D - изменение искомого диаметра (погрешность определения искомой величины).

При $\alpha \approx 39^\circ$, $\delta_y = \delta_D$, при этом точность косвенного метода равна точности прямого. При $\alpha = 60^\circ$; $\delta_y = \frac{\delta_D}{2}$; а при $\alpha = 90^\circ$

$$\delta_y \approx \frac{\delta_D}{5}.$$

При измерении по схемам, изображенным на рис. 2,г в зависимости от расположения измерительного наконечника и рычага прибора, измерение может быть косвенным или прямым (по схеме I - измерение является прямым, т.е. диаметрально, по схеме 2 - косвенным, радиальным).

2. ЭЛЕМЕНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

2.1. Базирующие элементы

Одним из важнейших условий обеспечения требуемой точности контрольного приспособления является выбор правильной базы для установки проверяемой детали на приспособлении и применение базирующего устройства надежной и целесообразной конструкции. Ряд базирующих элементов приспособлений по своей конструкции одновременно являются и зажимным.

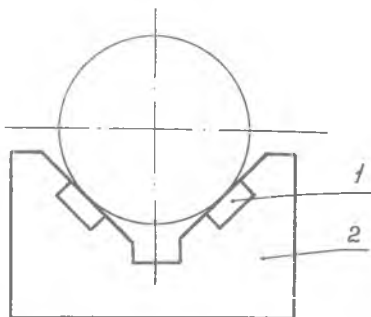
Базирование контролируемой детали производят разными способами, основные из которых: установка по плоскости; установка по наружной или внутренней цилиндрической поверхности.

Базирование по плоскости применяют как для обработанных, так и для необработанных поверхностей деталей. Установка по необработанным поверхностям осуществляется в случаях, когда проверяют размеры с широкими допусками (не менее 1 мм), т.е. при контроле отливок и поковок. Все опорные поверхности контрольных приспособлений выполняют из высокоуглеродистых или цементируемых сталей с закалкой до твердости не менее $H_{RC} 58$.

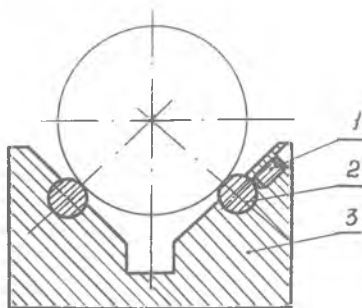
Наиболее широко применяемым методом базирования по наружным цилиндрическим поверхностям является установка детали на призму. В этом случае на погрешность измерения влияет не только неточность базовой поверхности, но и погрешность, допущенная при изготовлении самой призмы и установке ее на приспособлении. Точно расположить ось призмы при изготовлении приспособления зачастую довольно затруднительно, поэтому рекомендуется конструкция призмы, способной регулировать угловое положение оси в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Для повышения точности базирования в призме и уменьшения влияния неправильности формы цилиндрической поверхности детали в средней части призмы делают выборку. Для уменьшения износа призмы изготавливают из высокоуглеродистой и цементируемой стали и твердость $H_{RC} 58...62$. Одним из путей повышения износостойкости призмы является оснащение ее рабочих поверхностей пластинками из твердого сплава (рис.3). Пластины I заделывают в корпус 2 так, чтобы не было выступающих острых кромок. Для увеличения срока службы приспособления при проверке тяжелых деталей рекомендуются призмы с цилиндрическими сухарями, вставленными в отверстия корпуса и закрепленными винтами (рис.4). По мере износа сухарей их следует поворачивать на некоторый угол и вновь закреплять.

Для облегчения вращения детали вместо жесткой призмы могут быть применены два вращающихся ролика I (рис. 5). Они должны быть изготовлены с высокой точностью. Так как подшипники обычных классов имеют относительно широкие допуски на биение, то замена роликов стандартными подшипниками возможна лишь в тех случаях, когда не требуется высокая точность. Хорошие результаты дает установка роликов на иглах, причем иглы подбирают по классам.



Р и с. 3. Установка детали в призму с пластинками из твердого сплава: 1—пластинка, 2—корпус



Р и с. 4. Установка детали на призму с цилиндрическими сухарями: 1—винт, 2—сухарь цилиндрический, 3—корпус

Базирование наружных цилиндрических поверхностей в гладких отверстиях применяется относительно редко из-за трудности установки детали в отверстие с малым зазором. При базировании по отверстию фактически происходит не центрирование, а установка детали по одной образующей.

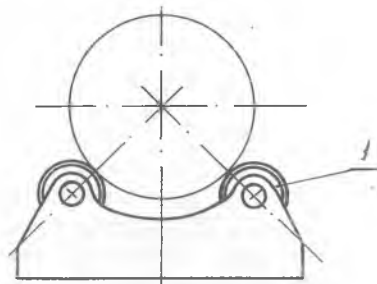
Более точное центрирование по наружным цилиндрическим поверхностям осуществляют мембранные и гидропластовые патроны. Зажим деталей происходит за счет упругой деформации мембраны или втулки. Кулачки мембраны или диаметр гидропластовой втулки должны шлифоваться в сборе до размера закрепляемой поверхности детали при предварительном разжати на 0,05–0,15 мм. Зажимная поверхность детали не должна быть большей длины относительно диаметра и допуск на ее изготовление не должен превышать 0,06–0,08 мм. При высокой точности центрирования мембранные и гидропластовые патроны не обеспечивают большого усилия зажима, поэтому их не применяют для контроля деталей большого веса или для деталей имеющих значительные несбалансированные массы.

Толщина мембраны при диаметре 180–200 мм составляет 6–7 мм и изготавливается из пружинной стали (ст. 65Г и др.) с термической обработкой до твердости $H_{RC} 40$.

Установка деталей по цилиндрическому отверстию производится большей частью различными оправками: гладкими, разжимными и т.д. Базирование по отверстию выполняется односторонним базированием или центрированием.

При одностороннем базировании осуществляется точная установка оси отверстия детали в одном направлении со значительно пониженной точностью в перпендикулярном направлении.

Односторонний выбор зазора на пальце возможен различными конструктивными способами.



Р и с. 5. Установка детали на вращающиеся ролики (I)

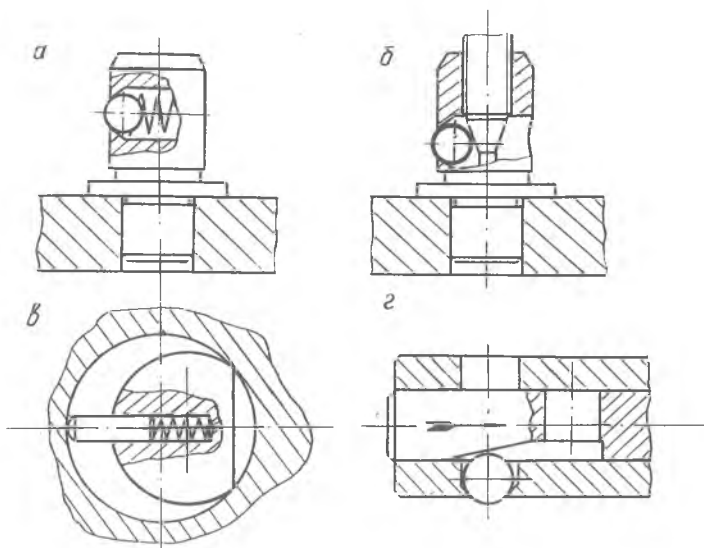
При базировании легких деталей, имеющих поверхность с большой шероховатостью и высокой твердостью, отжим может производиться шариком. На рис. 6,а показан палец с шариком, постоянно нагруженным пружиной. Значительно жестче и надежнее палец, в котором шарик принудительно отжимается винтом (рис.6,б). Если палец имеет выборку или лыску (рис.6,в), то вместо шарика используется плунжер, на который действует пружина. Использование штока для отжима шарика в пальце (рис.6,г), который перемещается гайкой, эксцентриком или пневматикой в направлении, показанном стрелкой, значительно повышает силу зажима. Обратное движение штока во избежание его заклинивания, должно осуществляться также принудительно.

Более надежной является конструкция, в которой шарик заменен отжимным сухарем (рис.7). Она успешно применяется в тех случаях, когда базовые поверхности имеют невысокую твердость (алюминий бабит и т.д.). От выпадания сухарь предохраняется двумя замками в виде колец.

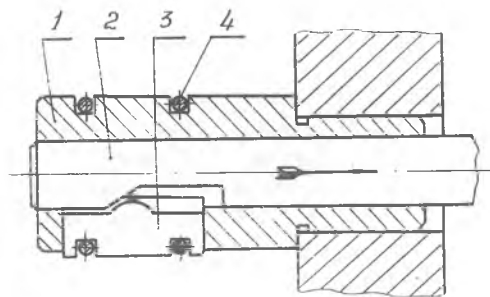
При базировании по двум отверстиям с параллельными осями применяется установка на два пальца – цилиндрический и срезанный.

При контроле деталей вращения или деталей с отверстиями широко применяется проверка на центрах непосредственно или с помощью оправок. В зависимости от конструктивных особенностей каждого приспособления базирование может производиться как в горизонтальных так и в вертикальных центровых бабках.

Центрирование на конических оправках является широко распространенным и удобным методом базирования деталей небольших размеров. При посадке конической оправки в отверстие детали происходит



Р и с. 6. Схемы одностороннего базирования по отверстию с применением пальца: а - с шариком и пружиной; б - с шариком и винтом; в - с плунжером и пружиной; г - с шариком и штоком



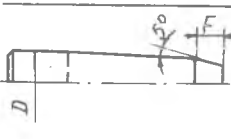
Р и с. 7. Схема одностороннего базирования по отверстию с сухарем: 1 - палец, 2 - шток, 3 - сухарь, 4 - кольцо

точное центрирование по кромке отверстия. Одновременно имеет место заклинивание за счет упругой деформации металла, в результате чего создается контактный пояс. Биение конусной части оправки относительно оси центровых отверстий ограничивается допуском на изготовление, равным 10% от допуска на деталь с округлением до тысячных долей, но не менее 0,003 и не более 0,015 мм.

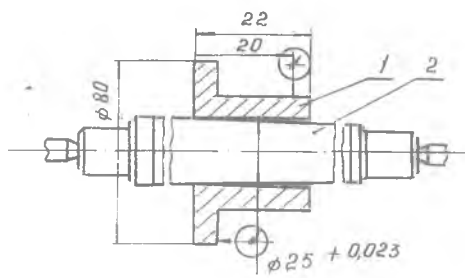
Значения конструктивных элементов оправок приведены в табл. I. Для диаметров > 45 мм оправки делают пустотелыми с запрессовкой с одной стороны пробкой, заштифтованной поперечным штифтом. Конические оправки изготавливают из высокоуглеродистой или цементуемой стали с $H_{RC} \geq 57$.

Т а б л и ц а I

Значения конструктивных параметров оправок

Конусность	1/500...1/3000	1/3500...1/1000	1/7500...1/10000	
допуск на D	0,010	0,005	0,003	
F	15	25	40	

Пример расчета конической оправки. Необходимо проверить биение буртика не более 0,08 мм и биение наружного диаметра не более 0,05 мм (рис. 8).



Р и с. 8. Расчет конической оправки:
1 - деталь, 2 - оправка

Дано: диаметр отверстия втулки $d = 25$ мм; допуск на него $T = 0,023$ мм; длина проверяемой детали $E = 22$ мм; плечо измерения от оси оправки до точки в которой производят измерением $M_1 = 40$ мм; биение буртика $\Delta a_1 = 0,08$ мм; плечо измерения от торца базового отверстия (со стороны большего диаметра торца оправки) до точки, в которой производят измерение $M_2 = 20$ мм; биение наружного диаметра $\Delta a_2 = 0,05$ мм.

Определяем:

1. Максимальную линейную расчетную величину погрешности B , равную 25% проверяемого допуска Δa , т.е. $B = 0,25 \Delta a$;

$B_1 = 0,25 \cdot 0,08 = 0,02$ мм - для буртика;

$B_2 = 0,25 \cdot 0,05 = 0,0125$ мм - для наружного диаметра.

2. Конусность оправки при проверке с поворотом детали

$$K = \frac{B}{M};$$

$$K_1 = \frac{0,02}{40} = \frac{1}{2000} \text{ - для буртика,}$$

$$K_2 = \frac{0,0125}{20} = \frac{1}{1600} \text{ - для наружного диаметра.}$$

Выбираем конусность, при которой погрешность наименьшая, т.е.

$$\frac{1}{2000}.$$

Длина N , в пределах которой изменение действительного диаметра отверстия детали в пределах поля допуска T приведет к возможности установки всей детали, определяется как $N = \frac{T}{K}$;

$$N = \frac{0,023 \cdot 2000}{1} = 46 \text{ мм.}$$

Для обеспечения необходимого запаса S длины конуса его диаметр D должен быть больше $d_{наиб}$ базового отверстия на величину P , принимаемую равной 15% допуска T с округлением в сторону увеличения до тысячных долей миллиметра, т.е. $P = 0,15 T$;

$$P = 0,15 \cdot 0,023 = 0,00345 \text{ мм.}$$

Округляя эту величину, получаем $P = 0,004$ мм; $D = d_{наиб} + P$;

$$D = 25,023 + 0,004 = 25,027 \text{ мм.}$$

Допуск T_7 на размер по большому диаметру конуса оправки устанавливается в зависимости от значения ее конусности (см. табл. I), т.е. $T_7 = +0,01$ мм; $D + T_7 = 25,027 + 0,01$. Тогда необходимый запас длины конуса будет равен

$$C = \frac{D_{\text{наиб}} - d_{\text{наиб}}}{K}; \quad C = \frac{(25,037 - 25,023)2000}{I} = 28 \text{ мм}$$

Полная длина конуса оправки составляет

$$\ell = C + N + E + F,$$

где F — длина заходной части конуса (согласно данным табл. I),

$$\ell = 28 + 46 + 22 + 15 = 111 \text{ мм.}$$

Диаметр хвостовика $D_0 = 20$ мм,

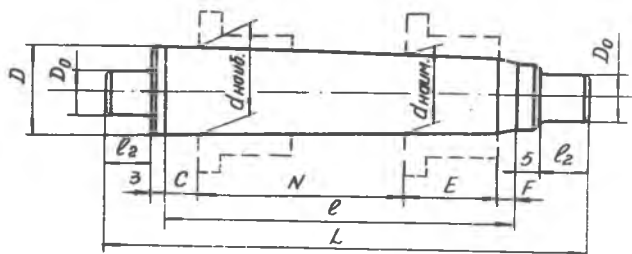
длина хвостовика $\ell_2 = 20$ мм (табл. I [I]).

Общая длина оправки определяется суммой

$$L = 2\ell_2 + \ell + 3 + 5; \quad L = 40 + 111 + 3 + 5 = 159 \text{ мм.}$$

Округляем L до 160 мм за счет увеличения ℓ до 112 мм.

Биение A конусной части оправки (рис. 9) относительно оси центро-



Р и с. 9. Оправка коническая

вых отверстий ограничивается допуском на изготовление, равным 10% от проверяемого допуска Δa с округлением до тысячных долей миллиметра:

$$A = 0,1 \Delta a; \quad A = 0,1 \cdot 0,05 = 0,005 \text{ мм}$$

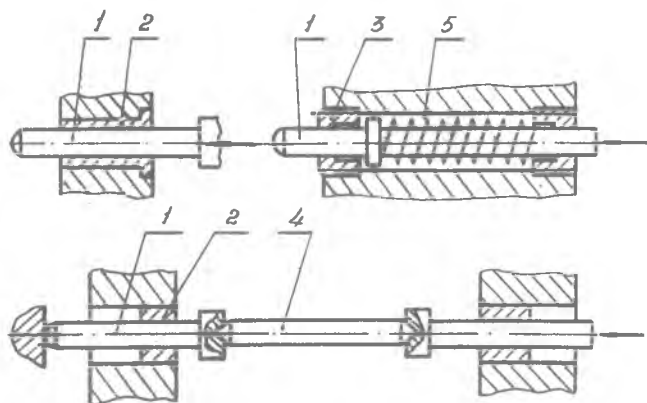
Во избежание получения оправок чрезмерно большой длины при относительно малом диаметре (т.е. с пониженной жесткостью) предельные величины длин ограничиваются отношением $\frac{L}{D} < 12$.

2.2. Передаточные устройства

Передаточные устройства предназначены в основном для передачи измеренных величин на некоторое расстояние от измеряемой поверхности; изменения направления передаваемых величин; предохранения измерительного наконечника прибора от непосредственного контакта с контролируемой деталью. Их можно разделить на прямые и рычажные.

Прямые применяются в тех случаях, когда контактирующая с измерительным наконечником поверхность детали перемещается относительно индикатора (например, при проверке биения) (рис.10). Такие устройства обычно состоят из стержня, который соприкасается непосредственно с проверяемой деталью или индикатором, направляющих втулок (гладких или резьбовых), промежуточного стержня, который в случае износа может быть заменен новым. Регулированием резьбовой втулки можно создать необходимый натяг стержня.

Рычажные передачи применяются для углового изменения направления передаваемых измеренных величин, для передачи их в направлении, параллельном первоначальному, но не находящемся с ним на одной прямой, и для преобразования (увеличения или уменьшения) передаваемой величины (рис.11).



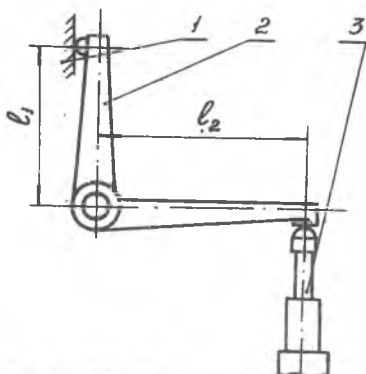
Р и с. 10. Прямые передаточные устройства: 1-стержень, 2-3- втулка направляющая, 4-стержень промежуточный, 5-пружина

Рычажные передачи непосредственно контактируют с контролируемой деталью или с другими элементами самого приспособления — передаточными стержнями, измерительными наконечниками и т.д. Концы плеч рычагов должны иметь точечный контакт с поверхностью проверяемой детали или следующим передаточным звеном приспособления. Поверхности концов плеч рычагов выполняются трех типов: сферическая поверхность контактирует с поверхностями детали — плоской (или цилиндрической большого радиуса); плоская поверхность контактирует с сферической поверхностью детали; ножеобразная (или полужидрическая) поверхность контактирует с перпендикулярной ей цилиндрической поверхностью.

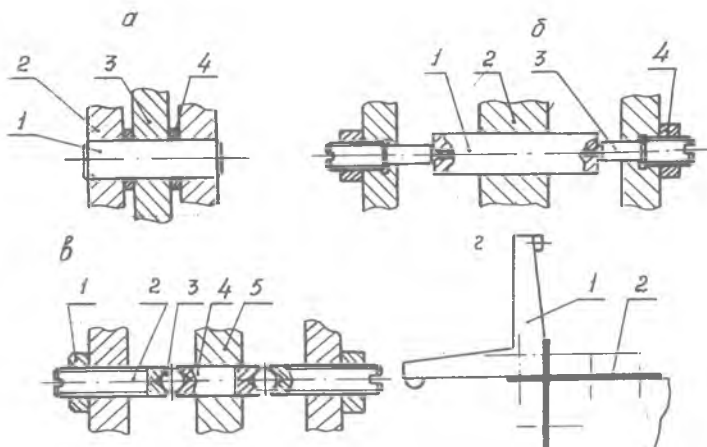
При использовании увеличивающих и уменьшающих рычагов рекомендуется принимать передаточные отношения равным $1,5:1; 2:1; 3:1$ и реже $5:1$ [1].

Для ограничения хода рычага под действием пружины и предохранения индикатора от возможных ударов при установке детали на приспособление рычажная передача имеет регулируемые предохранительные винты.

Наиболее распространенной конструкцией шарнира, на котором качаются передающие рычаги, является закаленный штифт, проходящий через отверстие рычага (рис. 12, а). Качание рычага осуществляется двумя способами: штифт посажен неподвижно в корпусе приспособления, а рычаг качается на штифте, при этом трущиеся поверхности штифта и рычага должны быть высокой твердости; штифт посажен неподвижно в рычаге и совместно с рычагом качается в отверстиях корпуса приспособления, при этом корпус должен быть закаленным или иметь запрессованные закаленные втулки, в которых качается штифт. Преимущество последнего способа в том, что опорная база рычага разнесена на большую ширину, благодаря чему уменьшается боковое качание рычага.



Р и с. 11. Рычажные передаточные устройства: 1—проверяемая деталь; 2—рычаг; 3—измерительный прибор;



Р и с. 12. Конструкции рычагов, качающихся на а-штифте: 1-штифт; 2-корпус приспособления; 3-рычаг; 4-шайба регулировочная; б - центрах: 1-ось; 2-рычаг; 3-центр, 4-контргайка; в - шариках: 1-контргайка; 2-центр обратный; 3-шарик, 4-ось; 5-рычаг; г - плоских пружинах: 1-рычаг, 2-пружина плоская

га, его применяют для рычагов, имеющих плечи большой длины. Посадка рычага по боковым сторонам (по торцам бобышек) и по отверстию должна быть по H_7/h_6 .

Более высокой точностью отличается рычажная передача, ось которой качается на центрах (рис. 12, б). Эту конструкцию высокой чувствительности применяют в приборах и приспособлениях повышенной точности, предохраненных от возможных ударов. За счет регулирования винтов достигается легкая безавзорная посадка рычага. По мере износа центровые винты можно подтянуть и тем продлить срок службы передачи. Чувствительность и точность передачи обеспечиваются соосностью центров, для чего те помимо посадки по резьбе имеют посадку по отверстиям в корпусе. Коническая часть центра не должна иметь биения более 0,01 мм относительно цилиндрической направляющей части. Для плавного регулирования центров применяют мелкую резьбу. После регулирования центры должны быть обязательно законтрены при помощи контргайки. Центры должны иметь более высокую твердость, чем отверстия, это обеспечит хорошую притираемость конуса центрального гнезда и уменьшит возможность появления выработки на конусе центра.

Рычаг, качающийся на шариках 3 (рис. 12,в), по конструкции аналогичен рычагу на центрах. За счет уменьшения площади контакта этот шарнир более чувствителен, но в то же время менее изнаноустойчив, вследствие чего требует более частого регулирования. Центровые гнезда под шарики должны иметь угол 60° или 90° шероховатость не более $R_a = 0,160$ и твердость $H_{RC} 60$.

Наиболее простой конструкцией является подвеска на одной или двух плоских пружинах (рис.12,г), подвеска весьма чувствительна, однако может явиться источником погрешности измерения, так как нарушается положение оси рычага.

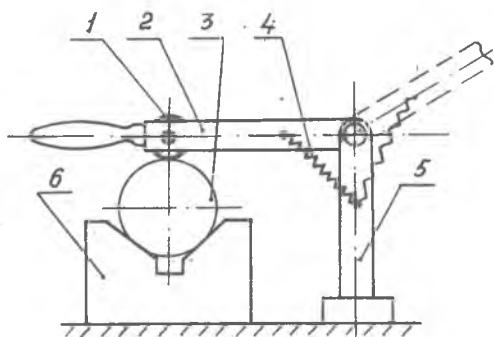
2.3. Вспомогательные элементы

Для надежной установки проверяемых деталей на контрольных приспособлениях применяют зажимные устройства, которые закрепляют деталь, не вызывая при этом ее смещений и деформаций и обеспечивают надежность установки проверяемой детали относительно измерительного устройства. Условия работы зажимов контрольных приспособлений принципиально отличаются от условий работы зажимов станочных приспособлений, которым приходится преодолевать значительные усилия резания.

В ряде случаев - при устойчивом базировании проверяемой детали на контрольном приспособлении, когда центр тяжести проектируется внутри опорного треугольника и когда усилия, создаваемые измерительным устройством, не нарушают этой устойчивости положения детали - вообще отпадает необходимость в зажимном устройстве. Необходимым условием конструкции является быстрое управление зажимом, что уменьшает вспомогательное время, поэтому при проектировании контрольного приспособления рекомендуется пользоваться преимущественно быстродействующими рычажными, эксцентриковыми, байонетными и пневматическими зажимами.

Зажимные устройства, применяемые в контрольных приспособлениях, по характеру силового источника можно разделить на две группы: ручные и пневматические. Ниже рассмотрены конструкции с ручным зажимом.

Удачной конструкцией является перекидной рычажно-пружинный зажим. Преимуществом данной конструкции является ее простота, возможность отхода прижимного рычага при зажиме вращающихся деталей (вследствие их некруглости, биения и т.д.) и небольшое усилие зажима, не вызывающее деформаций проверяемой детали. Если проверяемая деталь в процессе измерения должна вращаться, то зажим имеет ролик или шарикоподшипник (рис.13).



Р и с. 13. Рычажно-пружинный зажим: 1-ролик; 2-рычаг прижимный; 3-деталь проверяемая, 4-пружина; 5-стойка; 6-призма

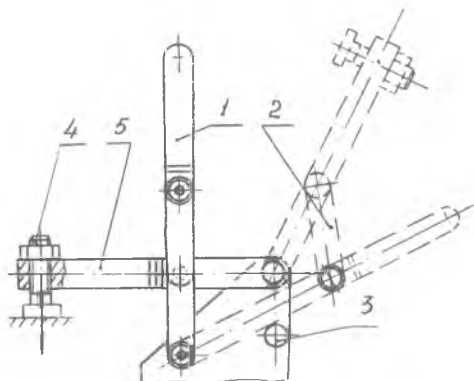
Удобным и надежным является шарнирно-рычажной зажим (рис.14), отдельные элементы (серьга и рукоятка) первоначально устанавливаются под очень малыми углами, развивая значительное усилие. Расположение рычагов зажима обеспечивает не только быстрое и легкое включение и выключение зажима, но и большой отвод зажимной планки.

Шарнирный зажим зажимает детали, имеющие сравнительно малый допуск на изготовление (0,5-0,7 мм).

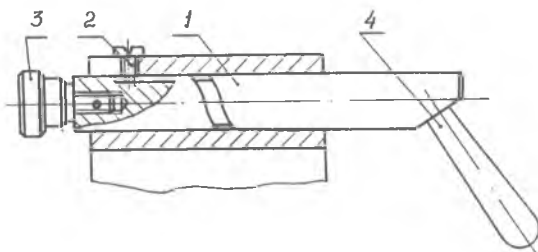
Применять байонетный зажим рекомендуется в случаях, когда не требуются значительные усилия. Обычный байонет (рис. 15) имеет шток, на котором профрезерована канавка под наконечник направляющего винта. Канавка имеет прямой участок, расположенный вдоль оси штока и зажимный участок, образующий спираль под углом 4-5° к оси штока. Конец штока, обращенный к зажимной детали, оснащается наконечником. На противоположном конце штока имеется рукоятка с помощью которой шток перемещают в осевом направлении и поворачивают вокруг оси.

Прямой участок канавки позволяет быстро подводить и отводить шток, а спиральный участок, имеющий угол спирали в пределах угла торможения, обеспечивает надежное зажатие детали.

Винтовые зажимы – применение их (ограничено из-за низкой производительности и малой чувствительности).



Р и с. 14. Шарнирно-рычажной зажим: 1-рукоятка, 2-серьга, 3-штифт, 4-болт, 5-планка зажимная



Р и с. 15. Байонетный зажим: 1-шток, 2-винт, 3-наконечник, 4-рукоятка

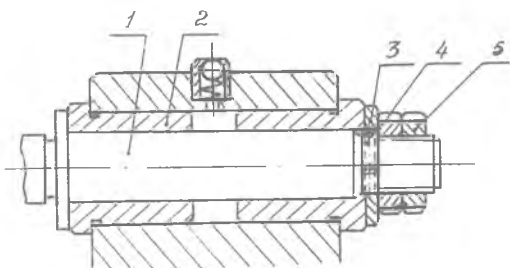
2.4. Подвижные элементы

Большинство контрольных приспособлений имеет различные подвижные элементы. Это могут быть или детали, в которых осуществляется вращение, — шпинделя, центры и т.д., или детали, имеющие продольное перемещение, — шупы, каретки и др.

Подвижные детали, в зависимости от необходимой точности и чувствительности, могут перемещаться с трением скольжения или с трением качения. В некоторых случаях применяются конструкции, в которых оба вида трения сочетаются в одном узле.

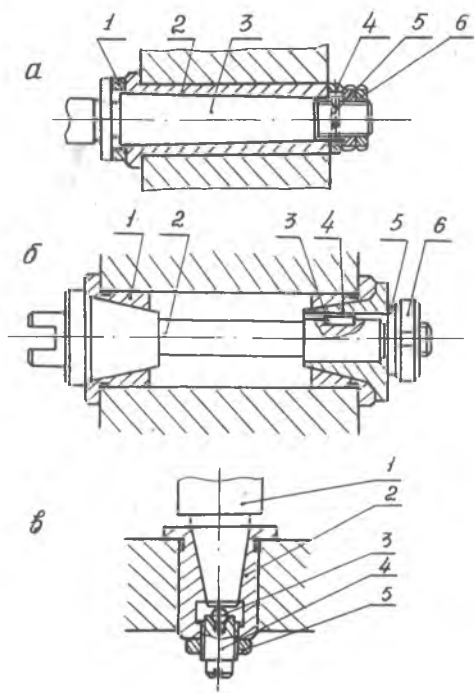
2.4.1. Детали вращения

Наиболее распространенная конструкция шпинделя контрольного приспособления показана на рис. 16. Шпиндель вращается во втулках и от осевых перемещений предохраняется шлифованной шайбой, гайкой и контргайкой, позволяющими точно регулировать величину осевого зазора. Втулки стальные, закаленные. Посадка пальца во втулках зависит от точности приспособления и может быть выполнена



Р и с. 16. Шпиндель цилиндрический: 1—палец, 2—втулка, 3—шайба, 4—штифт, 5—гайка

по 5–6 квалитетам или в особо точных случаях с индивидуальной пригонкой. Зазор между пальцем и втулкой по мере износа непрерывно увеличивается. Это требует восстановительного ремонта с заменой или хромированием изношенных деталей. Такого недостатка лишены шпиндели с конической посадочной поверхностью. Преимущество конического шпинделя (рис. 17) заключается в том, что путем изме-



Р и с. 17. Шпиндели конические регули-
руемые с помощью: а-шайбы (1-шайба, 2-
втулка, 3-палец, 4-шайба, 5-штифт, 6-гайка);
б-гайки (1-втулка, 2-палец, 3-шпонка, 4-
втулка, 5-шайба, 6-гайка); в-винта (1-па-
лец, 2-втулка, 3-шарик, 4-винт, 5-гайка)

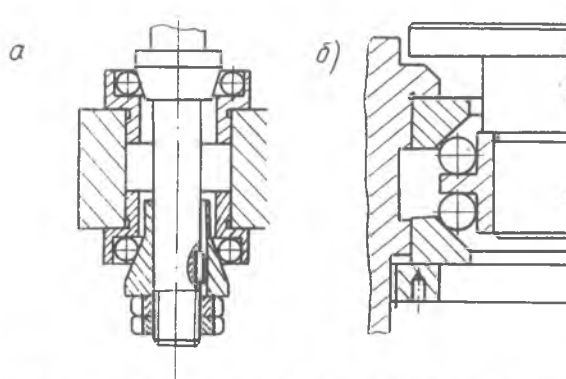
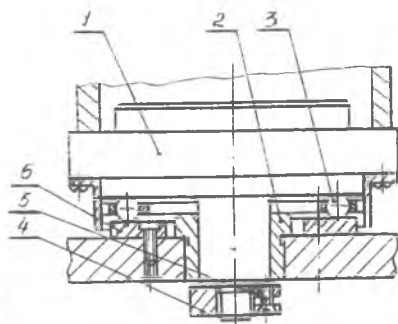
положенных в осевом направлении далеко (рис. 19, а) или близко друг от друга (рис. 19, б) или же только один ряд шариков. Для того, чтобы устранить проскальзывание шариков в местах контакта, необходимо учитывать, что касательная к шарикю АО и линия, проходящая через точки контакта К и К₁, должны пересекаться на оси вращения (рис. 20).

нения толщины шайбы (рис. 17, а), гайки (рис. 17, б) или регулировочного винта (рис. 17, в), можно достигнуть посадки шпинделя во втулке с минимальным зазором.

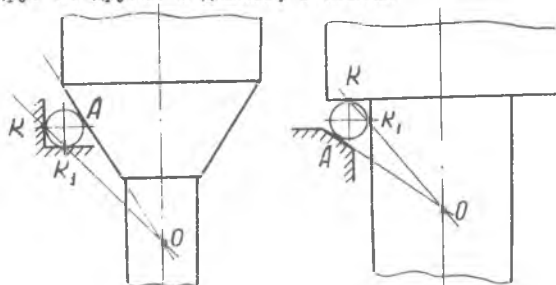
Шпиндель, предназначенный для базирования тяжелых деталей, показан на рис. 18. Хвостовик шпинделя надежно центрируется во втулке, а его бурт, опирающийся на шарики, обеспечивает легкость вращения. Наличие плоских беговых дорожек и отбор шариков в один размер с точностью 1-2мкм обеспечивают высокую точность по торцовому биению.

В ряде случаев применяют специальные встроенные шарикоподшипники, в которых радиальные дорожки заменены прямолинейными поверхностями качения. В подобных конструкциях два ряда шариков, распо-

Р и с. 18. Шпиндель на шариковой опоре: 1-хвостовик шпинделя, 2-штулка, 3-шарик, 4-гайка, 5-винт, 6-дорожка беговая



Р и с. 19. Узлы, вращающиеся на шариках, расположенных друг от друга: а-далеко; б-близко

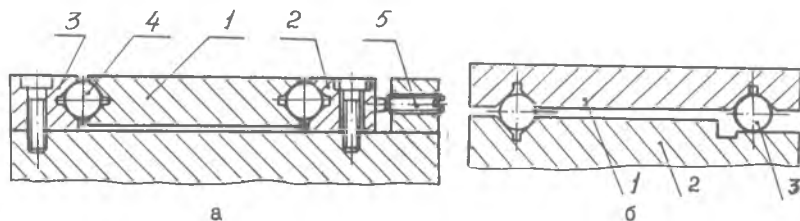


Р и с. 20. Построение вращающихся направляющих качения

2.4.2. Детали прямолинейного перемещения

К деталям и узлам прямолинейного перемещения относятся всевозможные планки, направляемые щупы, скалки, каретки, столы и т.д. Для деталей прямолинейного перемещения точность направляющих определяется величиной боковой качки, т.е. посадкой и длиной направления. Каретки, перемещаемые на шариках или роликах, являются наиболее чувствительными и широко применяются при проектировании контрольных приборов и приспособлений. Они бывают двух типов: каретки, висящие на шариках, (рис.21,а) и каретки, лежащие на шариках (рис.21,б).

Каретка имеет на боковых сторонах две призматические канавки (см.рис.21,а). Подобные же призматические канавки предусматриваются в двух направляющих планках - регулируемой и неподвижной.



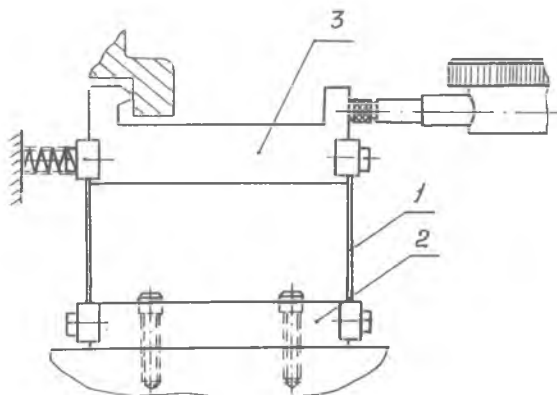
Р и с. 21. Каретки на шариках: а-висящие (1-каретка, 2-планка регулируемая, 3-планка неподвижная, 4-шарик, 5-винт); б-лежащие (1, 2-верхняя и нижняя плоскости каретки, 3-шарик)

Между призматическими канавками помещаются шарики, на которых и висит каретка. Двумя винтами регулируется планка для получения оптимальных условий качения шариков и перемещения каретки. Преимущество данной конструкции состоит в том, что она легко перемещается, обладает высокой жесткостью и хорошим ограничением от смещения как в боковом, так и в вертикальном направлениях. Но быстрое появление зазоров и качки по мере износа требует относительно частого регулирования планки. Этот недостаток не присущ каретке, лежащей на шариках (см.рис. 21,б). На верхней плоскости у нее имеются два параллельных призматических паза. На нижней плоскости плиты находится один призматический паз и плоскость, по которой катятся три шарика: два направляющих (между двумя призмами) и один

опорный (между призмой и плоскостью). Каретка лежит на этих трех шариках и притягивается к ним пружиной, расположенной в центре тяжести опорного треугольника, вершинами которого являются центры шариков. Преимущество конструкции – в простоте, точности и технологичности, благодаря чему, несмотря на износ, в каретке не возникает качка.

Недостатком шариковых направляющих является то, что величина хода каретки ограничивается величиной хода шариков.

Помимо кареток с шариками нашли применение и передаточные устройства на плоских пружинах (рис.22), они менее изнашиваются, а необходимое измерительное усилие обеспечивается изменением толщины, ширины или длины пружин. Передача представляет собой параллелограмм, двумя сторонами которого служат упругие плоские пластины,

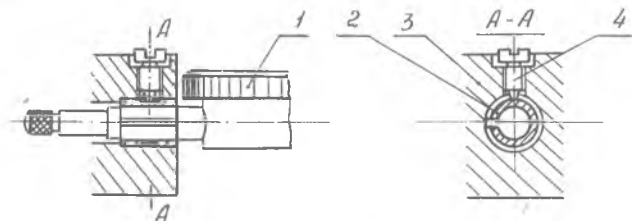


Р и с. 22. Передаточное устройство на плоских пружинах: 1-пластина упругая, 2-планка, 3-передающий элемент

третьей стороной (неподвижной) корпус приспособления или планка, а четвертой – передающий элемент. Для нормальной работы передачи на пластинах должна быть выдержана параллельность противоположных сторон параллелограмма с точностью до 0,05 мм. Упругие пластины изготавливают из стальной пружинной ленты, закаленной и отпущенной до твердости: $H_{RC} 40$. В зависимости от конструктивных условий они применяются толщиной 0,1–0,3 мм, шириной 6–12 мм и длиной 30–100 мм.

2.5. Крепление измерительных устройств

Правильное и надежное крепление измерительных устройств значительно влияет на точность контрольного приспособления. Крепление должно быть жестким и обеспечивать быструю установку и снятие измерительного прибора, в то же время не деформируя гильзу измерительного прибора. На рис. 23 показано крепление индикатора



Р и с. 23. Крепление индикатора: 1—индикатор, 2—втулка разрезная, 3—приспособление, 4—винт

часового типа за гильзу. Гильза вставляется в разрезную втулку, которая находится в гнезде приспособления. Втулка обжимается винтом. При таком методе крепления возможно производить продольное перемещение индикатора во втулке, изменяя натяг измерительного стержня. При этом меняется используемый участок шкалы индикатора и соответственно удлиняется срок его службы.

Измерительные приборы могут крепиться за трубку с соединительным диаметром 28 мм. Крепление осуществляется как с регулирующим устройством для осевого перемещения, так и без него. Индикаторный штатив (рис. I, прил.)^{*} представляет собой подставку с укрепленной на ней скалкой, по скалке в вертикальной плоскости перемещается хомут с установленной в нем скалкой. Скалка посредством сухаря, кольцевой пружины и оси связана с сухарем. В сухаре посредством винта, пружины и гайки закрепляется планка, в которой с помощью винта и гайки зажимается индикатор. Положение оси индикатора в вертикальной плоскости регулируется гайкой с помощью тяги. Крепление хомута на скалку осуществляется посредством втулки, болта, пружины и гайки.

^{*} Приложения помещены в конце работы.

Конструкции индикаторной стойки (рис.2,прил.), измерительной индикаторной двухсторонней головки (рис.3,прил.), универсального узла стенкомера (рис.4,прил.) и призмы для валов (рис.5,прил.) приведены в приложении.

3. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЛИНЕЙНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ

Приспособления для контроля линейных отклонений можно разделить на три группы:

для контроля линейных размеров (длин, диаметров, высот и др.);
для контроля точности взаимного расположения поверхностей деталей (отклонения от параллельности, перпендикулярности и т.п.);
для контроля отклонений от правильной формы поверхностей деталей (некруглость, конусность, неплоскостность и т.д.).

Номенклатура контрольных приспособлений, охватываемых приведенными укрупненными группами, исключительно разнообразна и широка [2 - 5 и др.] .

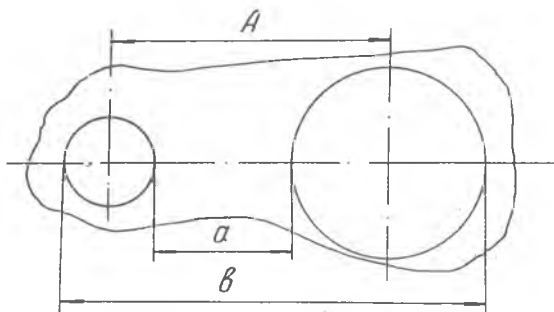
3.1. Приспособления для контроля линейных размеров

Для измерения действительных линейных размеров (длин, глубин, толщин, диаметров наружных и внутренних цилиндрических и конических поверхностей и т.п.) наряду с универсальными средствами измерения (штанген-инструментами, микрометрами, штихмассами, индикаторными скобами, нутромерами и т.д.) широко применяются и специальные приспособления.

Показан унифицированный прибор для контроля размера втулки (рис.6,прил.). Измеряемая втулка устанавливается на сменной подставке, которая крепится к плите с помощью пальца. Крепление втулки осуществляется гайкой через быстросменную шайбу. Механический датчик, выполненный в виде рычага, передает измерительный импульс на индикатор, который крепится на стойке зажимом. Перемещение рычага ограничено винтом. Перемещение в вертикальной плоскости рычага осуществляется с помощью ползуна, который по направляющим типа "ласточкин хвост" смещается относительно стойки. Фиксация ползуна происходит с помощью винта.

Прибор для контроля размера $24 \pm 0,03$ от торца валика до оси червячной шестерни (рис.7, прил.) имеет следующие особенности. Контролируемый валик устанавливается в центрах. Точность выполнения размера $24 \pm 0,03$ осуществляется с помощью эталона-червяка, установленного на ползуне. Ползун жестко связан с кареткой, которая перемещается по шариковым направляющим. Эталон-червяк в требуемое положение устанавливается с помощью штыря, в этом положении стрелка индикатора устанавливается в нулевое положение. При установке измеряемого валика, эталон-червяк смещается на некоторую величину, которая фиксируется индикатором. Перемещение ползуна в диаметральной плоскости относительно измеряемого валика контролируется индикатором 2.

Приспособление для измерения расстояния между осями отверстий показано на рис. 8, прил. Измерение производится методом двойного замера. Настройка приспособления на измеряемый размер осуществляется при помощи эталона или плоскопараллельных концевых мер длины. Схема измерения представлена на рис. 24. Приспособление



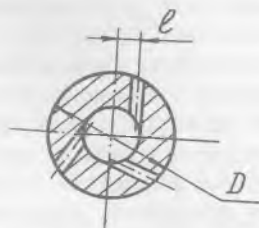
Р и с. 24. Схема измерения расстояния между осями отверстий

оснащено комплектом сменных наконечников. Настраиваемые размеры определяются по формуле

$$A = \frac{a+b}{2},$$

(см.рис. 24). Пределы измерения приспособления $A = 40 \dots 75$ мм.

С помощью прибора для контроля форсунок (рис.9,прил.) определяется величина размера ℓ относительно наружного диаметра D форсунки (рис.25). Форсунка по наружной цилиндрической поверхности диаметром D устанавливается в призме, к которой поджимается прижимом. Призма крепится к плите. На этой же плите установлен индикатородержатель и подушка. В подушке по направляющим перемещается угольник, с помощью которого и индикатора определяется величина размера ℓ .



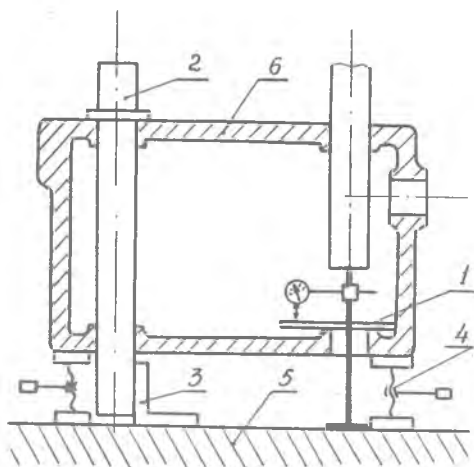
Р и с. 25. Схема расположения отверстий у форсунки

3.2. Приспособления для контроля точности взаимного расположения поверхностей деталей

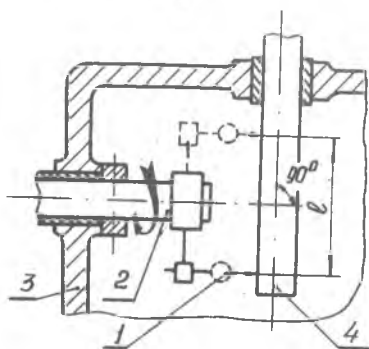
При проверке выполнения технических требований возникает необходимость контроля радиальных и торцовых биений деталей типа тел вращения, точности относительного расположения поверхностей в корпусных деталях и т.д. Ниже приведены типовые схемы наиболее распространенных методов контроля взаимного расположения поверхностей деталей. В каждом отдельном случае с целью повышения производительности они могут совершенствоваться.

3.3. Контроль углов между плоскостями и осями отверстий

Если плоскости, угол между которыми необходимо измерить открыты и доступны для измерений, то для контроля применяется нормальный угольник (90°) или специальный с необходимым углом. Нормальным угольником 90° можно также измерить угол между плоскостью и осью двух соосных отверстий одинакового диаметра. Для этого на проверочную плиту ставят домкраты, а на них - проверяемую деталь. С помощью микронной головки, закрепленной на стойке, плоскость устанавливается параллельно плоскости проверочной плиты. Затем в отверстия вставляют контрольный валик, и требуемый угол проверяют угольником (рис.26,а).



а



б

Р и с. 26. Схемы контроля углов между плоскостями и осями отверстий: а-угольник (1-контролируемая плоскость, 2-валик контрольный, 3-угольник, 4-домкрат, 5-плита проверочная, 6-проверяемая деталь); б - микронной головкой (1-головка микронная, 2-вал, 3-проверяемая деталь, 4-оправка)

Взаимную перпендикулярность проверяют специальным приспособлением. Изменение показаний микронной головки при повороте вала на 180° соответствует отклонению от перпендикулярности осей отверстий на длине l (рис.26,б).

Конструкция универсального прибора для контроля неперпендикулярности образующей ϕD относительно торца для деталей типа "шайба", "втулка" приведена на рис. 10, прил. Контролируемая деталь устанавливается на столик с упором в стойку. Контроль неперпендикулярности осуществляется с помощью индикатора, установленного в ползуне, который перемещается в вертикальной плоскости по направляющим с помощью сухаря. Крепление сухаря осуществляется гайкой. Столик установлен во втулке с зазором 0,002-0,005 мм. Втулка находится в плите. Фиксация стола относительно втулки осуществляется винтом, фиксация ползуна в вертикальной плоскости тоже винтом.

Прибор для контроля биения торца относительно общей оси двух отверстий корпуса редуктора показан на рис. 11, прил. Корпус редуктора устанавливается на оправу. В осевом направлении его положение фиксируется упором. Определение величины торцового биения происходит рычагом, которая затем через шток передается на индикатор. Индикатор крепится с помощью зажима. Оправа установлена в корпусе.

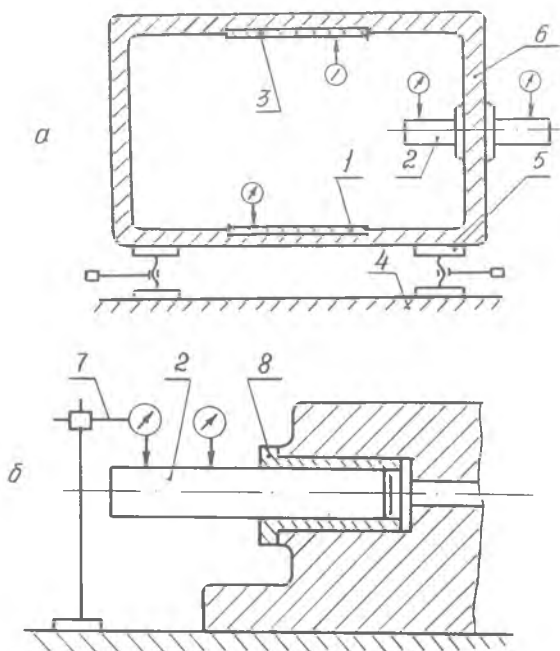
Прибор для замера неперпендикулярности торца относительно общей оси двух отверстий диаметрами 72-0,03 и 106+0,054 представлен на рис. 12, прил. Установка прибора в этих отверстиях осуществляется на гидропластовых втулках. Крепление осуществляется винтом. Замер неперпендикулярности происходит с помощью индикатора, установленного в кронштейне. Для фиксации прибора в осевом направлении имеется упор. Вращение индикатора относительно оси отверстий $\phi 72$ и 106 осуществляется вместе со втулкой, которая установлена на оправе с зазором 0,003-0,006 мм.

3.4. Контроль параллельности плоскостей, осей валов и осей отверстий

Параллельность двух плоскостей проверяют с помощью микронной головки или индикаторного нутромера.

Проверка параллельности между плоскостями направляющих, а также между осью отверстия и плоскостями направляющих (рис.27)

производится следующим образом: на доводочную плиту ставят домкраты, а на них располагают изготавливаемую деталь. Используя микрометрическую головку, закрепленную на стойке, и домкраты, выравнивают направляющую плоскость параллельно плоскости доводочной плиты. Затем с помощью этой же головки проверяют параллельность плоскости и плоскости доводочной плиты и параллельность оси контрольного валика, вставленного в отверстие, плоскостям. В отдельных случаях можно применять также контрольные валики вместе со втулками (рис. 27, б).



Р и с. 27. Схема контроля параллельности плоскостей, осей валов и осей отверстий: а-с помощью контрольного валика и домкратов; б-контрольными валиками и втулками (1,3-проверяемые плоскости; 2-валик контрольный; 4-плита доводочная; 5-домкрат; 6-проверяемая деталь; 7-стойка индикаторная; 8-втулка)

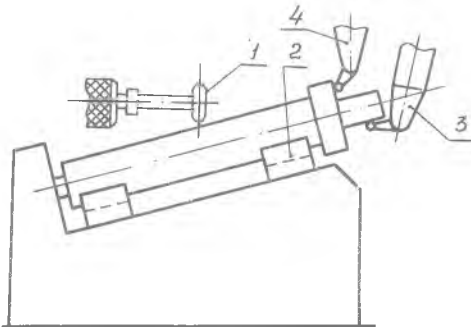
Специальное контрольное приспособление для замера непараллельности плоскостей у серьги (рис.13,прил.) состоит из следующих основных деталей - плиты, установленных на ней призмы, упора, каретки, планок и скалки. Серьга с помощью пальца устанавливается на призме с фиксацией по упору. Замер непараллельности производится с помощью рычага и индикатора, который крепится на скалке с помощью винта.

3.5. Контроль радиального, торцового биения и соосности деталей

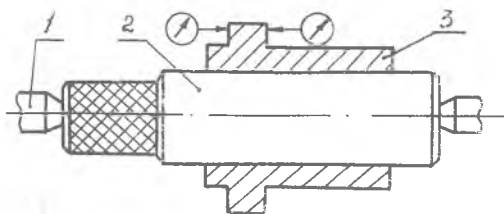
Для проверки радиального биения вала (или цилиндрической детали) относительно оси центров вал закрепляют в центрах и при его вращении проверяют биение с помощью микронной головки. При этом могут быть применены горизонтальные или вертикальные центры. В случае установки детали в вертикальных центрах зазор между центром и деталью распределяется равномернее. Если деталь имеет отверстие, то в этом случае применяют специальные контрольные оправки.

Для ускорения проверки радиального биения применяют приспособления с резиновым роликом, прижимающим проверяемую деталь к призмам и вращающим ее (рис.28). Биение малого цилиндра проверяют с помощью рычажного индикатора, который можно также использовать для контроля соосности малого и большого диаметров детали. Для этого индикатором проверяют большой диаметр и затем сопоставляют результаты измерений большого и малого диаметров.

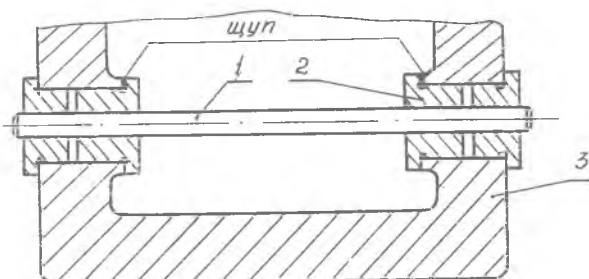
Наличие торцового биения характеризует неперпендикулярность торца к оси изделия или к оси его отверстия. Торцовое биение можно проверить также, как и радиальное биение, в центрах без контрольной оправки или с помощью специальной контрольной оправки (рис.29) или рычажным индикатором (см.рис. 28) в спе-



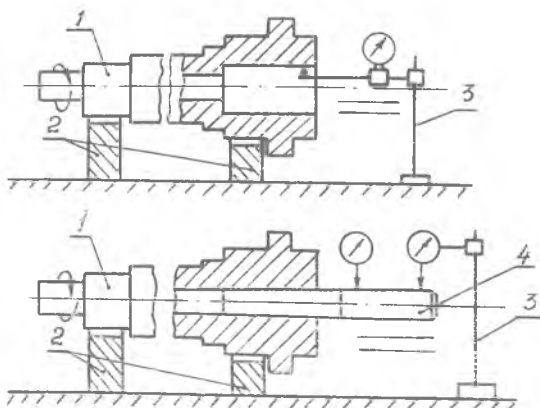
Р и с. 28. Схема контроля торцового биения и соосности диаметров у детали:1-ролик резиновый,2-призма,3-4-индикатор рычажный



Р и с. 29. Схема кон-
троля торцового биения:
1-центр, 2-оправка; 3-
проверяемая деталь



Р и с. 30. Схема проверки неперпендикулярности тор-
цов к осям отверстий: 1-валик, 2-втулка, 3-проверяе-
мая деталь



Р и с. 31. Схемы проверки соосности цилиндрических
поверхностей: 1-проверяемая деталь, 2-призма, 3-стойка
индикаторная, 4-оправка

циальном приспособлении. В отдельных случаях для проверки перпендикулярности торцов к осям отверстий используют специальные валики и втулки, а равномерность зазора по окружности втулки проверяют с помощью щупов (рис.30).

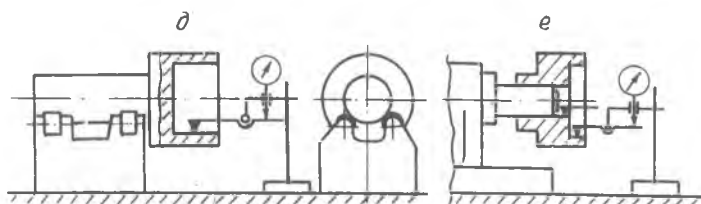
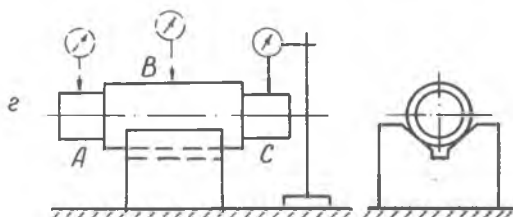
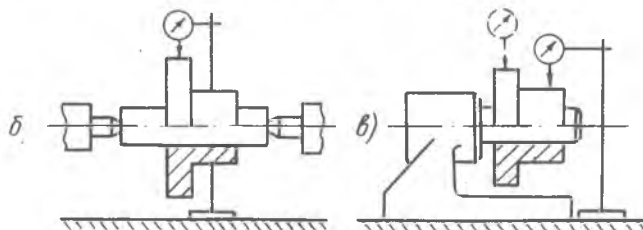
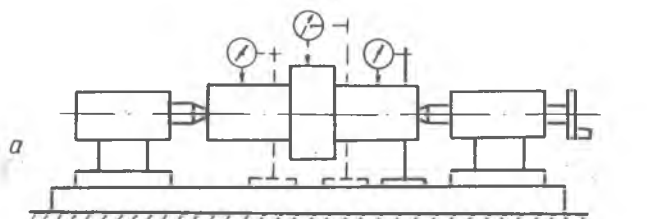
Проверку соосности расположения цилиндрических поверхностей можно осуществлять по различным схемам (рис.31,32). Соосность двух отверстий можно проверить и специальными калибрами.

В приложении приведен ряд конструкций приборов, предназначенных для замера радиальных и торцовых биений у деталей. Унифицированный прибор для проверки биений у корпусных деталей (рис.14, прил.) состоит из корпуса, на котором установлены втулка с двумя упорами и ползун. Ползун перемещается по направляющим. Фиксация ползуна относительно корпуса осуществляется винтом. С ползуном связан измерительный рычаг, который имеет упор. Контакт упора с контролируемой поверхностью происходит с помощью плунжера и пружины. Перемещение рычага фиксирует индикатор.

Прибор для контроля биений диаметров деталей типа втулок (рис.15, прил.) состоит из плиты с закрепленным на ней кронштейном. Кронштейн в зависимости от размеров контролируемых втулок может перемещаться по пазу в плите. На кронштейне установлен рычаг, с помощью которого замеряется биение внутренних диаметров втулки. Перемещение рычага передается на индикатор. Для замера биения наружных диаметров втулки имеется второй индикатор, установленный на индикаторном штативе. Контролируемая втулка устанавливается на переходнике с двумя роликами. Переходник крепится на плите отверстием диаметром D гайкой.

В отличие от предыдущего прибор, имеющий один индикатор для замера биений (рис. 16, прил.) состоит из плиты и линейки, которая перемещается по колодке. Положение линейки регулируется с помощью установочного винта и пружины. В линейке установлен индикатор, который крепится к ней винтом. Контролируемая деталь устанавливается на переходнике, который с помощью винта закрепляется на втулке.

Для замера величины биения торцовых поверхностей деталей относительно наружного диаметра используют прибор, показанный на рис. 17, прил. Прибор состоит из плиты, на которой с помощью эксцентрикового валика закрепляется ползун с призмой, в ней устанавливается контролируемая деталь. Индикатор для замера величины биения устанавливается на скалке и крепится с помощью держателя.



Р и с. 32. Примеры проверки радиального биения деталей:
 а-в центрах биения поверхностей вала относительно оси центров; б-на оправке в центрах биения наружных поверхностей втулки относительно внутренней; в-на оправке биения наружных поверхностей втулки относительно внутренней; г-на призме биения поверхностей А и С вала относительно поверхности В; д - на роликах биения внутренней выточки валика относительно наружной его поверхности; е-взаимного биения двух отверстий втулки

Прибор для замера биения торцов и диаметров для деталей типа "валик" показан на рис. 18, прил. Деталь-валик устанавливается по центровым фаскам. Для этого у приспособления имеются две центровые бабки с центрами. Центр правой бабки подвижен. Бабки установлены на плите. Правая бабка устанавливается относительно плиты в зависимости от длины контролируемого валика. На этой же плите на стойках закреплены измерительная головка и переходник, связанные с индикаторами. С помощью измерительной головки замеряется торцовое биение поверхностей валика, а переходником радиальное биение. Крепление стоек в плите осуществляется гайками и винтами. Стойки также могут перемещаться относительно плиты по пазам в зависимости от размеров контролируемой детали.

Бабки с высотой центров $H=80$ мм (рис.19, прил.) имеют подвижный и неподвижный центры. Перемещение центра правой бабки влево осуществляется посредством пружины, а в обратном направлении рычагом. Крепление пиноли с центром относительно правой бабки происходит с помощью тангенциального зажима и рукоятки. Неподвижный центр левой бабки устанавливается во втулке, которая винтом крепится к бабке. Крепление бабок к плите осуществляется болтом.

Конструкции бабок с высотой центров $H=180$ мм (рис.20.прил.) отличаются от предыдущих тем, что у них и левая бабка имеет подвижную пиноль, которая перемещается винтом.

4. ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

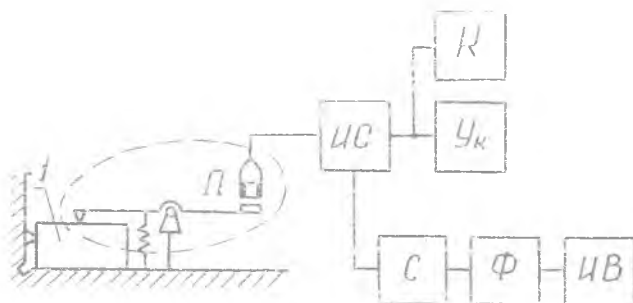
Пневматические приборы обладают высокой точностью, позволяют производить дистанционные измерения, малогабаритная пневматическая измерительная оснастка позволяет производить измерения в относительно труднодоступных местах и создавать наиболее простые конструкции многомерных устройств для контроля практически любых линейных параметров деталей.

Однако для работы пневматических приборов необходима воздушная сеть с определенным давлением воздуха, подготовка которого требует особого внимания в процессе эксплуатации прибора. Пневматические приборы обладают значительной инерционностью, снижающей их производительность. Однако последний недостаток иногда становится положительным качеством прибора, когда создает нечувствительность его к вибрациям.

В пневматических приборах для линейных измерений используется зависимость между площадью f проходного сечения канала истечения и расходом G сжатого воздуха. Площадь истечения изменяется за счет измеряемого линейного перемещения.

Таким образом, $G = \gamma(P, f)$, где P - давление воздуха, под которым тот истекает через проходное сечение канала площадью f . Измеряя расход G , при постоянном давлении P мы можем судить о размере контролируемой детали.

Пневматический прибор в общем виде может быть представлен блок-схемой (рис. 33).



Р и с. 33. Блок-схема пневматического прибора: Д - первичный пневматический преобразователь-устройство, которое воспринимает линейные перемещения детали l и преобразовывает их в соответствующие изменения расхода воздуха; ИС - измерительная пневматическая схема - предназначена для преобразования сигнала первичного преобразователя в удобный для измерения расхода другой газовой параметр - давление или скорость; Ук - указательное устройство - служит для воспроизведения измеряемой величины в принятых единицах измерения; К - командное устройство - предназначено для подачи сигналов-команд для управления технологическим процессом; С, Ф - стабилизатор давления и фильтр очистки воздуха; ИВ - источник сжатого воздуха

Принципиальные схемы пневматических преобразователей показаны на рис. 34. Пневматический преобразователь (рис. 34, а) представляет собой измерительное сопло, в качестве заслонки которого служит контролируемая деталь. Расход воздуха в данном случае будет определяться площадью кольцевого зазора f_2 , образованного

торцом измерительного сопла с диаметром проходного сечения d_2 и поверхностью контролируемой детали

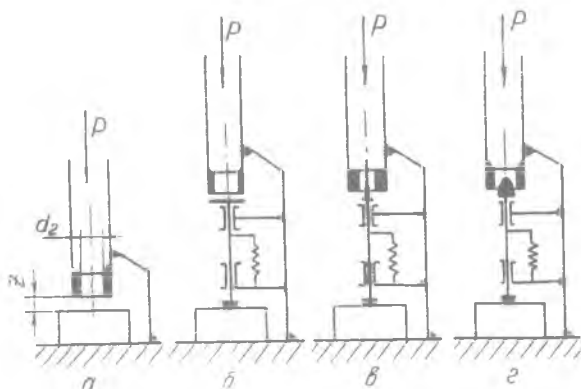
$$f_2 = \pi d_2 z.$$

Практически измерение возможно при условии

$$\pi d_2 z \leq \frac{\pi d_2^2}{4}, \text{ т.е. } z \leq 0,25 d_2.$$

В противном случае изменение площади канала истечения не будет зависеть от изменения z .

Преобразователи с плоской заслонкой (рис.34,б) могут быть выполнены и для контактных измерений. С целью увеличения предела измерения используют преобразователи с заслонкой в виде конуса (рис.34,в), параболоида (рис.34,г), шара и др. [6].



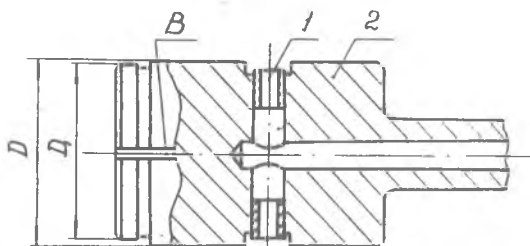
Р и с. 34. Принципиальные схемы пневматических преобразователей: а,б—с плоской заслонкой; в—с конической заслонкой; г—заслонка—параболоид вращения

Проходное сечение площадью f_2 у преобразователей с конической и шаровой заслонкой нелинейно зависит от перемещения. Коническая и шаровая заслонки вносят некоторую нелинейность в общую характеристику прибора. Для построения широкопредельных пневматических приборов с линейной шкалой используют преобразователи с заслонкой в виде параболоида вращения.

Пневматический метод измерения широко применяется и для контроля отверстий.

Измерение площади поперечного сечения малых отверстий проводится методом непосредственного истечения воздуха через эти отверстия. При контроле диаметра отверстий свыше 3 мм в большинстве случаев применяются бесконтактные пневматические пробки (рис.35). В некоторых случаях необходимо использование контактных пробок. Пробки для контроля отверстий с диаметром свыше 3 мм в большинстве случаев имеют два сопла, расположенных диаметрально. Диаметры сопел выбирают в зависимости от пределов измерений в диапазоне 0,5-2,0 мм.

Торцы сопел занижаются относительно наружной поверхности пробок на величину 0,01-0,015 мм на сторону. Занижение обеспечивает бесконтактность измерений, отсутствие износа сопел и работу на наиболее выгодном участке характеристики прибора. Ввод пневматической пробки в отверстие облегчен по сравнению с обычными калибрами-пробками тем, что ее наибольший диаметр уменьшен относительно наименьшего диаметра контролируемого отверстия на 0,01 - 0,02 мм. Предварительное направление пробки создается заходным пояском. Диаметр заходного пояса D_1 занижен на 0,07-0,1 мм по сравнению с наименьшим предельным диаметром обрабатываемой детали. В конструкции пробки у каждого из сопел должны быть предусмотрены продольные канавки В для отвода воздуха в атмосферу. Ширина и глубина канавок принимается не менее 1 мм (см.рис.35).



Р и с. 35. Пневматическая пробка:1-сопло,2-пробка

Расход воздуха в пневматических приборах в основном измеряют с помощью манометров и ротаметров, в зависимости от чего все пневматические измерительные схемы делятся на две основные группы:

манометрические – реагирующие на изменение давления;
ротаметрические – реагирующие на изменение скорости воздушного потока.

5. ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Отсутствие единообразия в требованиях к зубчатым колесам, вызываемое различными условиями их эксплуатации, различия габаритных размеров колес и технологии их изготовления не позволяют унифицировать способ контроля всех видов колес.

Стандарты на допуски зубчатых передач устанавливают три нормы точности цилиндрических и конических передач и нормы бокового зазора и предусматривают десять возможных комплексов контроля. Нормами точности регламентируются: кинематическая точность передачи, плавность передачи и контакт зубьев.

Независимо от степени точности зубчатых колес и передач устанавливается шесть видов сопряжений зубчатых колес в передаче и восемь видов допуска на боковой зазор, обозначаемых в порядке его возрастания как: h, d, c, v, a, z, y, x .

Допуски цилиндрических эвольвентных зубчатых колес и передач внешнего и внутреннего зацеплений приводятся в ГОСТ 9178-72 при модуле от 0,1 до 1,0 мм, делительном диаметре колес до 400 мм (при $m_n \leq 0,5$ мм до 200 мм), для прямозубых и косозубых колес и винтовых передач и в ГОСТ 1643-72 при модуле от 1 до 56 мм, делительном колесе до 6300 мм, межосевом расстоянии до 6300 мм для прямозубых, косозубых и шевронных колес и передач.

Ниже рассматриваются примеры конструкций средств измерения для контроля параметров цилиндрических и конических зубчатых передач, а также примеры наладок и указания по технике измерений.

5.1. Контроль цилиндрических зубчатых колес

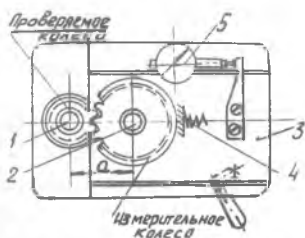
Средства контроля цилиндрических зубчатых колес в зависимости от контролируемых ими элементов могут быть разделены на десять групп:

1. Приборы для комплексной однопрофильной проверки.
2. Шагомеры для окружного и углового шага.

3. Шагомеры для основного шага.
4. Нормалемеры.
5. Межцентромеры.
6. Биенимеры.
7. Эвольвентомеры.
8. Ходомеры и направлениимеры.
9. Контактмеры.
10. Зубомеры.

Комплексная проверка зубчатых колес. Основным методом представленного контроля точности геометрии цилиндрических зубчатых колес является комплексная проверка в плотном (беззазорном) зацеплении рабочего колеса с мерительной шестерней, которая производится на несложных контрольных приспособлениях (рис. 36). Проверяемое

колесо устанавливается на пальце, укрепленном в неподвижной части приспособления. Измерительная шестерня устанавливается на пальце, смонтированном на подвижной каретке. Обкатываемые колеса находятся в плотном зацеплении, так как пружина постоянно отжимает подвижную каретку с измерительной шестерней в направлении к проверяемому колесу.



Р и с. 36. Схема приспособления для комплексной проверки цилиндрических колес; 1, 2 - пальец, 3 - каретка подвижная, 4 - пружина; 5 - индикатор

В идеальной паре мерительное межцентровое расстояние "а" должно оставаться неизменным. Следовательно,

отклонение от расчетного межцентрового расстояния при полном обороте проверяемого зубчатого колеса, отмеченные индикатором, позволяют судить о степени его точности. При этом погрешность измерительной шестерни условно принимается за величину, малую в сравнении с проверяемым допуском, и вообще не учитывается.

Комплексная проверка в плотном зацеплении выявляет все основные погрешности колес: отклонение основного шага $f_{рвз}$, наибольшую разность соседних окружных шагов $f_{рб}$, отклонения профиля $f_{рз}$.

При контроле зубчатых колес должно строго соблюдаться основное правило выбора баз измерения: для всех видов межоперационного контроля измерительная база должна совпадать с технологической, а для окончательного контроля - с конструктивной базой детали.

Шагомеры. Шагомеры для окружного шага предназначены определять разность окружных шагов по одной окружности колеса. Шагомер устанавливают на размер по произвольно выбранной паре соседних зубьев, после чего определяют отклонения окружных шагов по всей окружности колеса. Определение накопленной погрешности окружного шага по результатам измерения отдельных шагов требует математической обработки.

Для быстрого определения накопленной погрешности окружного шага применяются приборы, непосредственно контролирующие накопленную погрешность на угле 180° . Измерение производят по одноименным профилям зубьев диаметрально противоположных впадин контролируемого колеса – в одну вводится жесткий упор, а в другую – измерительный наконечник.

Шагомеры для основного шага предназначены определять отклонения основного шага от номинального значения и колебания его в пределах колеса. Основной шаг зубчатого колеса определяется расстоянием между параллельными прямыми, касательными к двум смежным одноименным профилям.

Нормальные меры. Они предназначены для определения среднего значения и колебания длины общей нормали к разноименным профилям зубьев. Число охватываемых при измерении зубьев обычно принимают близким к $\frac{Z}{9}$, где Z – число зубьев колеса.

Колебания общей длины нормали в одном колесе определяют его кинематическую (тангенциальную) погрешность, а отклонение средней длины общей нормали от ее расчетного значения характеризует толщину зубьев. Измерение длины общей нормали производят с помощью микрометров со специальными губками и индикаторных скоб.

Биенимеры. Биенимеры предназначены для контроля радиального биения зубчатого венца, т.е. колебания расстояний от постоянных хорд впадин (зубьев) колеса до оси его вращения.

Измерительные наконечники имеют форму усеченного конуса с углом при вершине $40^\circ \pm 7'$.

Наибольшая разность показаний индикатора при измерениях в различных точках колеса определяет величину биения зубчатого венца.

Эвольвентомеры. Эвольвентомеры предназначены для проверки эвольвентного профиля в торцовом сечении цилиндрических колес с прямыми и косыми зубьями. Принцип действия эвольвентомеров основан на воспроизведении движения измерительного наконечника относительно проверяемого зубчатого колеса по эвольвенте его основ-

ной окружности. Погрешности профиля зуба вызывают отклонения измерительного наконечника, регистрируемые отсчетным устройством и самописцем. Полученные на эвольвентомере кривые погрешностей профиля позволяют не только определить наибольшее отклонение значения действительного профиля от теоретического, но по характеру кривой отклонения профиля определить и причину погрешности.

Зубомеры. Зубомеры предназначены для измерения элементов зубьев, определяющих боковой зазор в зацеплении. На производстве в основном применяют три типа накладных зубомеров для цилиндрических зубчатых колес: штангензубомер, индикаторно-микрометрический зубомер — предназначенные для измерения толщины зубьев на заданном расстоянии от окружности выступов, и тангенциальный зубомер для определения положения исходного контура относительно наружного диаметра.

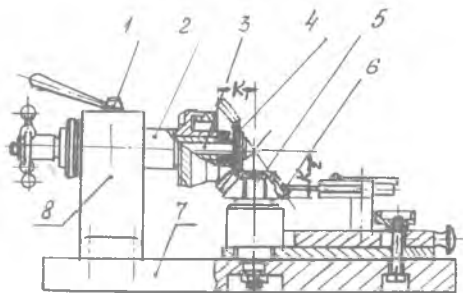
5.2. Контроль конических колес

Контроль конических зубчатых колес значительно труднее, чем контроль цилиндрических колес.

Измерение конических колес по элементам затруднено необходимостью осуществлять проверку всех зубьев одного колеса на неизменном расстоянии от вершины начально-производственного конуса, а также отсутствием правильного эвольвентного профиля.

В условиях индивидуального и мелкосерийного объема производства наиболее целесообразна проверка конических колес по боковому зазору и пятну касания при зацеплении на теоретических монтажных расстояниях. "Монтажным" называется расстояние от опорного торца колеса до вершины начально производственного конуса.

Контрольное приспособление для проверки конических колес по боковому зазору приведено на рис. 37. Проверяемое



Р и с. 37. Приспособление для контроля зубчатых колес: 1—зажим; 2—шпиндель, 3—тяга, 4—шайба, 5—палец, 6—рычажок, 7—плита, 8—стойка

колесо устанавливается в шпindel и крепится шайбой через тягу. Шпindel с установленным на нем колесом выдвигается вперед до упора торцом в левую плоскость стойки. Это положение соответствует теоретическому монтажному расстоянию K_1 и фиксируется зажимом. Предварительно измерительная шестерня устанавливается на палец, закрепленный в плите — это положение соответствует теоретическому монтажному расстоянию K_2 . При замере проверяемое колесо удерживается от вращения, а измерительное поворачивается в обе стороны в пределах имеющегося бокового зазора между зубьями. Полученный боковой зазор регистрируется индикатором через рычажок.

Для проверки пятна касания зубья измерительной шестерни покрывают тонким слоем краски и затем обкатывают пару колес в обе стороны; на зубьях проверяемого колеса получается отпечаток-пятно касания.

В условиях значительного по объему производства конических зубчатых колес описанный метод их комплексной проверки вследствие своей низкой производительности не может удовлетворить требованиям цехового контроля.

Основным методом производственного контроля конических колес с прямыми и косыми зубьями является проверка в двух-профильном-плотном зацеплении с измерительными шестернями по отклонению расстояния от оси одного колеса пары до торца сопряженного колеса, т.е. по величине комплексного линейного допуска δ_{dl} . Контрольные приспособления в основном повторяют конструкции описанных выше приспособлений для проверки цилиндрических колес в плотном зацеплении, отличие состоит лишь в относительном расположении осей обкатываемых колес.

Универсальное перенастраиваемое приспособление с призмой для контроля толщины зуба и радиального биения венца конических зубчатых колес (рис. 2I, прил.) состоит из корпуса, выполненного в виде прямоугольной планки с прорезью, и базирующей призмы. На корпусе расположена подвижная рамка, в которой закрепляется траверса, входящая в прорезь корпуса. Индикатор часового типа закреплен в держателе соединенном с траверсой так, чтобы была возможность производить установку ее на требуемый угол наклона θ . Положение траверсы фиксируется винтом. Приспособление снабжено комплектом сменных наконечников. При контроле биения приспособление базируется по диаметру и опорному торцу проверяемой шестерни, а измеритель-

ный наконечник поочередно вводится во впадины зубьев. Приспособление позволяет осуществить измерение биения шестерни непосредственно на станке.

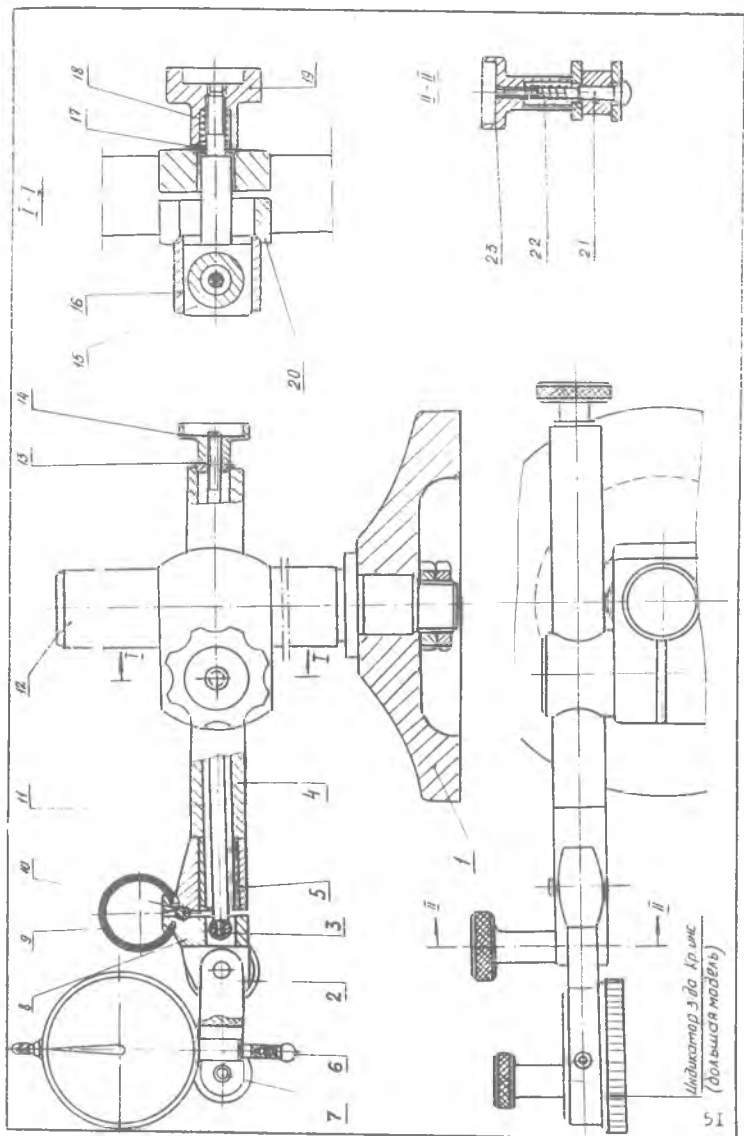
Прибор для замера углов α и γ и расстояния l от опорного торца до вершины конуса венца конической шестерни (рис. 22, прил.) состоит из корпуса, на котором закреплена стойка. На стойке устанавливают сменные призмы, по которым осуществляется базирование проверяемой шестерни. Крепление призм происходит с помощью винтов. В корпусе по направляющим втулкам может перемещаться скалка на левом конце которой установлен хомут, а на правом имеется переходник. В нем установлена втулка, по которой перемещается скалка с нониусом и сектором. Крепление скалки относительно переходника осуществляется винтом.

Для замера расстояния l от опорного торца до вершины конуса венца конической шестерни угломер устанавливается до совпадения ноля градусов сектора с нулевым делением нониуса, затем закрепляется и подводится линейка до вершины конуса шестерни. В этом положении скалка фиксируется винтом, а угломер раскрепляется. Такова настройка прибора по вертикали. Для настройки прибора в горизонтальном направлении между торцами "С" устанавливается эталон и индикатор настраивается на ноль. Отклонение от размера l определяют с помощью индикатора, а углы α и γ — по нониусу.

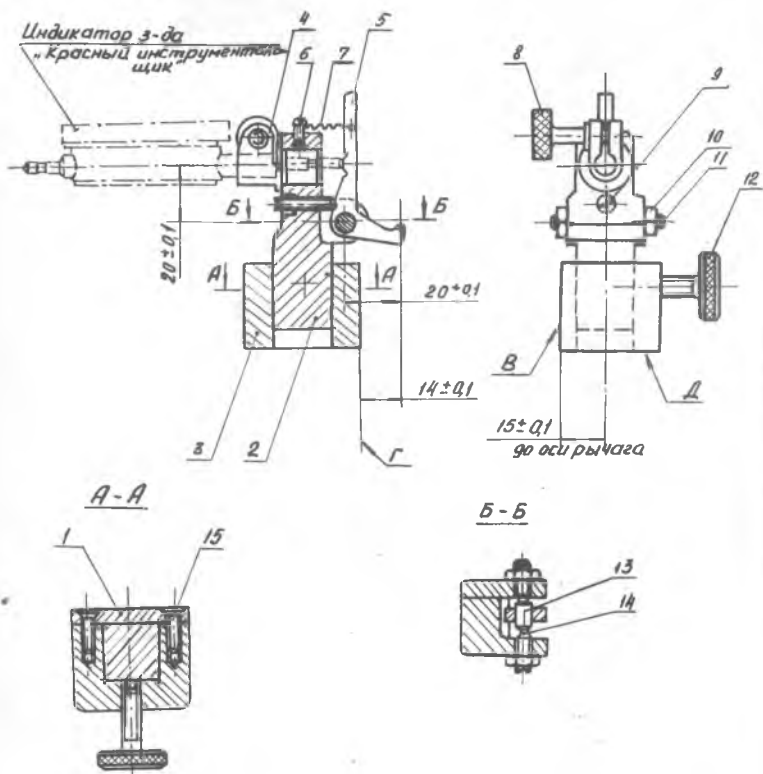
Л и т е р а т у р а

1. Г и п п Б.А. и др. Контрольные приспособления. М., 1960.
2. А п а р и н Г.А. и Г о р о д е ц к и й И.Е. Допуски и технические измерения. — М.: Машгиз, 1956.
3. Г р и г о р ь е в И.А., Д в о р е ц к и й Е.Р. Контроль размеров в машиностроении. — М.: Машгиз, 1959.
4. Л е в е н с о н Е.М., Г о н и к б е р г Ю.М., В в е д е н с к и й Т.А. Конструирование измерительных приспособлений и инструментов в машиностроении. — М.: Машгиз, 1956.
5. Л е в е н с о н Е.М. Контрольно-измерительные приспособления в машиностроении. Изд. 2-е. — М.: Машгиз, 1960.
6. В о л о с о в С.С., П е д ь Е.И. Приборы для автоматического контроля в машиностроении. — М.: Машиностроение, 1970.

П Р И Л О Ж Е Н И Я

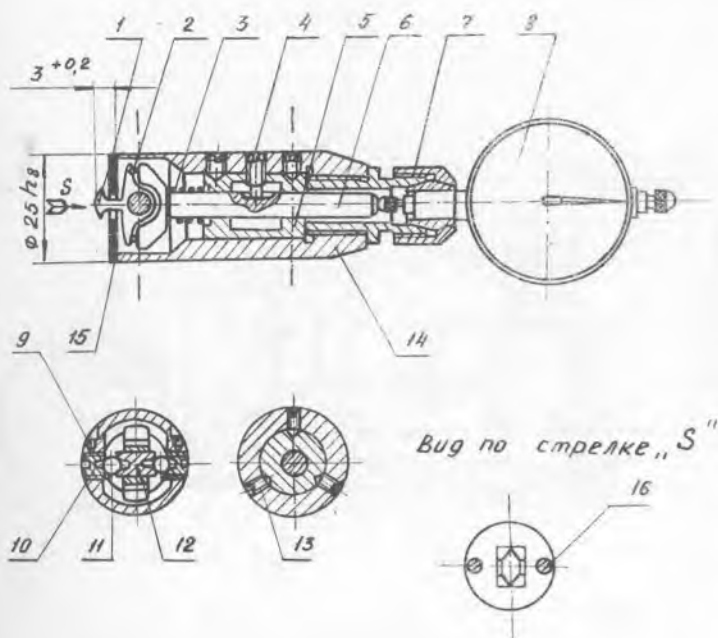


Р и с. 1. Индикаторный штатив: 1-подставка; 2-планка; 3-ось; 4-скобка; 5-сухарь; 6-наковалочник; 7-винт; 8-сухарь; 9-пружина кольцевая; 10-ось; 11-татуш; 12-скобка; 13-шайба; 14-тайка; 15-болт; 16-штулка; 17-шайба; 18-пружина; 19-тайка; 20-хомут; 21-винт; 22-пружина; 23-тайка



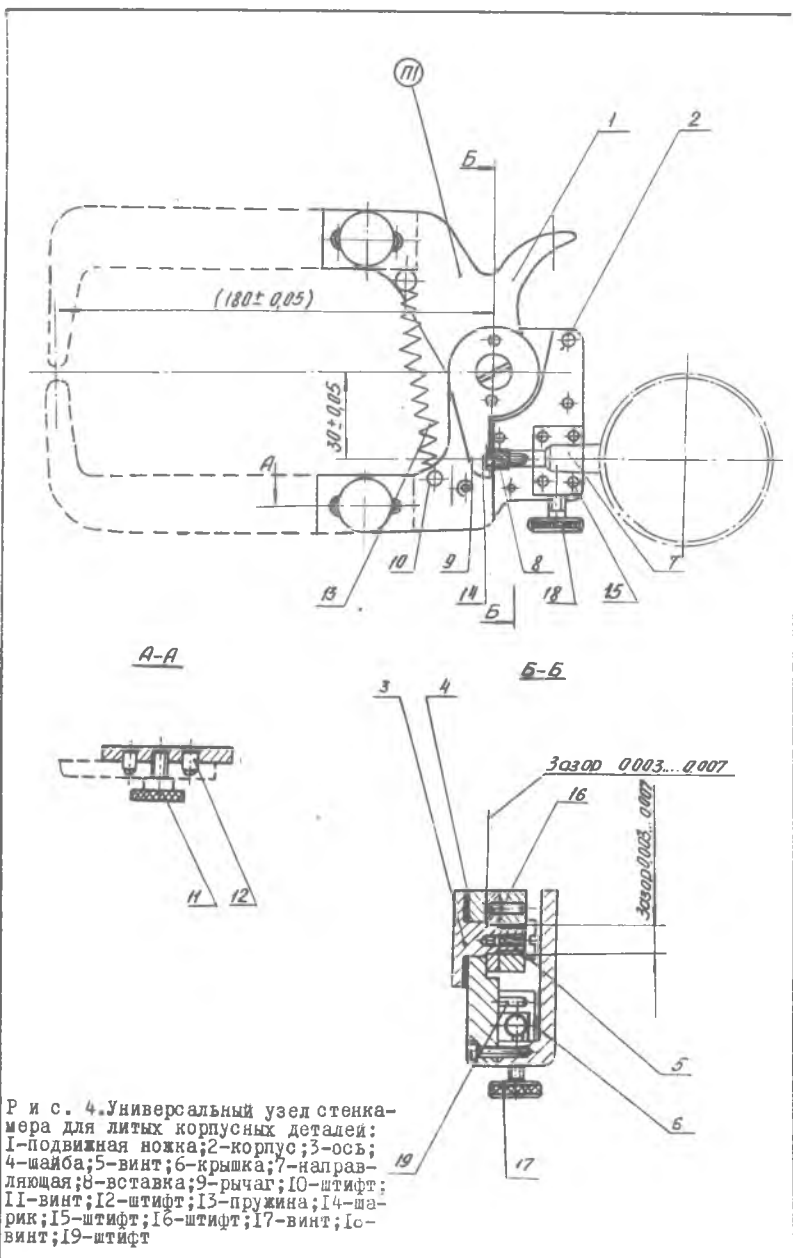
1. Маркировать В5080-0070У; дата
2. Рычаг дет №5 должен вращаться плавно без заеданий и люфтов
3. Неперпендикулярность пов Д к В; Г не более 0,02мм.

Р и с. 2. Индикаторная стойка: 1-планка; 2-стойка; 3-корпус; 4-хомут; 5-рычаг; 6-винт; 7-пружина; 8-винт; 9-винт; 10-гайка; 11-винт; 12-винт; 13-ось; 14-шарик; 15-винт

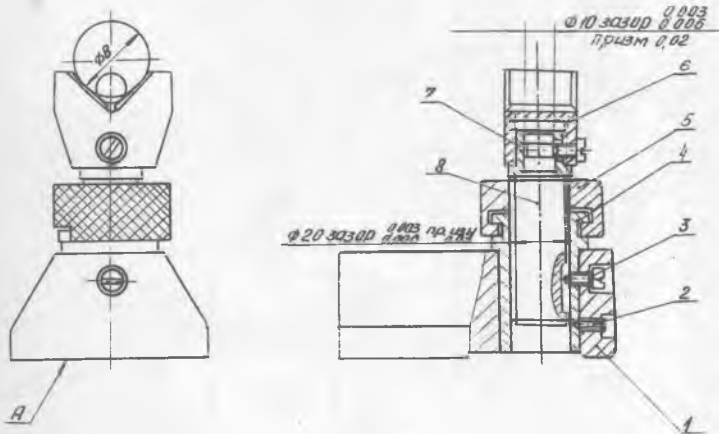


1. Выступание винтов (дет 4, 10, 13) за наружный $\varnothing 25 h_8$ не допускается.
2. Головку испытать на стабильность показаний.
3. Нестабильность показаний не более 0,005
4. Хранить в футляре.

Р и с. 3. Измерительная головка индикаторная двусторонняя:
 1-рычаг; 2-палец; 3-пружина; 4-винт; 5-втулка; 6-шток; 7-зажим
 цанговый; 8-индикатор; 9-винт; 10-винт; 11-шарик; 12-ось; 13-винт;
 14-корпус; 15-крышка; 16-винт



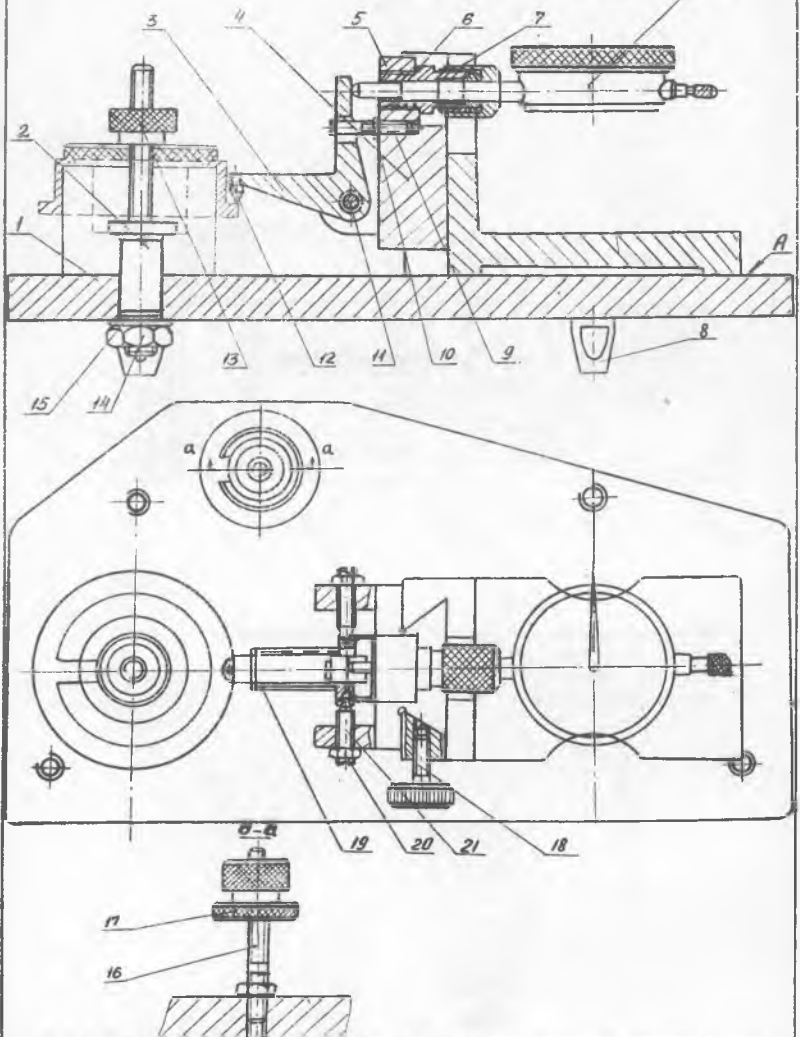
Р и с. 4. Универсальный узел стенка-
мера для литых корпусных деталей:
1-подвижная ножка; 2-корпус; 3-ось;
4-шайба; 5-винт; 6-крышка; 7-направ-
ляющая; 8-вставка; 9-рычаг; 10-штифт;
11-винт; 12-штифт; 13-пружина; 14-ша-
рик; 15-штифт; 16-штифт; 17-винт; 18-
винт; 19-штифт



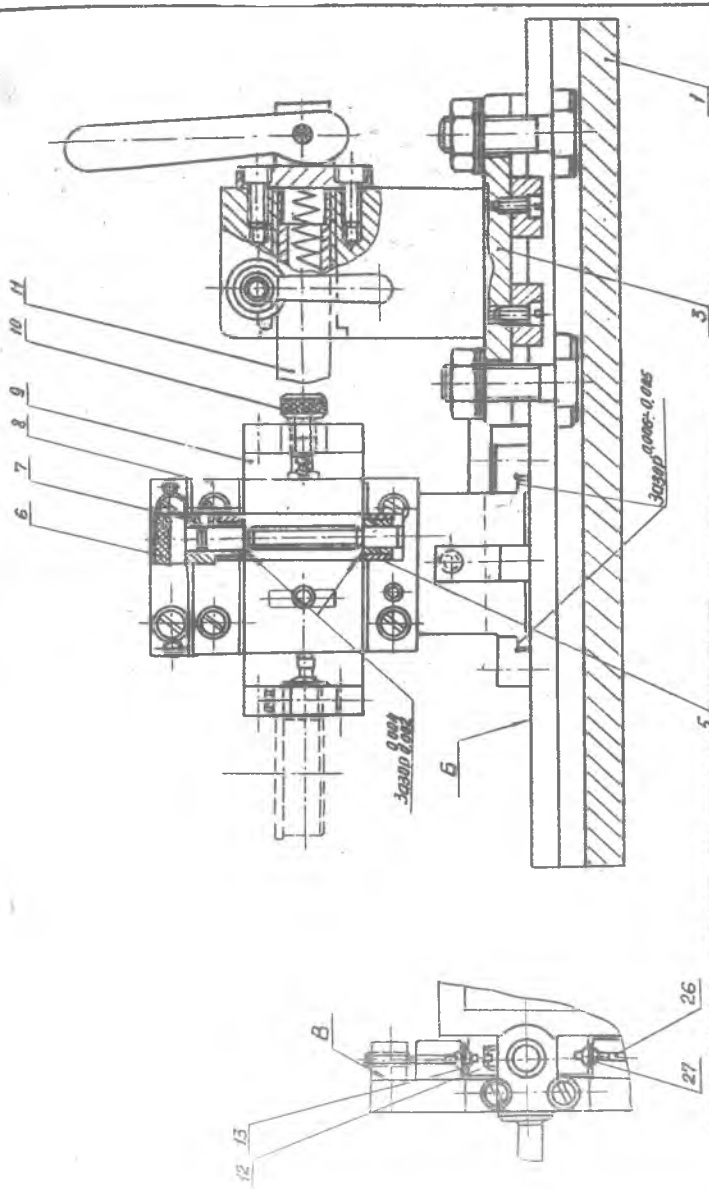
Непараллельность оси ролика $\phi 8$ относительно
 пов. А' не более 0,005.
 Хранить в футляре.

Р и с. 5. Призма для валов: 1-основание; 2-винт; 3-винт;
 4-втулка; 5-гайка; 6-призма; 7-втулка; 8-винт

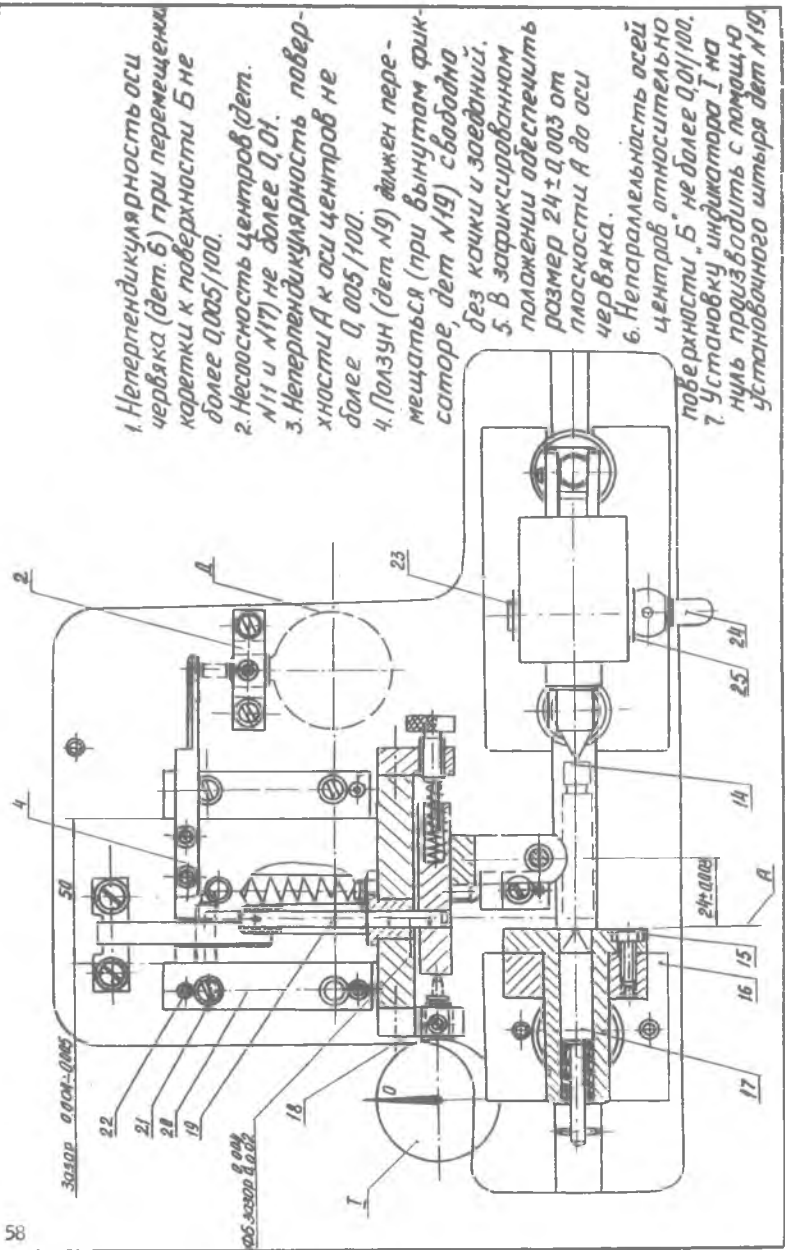
Индикатор 3-ди. Кр инструментальщик

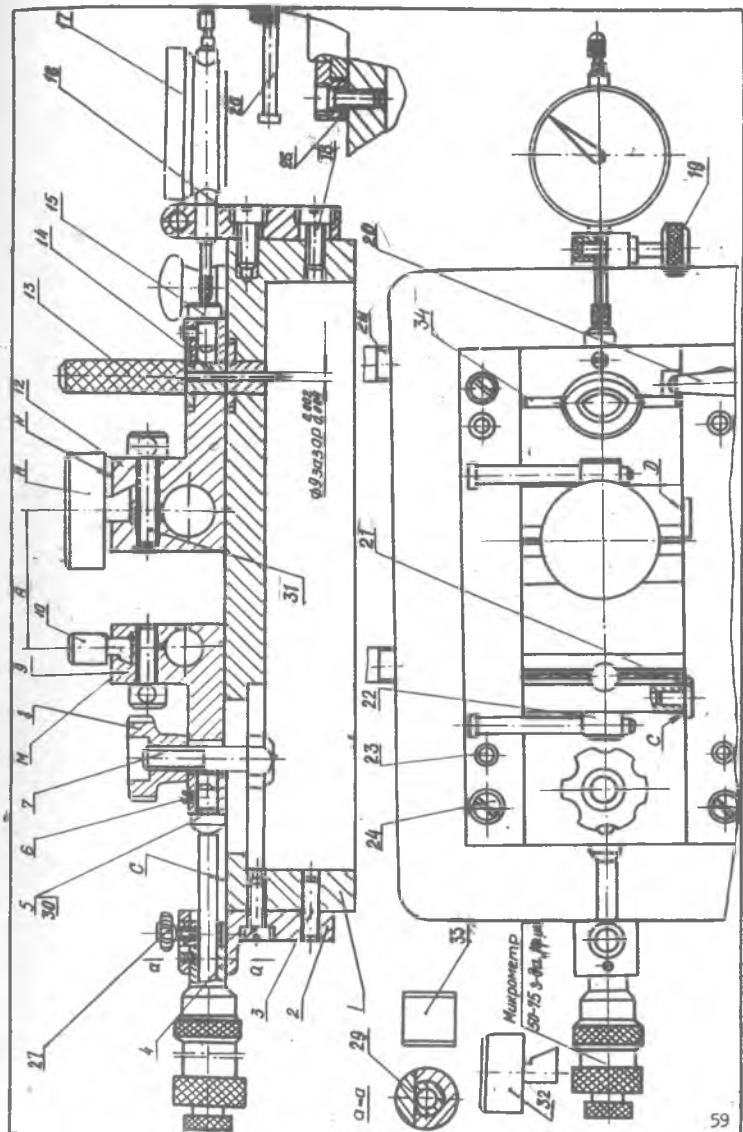


Р и с. 6. Унифицированный прибор для контроля размера втулки: 1-плата; 2-палец; 3-рычаг; 4-ползун; 5-стойка; 6-вставка; 7-зажим; 8-ножка; 9-винт; 10-гайка; 11-ось; 12-упор; 13-гайка; 14-гайка; 15-шайба; 16-шпиль-56 ка; 17-шайба; 18-винт; 19-пружина; 20-гайка; 21-винт

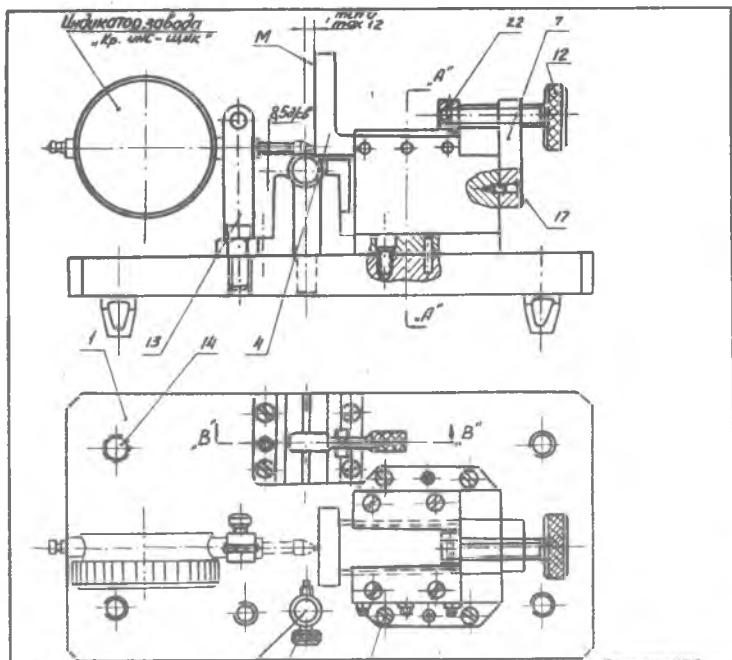


Р и с. 7. Дрибор для валика: 1-плита; 2-кронштейн; 3-корпус; 4-планка; 5-кронштейн; 6-эталон-червяк; 7-втулка; 8-прива; 9-полуш; 10-винт; 11-центр; 12-каретка; 13-сепаратор; 14-эталон; 15-втулка; 16-стойка; 17-центр; 18-винт; 19-штырь; 20-планка направляющей; 21-винт; 22-штифт; 23-тангенциальный зажим; 24-ручка; 25-тангенциальный зажим; 26-штифт ограничительный; 27-шарик





Р и с 6. Прибор для измеров межцентровых расстояний: 1-плита; 2-стойка; 3-шпindel; 4-анvil; 5-утолщ; 6-отверстие; 7-болт; 8-гайка; 9-позвун; 10-шкала; 11-палец; 12-пружина; 13-шпindel; 14-ручка; 15-утолщ; 16-отверстие; 17-накладка; 18-винт; 19-винт; 20-ручка; 21-утолщ; 22-винт; 23-винт; 24-плитка направляющая; 25-ручка; 26-ручка; 27-отверстие; 28-ручка; 29-отверстие; 30-утолщ; 31-винт; 32-угломерный калибр; 33-отверстие; 34-винт.



По А-А'

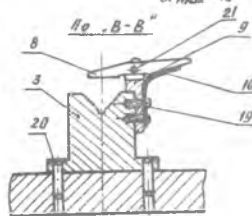
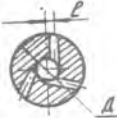
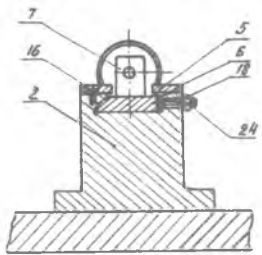
Эскиз замера
деталей

Техническая
характеристика

$L_{\text{max}} = 8$

$L_{\text{max}} = 17$

$L_{\text{max}} = 40$

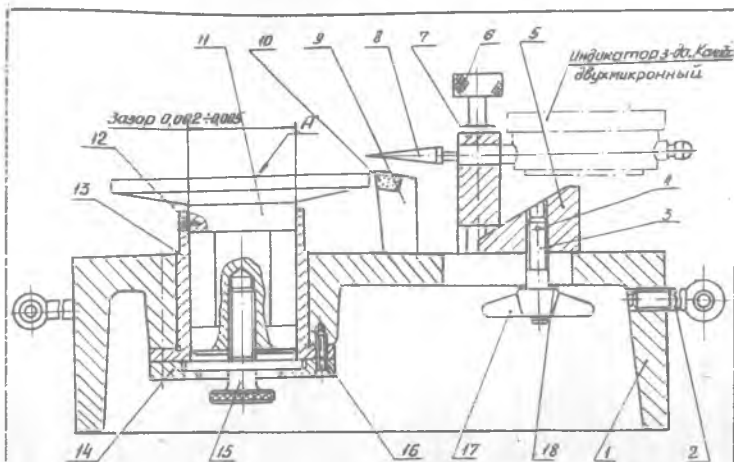


1. Непараллельность оси пружины и плоскости М не более 0,01 на длине 100 мм.
2. При вращении винта 12 угольник 4 должен плавно перемещаться в направляющих, без заедания и качки.

Примечание

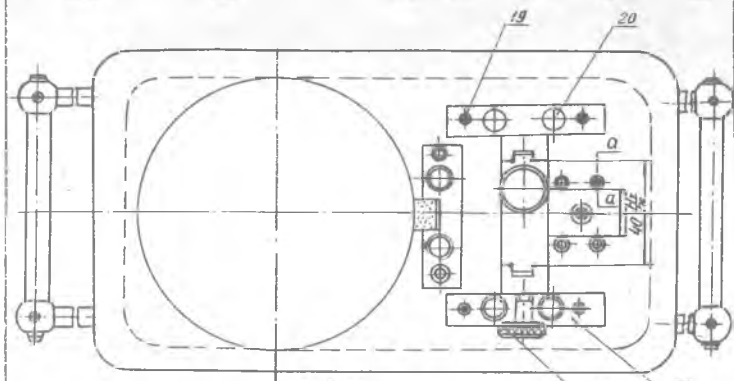
Винты 18 служат для подтягивания винта.

Рис. 9. Прибор для формунок: 1-плашка; 2-пружина; 3-пружина; 4-угольник; 5-плашка; 6-винт; 7-пружина; 8-пружина; 9-плашка; 10-пружина; 11-стойка; 12-винт; 13-пружина; 14-пружина; 15-пружина; 16-винт; 17-винт; 18-винт; 19-винт; 20-стойка; 21-пружина; 22-винт; 23-винт; 24-пружина; 25-пружина.



Индикатор 3-х дел. Кольцо
объемный

Зазор 0,012-0,015



Техническая х-ка прибора

Контроль неперпендикулярности образующей фД отнасит тарца фД (60-120) мм (2-25)

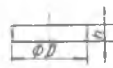
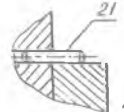


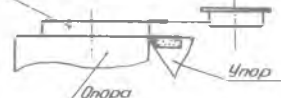
Схема замера.

Сеч по а-а



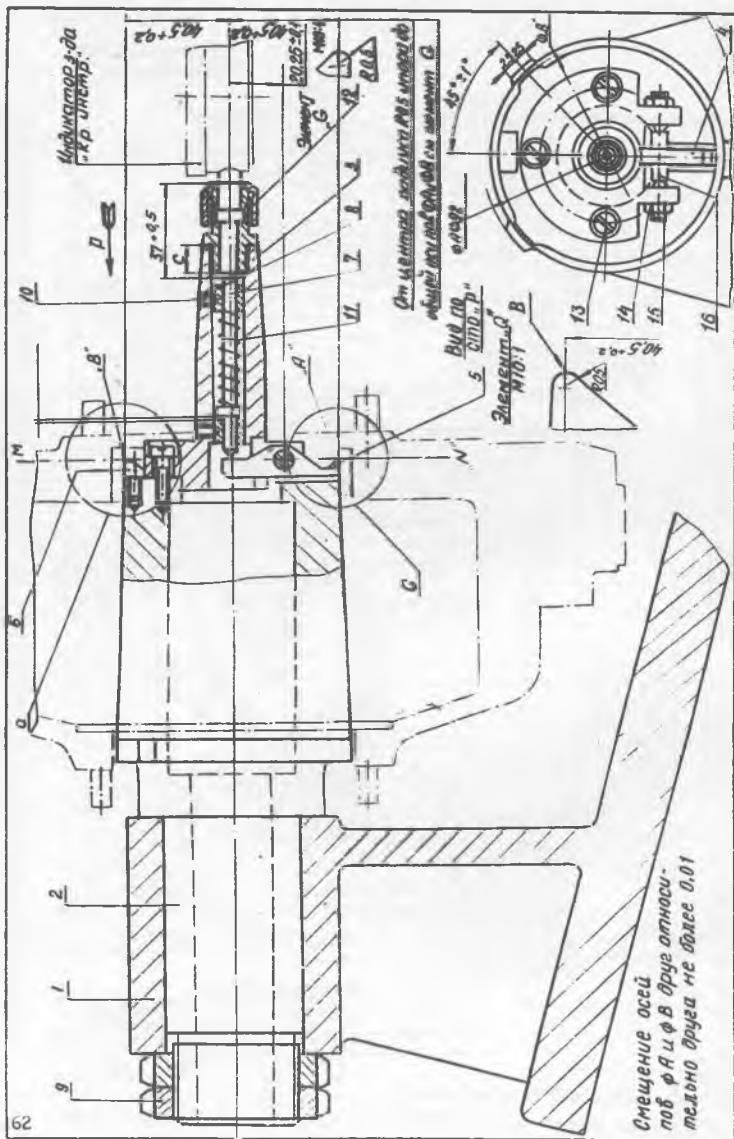
Поверхность А плоскостна
Прилегание по краске 100%

Измеряемая деталь

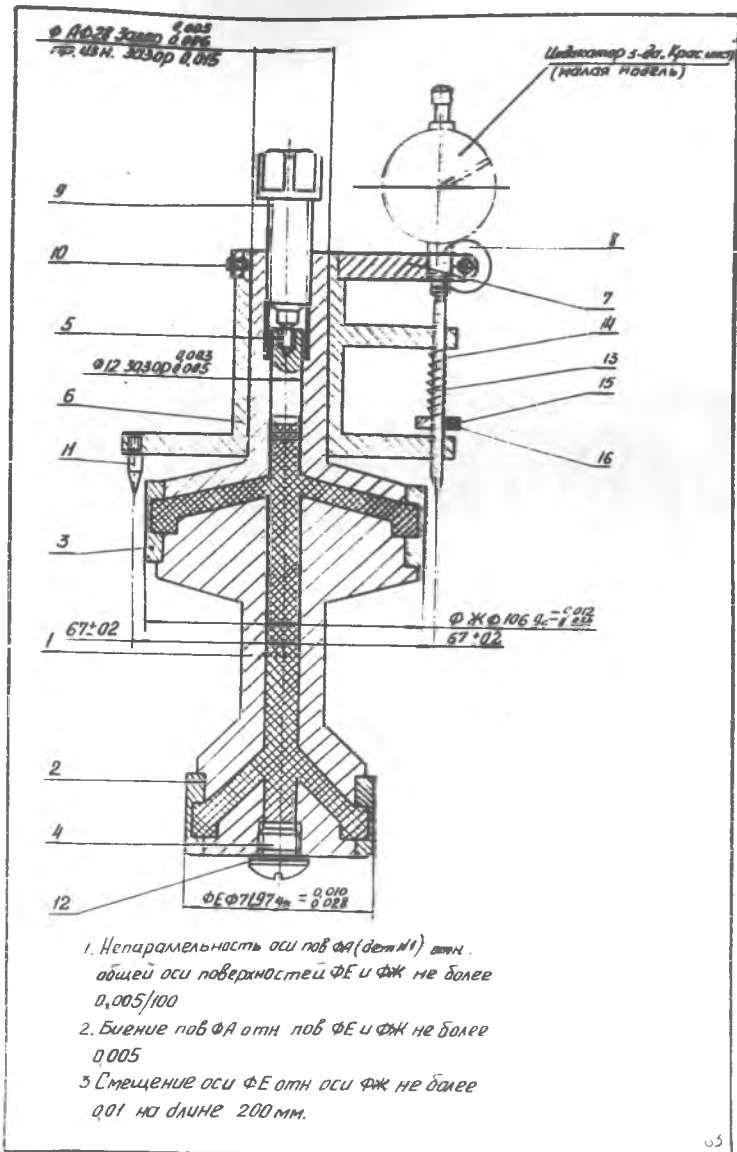


Хранить в футляре

Р и с. 10. Универсальный прибор для контроля деталей типа "шпатель", "вуалка". 1-плата; 2-ручка; 3-шпатель; 4-штифт; 5-сухарь; 6-винт; 7-ползун; 8-сварка; 9-стойка; 10-пластина; 11-опора; 12-пружина; 13-вуалка; 14-крышка; 15-винт; 16-винт; 17-гайка; 18-шайба; 19-штифт; 20-винт; 21-штифт; 22-винт; 23-планка; 24-эталон

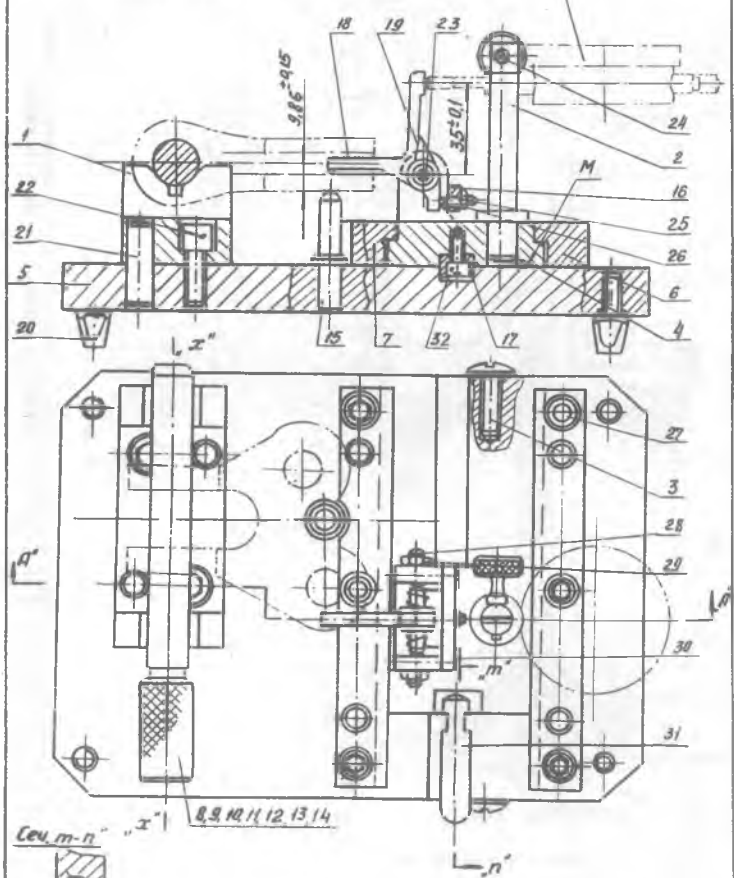


Р и с. 11. Прибор для корпуса редуктора: 1-корпус; 2-оправа; 3-корпус; 4-рычаг; 5-упор; 6-упор; 7-шток; 8-штулка; 9-гайка; 10-винт; 11-пружина; 12-зажим; 13-винт; 14-гайка; 15-винт; 16-ось



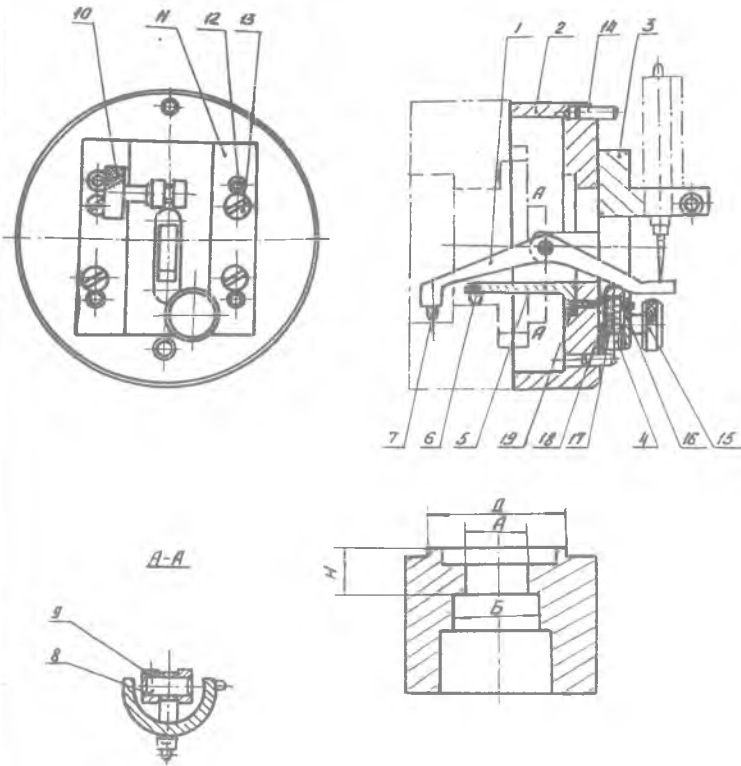
Р и с. 12. Прибор для картера редуктора: 1-оправа; 2-штулка; 3-штулка; 4-винт; 5-палец; 6-штулка; 7-кронштейн; 8-винт; 9-винт; 10-упор; 11-винт; 12-шайба; 13-шток; 14-пружина; 15-винт; 16-шайба

Разрез по А-А Индикатор 3-80
 „Кр инстр“



1. Непараллельность оси „x-x“ прямой
 отн. направления шпоночного паза
 не более 0,1
2. Непараллельность оси „x-x“ отн.
 пов „М“ не более 0,005

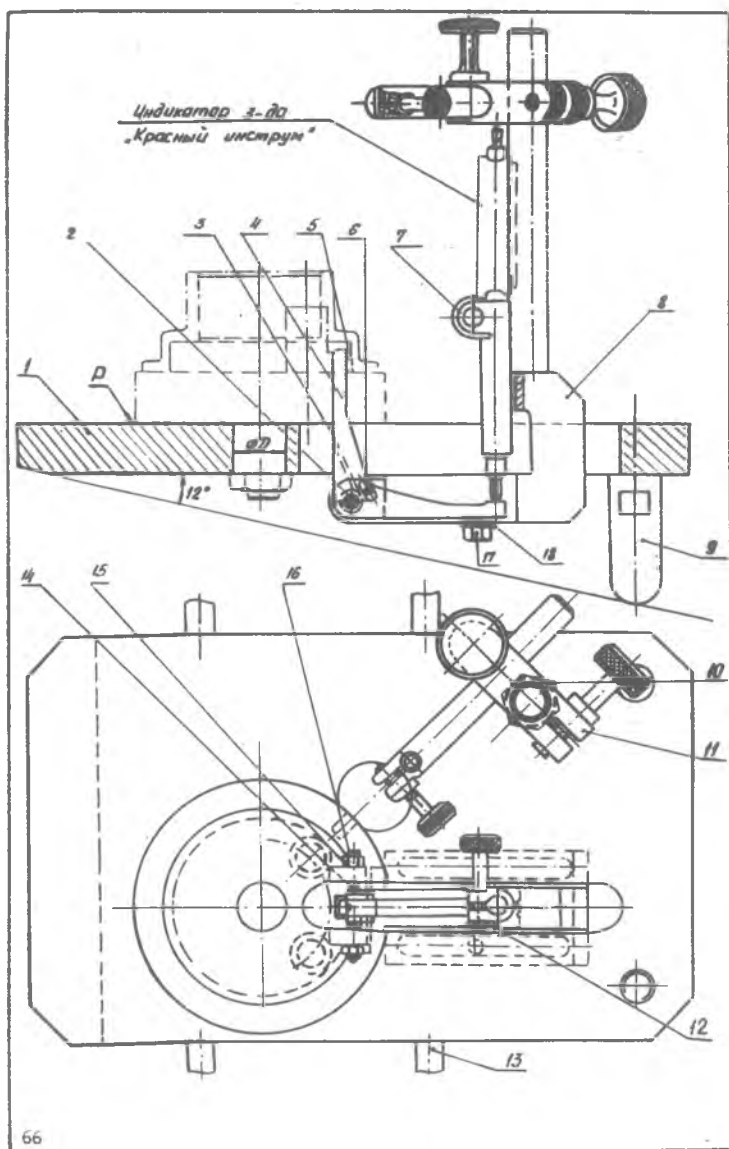
Прибор для проверки биений
 ϕ Б относительно ϕ А
 не более 0,02; опоры на
 тарел.



Характеристика прибора

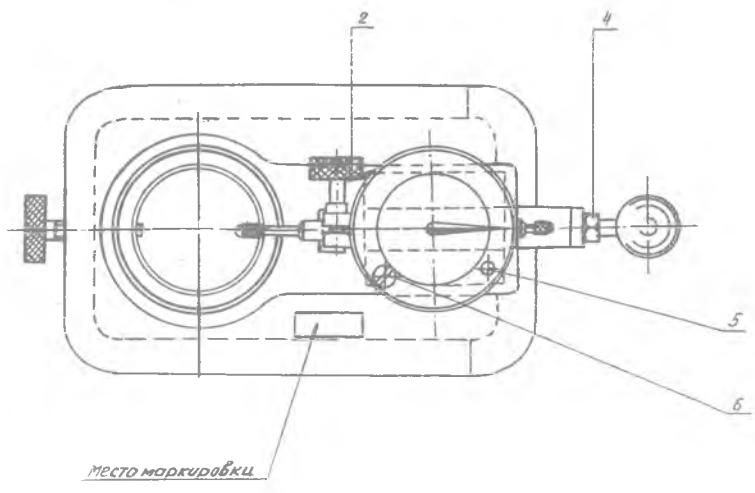
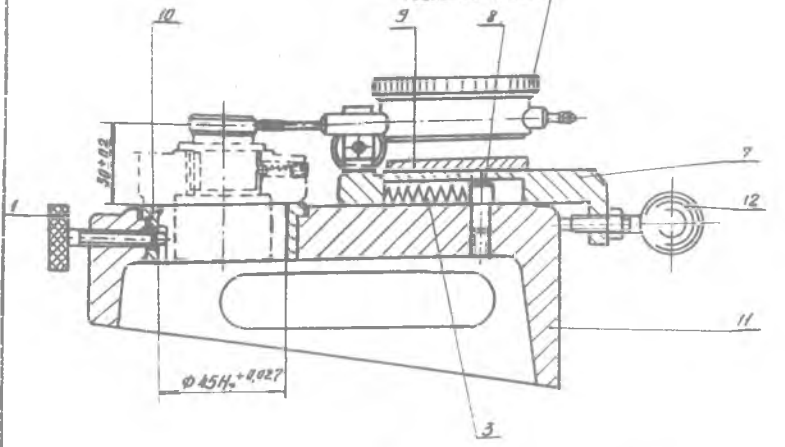
$A_{max} = 50 \text{ мм}$	$A_{min} = 35 \text{ мм}$
$B_{max} = 55 \text{ мм}$	$B_{min} = 45 \text{ мм}$
$H_{max} = 30 \text{ мм}$	$H_{min} = 20 \text{ мм}$

Р и с. 14. Унифицированный прибор для проверки биений
 у корпусных деталей: 1-рычаг; 2-корпус; 3-ползун; 4-винт;
 5-штулка; 6-упор; 7-упор; 8-ось; 9-винт; 10-винт; 11-планка
 направляющая; 12-штифт; 13-винт; 14-штифт; 15-винт; 16-винт,
 17-пружина; 18-плунжер; 19-винт

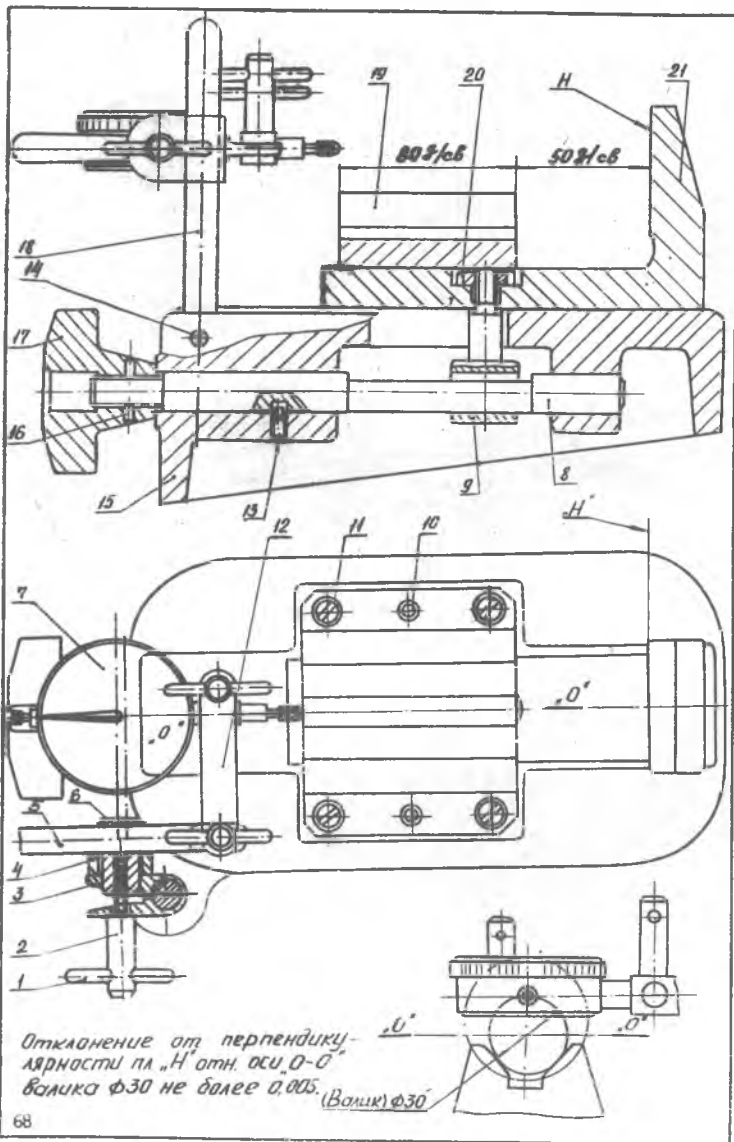


Р и с. 15. Прибор для деталей типа втулок: 1-плашка; 2-ось; 3-пружина; 4-рычаг; 5-наконечник; 6-шпindel; 7-передний; 8-кронштейн; 9-возжак; 10-гайка; 11-штанг индикаторный; 12-винт; 13-ручка; 14-шарик; 15-гайка; 16-винт; 17-шпindel; 18-шпindel

Индикатор в-за Кр инстр
 100 мм
 100 мм



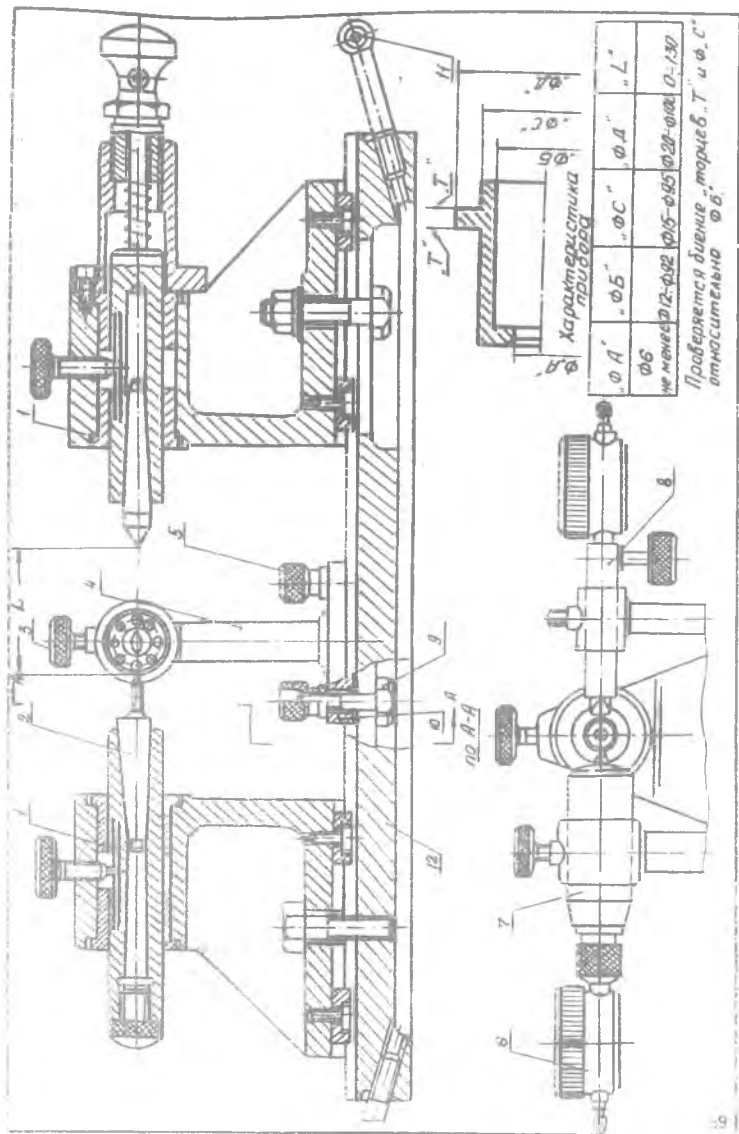
Р и с. 16. Прибор для контроля биений: 1-винт; 2-винт; 3-пружина; 4-гайка; 5-штифт; 6-винт; 7-линейка; 8-палец; 9-колодка; 10-втулка; 11-плата; 12-винт установочный



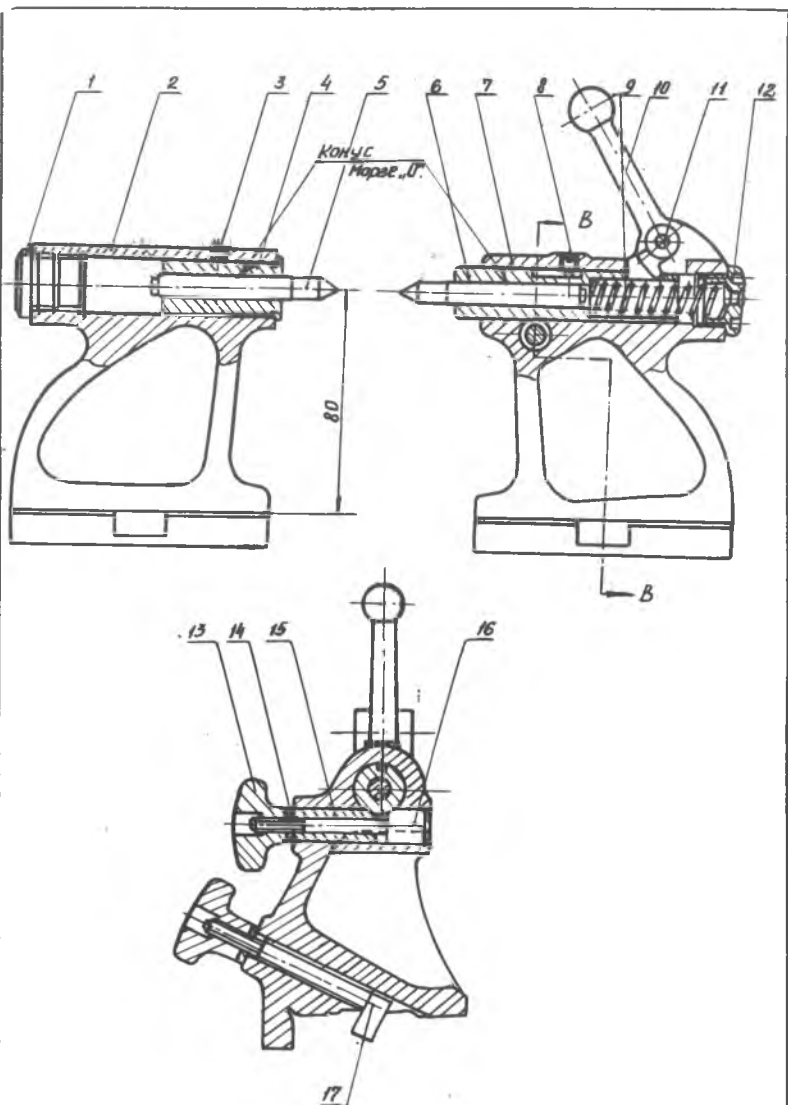
Р и с. 17. Прибор для контроля осевой отклонения наружного диаметра: 1-штифт; 2-винт; 3-шпунт; 4-шайба; 5-скобка; 6-заклад; 7-индикатор; 8-валик; 9-вал; 10-штифт; 11-винт; 12-держатель; 13-винт; 14-штифт; 15-плата; 16-штифт; 17-гайка; 18-скобка; 19-проема; 20-гайка; 21-позвун

Отклонение от перпендикулярности пл. Н' отн. оси 0-0' валика ф30 не более 0,005.

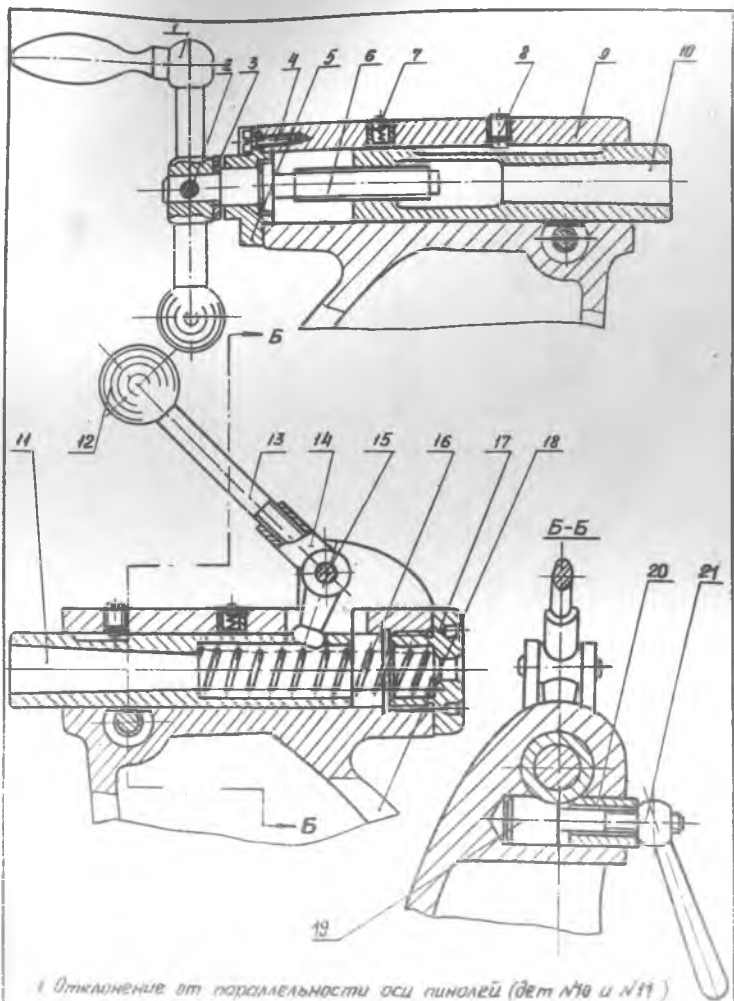
(Валик) ф30



2 и с. 16. Прыжок для контроля диаметра конуса и диаметров; 1-базины конуса; 2-центр; 3-электрон; 4-отбойник; 5-губки; 6-индикатор; 7-головка измерительная; 8-переходник; 9-болт; 10-стойка; 11-рукоятка; 12-панель.

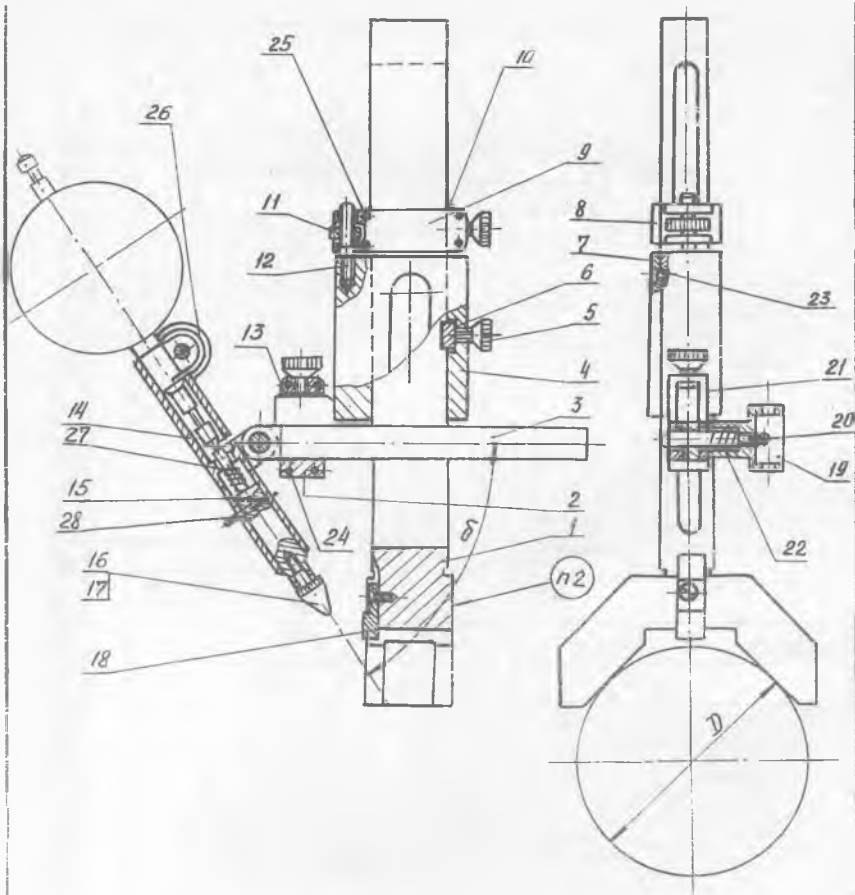


Р и с. 19. Бабки центровые: 1-пробка; 2-бабка; 3-винт; 4-втулка; 5-центр; 6-пиноль; 7-бабка; 8-винт; 9-пружина; 10-рычаг; 11-штифт; 12-пробка; 13-рукоятка; 14-шайба; 15-втулка; 16-палец; 17-болт



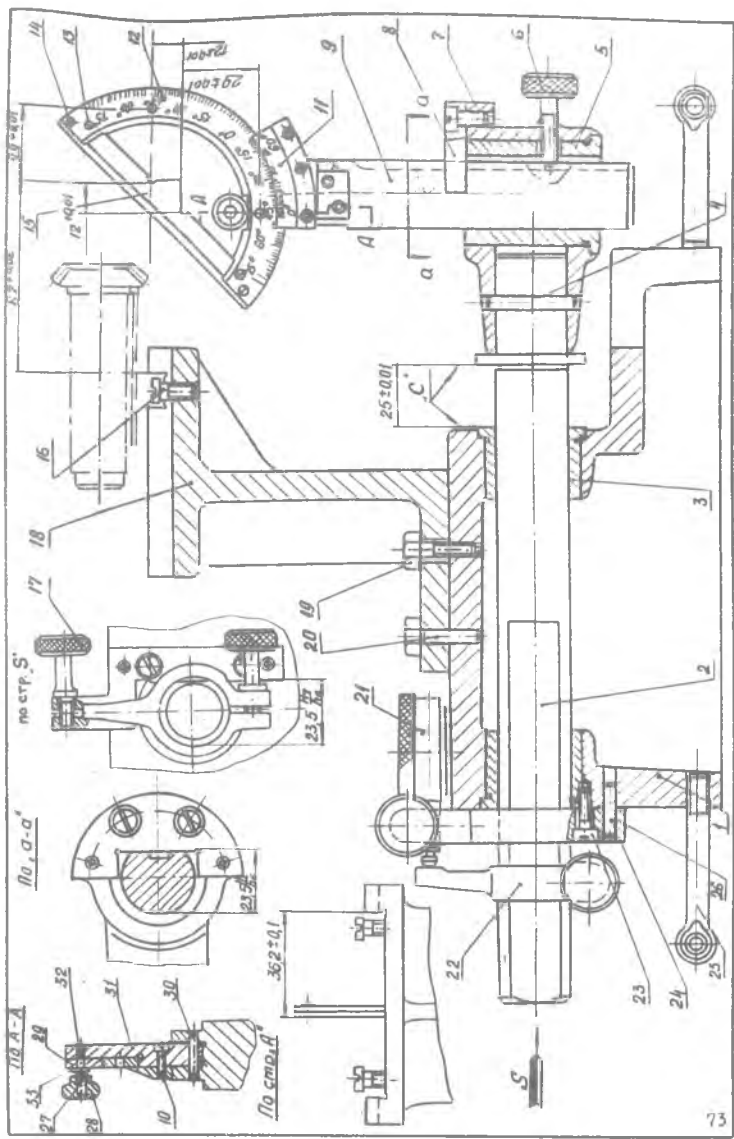
Р и с. 20. Блок для центров с подвижной пинолью: 1-рукоятка; 2-шпindel; 3-шайба; 4-винт; 5-фланец; 6-винт; 7-шпindel; 8-винт; 9-бак; 10-пиноль; 11-пиноль; 12-шаровая ручка; 13-шпindel; 14-рычаг; 15-пружина; 16-пружина; 17-гайка; 18-бак; 19-болт; 20-рукоятка; 21-рукоятка

1. Отклонение от параллельности осей пинолей (дет №10 и №11) к плоскости плиты не более 0,01 на длине 200 мм.
2. Смещение осей пинолей одной бабки относительно другой допускается не более 0,01.



*Прибор настраивать на нуль
по эталонной шестерни*

Р и с. 21. Прибор для конических шестерен: 1-корпус; 2-ползун; 3-траверса; 4-колодка; 5-винт; 6-сухарь; 7-линейка; 8-крышка; 9-рамка подвижная; 10-стопор; 11-гайка; 12-шпилька; 13-прокладка; 14-держатель; 15-переходник; 16, 17-сменные наконечники; 18-планка; 19-гайка; 20-винт; 21-крышка; 22-пружина; 23-винт; 24-винт; 25-винт; 26-винт; 27-пружина; 28-штифт



Р и с. 22. Привод для контроля количества востров: 1-корпус; 2-сколка; 3-штулка; 4-штифт; 5-штулка; 6-винт; 7-корпус; 8-плашка; 9-сколка; 10-винт; 11-носок; 12-сектор; 13-винт; 14-штифт; 15-линчик; 16-винт; 17-штифт; 18-стойка; 19-болт; 20-штифт; 21-индикатор; 22-конус; 23-винт; 24-штифт; 25-пружина; 26-пружина; 27-пружина; 28-гайка; 29-пружина; 30-пружина; 31-державка; 32-винт; 33-шайба

СО Д Е Р Ж А Н И Е

В в е д е н и е	3
1. Краткая характеристика погрешностей контрольных устройств.....	5
2. Элементы контрольных приспособлений.....	8
2.1. Базирующие элементы.....	8
2.2. Передаточные устройства.....	16
2.3. Вспомогательные элементы.....	19
2.4. Подвижные элементы.....	22
2.5. Крепление измерительных устройств.....	27
3. Приспособления для контроля линейных отклонений..	28
3.1. Приспособления для контроля линейных размеров.....	28
3.2. Приспособления для контроля точности..... взаимного расположения поверхностей деталей.....	30
3.3. Контроль углов между плоскостями и осями отверстий.....	30
3.4. Контроль параллельности плоскостей, осей валов и осей отверстий.....	32
3.5. Контроль радиального, торцового биения и соосности деталей.....	34
4. Пневматические приборы.....	38
5. Приборы для измерения зубчатых передач.....	42
5.1. Контроль цилиндрических зубчатых колес.....	42
5.2. Контроль конических колес.....	45
Л и т е р а т у р а	47
П р и л о ж е н и е	49

Св.план 1983, поз. 19

Арий Владимирович К о с ы ч е в

ЭЛЕМЕНТЫ И КОНСТРУКЦИИ
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ
ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ АВИАДВИГАТЕЛЕЙ

Редактор Е.д. А н т о н о в а
Техн.редактор Н.М.К а л е н ю к
Корректор С.С. Р у б а н

Сдано в печать 1.11.83 г. Б0 07274.
Формат 60x84 I/16. Бумага оберточная белая.
Печать оперативная. Усл.п.л. 4,4. Уч.-изд.л. 4,0.
Т. 500 экз. Заказ 252 Цена 15 к.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С.П.Королева,
г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151.

Областная тип.им. В.П.Мяги, г.Куйбышев, ул.Венцека, 60.