

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный
исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

А. Р. Маслов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

**Альбом конструкций контрольно-
измерительных приспособлений**

*для обучающихся по специальности (уровень специалитета)
15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов»*

Москва, 2024

УДК 621. 7 (075.8)

ББК 34. 5я7

М34

Рецензент:

*Вороненко В.П. – профессор кафедры технологии машиностроения
Московского государственного технологического университета
«СТАНКИН», д-р техн. наук, профессор*

Маслов А. Р.

М34 Проектирование технологической оснастки. Альбом контрольно-измерительных приспособлений: учебное пособие для вузов // Издательство, 2024. – 86 с.

В форме описания конструкций, их узлов и деталей приведены сведения, необходимые для получения навыков при проектировании контрольно-измерительных приспособлений, применяемых в технологических процессах изготовления деталей машин, при затачивании режущего инструмента, а также при изготовлении и эксплуатации инструментальной оснастки.

Предназначен для обучающихся специальности (уровень специалитета) по направлению подготовки 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов» и дисциплинам "Проектирование режущего инструмента», "Проектирование технологической оснастки" и "Технология инструментального производства".

УДК 621. 7 (075.8)

ББК 34. 5я7

© Маслов А. Р., 2024

© Издательство

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	4
Глава 1. Контрольно-измерительные приспособления.....	5
1.1. Контрольно-измерительные приспособления для дисков.....	7
1.2. Контрольно-измерительные приспособления для валов.....	13
1.3. Контрольно-измерительные приспособления для корпусных деталей.....	19
Глава 2. Приспособления для контроля размерных и геометрических параметров инструмента.....	41
2.1. Приспособления для контроля геометрических параметров режущего инструмента.....	41
2.2. Приспособления для контроля геометрических параметров вспомогательного инструмента.....	51
2.3. Приспособления для контроля размерных параметров сборок режущего и вспомогательного инструмента.....	69

ПРЕДИСЛОВИЕ

В предлагаемом учебном пособии «Альбом контрольно-измерительных приспособлений» приведены типовые схемы и конструкции приспособлений для измерения и контроля размерных и геометрических параметров деталей машин, режущего и вспомогательного инструмента.

Учебное пособие предназначено для обучения специалистов по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов». Учебной целью является знания в области проектирования технологической оснастки при подготовке машиностроительного и инструментального производств.

В результате освоения указанной дисциплины у обучающихся должны развиваться знания в направлении таких компетенций как способность применять стандартные методы расчета при проектировании контрольно-измерительных приспособлений и использовании стандартизованных приборов.

При подготовке альбома использован опыт научных школ МГТУ имени Н. Э. Баумана, которые возглавляли профессора В. С. Корсаков, В. М. Кован и А.М. Дальский, научной школы МГТУ «СТАНКИН» под руководством В.А. Гречишников, а также учебное пособие «Альбом контрольно-измерительных приспособлений» Ю.С. Степанова.

ГЛАВА 2. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Технический контроль является важнейшей частью системы управления качеством продукции на машиностроительном предприятии. Система технического контроля (объекты технического контроля, контрольные операции и их последовательность, техническое оснащение, режимы, методы, средства механизации и автоматизации контрольных операций) являются неотъемлемой частью производственного процесса. Отдельные элементы системы разрабатываются (определяются) одновременно с разработкой технологии производства и в обязательном порядке фиксируются в соответствующей технологической документации.

В системе технологической подготовки производства (СТПП) технический контроль является неотъемлемой составной частью технологического процесса изготовления и ремонта изделия и разрабатывается в виде процесса технического контроля или операции технического контроля.

Затраты на контроль в некоторых отраслях превышают 50 процентов от себестоимости продукции. В металлообрабатывающей промышленности они составляют до 15 процентов затрат производства, причем 90 процентов этих затрат относятся к контролю линейных и угловых размеров. Затраты времени на разработку технологии контроля одной составляют в зависимости от ее сложности от 5 часов до нескольких недель. Затраты времени на контроль этой детали – от 40 мин до нескольких часов. Например, при изготовлении авиационного двигателя выполняют 130 тыс. операций, из них 50 тыс. операций – контрольно-измерительные. Трудоемкость контроля деталей двигателя составляет 35 процентов трудоемкости их механической обработки.

Технический контроль должен охватывать весь технологический процесс для предупреждения с заданной вероятностью пропуска брака заготовок, деталей и сборочных единиц, в частности, инструмента.

Результаты операций технического контроля служат источником информации для регулирования технологических процессов.

Альбом контрольно-измерительных приспособлений (КИП) подготовлен в помощь студентам, выполняющим курсовые проекты по технологии изготовления режущего инструмента в части проектирования операций технического контроля, а также для разработки средств их технологического оснащения.

Поэтому в альбоме приведены конструкции КИП, созданных на основе использования и модернизации универсальных средств измерения и контроля, а также конструкций специальных контрольных приспособлений для конкретных деталей как новейших конструкций, так и уже широко применяемых в машиностроении.

Конструкции КИП представлены по группам в зависимости от типа контролируемых деталей машиностроительного производства: дисков, валов, фланцев, корпусных деталей, рычагов и др.

2. Контрольно - измерительные приспособления для дисков

Точность взаимного расположения больших плоских поверхностей дисков нормируется техническими условиями. Эти рабочие торцевые и периферийные поверхности дисков шлифуются. Нередко они выполняются с центральным отверстием по 6...9 квалитетам точности. Многие конструкции дисков имеют выточки, канавки и бортики различной точности.

При изготовлении дисков обычно отклонение от параллельности рабочих торцовых поверхностей допускается в пределах 0,05...0,1 мм. Если диски выполняются с точным отверстием, то по техническим условиям биения рабочих поверхностей относительно оси отверстия допускается в пределах 0,08...0,15 мм.

На окончательной приемке производится сплошная проверка дисков.

2.1. Контрольное приспособление для проверки торцового и радиального биений

Биение торцовых и периферийных рабочих поверхностей дисков проверяют на контрольном приспособлении с вращающейся оправкой (рис. 2.1 - 2.3). Проверяемый диск устанавливают на основание 1, на котором он центрируется оправкой 14 (см. рис. 2.1). Закрепление осуществляется винтом 3 через шайбы 2 и 4, имеющие сферические сопрягаемые поверхности для самоустановки. Оправка 14 закрепляется гайкой 15 и располагается во втулке 16, которая находится в корпусе 17 и закреплена гайкой 13. Нижняя коническая часть оправки 14 притерта без люфта на втулке 1 при наличии прокладки 8. Это обеспечивает вращение оправки на втулке без зазора, что важно для точности измерений при значительных диаметрах дисков. Биение верхнего торца проверяют измерительной головкой (ИГ) 6, которая винтом 5 через втулку 7 закрепляется на стойке основания 12. Эта ИГ 6 установлена на подвижной планке 18, монтируемой на стойке основания 12. Для снятия проверенного диска планку с ИГ 6 отводят вверх шарнирным рычагом 19. Рабочее положение планки с ИГ 6 регулируется упорным винтом 10 и гайкой 11. На рис. 2.2, где показано контрольное приспособление (КП) в плане, видно,

что проверка радиального биения осуществляется ИГ 3. Она закрепляется винтом 5 через втулку 4. Эта головка также отводится в сторону по окончании измерения и замене контролируемого диска. Биение нижнего торца проверяют ИГ, показанной на виде Б на рис. 2.3. На стойке 7 в кронштейне 5 установлена ИГ. Измерительный стержень головки соприкасается с рычажной передачей 3, которая подвижно закреплена на оси 4, и предохраняет ИГ от ударов и преждевременного износа. На стойке 8, которая закреплена на основании 9, установлен кронштейн 2, удерживающий еще две ИГ с помощью винтов 1. Эти ИГ 1 (см. рис. 2.2) проверяют биение рабочих поверхностей канавки, которая расположена на наружной цилиндрической поверхности контролируемого диска.

Настройка ИГ 1 на размер и необходимый натяг измерительного щупа производится путем перемещения кронштейна по стойке с последующим зажимом винтом 2.

Для определения биения рабочих поверхностей диска оправке 14 (см. рис. 2.1) дается один-два оборота с помощью штурвала 9. По разности показаний ИГ определяют биение рабочих поверхностей диска относительно оси отверстия.

2.7. Приспособление для контроля отклонения от соосности

В некоторых конструкциях дисков предусматривается ступенчатое центральное отверстие. Контроль соосности выточек Б и В относительно центрального отверстия Г можно осуществить на приспособлении изображенном на рис. 2.9.

В основу приспособления положена прямоугольная плита 7 из комплекта универсально - сборных приспособлений (УСП) средней серии с пазом 12 мм, на которой закреплены: стойка 4 для установки контролируемого диска и стойка 1 для ИГ 3. Контролируемый диск устанавливается на ступенчатую оправку 5, которая запрессована в корпус стойки 4, с базированием по центральному отверстию Г и прилегающему торцу. ИГ 3 с удлиненной Г - образной рычажной системой закрепляется в кронштейне 2 на

стойке 1 с помощью винта 6. Данная рычажная система предохраняет ИГ 3 от случайных ударов и преждевременного износа. Стойка 1 установлена в кронштейне 8 с возможностью выдвижения. Последний крепится к плите 7 с помощью винтов 9 и гаек 10.

Радиальное биение поверхности Б проверяется путем вращения диска на один - два оборота. По разности показаний ИГ 3 определяют радиальное биение рабочей поверхности Б относительно оси центрального отверстия Г. После проверки радиального биения поверхности Б рычажную Г - образную систему и ИГ 3 отводят, предварительно отпустив винт кронштейна 2, переустанавливают контролируемый диск и измеряют радиальное биение выточки В.

Необходимо иметь ввиду, что на точность измерения будет влиять точность изготовления оправки 5 и центрального отверстия диска – поверхность Г.

2.9. Контрольное приспособление для ступенчатого диска

Для контроля отклонения от перпендикулярности оси малой ступени диска относительно торца большой ступени применяется приспособление, показанное на рис. 2.11 и 2.12.

Контролируемый диск устанавливается на верхнем основании 2 корпуса приспособления, имеющего коробчатую форму и боковые стойки 42, которые соединены болтами 1, таким образом, что контролируемая малая ступень диска касается призмы 3. Призма изготовлена в виде пластины и крепится к основанию болтами 4 и штифтами 1 (рис. 2.12). При установке диска подвижная измерительная люлька 21 (рис. 2.11), подвешенная на двух плоских пружинах 22 и 34 с помощью винтов 13, планок 12, болтов 11 и накладок 19 и 20, отведена вправо согласно рис. 2.11, с помощью эксцентрика 7 (рис. 2.12), соединенного осью 4 с тягой 9 и планкой 11. Планка и эксцентрик соединены между собой подвижно с помощью: тяги 9, пружины 10, шпонки 2, шайбы 12 и винта 13. На люльке 21 (рис. 2.11) установлен корпус 23, который закреплен на ней с помощью винтов и шпилек 24. Корпус 23 служит для размещения на

нем: неподвижного щупа 10, рычага 29, шарнирно закрепленного с помощью двух плоских пластинчатых пружин 8 и накладок 9, ограничителя с фиксирующей гайкой 26, винта 25 с пружиной 28, создающей измерительный натяг подвижному щупу. В корпус 23 постоянно упирается плунжер 14, который с помощью пружины 15 создает измерительный натяг неподвижному щупу 10. Плунжер 14 расположен в ступице 17, смонтированной в боковой стойке с помощью винтов 18. Усилие давления пружины 15 на плунжер 14 регулируется винтом 16. К основанию 2 с помощью пластин 7 и винтов 13 верхними концами закреплены еще две пластинчатые пружины 5. К нижним концам пружин с помощью планок 41 и винтов 13 прикрепляется рычаг 32, на правом плече которого установлен регулируемый упор 30 в виде винта с закаленным наконечником. На левом плече рычага 32 запрессован палец, который соединен пружиной 33 с пальцем 31 люльки 21. Эта пружина обеспечивает постоянный контакт упора 30 с рычагом 29. Левое плечо рычага 32 соприкасается с измерительным стержнем ИГ 38. Последняя закреплена на левой стенке люльки 21 через втулку 39 винтом 40. Ограничителем движения люльки влево является упор - шпилька 37 с фиксирующей гайкой 36, который ввернут в специальный кронштейн 35, принадлежащей стойке 42.

При вращении диска проверяют отклонение от перпендикулярности наружной поверхности Б малой ступени диска к торцу В, которое передается через вертикальные равноплечий рычаг 29 на горизонтальный рычаг 32. Последний будет перемещаться на пружинах на такую же величину. Величина перемещений рычага определяется ИГ 38. По принятой схеме измерений ИГ покажет удвоенную величину отклонения от перпендикулярности поверхности Б к торцу В за один оборот диска на основании приспособления.

На контрольном приспособлении можно проверить биение торцов диска. В связи с тем, что на приспособлении определяется удвоенная величина отклонения от перпендикулярности оси ступени диска к базовому торцу, измерение производится ИГ с ценой деления 0,01 мм.

Конусообразность контролируемой ступени не вносит погрешности в показания приспособления.

2.10. Приспособление для контроля отклонения от соосности двух отверстий и биения торца

В некоторых конструкциях дисков, согласно техническим условиям, предусмотрен контроль отклонения от соосности двух отверстий разного диаметра и биения торца, который можно осуществить на приспособлении, представленном на рис. 2.13.

В отверстие основания 15 запрессована и дополнительно закреплена винтами 17 оправка 16, по среднему бортику которой центрируется контролируемый диск, имеющий форму стакана. Он базируется внутренним торцом по верхней площадке оправки 16.

Контроль соосности верхнего малого отверстия диска относительно большого нижнего осуществляется через рычажную передачу ИГ 18. Рычажная передача состоит из равноплечего рычага 4, оси 1, пружины 3, которые размещены в пазу кронштейна 2 с защитной пластиной 5. Рычажная передача предохраняет ИГ от ударов и преждевременного износа. Кронштейн 2 расположен на коромысле 6, которое закреплено на стойке 12 с помощью шпонки 11, шайбы 10 и гайки 9. Стойка смонтирована подвижно с возможностью вращения относительно собственной оси в ступице 13, которая закреплена на основании 15 винтами 14. На противоположном конце коромысла 6 установлена ИГ 7 и закреплена винтом 8. ИГ 7 проверяют биение торцевой поверхности диска.

Как видно из конструкции приспособления, проверка соосности и торцовое биение производятся последовательно: по мере поворота коромысла и введением в контролируемую зону той или иной ИГ. Для определения торцового биения и отклонения от соосности рабочих поверхностей диска, последнему дается один - два оборота. По разности показаний ИГ определяют биение рабочих поверхностей диска относительно внутреннего торца и большого отверстия.

2.11. Приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности внутренней цилиндрической поверхности торцу и отклонения от соосности двух отверстий разного диаметра

Контрольное приспособление с базированием диска по торцу представлено на рис. 2.14. Диск базовым торцом устанавливают на наклонное под углом 15° к горизонтальной плоскости основание корпуса 21. На основании смонтирована оправка 20 с помощью винтов 14, на гранях верхнего бортика которой установлены упоры 19, зафиксированные гайками 18. Благодаря наклонному корпусу диск под собственным весом перемещается до соприкосновения с упорами. В корпусе приспособления на стойке 13 через втулку 12 закреплена ИГ 22 с рычажной передачей, в которую входят: щуп 8 с пружиной 9 и пальцем 10, равноплечий рычаг 6, ось рычага 11, винт 7 ограничения хода щупа и плоская пружина 1, закрепленная винтом 5 и планкой 4 на оправке. Нижнее плечо рычага 6 соприкасается с измерительным стержнем ИГ 22.

При вращении диска проверяют отклонение от соосности двух отверстий разного диаметра, которое передается через измерительный щуп 8 на рычаг 6. Последний будет поворачиваться на оси 11 и величина перемещения нижнего плеча рычага определяется ИГ 22. По принятой схеме измерений ИГ 22 покажет удвоенную величину отклонения от соосности двух отверстий разного диаметра за один оборот диска.

Отклонение от перпендикулярности внутренней цилиндрической поверхности торцу проверяют ИГ 3, которая закреплена в кронштейне 2 с помощью винта 15 через шайбу 16. Кронштейн смонтирован стационарно на оправке 20 с помощью винтов 17. При вращении диска ИГ 3 покажет удвоенную величину отклонения от перпендикулярности образующих малого отверстия к нижнему торцу за один оборот диска.

Конусность отверстия не вносит погрешности в показания приспособления.

3. Контрольно-измерительные приспособления для валов

Валы образуются поверхностями вращения и торцовыми поверхностями. Большинство валов обрабатывают по высоким качествам точности и с шероховатостью поверхности в пределах 1,25...0,16 мкм. Измерительными базами по проверке ступенчатых валов обычно являются ось вращения и торец или поверхности опорных шеек, которые будучи его основными базами определяют положение всех остальных поверхностей при работе вала в машине. На завершающих операциях обработки валов в большинстве случаев применяется черновое, получистовое, чистовое, тонкое шлифование, полирование, суперфиниш и др. отделочные операции. Необходимая точность геометрических размеров, правильность формы поверхностей и их положение могут быть гарантированы только при точной обработке базисных поверхностей у валов. Погрешности базисных поверхностей могут вызывать погрешности в правильности формы, в геометрических размерах, их положения и шероховатости поверхности обработанных ступеней валов. При окончательной приемке валов, как правило, проверяют:

а) правильность геометрической формы в нескольких сечениях, перпендикулярных к оси вала, т.е. отклонение от круглости. Частными видами отклонений от круглости являются овальность и огранка (ГОСТ 24642-81), которые должны быть в пределах половины допуска на диаметр, а в ряде случаев и значительно точнее. Отклонение профиля продольного сечения характеризует отклонение от прямолинейности и параллельности образующих. Частными видами отклонения профиля продольного сечения являются конусообразность, бочкообразность и седлообразность, которые должны быть в пределах допусков 6-8 качеств точности. Отклонение образующей цилиндрической поверхности от прямолинейности проверяют ИГ, наконечник которой перемещается по образующей поверхности параллельно оси вала. По разности наибольшего и наименьшего показаний судят об отклонении от прямолинейности;

б) диаметральные размеры. Диаметры ступеней валов обрабатывают с допусками 7-9 квалитетов точности и несколько реже – с допуском 5 и 6 квалитетов. Их проверяют стандартными скобами с отсчетным устройством СР (по ГОСТ 11098-75), а также микрометрами (с ценой деления 0,01 мм), пассаметрами (с ценой деления 0,002 мм) и др.

в) правильность положения поверхностей относительно вращения вала. Это отклонение от соосности контролируемой поверхности с осью вращения вала проверяют ИГ, вращая вал вокруг оси. Такую проверку необходимо производить в двух крайних сечениях контролируемой поверхности. Радиальное биение средних ступеней относительно крайних может быть в пределах 0,02 мм. Радиальное биение выточек или осевых отверстий относительно крайних ступеней вала в пределах 0,02 – 0,04 мм.

Отклонение от симметричности расположения шпоночных канавок относительно оси вала в пределах 0,03 – 0,05 мм. Отклонение от соосности полых валов в пределах 0,05 – 0,1 мм.

В ряде конструкций валов по техническим условиям необходимо проверять торцовое биение отдельных ступеней.

3.6. Приспособление для контроля радиального и торцового биений

Ступенчатые валы в большинстве случаев передают механизмам значительные крутящие моменты. Чтобы они работали безотказно продолжительное время, большое значение имеет высокая точность выполнения основных рабочих поверхностей валов по диаметральным размерам и по их расположению.

Процесс контроля предусматривает преимущественно сплошную проверку линейного расположения и радиального биения шеек ступенчатых валов, которую можно проводить на многомерном контрольном приспособлении (рис. 3.6).

На корпусе 4 с помощью винтов 16 и шайб 19 закреплены передняя 1 и задняя 9 бабки с оправкой 10 и неподвижным центром 11, на которые устанавливают проверяемый вал. Осевое положение вала фиксируется

неподвижным центром 11. К последнему вал прижимается пружиной 14, которая расположена в центральном осевом отверстии пиноли 6 и воздействует на переходник 8. Пиноль 6 смонтирована в передней бабке 1 с возможностью вращения относительно продольной оси благодаря втулкам 5. На левом конце пиноли на шпонке установлен маховичок 15 с рукояткой 3, который закреплен шайбой 17 и штифтом 18. Переходнику 8 вращательное движение при измерении передается через ось 19, которая запрессована в пиноли 6 и расположена в овальном отверстии переходника 8. Помимо этого, на другом конце переходника вставлена оправка 10 с конической рабочей поверхностью для точного безззорного базирования вала, т. к. последний имеет цилиндрическое осевое отверстие диаметром d . Конусность оправки зависит от допуска T и диаметра d отверстия вала и определяется по формуле

$$K = 2T/d.$$

Рекомендуется принимать стандартное значение K [1]. В четырех стойках 25, закрепленных к корпусу 4 штифтами 26 и винтами 27, установлены два вала 2, по которым перемещаются кронштейны 7 и фиксируются винтами 28. На кронштейнах 7 установлены с помощью винтов 20 и гаек 21 скалки 13, на которых винтами 22 шайбами 23 и гайками 24 закреплены ИГ 30.

Три ИГ 30 с одной стороны вала и три ИГ 30 с другой служат для проверки радиального и торцового биений ступеней контролируемого вала, которому дают один - два оборота и отсчитывают максимальные показания ИГ 30, определяющие биения. Приспособление для комплексной проверки валов обеспечивает высокую производительность процесса контроля.

3.8. Приспособление для контроля торцового биения

При жестком требовании к торцовому биению ступенчатые валы контролируют на приспособлении (рис. 3.8).

На корпусе 4 с помощью штифтов 22 и винтов 23 на подставке 21 закреплена стойка 20, имеющая паз в виде призмы, на которую укладывается контролируемый ступенчатый валик. Сверху на стойке с помощью штифтов 15 и винтов 14 установлен кронштейн 18, к которому винтами 17 прикреплены

направляющие неподвижные планки 16. Последние контактируют и дают направление неподвижной планке 19, которая при выдвигении из кронштейна 18 с помощью винта 1 удерживает валик от выпадения и прижимает последний к призме. Осевое положение валика фиксируется упором (на рис. не показан) или специальным уступом на подвижной планке. На корпусе 4 с помощью штифтов 5 и винтов 3 неподвижно смонтирована стойка 2. В прорези стойки установлена рычажная передача, в которую входят: рычаг 6, установленный на оси 7 и соприкасающийся с контролируемым торцом валика, ограничитель хода рычага - упор 13 и пружина 12, создающая измерительное усилие, которое регулируется винтом 11.

Второй конец рычага соприкасается с измерительным стержнем ИГ 9, которая через втулку 10 закреплена в стойке 2 винтом 8. ступенчатому валику, уложенному на призму и прижатому сверху подвижной планкой 19, дают один-два оборота и отсчитывают максимальное показание ИГ 9, которое и определяет биение относительно шейки ($\varnothing 52_{-0,074}$).

3.10. Контрольное приспособление для проверки отклонения от параллельности шлицев валов

В зависимости от метода центрирования в шлицевых соединениях на шлицевые валы устанавливаются допуски либо по наружному диаметру «D» и ширине шлица «в», либо по внутреннему диаметру «d» и «в» или только по ширине шлица. Для правильной работы соединения необходимо обеспечить взаимную параллельность боковых сторон шлицев между собой, а также с осью вала.

Отклонение от параллельности шлицев между собой может нарушить плавное перемещение каретки. Отклонение от параллельности боковых сторон шлиц между собой и оси вала (для валов $\varnothing 25 - \varnothing 120$ мм) допускается в пределах 0,03 - 0,05 мм на длине 100 мм. Если центрирующим является внутренний диаметр «d» шлица, то предусматривается точная посадка сопряженной детали, устанавливается такой же допуск на параллельность дна канавки шлица и оси вала.

При измерениях вал в приспособлении базируется посадочными шейками, которыми он монтируется в подшипниках своего узла. Отклонение от параллельности дна канавки и шлиц проверяют на контрольном приспособлении (рис. 3.10 и 3.11) с базированием вала на опорные шейки, т. е. от сборочных баз. Вал шейками устанавливается в призмах 2 и 4, с смонтированными пластинками 3 из твердого сплава. Призмы закреплены с помощью штифтов 7 и винтов 8 на плите 6. Установку вала в осевом направлении обеспечивает упор 5. При измерении вал не должен поворачиваться вокруг оси. Неподвижное состояние обеспечивается силой трения благодаря большой массе вала. Отклонение от параллельности дна канавки относительно оси вала проверяют ИГ 1 через рычажную передачу, которая вводится в соответствующую впадину. ИГ 1 с передачей установлены на стойке 9, перемещающейся на плите 6 от одного конца шлица до другого. По разности показаний ИГ 1 определяют отклонение от параллельности дна канавки и боковых сторон шлица относительно оси вала и между собой.

В конструкцию крепления ИГ 1 на стойке и рычажной передачи входят следующие детали и узлы: хомутик 10 с винтами 11 и 12, рычаг 13, установленный на тяге 14, наконечник 15, рукоятка 17, пружина 16, гайка 18, втулка 19, которая монтируется на стойке 9 с помощью кронштейна 20 и зажимается винтом 21, винт 22, шайба 23, гайка 24, служащие для фиксации кронштейна 20 при выдвигении его из стойки 9, рукоятка 25 с пружиной 26 на винте 27, которые служат для вывода наконечника 15 из впадины вала, шайба 28, гайка 29 и сухарик 30, которые предназначены для фиксации стойки.

После проверки одной впадины вал поворачивают до ввода наконечника 15 в следующую впадину и измеряют отклонение следующего шлица.

Узлы приспособления легко унифицировать, что упрощает проектирование приспособлений для проверки отклонений шлицев вала различных диаметров и различной длины.

3.12. Приспособление для контроля радиального биения

В случае жестких требований (например, не более 0,04 мм) к радиальному биению крайних ступеней (Б и В) валика относительно средней базовой (Г), можно воспользоваться приспособлением, представленным на рис. 3.15.

Проверяемый валик средней ступенью Г базируется на призму 12, которая имеет в качестве рабочих поверхностей припаянные твердосплавные пластины, что значительно повышает износостойкость призм, а следовательно, и точность базирования проверяемых валиков. Призма, а также передний кронштейн 22 с упором 2, две стойки 11 с ИГ 19, стойка 15 и задний кронштейн 10 закреплены на плите 18 штифтами и винтами 20 и 21. Валик к призме прижимается пружиной 14 (навитой из проволоки), которая охватывает ролик 13 и контролируемую деталь. Ролик вращается на оси 16, закреплен гайкой 17 и смонтирован на стойке 15. При вращении маховичка 8, который неподвижно закреплен с помощью штифта 9 на оси 4, приводится во вращение валик благодаря тому, что он входит в паз оси 4 сопрягаемой ступенью, на которой сняты две лыски. Кроме того, ось 4 пружиной 5 постоянно прижимает валик к упору 2, который закреплен гайкой 1 в кронштейне 22. Ось 4 с пружиной 5 и гайкой смонтированы во втулке 6, которая запрессована в отверстие кронштейна 10.

За одну установку на приспособлении можно измерить вал в двух сечениях одновременно двумя ИГ 19, которые закреплены на стойках 11 с помощью винтов 3. Радиальное биение крайних ступеней валика относительно средней - базовой определяется по разности показаний ИГ 19 при одном-двух оборотах валика. После проверки маховичок 8 с осью 4 вытягивают из кронштейна 10, преодолевая сопротивление пружины 5, и удаляют валик.

При хорошо налаженном технологическом процессе радиальное биение ступеней валика можно проверять выборочно.

3.25. Универсальное приспособление для контроля валов

На рис. 3.29 и 3.30 представлено приспособление для контроля валов в центрах, позволяющее проводить измерение отклонений от круглости,

цилиндричности профиля продольного сечения, торцового и радиального биений. Кроме того, представлена схема измерения.

На мощном литом основании 1, имеющем в верхней части направляющие, установлены две бабки 2, 3 с центрами и подвижная каретка 4 со стойкой, в которой крепится ИГ. Для предварительной настройки на размер L , где L – длина контролируемого вала, бабки могут перемещаться по направляющим основания и фиксироваться в нужном положении с помощью рукоятки 5, эксцентричной шейки валика 6, болта 7 и гайки 8. Левая бабка 2 имеет неподвижный центр, установленный в коническое отверстие пиноли 9, которая закреплена в отверстии бабки гайкой 10. Правая бабка имеет подвижный в осевом направлении центр, который вставляется в пиноль. Последняя поджата пружиной 12 и с помощью рукоятки 11 и вилки, 13 соединенных штифтом 14 и воздействующих на хвостовик 15, перемещает центр при установке контролируемого вала. Фиксация подвижного центра в нужном положении осуществляется рукояткой 16, завинченной на сухарь 17, и втулкой 18. Крепление ИГ на стойке обычное – с помощью винтов 19 и 20, двух державок 21 и 22 и ползушки 23 с винтами 24. Стойка ИГ имеет возможность перемещения в пазу каретки 4 и закрепляется в ней двумя гайками: нижней – 25 и верхней 26.

Основные технические требования к изготовлению приспособления, следующие:

- а) взаимное смещение осей центров не более (например, 0,008 мм):
- б) в эксплуатации приспособления при проверке осей центров контрольной оправкой ($l = 300$ мм), отклонения показаний ИГ в вертикальной и горизонтальной плоскостях допускается не более 0,05 мм.

4. Контрольно - измерительные приспособления для корпусных деталей

В зависимости от конструктивного исполнения и сложности к корпусным деталям предъявляют следующие технические требования, характеризующие различные параметры геометрической точности:

а) точность геометрической формы плоских базирующих поверхностей. Она регламентируется как прямолинейность поверхности в заданном направлении на определенной длине и как плоскостность поверхности в пределах ее габаритов. Для поверхностей размером до 500 мм отклонения от плоскостности и параллельности обычно находятся в пределах 0,01 - 0,07 мм, а у ответственных корпусов – 0,002-0,005 мм (ГОСТ 24642-81);

б) точность относительного поворота плоских базирующих поверхностей. Предельные отклонения от параллельности или перпендикулярности одной плоской поверхности относительно другой составляет $0,015/200$ - $0,1/200$, а для деталей повышенной точности – $0,003/200$ - $0,01/200$;

в) точность расстояния между параллельными плоскостями. Для большинства деталей она находится в пределах 0,02-0,5 мм, а у корпусных деталей повышенной точности – 0,005 - 0,01 мм;

г) точность диаметральных размеров и геометрической формы отверстий. Диаметральные размеры главных отверстий, выполняющих в основном роль баз под подшипники, соответствуют 6-11 квалитетам. Отклонения геометрической формы отверстий от круглости в поперечном сечении и конусообразность или изогнутость в продольном – ограничивают в пределах $1/5$ - $1/2$ допуска на диаметр отверстия;

д) точность относительного углового положения осей отверстий. Отклонения от параллельности и перпендикулярности осей главных отверстий относительно плоских поверхностей составляют $0,01/200$ - $0,15/200$, предельные угловые отклонения оси одного отверстия относительно оси другого – $0,005/200$ - $0,1/200$;

е) точность расстояния от осей главных отверстий до базирующей плоскости для большинства деталей составляет 0,02 - 0,5 мм. Точность расстояний между осями главных отверстий – 0,01-0,15 мм;

ж) параметр шероховатости плоских базирующих поверхностей $Ra = 2,5$... 0,63 мкм, параметр шероховатости поверхностей главных отверстий $Ra = 1,25$... 0,16 мкм, а для ответственных деталей – до $Ra = 0,08$ мкм.

Контроль корпусных деталей производят как при выполнении наиболее ответственных операций технологического процесса, так и после обработки.

В условиях единичного и мелкосерийного производства контроль выполняют с помощью универсальных измерительных средств. Точность размеров, относительных поворотов и геометрической формы плоских поверхностей контролируют с помощью линеек, угольников, уровней, концевых мер, измерительных головок (ИГ) и различных шаблонов.

Для контроля точности размеров, относительного положения и геометрической формы отверстий дополнительно применяют микрометрические и индикаторные приборы – штихмассы, пассиметры, микрометры, штангенинструменты – штангенциркули, штангенглубиномеры, контрольные оправки и предельные калибры-пробки [1].

В крупносерийном и массовом производстве контроль геометрической точности корпусных деталей выполняют на специальных приборах, обеспечивающих автоматическое измерение одновременно нескольких параметров точности детали. Измерительная система таких приборов основана обычно на применении пневматических, индуктивных или электроконтактных датчиков.

При выборе измерительных средств необходимо учитывать требования к точности контролируемой детали и допускаемые предельные погрешности измерительного прибора (см. раздел 1).

Предельная погрешность измерительных средств, как правило, не должна превышать 0,1 - 0,2 допуска на контролируемый параметр и лишь в отдельных случаях при малом допуске – в пределах 0,3 допуска.

4.10. Многомерное приспособление для контроля торцового и радиального биения у корпуса насоса

Корпус насоса ВК (рис. 4.10) имеет большие плоские торцовые наружные и внутренние поверхности. Точность их взаимного расположения обусловлена техническими условиями. Рабочие поверхности А и В корпуса подвергаются алмазному точению с шероховатостью поверхности $R_a = 0,63 \dots$

0,16 мкм. Корпус выполнен с центральным отверстием, которое обрабатывают с допуском по 7 - 8 квалитетам точности. Во многих конструкциях корпуса имеют бортики С различной точности.

При изготовлении корпусов обычно отклонение от параллельности или биение рабочих поверхностей А и В допускается в пределах 0,05 - 0,1 мм. Если корпуса выполняются с точным отверстием, то по техническим условиям биение рабочих поверхностей А и В относительно оси отверстия допускается в пределах 0,08 - 0,15 мм. На окончательной приемке производится сплошная проверка корпусов.

Биение рабочих поверхностей конусов А, В, и С проверяют на контрольном приспособлении с конической оправкой. В центральное отверстие проверяемого корпуса устанавливают оправку 1. В зависимости от требуемой точности измерения и допуска на диаметр отверстия посадочные места оправки выполняют цилиндрическими или с верхней конусной ступенью. Последняя при точных отверстиях в корпусных деталях позволяет измерять биения с минимальной погрешностью. На средней шейке оправки устанавливается кронштейн 2, который смонтирован на ступице 3 неподвижно с помощью винтов 4. Ступица кронштейна притерта без люфта на средней шейке оправки. Это обеспечивает вращение кронштейна на оправке без зазора, что важно для точности измерений при значительных размерах корпусов. На кронштейне установлены на одном конце упор 5, регулируемый по высоте вылета и фиксируемый гайкой 6, на другом – ИГ 7, которая предназначена для измерения торцового биения поверхности В.

На верхней шейке оправки устанавливается скалка 8, которая крепится на ступице 9. Ступица скалки также притерта без люфта на переходной втулке 10. На ступице 9 с противоположной от скалки стороны закреплена рукоятка 11, а на оправке 2 – ручка 16, предназначенная для удобства измерения. Непосредственно на скалке смонтирована ИГ 12, предназначенная для измерения торцового биения поверхности А, а с помощью кронштейна 13 и винтов 14 - ИГ 15 для измерения радиального биения бортика.

Контроль рабочей поверхности В производится при снятой ступице 9. Для определения биения рабочих поверхностей А, В и С корпуса кронштейну 2, а затем и скалке 8 даются один-два оборота. По разности показаний ИГ определяют биения рабочих поверхностей корпуса относительно оси центрального отверстия.

5.6. Приспособление для контроля отклонений от параллельности

На рис. 5.6 показано устройство для контроля отклонений от параллельности ($ЕРА_x$) и перекоса ($ЕРА_y$) осей шатуна.

Оно состоит из плиты 1, на которой установлены накладка 2 и стойка 3, неподвижно закрепленные на плите винтами и шпильками. Контролируемый шатун кривошипной головкой устанавливается на оправку 6, изготовленную в виде конуса, и зажимается гайкой 4 с помощью ручки 5. Гайка 4 ограничена в осевом перемещении гайками 7 и 8. Оправка 6 располагается во втулке 9 и фиксируется в рабочем положении фиксатором 11, который установлен в специальном корпусе 12, подпружинен пружиной 10, выталкивающей фиксатор при расфиксации оправки. При движении конуса оправки 6 влево (на зажим контролируемой детали) сектора 14, поддерживаемые от выпадания пружинами 13, радиально расходятся и закрепляют шатун.

При контроле в отверстие поршневой головки шатуна вставляют палец 16, который опирается на нож 15 данного устройства. ИГ 17 и 18 покажут отклонение от параллельности, а 19 – перекося.

Приспособления настраивают с помощью эталона.

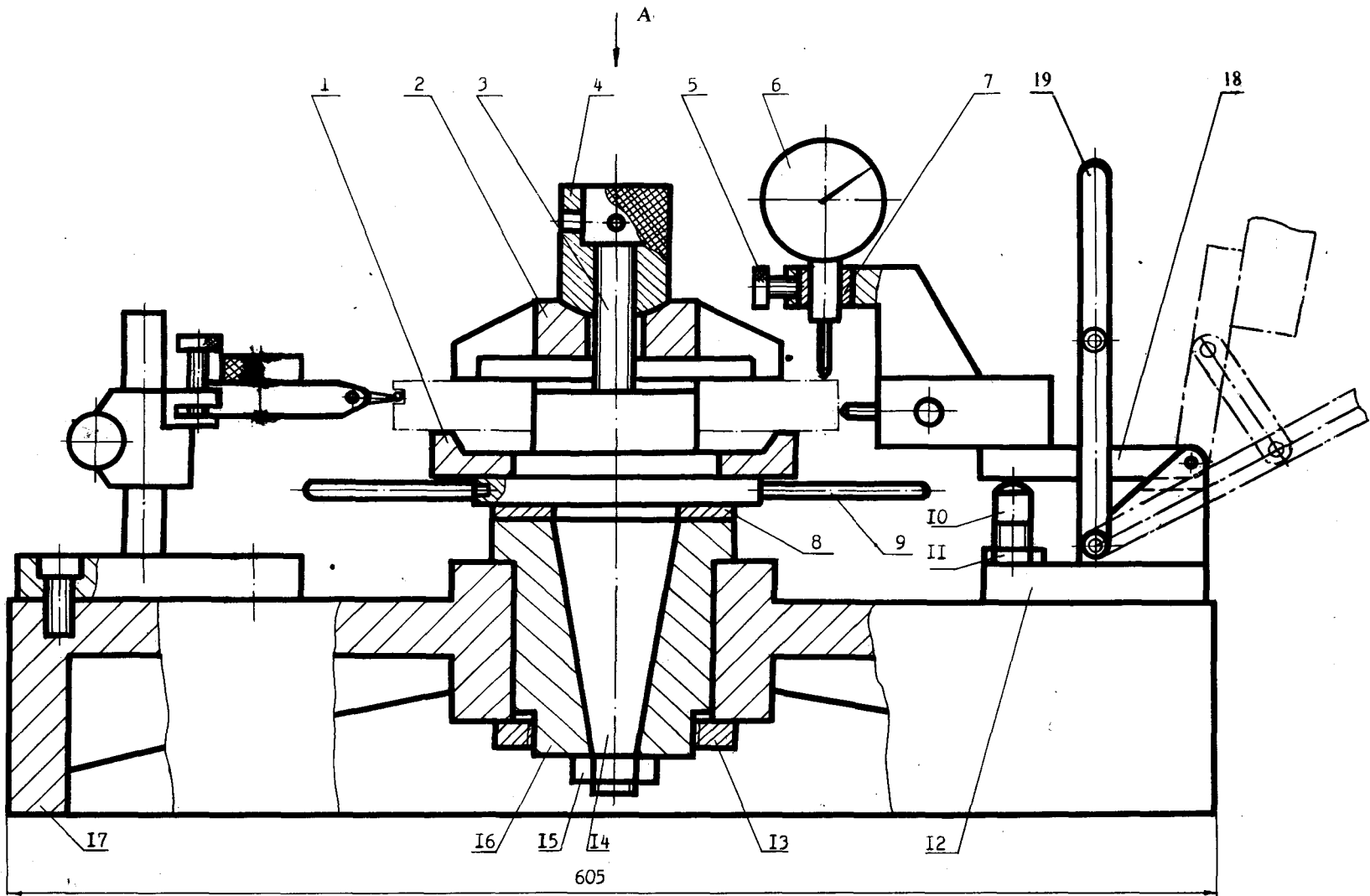


Рис. 2.1. Контрольное приспособление для проверки торцового и радиального биений:

- 1 – основание, 2 – шайба, 3 – винт, 4 – шайба, 5 – винт, 6 – ИГ, 8 – прокладки, 9 – штурвал, 10 – винт,
 11 – гайка, 13 – гайка, 14 – оправка, 15 – гайка, 16 – втулка, 17 – корпус, 18 – планка, 19 – рычаг

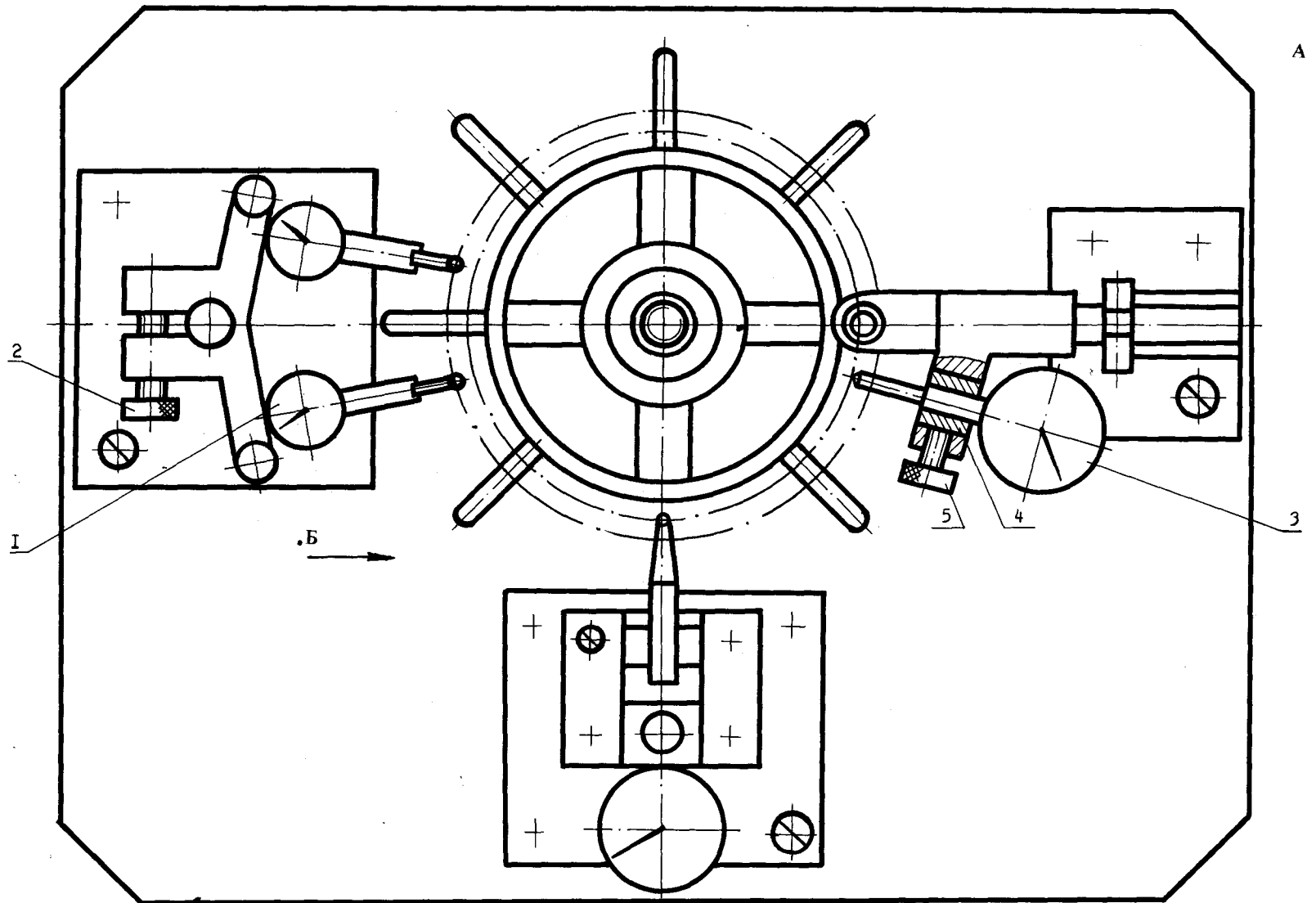


Рис. 2.2. Контрольное приспособление для проверки торцового и радиального биений (вид А на рис. 2.1):

1 – ИГ, 2 – винт, 3 – ИГ, 4 – втулка, 5 – винт

Б

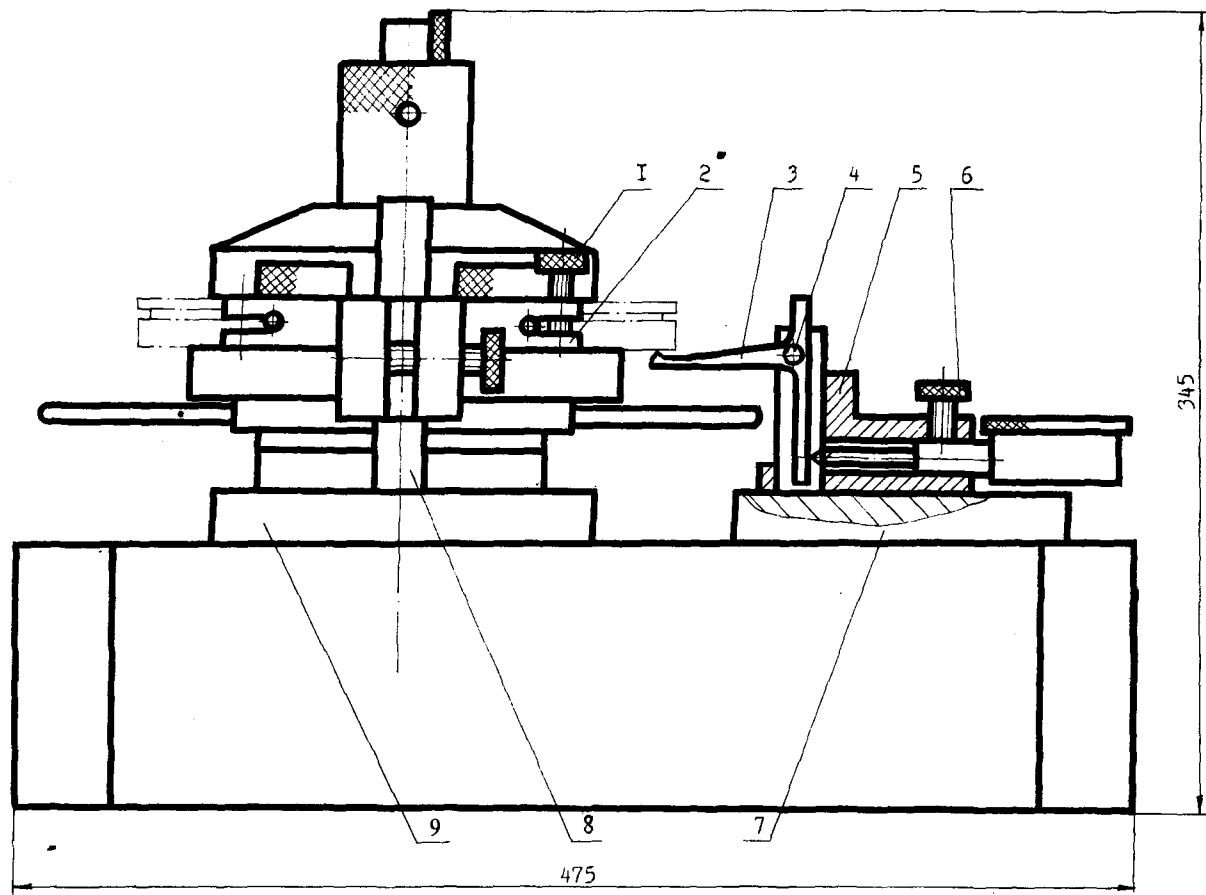


Рис. 2.3. Контрольное приспособление для проверки торцевого и радиального биений (вид Б на рис. 2.2):

- 1 – винт, 2 – кронштейн, 3 – рычажная передача, 4 – ось, 5 – кронштейн,
6 – стопорный винт, 7 – стойка, 8 – стойка, 9 – основание

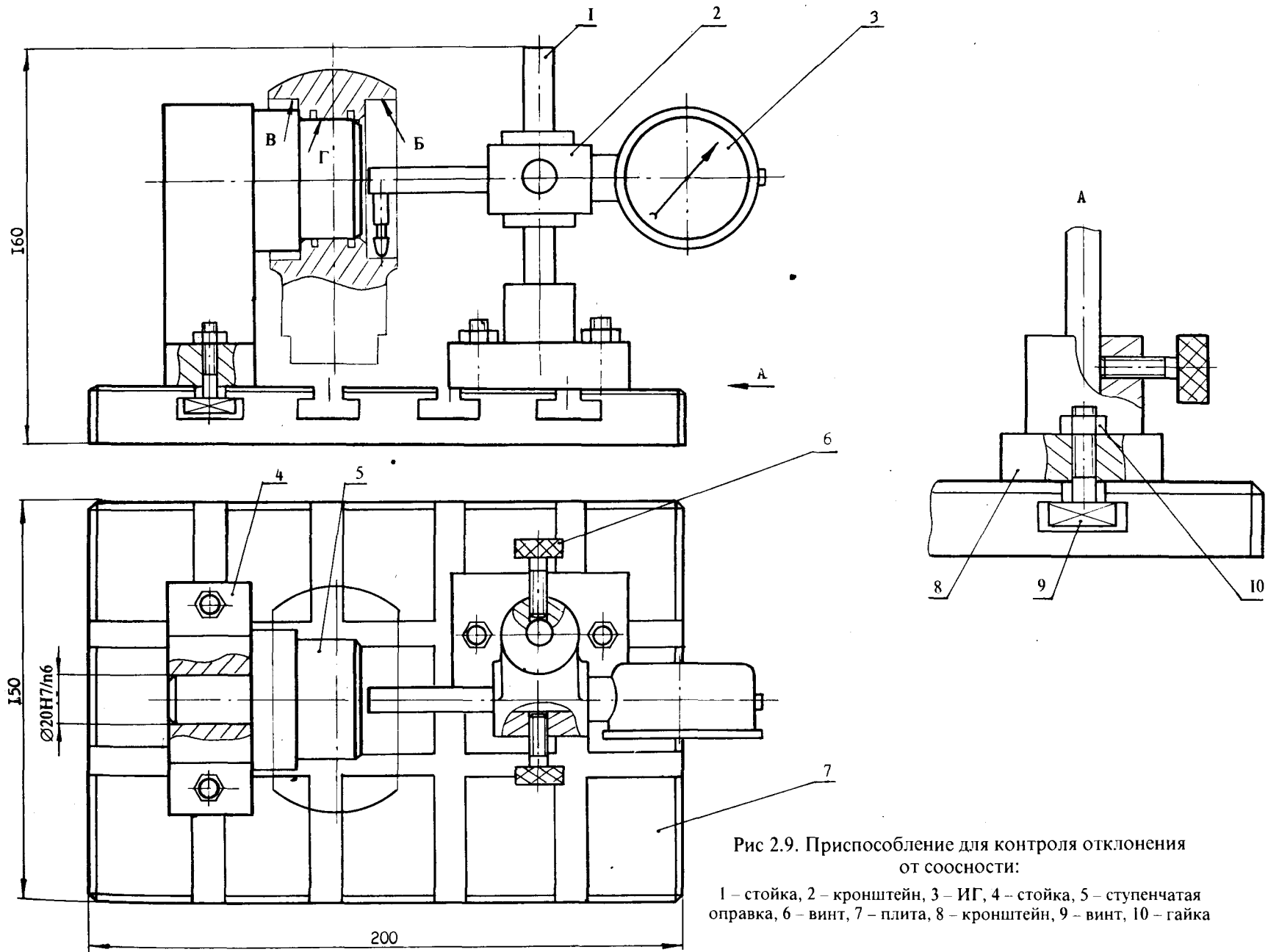


Рис 2.9. Приспособление для контроля отклонения от соосности:

1 – стойка, 2 – кронштейн, 3 – ИГ, 4 – стойка, 5 – ступенчатая оправка, 6 – винт, 7 – плата, 8 – кронштейн, 9 – винт, 10 – гайка

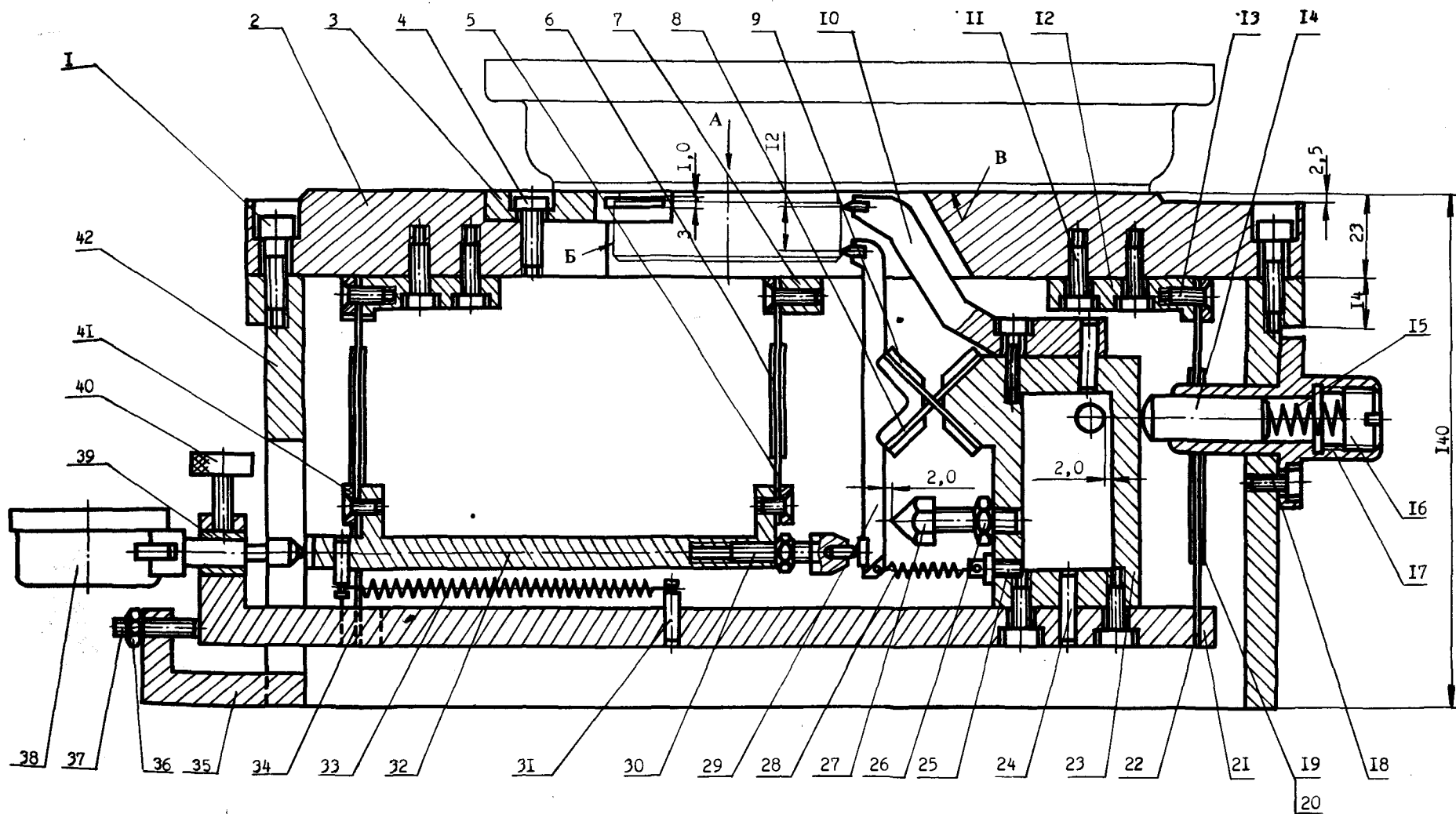
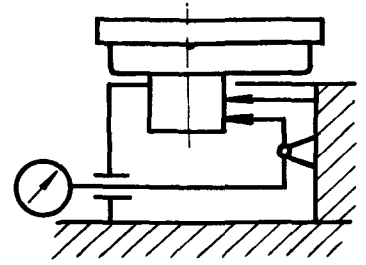


Рис. 2.11. Контрольное приспособление для ступенчатого диска:

- 1 – болт, 2 – основание, 3 – призма, 4 – болт, 5 – накладка, 6 – накладка, 7 – пластина,
- 8 – пружина, 9 – накладка, 10 – щуп, 11 – болт, 12 – планка, 13 – винт, 14 – плунжер,
- 15 – пружина, 16 – винт, 17 – ступица, 18 – винт, 19 – накладка, 20 – накладка,
- 21 – люлька, 22 – плоская пружина, 23 – корпус, 24 – шпилька, 25 – винт, 26 – гайка,
- 27 – упор, 28 – пружина, 29 – рычаг, 30 – упор, 31 – палец, 32 – рычаг, 33 – пружина,
- 34 – плоская пружина, 35 – кронштейн, 36 – гайка, 37 – шпилька, 38 – ИГ, 39 – втулка,
- 40 – винт, 41 – планка, 42 – стойка

Схема измерения



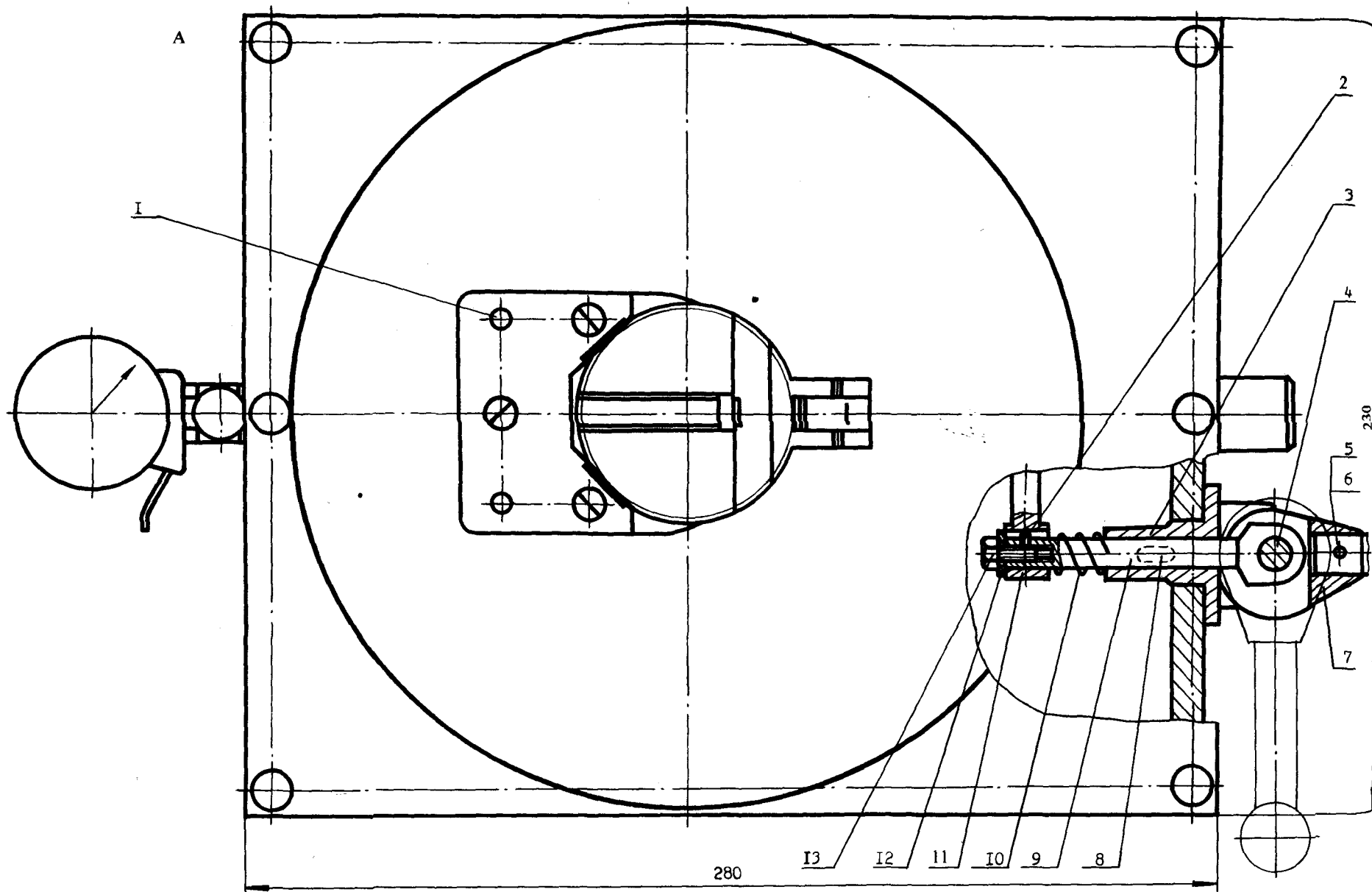


Рис 2.12. Контрольное приспособление для ступенчатого диска (вид А на рис. 2.11):

1 – штифт, 2 – шпонка, 3 – втулка, 4 – ось, 5 – штифт, 6 – шайба, 7 – эксцентрик, 8 – шпонка, 9 – тяга, 10 – пружина,
11 – планка, 12 – шайба, 13 – винт

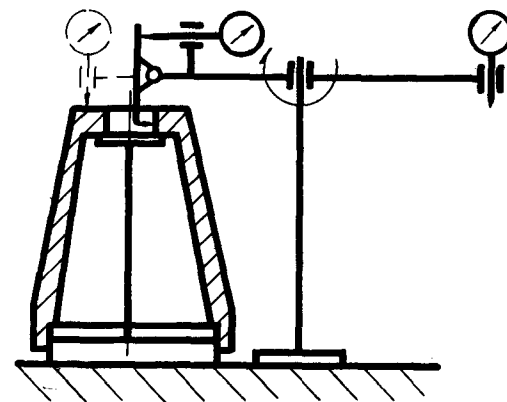
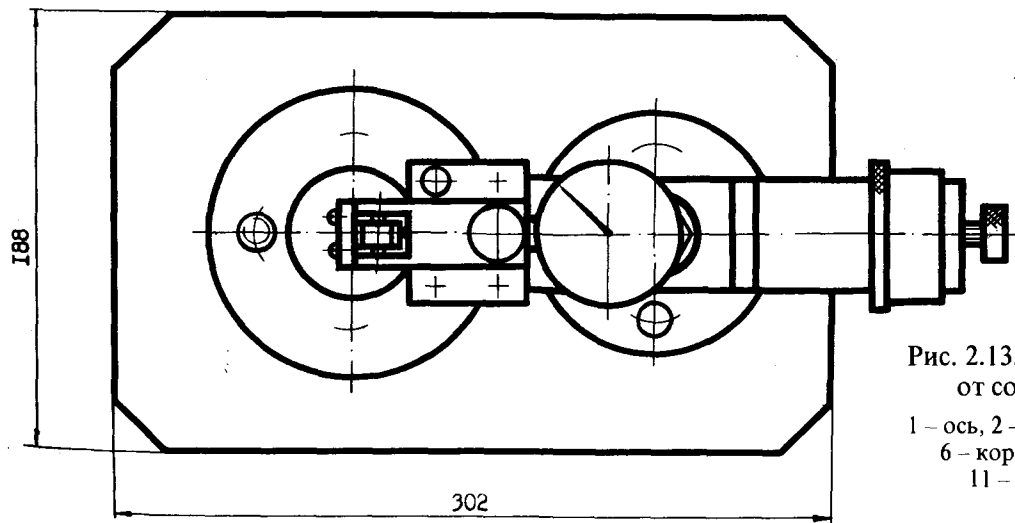
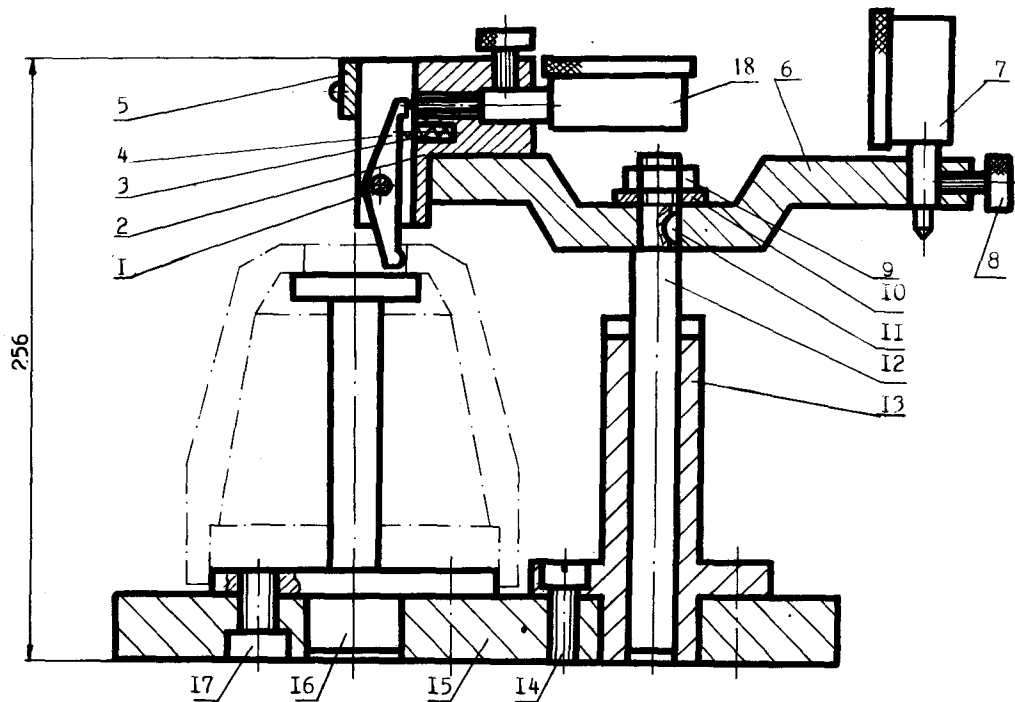


Схема измерения

Рис. 2.13. Приспособление для контроля отклонения от соосности двух отверстий и биения торца:

- 1 – ось, 2 – кронштейн, 3 – пружина, 4 – рычаг, 5 – пластина,
 6 – коромысло, 7 – ИГ, 8 – винт, 9 – гайка, 10 – шайба,
 11 – шпонка, 12 – стойка, 13 – ступица, 14 – винт,
 15 – основание, 16 – оправка, 17 – винт

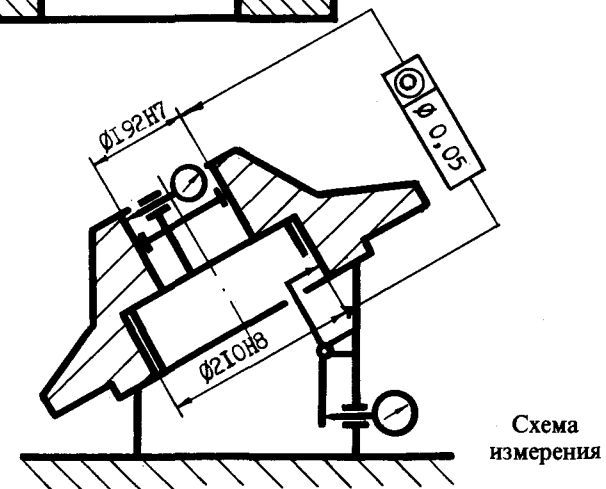
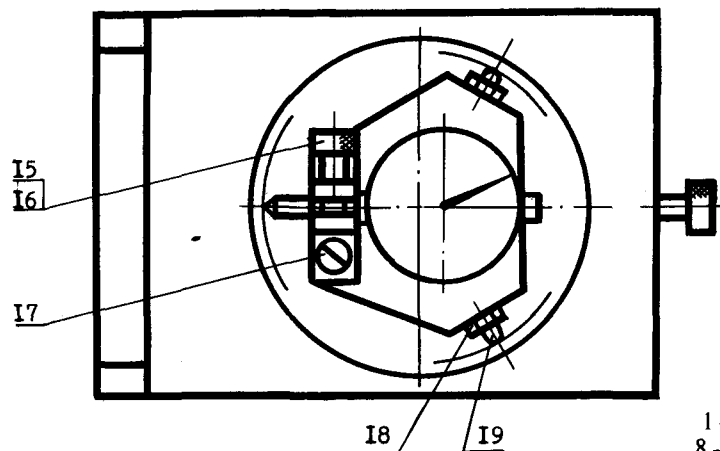
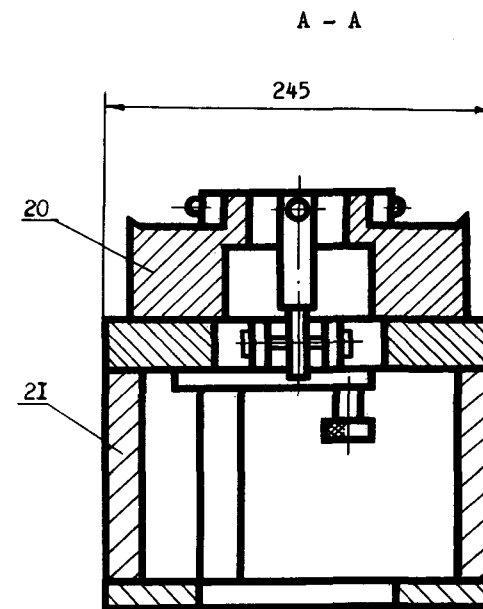
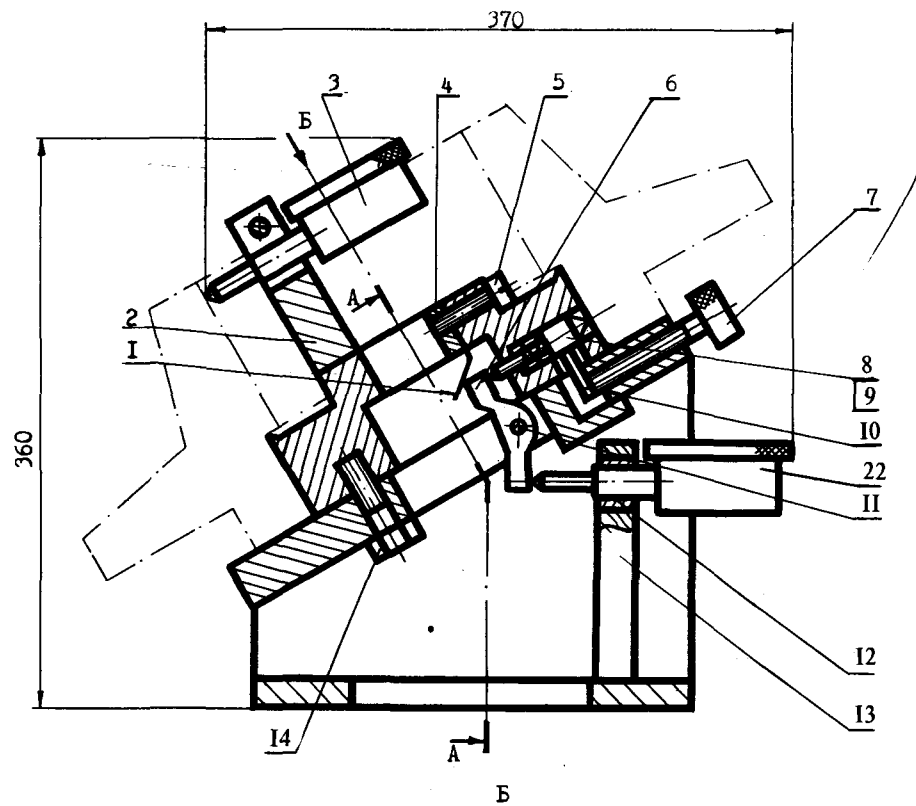


Рис. 2.14. Приспособление для контроля отклонений от перпендикулярности внутренней цилиндрической поверхности к торцу и соосности двух отверстий разного диаметра:

- 1 – пружина, 2 – кронштейн, 3 – ИГ, 4 – планка, 5 – винт, 6 – рычаг, 7 – винт, 8 – измерительный щуп, 9 – пружина, 10 – палец, 11 – ось, 12 – втулка, 13 – стойка, 14 – винт, 15 – винт, 16 – шайба, 17 – винт, 18 – гайка, 19 – упор, 20 – оправка, 21 – корпус

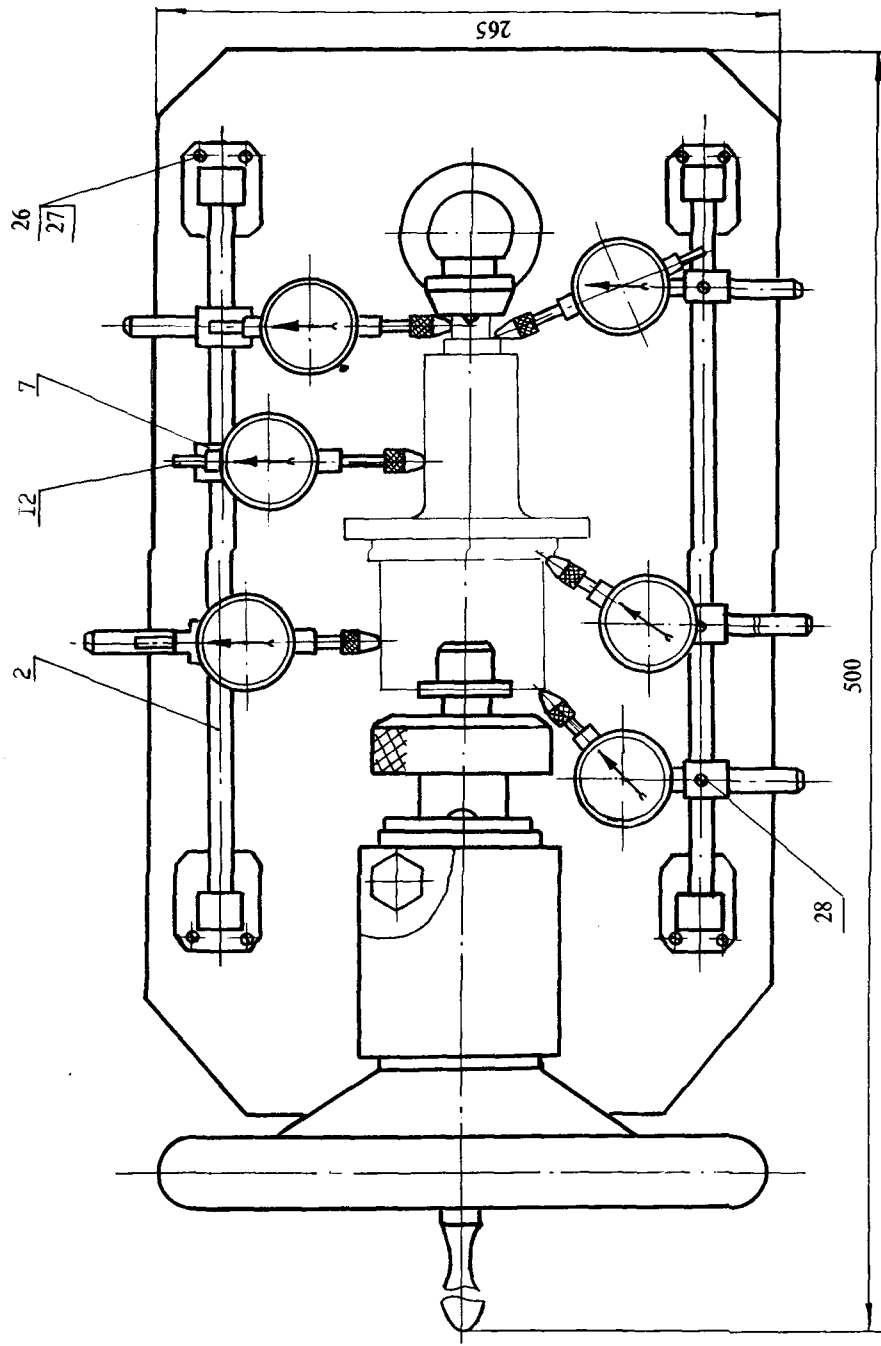
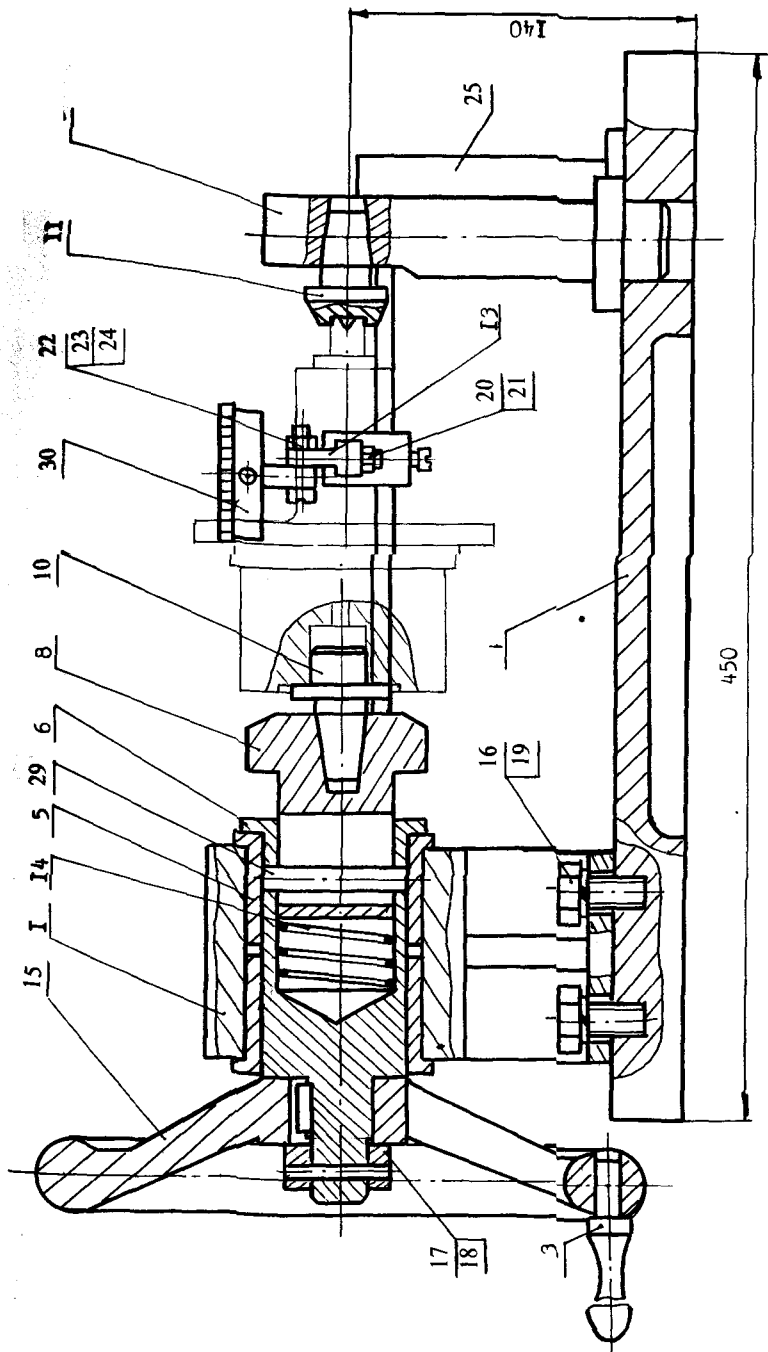


Рис. 3.6. Приспособление для контроля радиального и торцового биений:

1 - передняя бабка, 2 - вал, 3 - рукоятка, 4 - корпус, 5 - втулка, 6 - пиноль, 7 - кронштейн, 8 - переходник, 9 - задняя бабка, 10 - оправка, 11 - центр, 12 - рычаг, 13 - скалка, 14 - пружина, 15 - маховичок, 16 - шайба, 17 - шайба, 18 - штифт, 19 - ось, 20 - винт, 21 - гайка, 22 - винт, 23 - шайба, 24 - гайка, 25 - стойка, 26 - штифт, 27, 28 - винт, 29 - штифт, 30 - ИГ

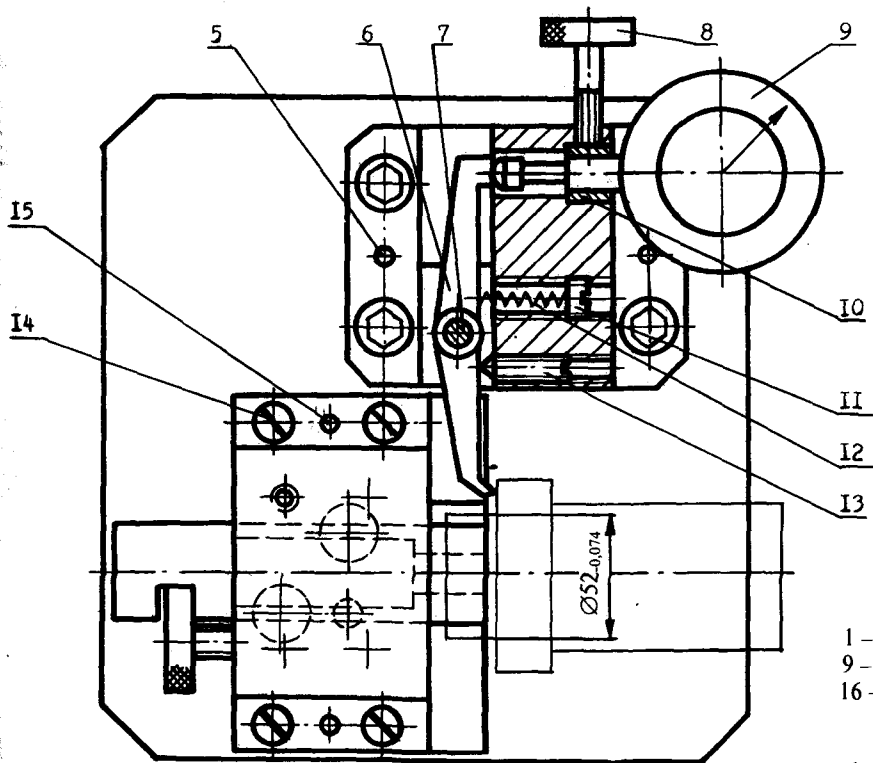
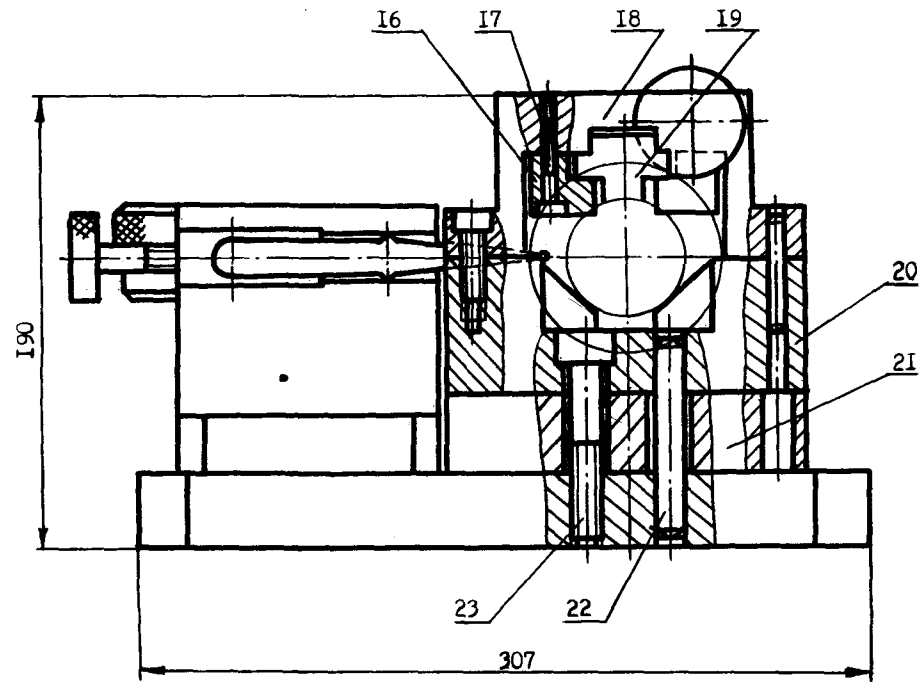
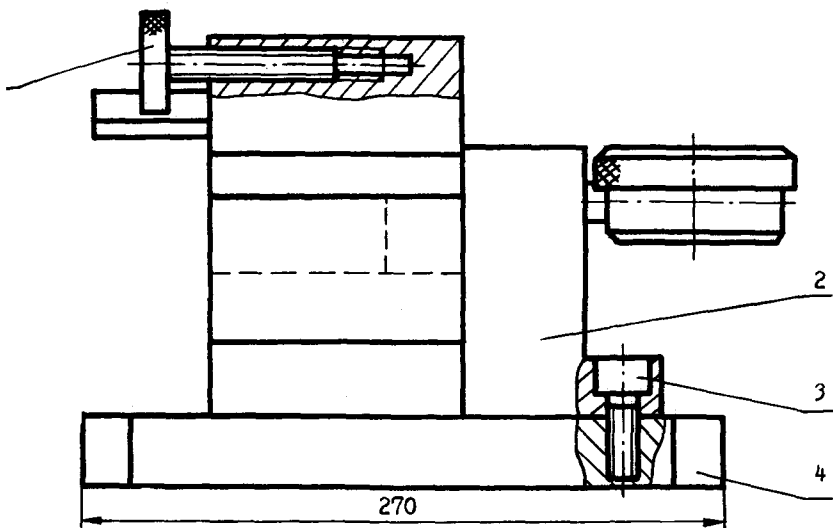


Схема измерения

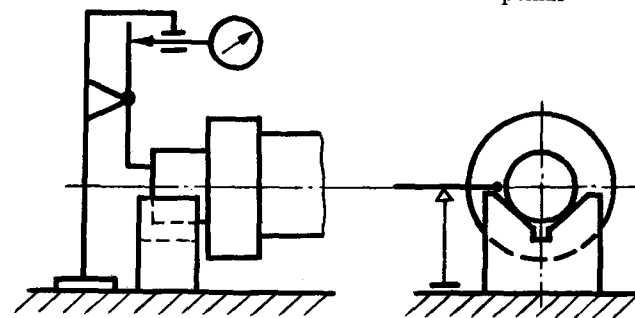


Рис. 3.8. Приспособление для контроля торцового биения:

- 1 – винт, 2 – стойка, 3 – винт, 4 – корпус, 5 – штифт, 6 – рычаг, 7 – ось, 8 – винт, 9 – ИГ, 10 – втулка, 11 – винт, 12 – пружина, 13 – упор, 14 – винтов, 15 – штифт, 16 – планка, 17 – винт, 18 – кронштейн, 19 – планка, 20 – стойка, 21 – подставка, 22 – штифт, 23 – винт

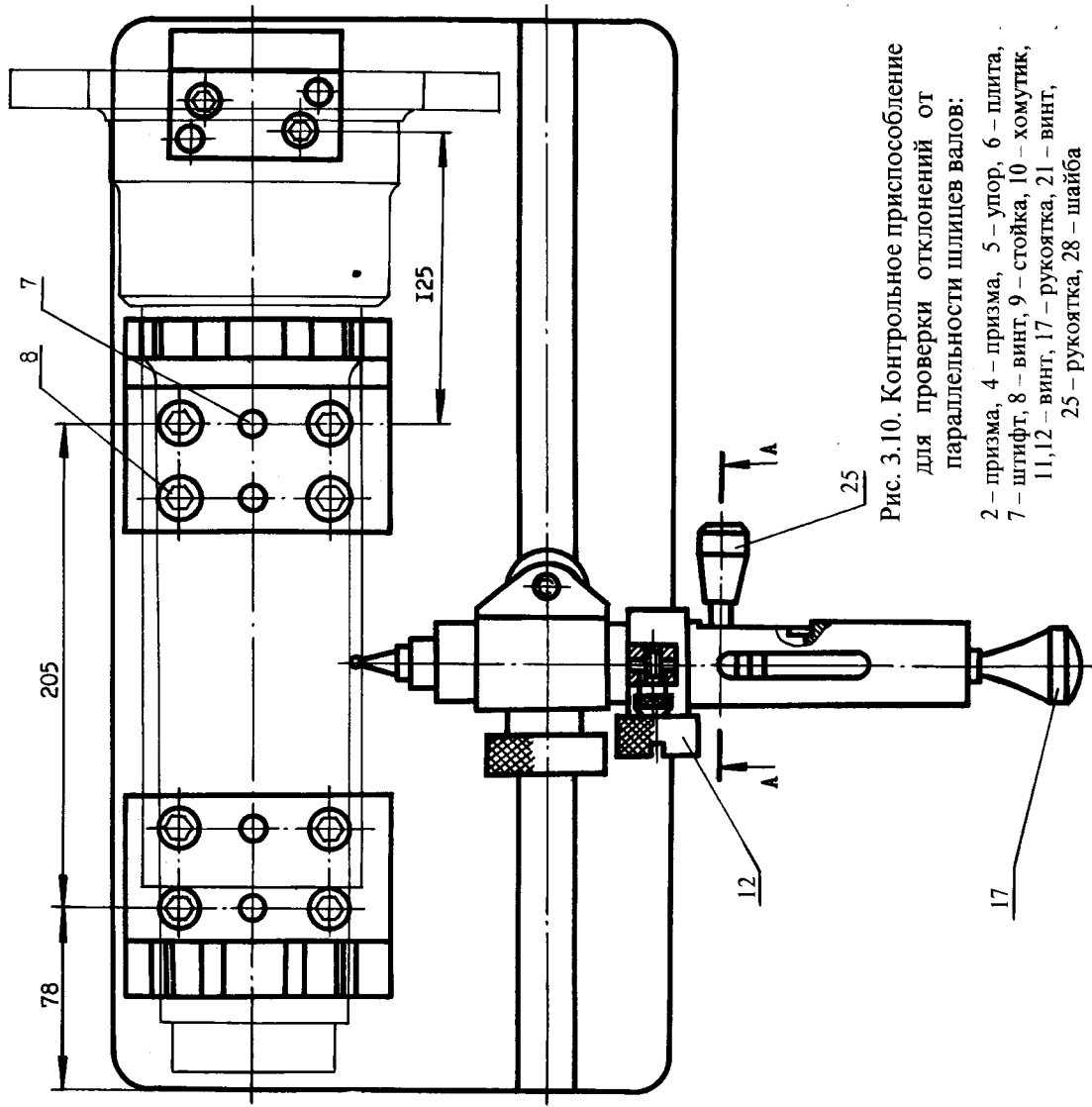
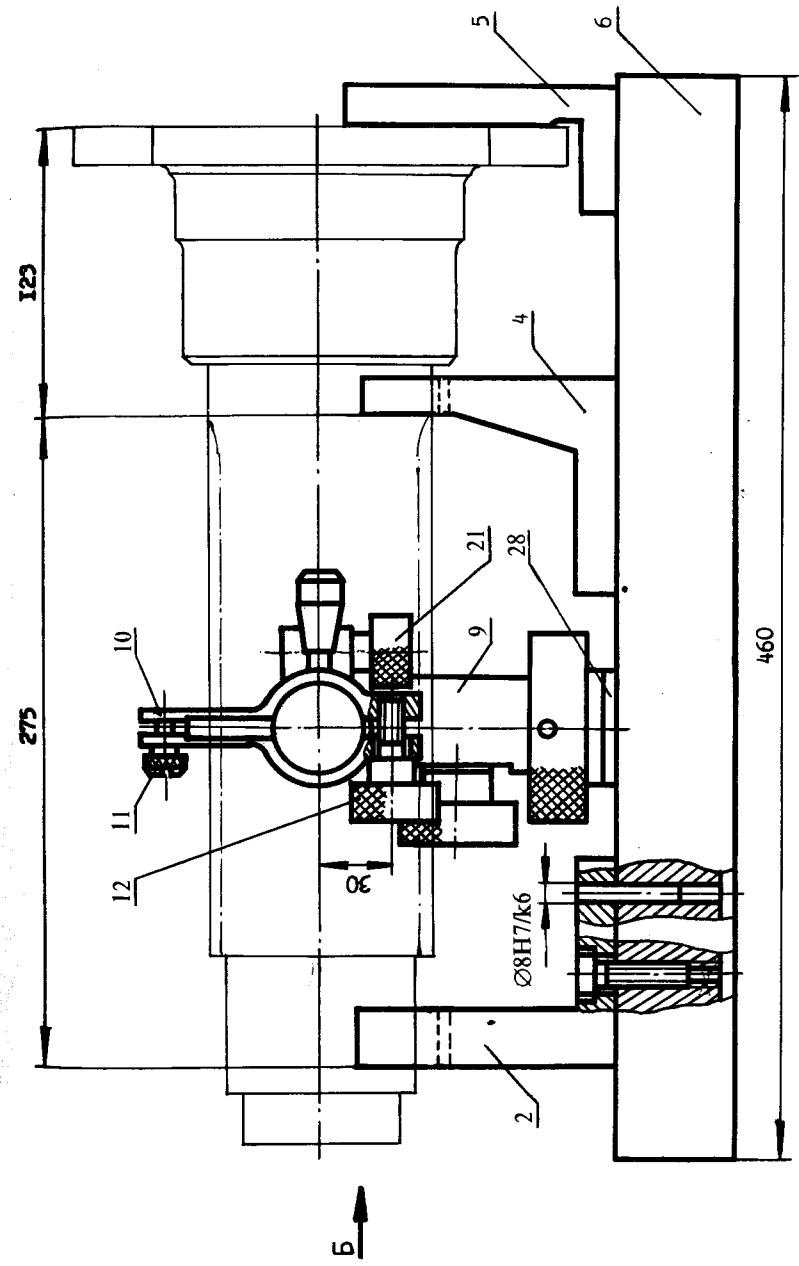


Рис. 3.10. Контрольное приспособление для проверки отклонений от параллельности шлицев валов:

- 2 – призма, 4 – призма, 5 – упор, 6 – плита,
- 7 – штифт, 8 – винт, 9 – стойка, 10 – хомутик,
- 11, 12 – винт, 17 – рукоятка, 21 – винт,
- 25 – рукоятка, 28 – шайба

Б

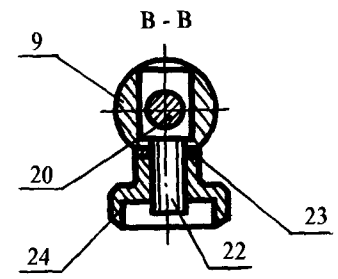
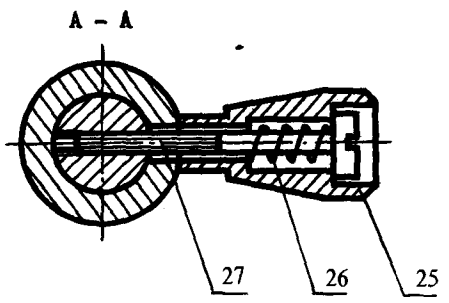
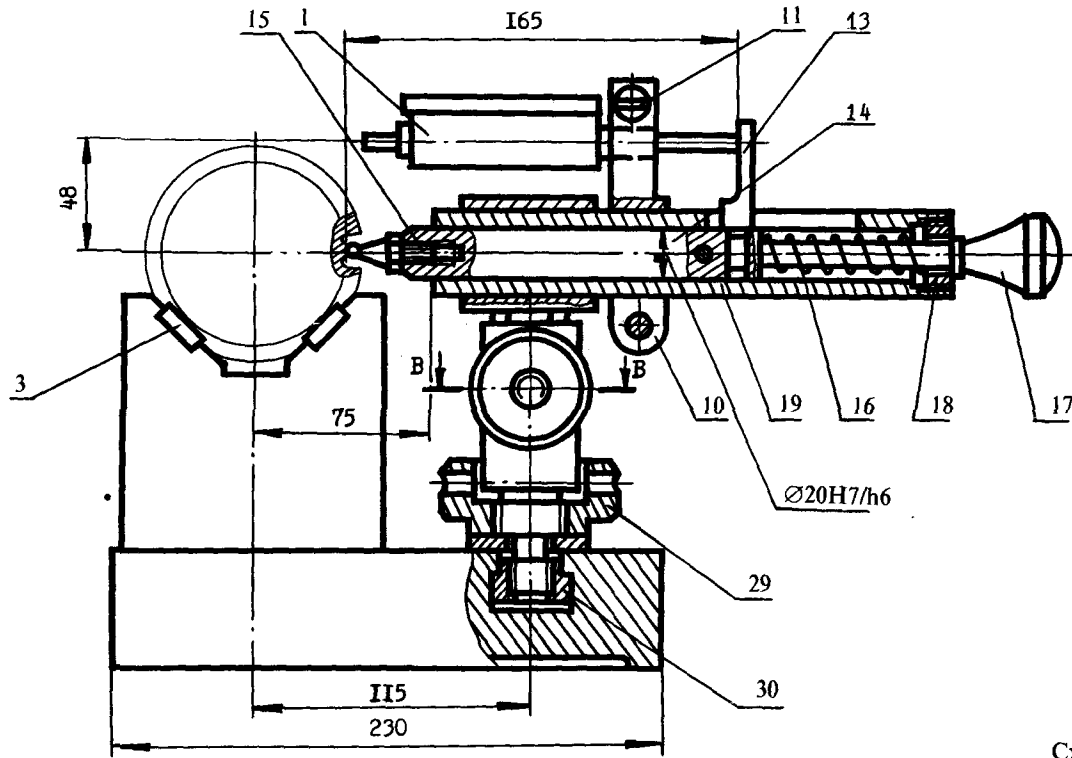


Схема измерения

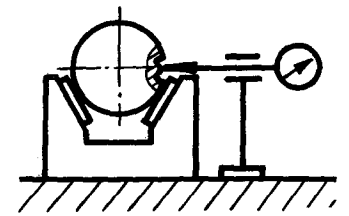


Рис. 3.11. Контрольное приспособление для проверки отклонений от параллельности шлицев валов:

- 1 – ИГ, 3 – пластинка, 9 – стойка, 11 – винт, 13 – рычаг, 14 – тяга,
- 15 – наконечник, 16 – пружина, 17 – рукоятка, 18 – гайка, 19 – втулка,
- 20 – кронштейн, 21, 22 – винт, 23 – шайба, 24 – гайка, 25 – рукоятка,
- 26 – пружина, 27 – винт, 28 – шайба, 29 – гайка, 30 – сухарик

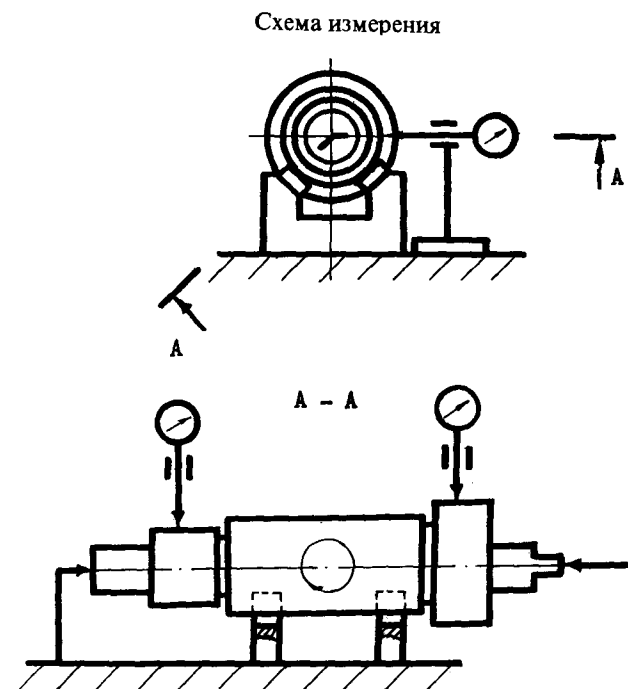
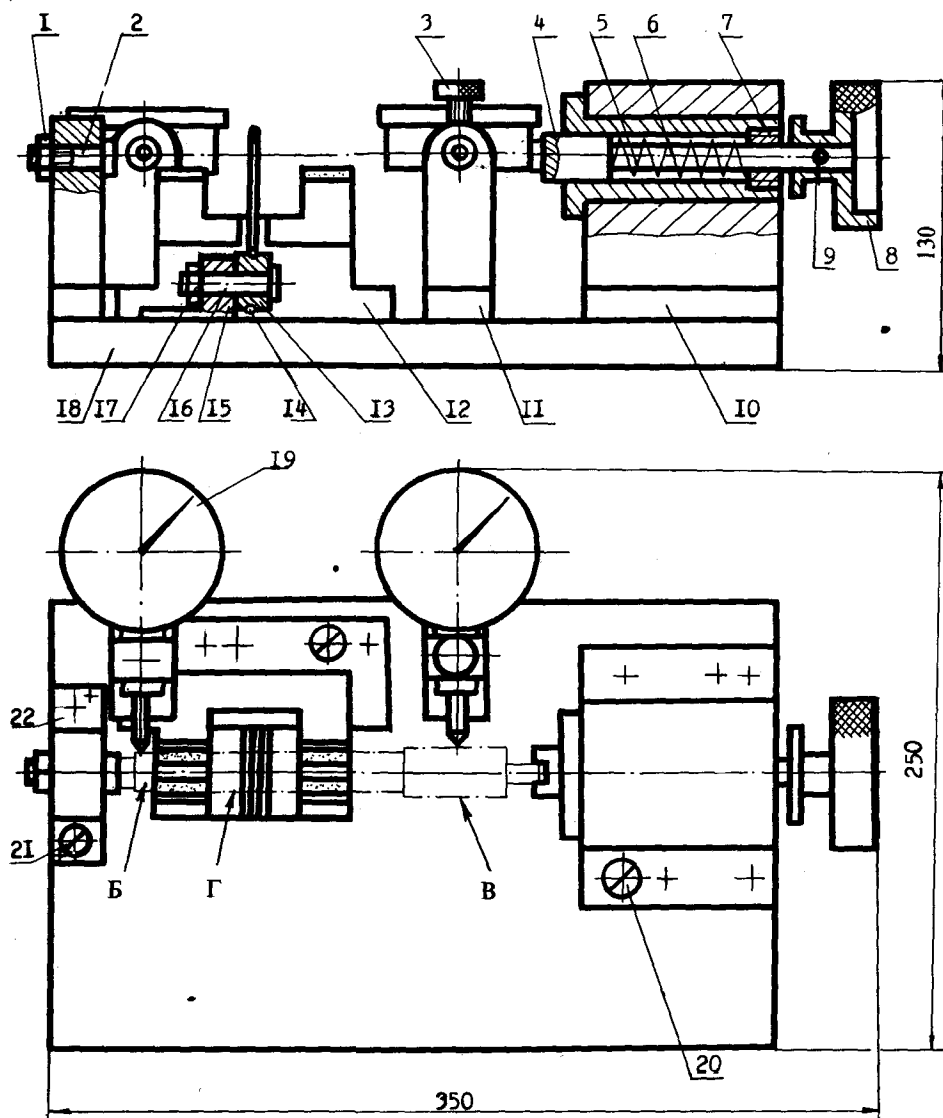


Рис. 3.15. Приспособление для контроля радиального биения:

- 1 – гайка, 2 – упор, 3 – винт, 4 – ось, 5 – пружина, 6 – втулка, 7 – втулка, 8 – маховичок, 9 – штифт, 10 – задний кронштейн, 11 – стойка, 12 – призма, 13 – ролик, 14 – пружина, 15 – стойка, 16 – ось, 17 – гайка, 18 – плита, 19 – ИГ, 20 – штифт, 21 – винт, 22 – передний кронштейн

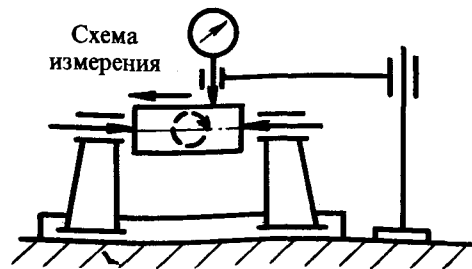
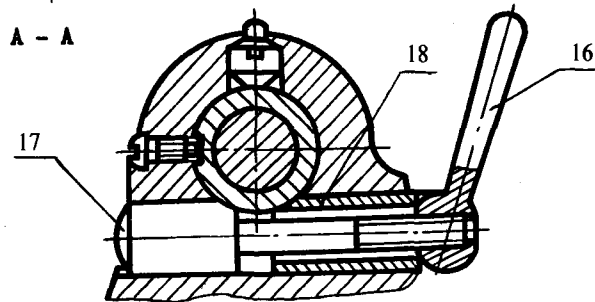
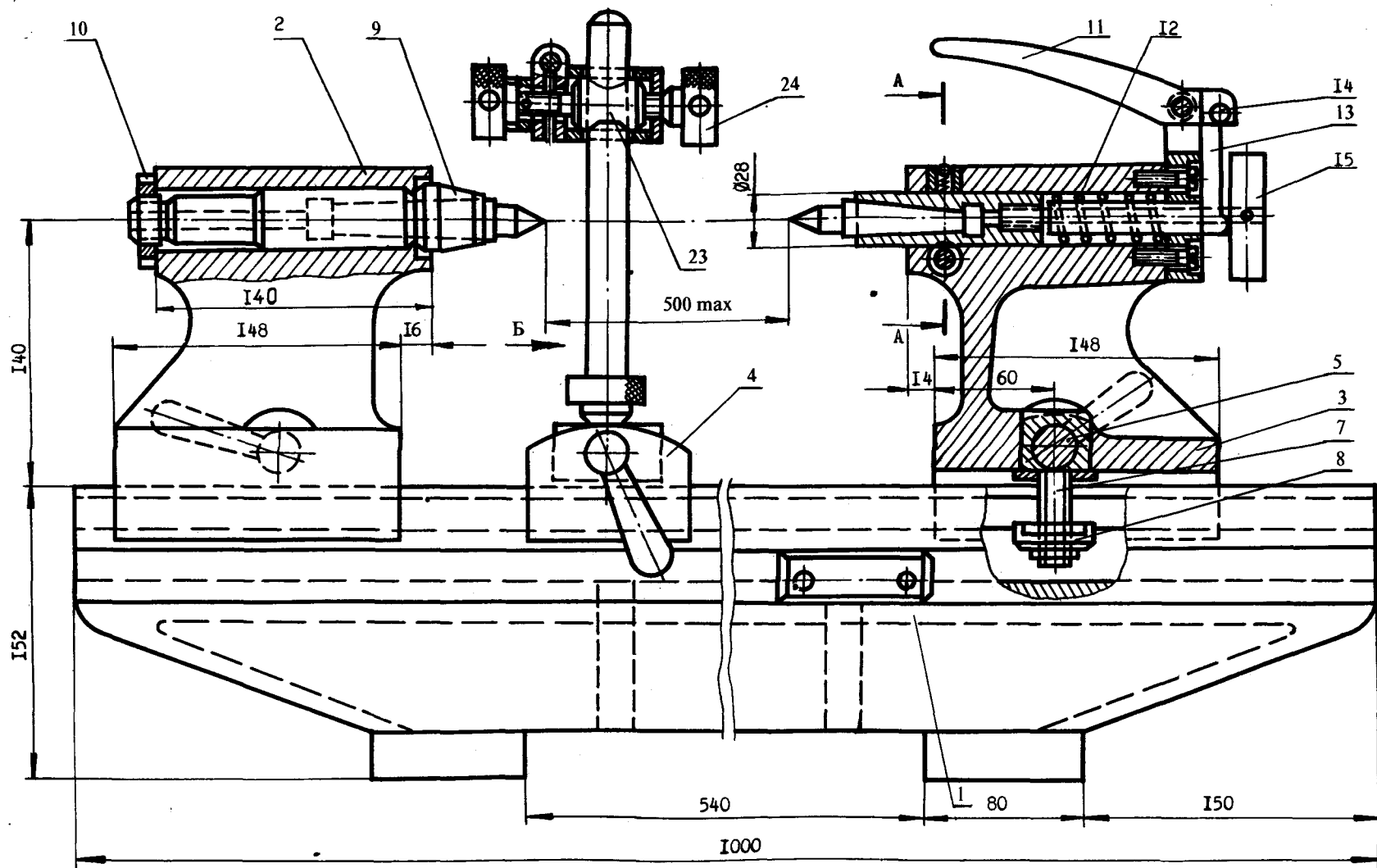


Рис. 3.29. Универсальное приспособление для контроля валов:

- 1 – основание, 2 – левая бабка, 3 – правая бабка, 5 – рукоятка, 7 – болт, 8 – гайка, 9 – пиноль, 10 – гайка, 11 – рукоятка, 12 – пружина, 13 – вилка, 14 – штифт, 15 – хвостовик, 16 – рукоятка, 17 – сухарь, 18 – втулка, 23 – ползушка, 24 – винт,

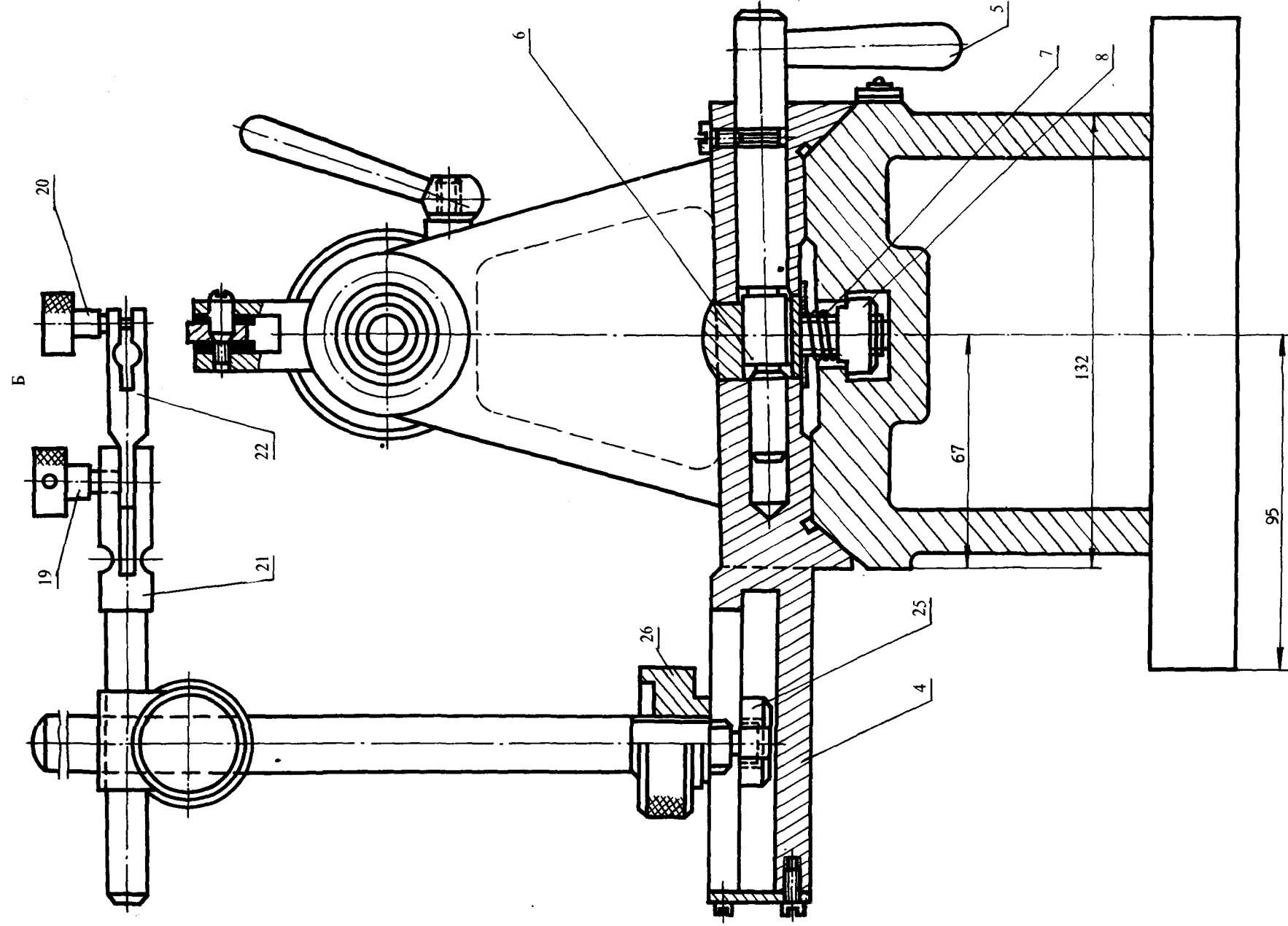


Рис. 3.30. Универсальное приспособление для контроля валов (вид Б на рис. 3.29):

4 – каретка, 5 – рукоятка, 6 – валик, 7 – болт, 8 – гайка, 14 – штффт, 19, 20 – винт, 21, 22 – державка, 25 – нижняя гайка, 26 – верхняя гайка

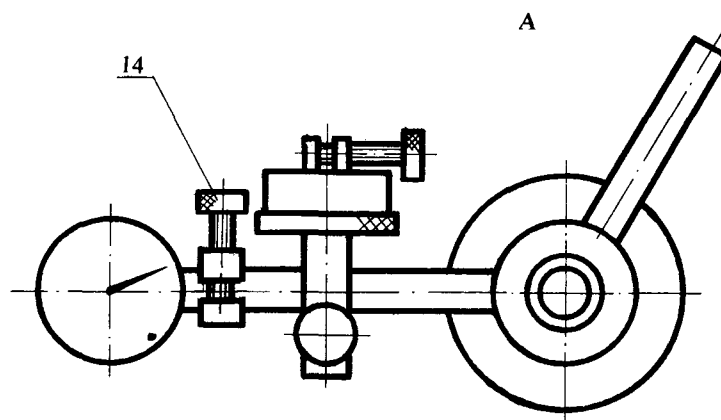
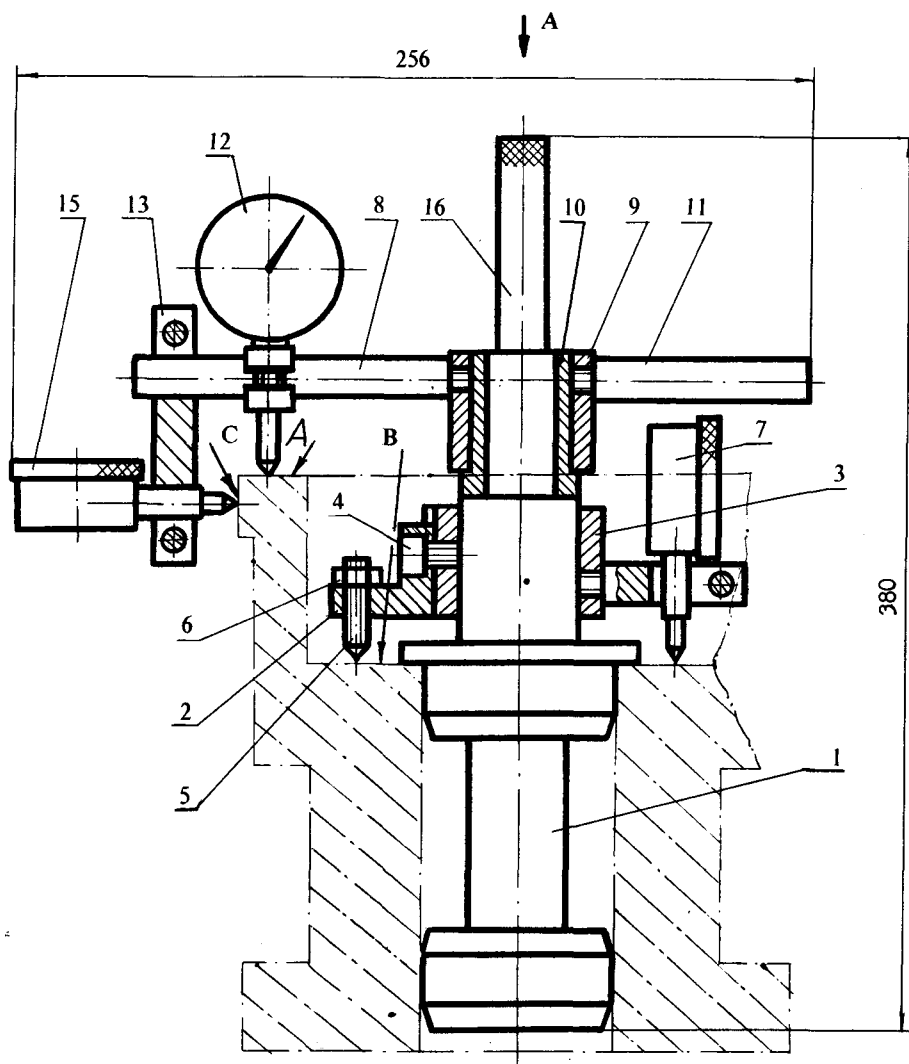


Схема измерения

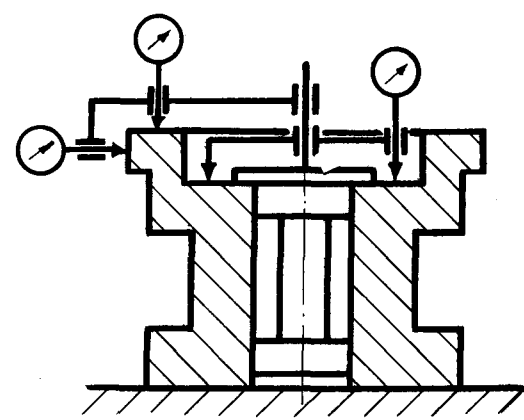


Рис. 4.10. Многомерное приспособление для контроля торцового и радиального биения у корпуса насоса:

- 1 – оправка, 2 – кронштейн, 3 – ступица, 4 – винт, 5 – упор, 6 – гайка, 7 – ИГ, 8 – скалка, 9 – ступица, 10 – втулка, 11 – рукоятка, 12 – ИГ, 13 – кронштейн, 14 – винт, 15 – ИГ, 16 – ручка

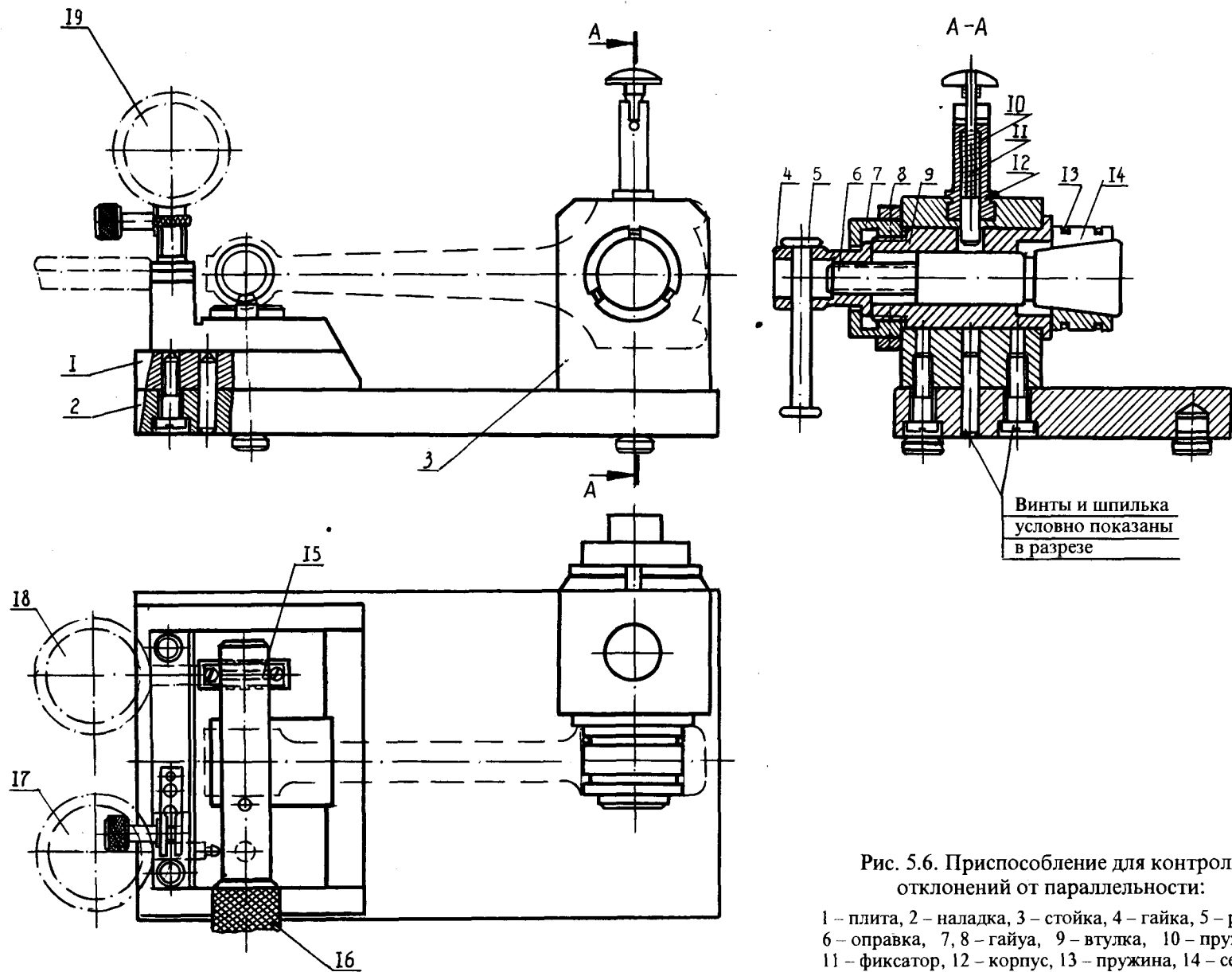


Рис. 5.6. Приспособление для контроля отклонений от параллельности:

- 1 – плита, 2 – наладка, 3 – стойка, 4 – гайка, 5 – ручка,
6 – оправка, 7, 8 – гайка, 9 – втулка, 10 – пружина,
11 – фиксатор, 12 – корпус, 13 – пружина, 14 – сектор,
15 – нож, 16 – палец, 17 - 19 – ИГ

ГЛАВА 5. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Угломер конструкции Семенова (рис. 7.3) предназначен для контроля однолезвийных инструментов. Линейку 1 угломера, связанную с другой 2, накладывают на измеряемую поверхность инструмента. Угольник 3, прикреплённый державкой 4 к сектору 5, накладывают на смежную поверхность. Угломер можно перемещать в державке и фиксировать винтом 6. Сектор относительно дуги фиксируется винтом 7.

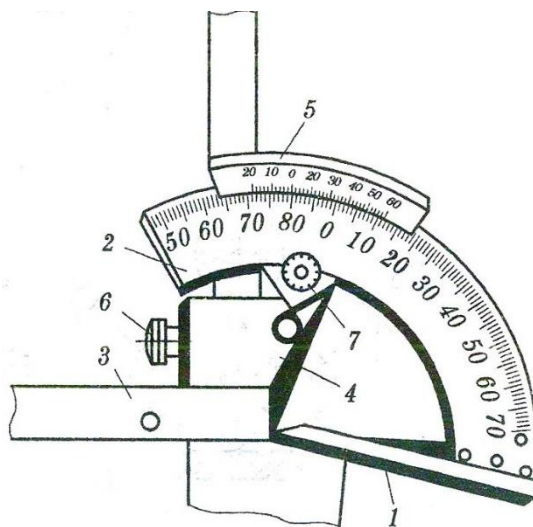


Рис. 7.3. Угломер конструкции Семенова: 1 - линейка, 2 - дуга; 3 - угольник; 4 - державка; 5 - сектор; 6 и 7 – винты

Настольный угломер (рис. 7.4) используется для измерения переднего γ и заднего углов заточки, угла в плане φ и угла наклона режущих кромок λ у резцов.

При нулевом отсчёте по шкале 5 одну измерительную плоскость следует располагать вертикально, а другую - горизонтально. При нулевом отсчёте на соответствующих шкалах измерительную плоскость С располагают горизонтально, а плоскость D - перпендикулярно линейке 11, которая может перемещаться по пазу основания 1. Цена делений на шкалах 1° .

Для измерения переднего γ и заднего α углов державку 3 устанавливают в соответствии с высотой резца (при этом державку 4 снимают и поворачивают). Плоскость А совмещают с задней гранью резца и на шкале 5

отсчитывают значение заднего угла. Аналогично плоскость В совмещают с передней гранью резца и на той же шкале отсчитывают значение переднего угла. Измерение производят в плоскости, перпендикулярной к режущей кромке.

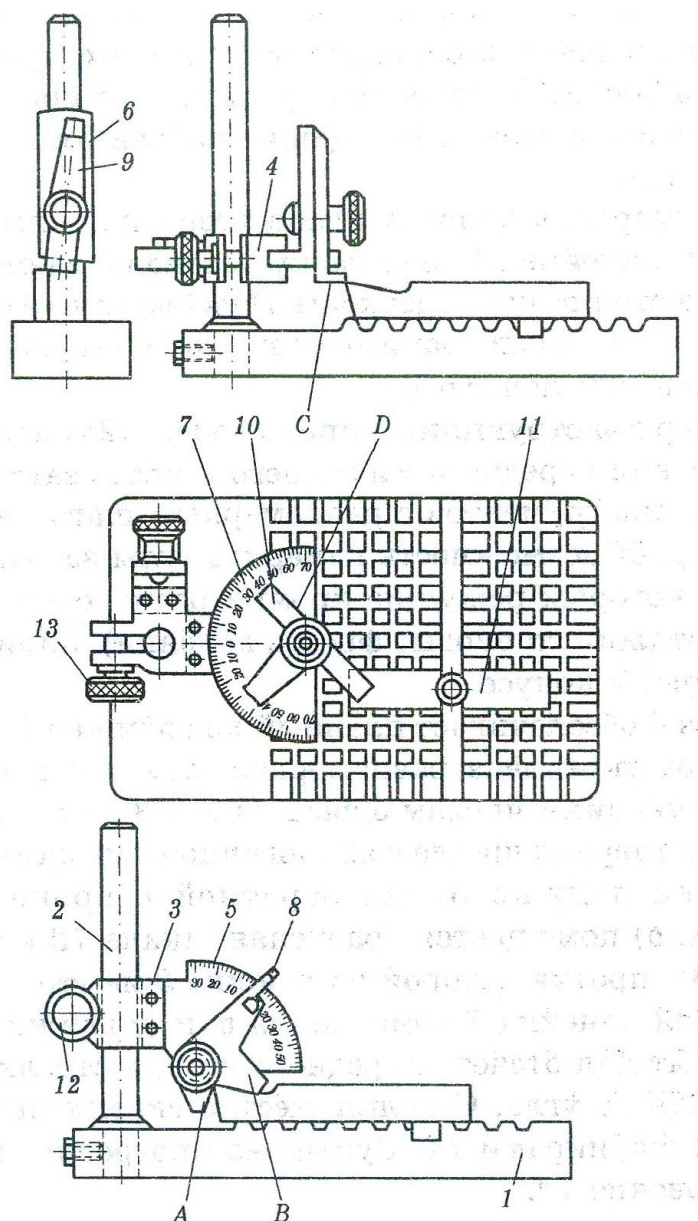


Рис. 7.4. Настольный угломер: 1 - основание; 2 - стойка; 3 и 4 - державки; 6 и 7 - шкалы; 8, 5 и 10 - указатели; 11 - линейка; 12 и 13 – винты

Для измерения углов наклона режущих кромок державку 4 устанавливают в соответствии с высотой резца. Плоскость С совмещают с режущей гранью, и на шкале 6 отсчитывают значение угла λ . Измерение производят в плоскости режущей грани.

Для измерения углов в плане резец прижимают одной стороной к линейке 11. Державку устанавливают в соответствии с высотой резца. Плоскость D указателя 10 совмещают поочерёдно с задними гранями резца, и по шкале 7 отсчитывают значения углов φ и φ_1 .

Угломер конструкции Неприна (рис. 7.5) предназначен для измерения переднего γ и заднего α углов заточки многолезвийных инструментов с равномерным шагом зубьев от 5 до 30 мм, даёт возможность измерять углы заточки инструментов, у которых режущие кромки расположены на плоскости (протяжки, торцовые фрезы, долбяки), цилиндре (фрезы, зенкеры) и конусе.

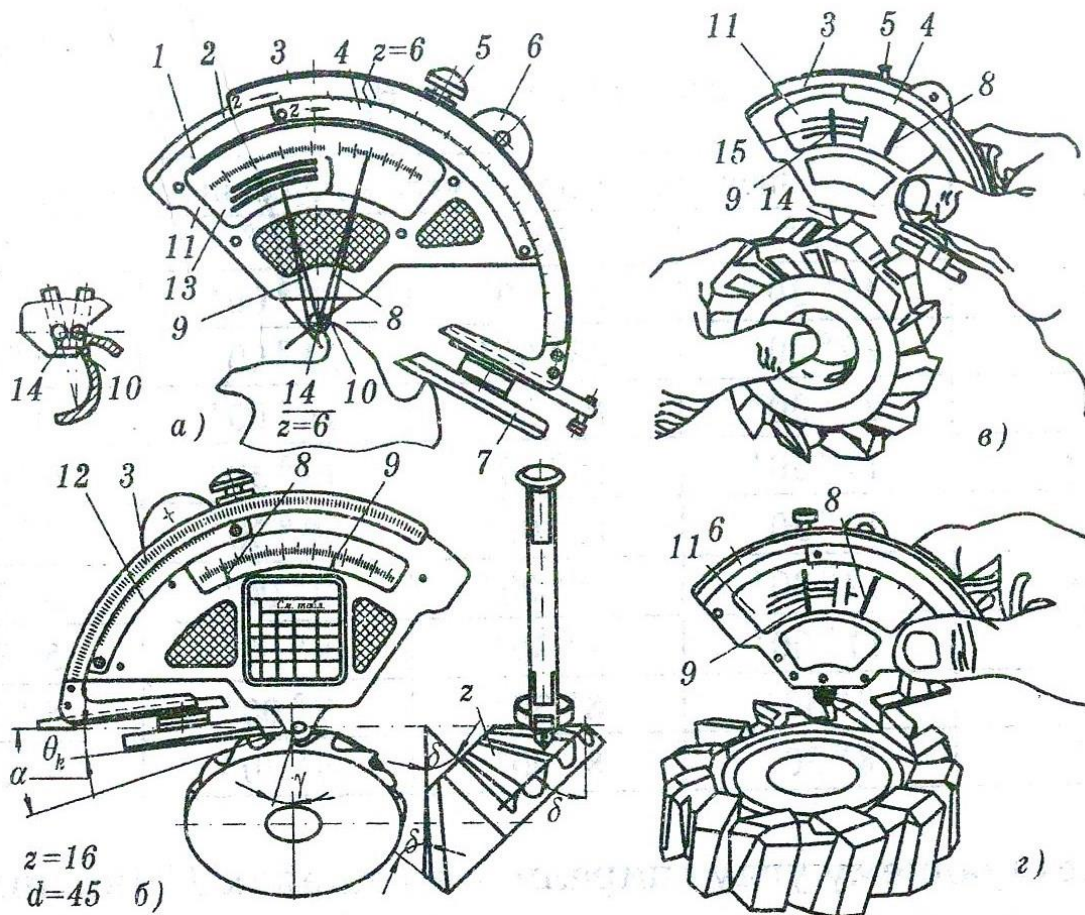


Рис. 7.5. Самоустанавливающийся угломер конструкции Неприна: а - измерение углов заточки зубьев по цилиндру; б - измерение углов заточки зубьев по конусу; в - измерение углов заточки зубьев на цилиндрических поверхностях; г - измерение углов заточки зубьев на торцовых поверхностях: 1 - корпус; 2 - направляющая; 3 - движок; 4, 11, 12 и 13 - шкалы; 5 - стопор; 6 - тормоз; 7 - опорная линейка; 8 и 9 - стрелки; 10 - ось; 14 - измерительный шарнир; 15 - шкала

Тормоз *б* обеспечивает плавный ход движка *з*. На корпусе угломера укреплена равномерная шкала *4* с делениями, соответствующими числам зубьев от $z = 3$ до $z = \infty$.

Неравномерная шкала с аналогичной индексацией рисок имеется на движке *з*. На обратной стороне угломера (рис. 7.5, *б*) помещается градусная шкала *12* с делениями от 0 до 50° , против которой на движке *з* имеется риска.

Опорная линейка *7* помещается в пазе движка *з*. Стрелка *9* служит для отсчёта переднего угла, а стрелка *8* - для отсчёта заднего угла. Стрелки жёстко скреплены с измерительными шарнирами *14*. Суммарная погрешность прибора ориентировочно 1° .

Для измерения углов заточки зубьев на цилиндрических поверхностях (рис. 7.5, *а*, *б* и *в*) необходимо движок *з* установить так, чтобы риска на его шкале, соответствующая числу зубьев проверяемого инструмента, совместилась с идентичной риской на шкале *4* (в данном примере установка соответствует $z = 6$), и закрепить винтом *5*. Угломер наложить на режущие кромки двух смежных зубьев в плоскости, перпендикулярной к оси инструмента. Шарнир *14*, снабжённый мерительной площадкой, под действием собственного веса угломера поворачивается на оси *10* и плотно прилегает к граням зуба, а соединённые с ним стрелки *8* и *9* показывают на шкале *11* значения углов. Приложение дополнительного усилия при измерении может вызвать повреждение оси *10*, на которой вращаются шарниры.

Угломер конструкции Бабчициера (рис. 7.6) для измерения углов α и γ заточки многолезвийных инструментов с равномерным шагом зубьев от до 80 мм даёт возможность измерять углы заточки инструментов с зубьями, расположенными на плоскости (торцовые фрезы, протяжки и т.д.) и на цилиндре (фрезы с остроконечным зубом, зенкеры и т.д.).

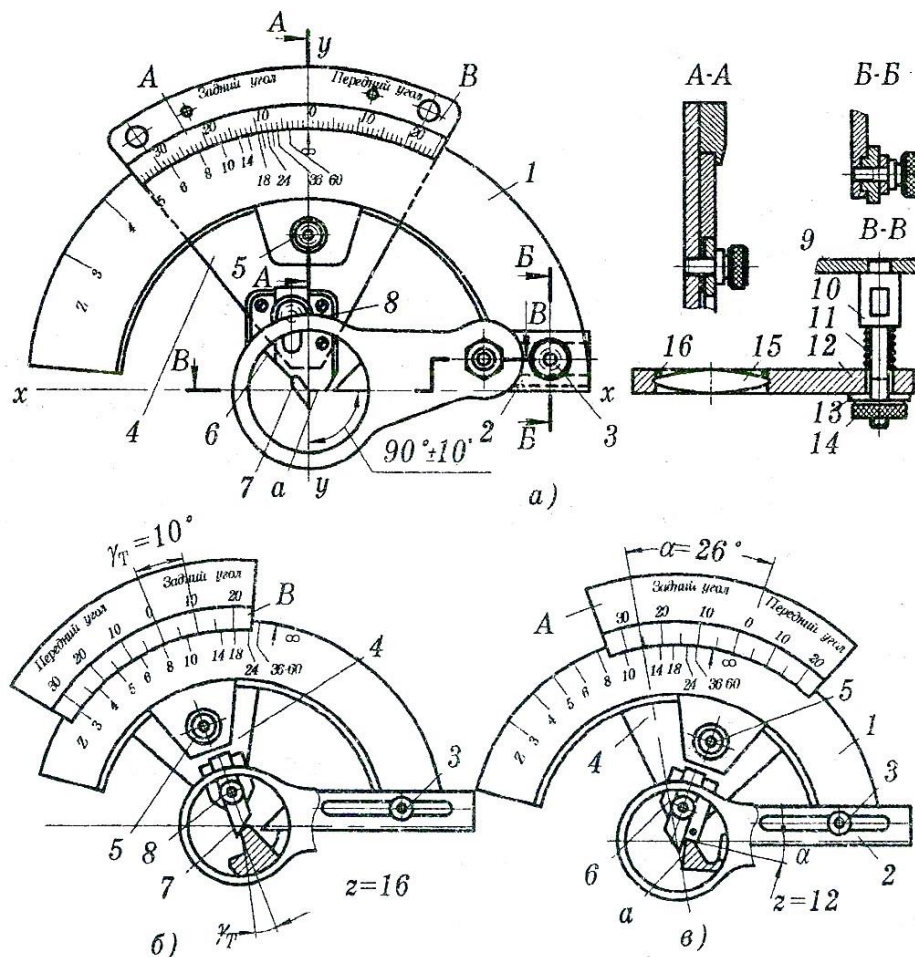


Рис. 7.6. Угломер конструкции Бабчиницера: а - конструкция прибора; бив - измерение переднего и заднего углов: 1 - дуга с равномерной шкалой Z ; 2 - линейка; 3 - винт; 4 - сектор; 5 - винт; 6 - пластина; 7 - паз; 8 - винт прибора; 9 - основание; 10 - кронштейн; 11 - пружина; 12 - оправка; 13 - шайба; 14 - гайка; 15 - линза; 16 - пружина съёмного оптического устройства

При совпадении риски 0 на шкале сектора 4 и стрелки ∞ на шкале Z продолжение рабочей плоскости линейки 2 проходит через центр вращения сектора 4 и составляет с линейкой прямой угол.

Суммарная погрешность прибора ориентировочно $1,5$ градуса. Для уменьшения погрешности измерения угла с малой протяжённостью стороны угломер имеет съёмное оптическое устройство, прикреплённое к опорной линейке 2 гайкой 3 . Линза 15 (5-кратного увеличения) плосковыпуклая с плоскостью, обращённой к глазу. Оправку с линзой располагают на угломере с таким расчётом, чтобы передняя поверхность прибора находилась в фокальной плоскости, а оптическая ось совпадала с центром вращения.

Для измерения переднего угла (рис. 7.6, б) опорную линейку 2 устанавливают в зависимости от шага зубьев измеряемого инструмента и закрепляют винтом 3 или линейку 2 устанавливают в зависимости от высоты зубьев инструмента и фиксируют винтом 8.

Угломер накладывают на вершину двух смежных зубьев в плоскости, перпендикулярной к оси измеряемого инструмента, затем сектор поворачивают до совмещения мерительной плоскости линейки 2 с передней гранью зуба измеряемого инструмента и закрепляют винтом 5. Значение переднего угла отсчитывают на градусной шкале В против риски, соответствующей числу зубьев фрезы.

Угломер конструкции Мартынова А.Д. (рис. 7.7) применяется для измерения углов заточки α , γ , φ и λ , резцов и α и γ многолезвийных инструментов (фрез, развёрток и т.п.) с шагом зубьев от 10 мм и более даёт возможность приближённо измерять угол наклона винтовой канавки у фрез.

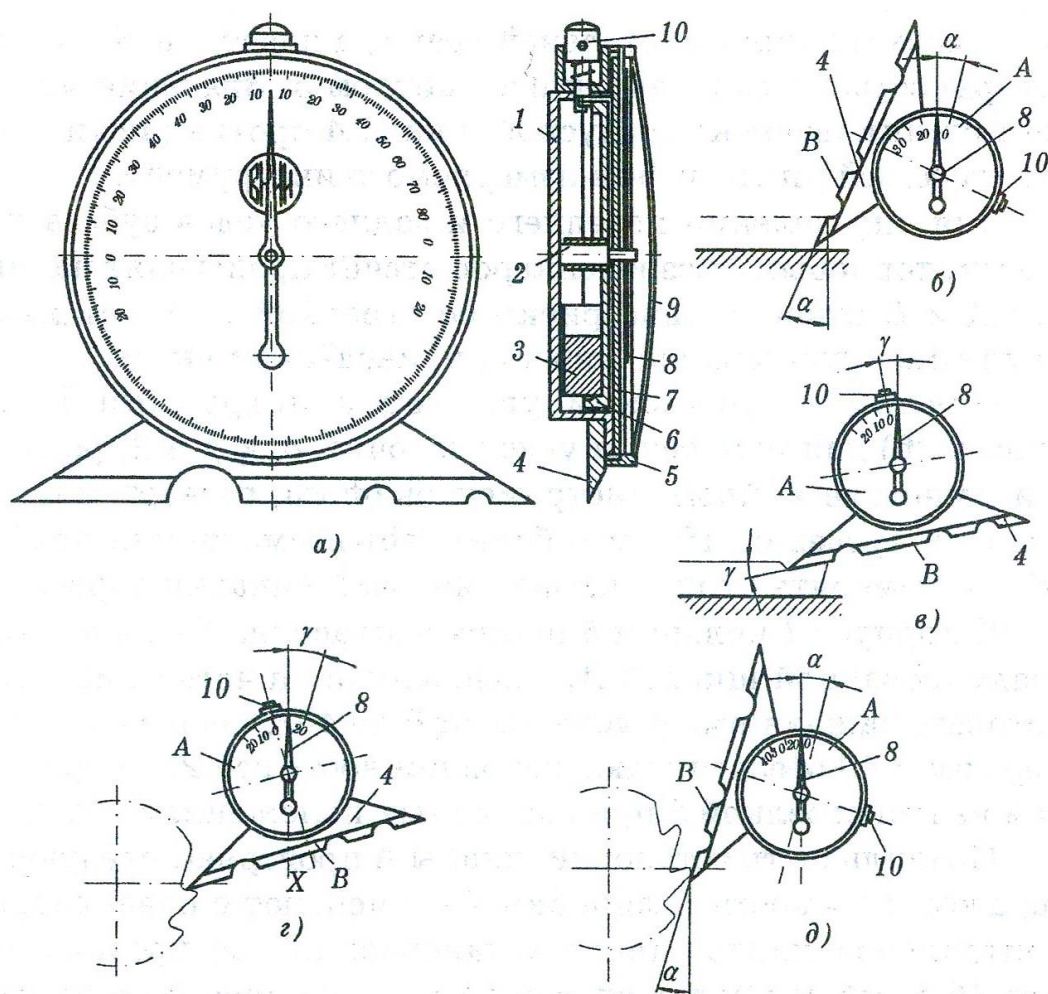


Рис. 7.7. Угломер конструкции А.Д. Мартынова

К корпусу *1* кольцом *5* прижата пластина с нанесенной градуированной шкалой *A*, разделённой на четыре части, из которых каждая имеет деления от 0 до 45°, цена деления 1°. Тормозом *10* обеспечивают неподвижность оси *2*, с укрепленной на ней стрелкой *8* при различных положениях угломера.

Правильность установки шкалы *A* проверяют следующим образом: плоскость *B* линейки *4* совмещают с поверхностью контрольной плиты, точно установленной по уровню. Тормоз *10* освобождают, а стрелку *8* устанавливают на нулевом штрихе шкалы *A*. Суммарная погрешность угломера ~ 2°.

Углы заточки резцов измеряют в следующей последовательности (рис. 7.7, *б* и *в*): проверяют горизонтальность поверхности контрольной плиты; измеряемый резец укладывают на контрольную плиту; угломер прикладывают к поверхности измеряемой грани резца в плоскости, перпендикулярной к режущей кромке, и плоскость *B* линейки *4* совмещают с гранью резца; нажатием на кнопку тормоза *10* освобождают стрелку *8*, которая устанавливается в вертикальном положении под действием груза-отвеса; после фиксации нового положения стрелки *8* угломер снимают с измеряемого инструмента и производят отсчёт по шкале *A*. Угол наклона режущей грани λ и угол в плане φ измеряют аналогично.

Углы заточки фрез и развёрток (рис. 7.7, *г* и *д*) измеряют в следующей последовательности: измеряемый инструмент устанавливают в горизонтальных центрах; режущую кромку измеряемого зуба совмещают с горизонтальной плоскостью и закрепляют в горизонтальном положении; угломер прикладывают к поверхности измеряемого зуба в плоскости, перпендикулярной к режущей кромке, плоскость *B* линейки *4* совмещают с измеряемой поверхностью зуба; нажатием на кнопку тормоза *10* освобождают стрелку *8*, которая устанавливается в вертикальном положении под действием груза-отвеса; после фиксации нового положения стрелки *8* угломер снимают с измеряемого инструмента и производят отсчёт по шкале *A*.

Индикаторный прибор (рис. 7.8) - для одновременного контроля переднего γ и заднего α углов заточки многолезвийных инструментов с

режущими зубьями, расположенными на цилиндрических или конусных поверхностях, с равномерным шагом зубьев. Наибольший диаметр контролируемого инструмента 110 мм; длина ≤ 300 мм; угол конуса $\leq 120^\circ$; угол спирали $\leq 35^\circ$; наименьший шаг зубьев 4 мм.

Мерительную головку 5 с индикатором 6 перемещают на салазках по основанию 7. Смонтированные в головке 5 рычаги 13, 14 и упор 9 устанавливают по эталону 12, который имеет два зуба, соответствующие углам заточки 0 и 15° . Суммарная погрешность прибора $\sim 30'$. Нулевые положения стрелок на индикаторах 6 соответствуют зубу эталона со знаком 0, а показания индикаторов 30' соответствуют 15° .

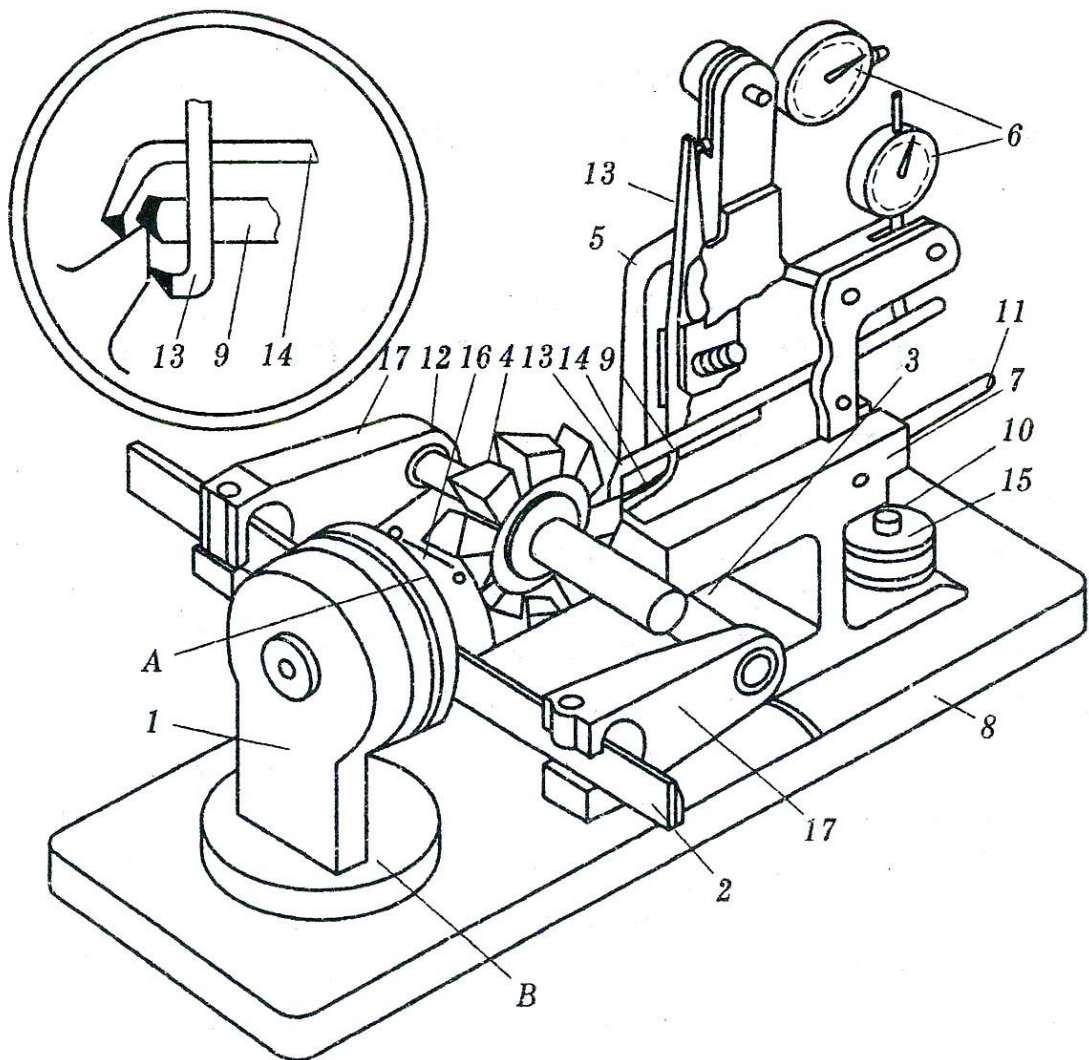


Рис. 7.8. Индикаторный прибор для контроля углов заточки многолезвийных инструментов: 1 - корпус; 2 - линейка; 3 и 4 - центры; 5 - мерительная головка; 6 - индикаторы; 7 - основание; 8 - плиты; 9 - упор; 10 - винт; 11 - рукоятка; 12 - эталон; 13 и 14 - рычаги; 15 - гайка; 16 - поворотная планшайба; 17 - кронштейн

Контролируемый инструмент закрепляют в центрах 3 и 4. Шкалы А и В устанавливают в зависимости от контролируемого инструмента: для цилиндрического инструмента с прямыми зубьями шкалы А и В - на ноль; со спиральными зубьями шкалу В - на ноль, а шкалу А - на угол спирали; для конусного инструмента шкалу А - на ноль, а шкалу В - на половину угла при вершине контролируемого инструмента.

Мерительную головку 5 вместе с основанием перемещают по пазу в плите 8 до соприкосновения упора 9 с вершиной зуба контролируемого инструмента и закрепляют гайкой 15. Точную установку упора 9 осуществляют винтом 10. Рычаг 13 соприкасается с задней поверхностью зуба контролируемого инструмента, а рычаг 14 - с передней его поверхностью. По показаниям стрелок индикаторов определяют величины углов из соотношения $0,01 \text{ мм} = 0^\circ 30'$. При повороте инструмента на следующий зуб головку 5 отводят рукояткой 11.

Прибор конструкции ВНИИИНСТРУМЕНТ предназначен для измерения переднего угла метчиков (рис. 7.10).

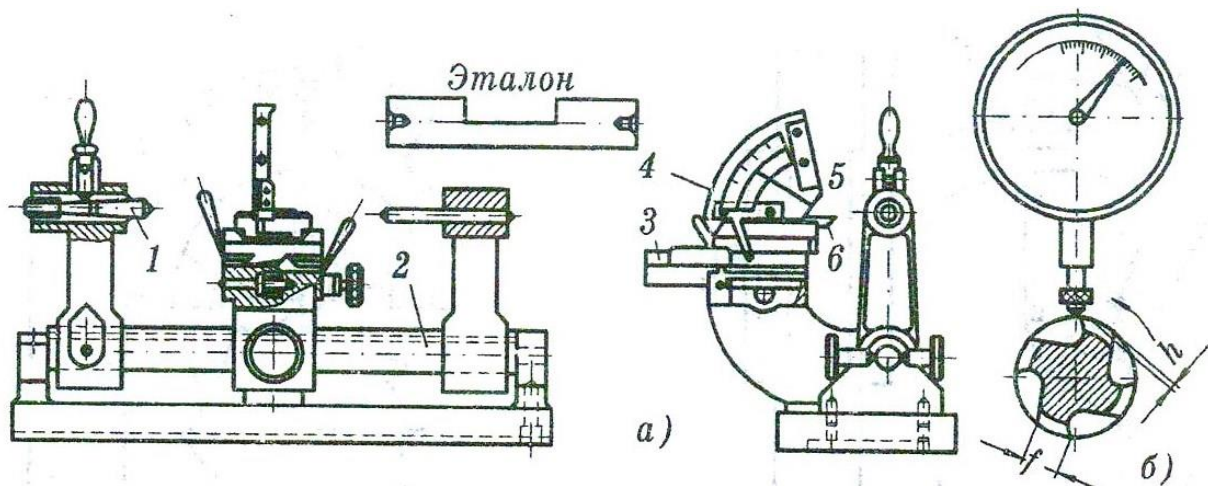


Рис. 7.10. Прибор для измерения переднего угла метчиков: б - измерение величины затылования с помощью индикатора; 1 - центры; 2 - ось; 3 - каретка; 4 - измерительное устройство; 5 - стрелка; 6 - колодка

Метчик устанавливают в раздвижные центры на оси 2 и к передней грани подводят каретку 3 с закреплённым на ней измерительным устройством 4. Колодку 6 измерительного устройства приводят в соприкосновение с передней гранью метчика и устанавливают на ней, при этом стрелка 5

показывает на шкале величину переднего угла. Установку прибора на нулевое положение производят по специальному эталону.

1. Контроль и измерения вспомогательного инструмента

Для надежного обеспечения требуемого качества обработки на металлорежущих станках необходимо выполнение требований к закреплению режущего инструмента. К ним относятся требования к качеству присоединительных поверхностей вспомогательных инструментов с шпинделями станков с ЧПУ, существенно влияющего на точность установки инструмента и жесткость технологической системы в целом.

Для контроля вспомогательного инструмента необходим выбор методов, средств и калибров, который зависит от точности измеряемых поверхностей.

Размеры и предельные отклонения линейных размеров конусов 7:24 изделий и калибров приведены в табл. 7.15, а предельные отклонения параметров этих конусов – в табл. 7.16–7.18.

Контроль конических поверхностей производится по комплексному показателю (припасовка по краске) и поэлементно (проверка отдельных параметров конуса: угол конуса, прямолинейность образующей, круглость поперечных сечений).

Комплексному контролю должны подвергаться все инструменты, а контроль отдельных элементов может быть выборочным. Объем выборки и периодичность контроля устанавливаются ОТК изготовителя или отделом метрологии у потребителя.

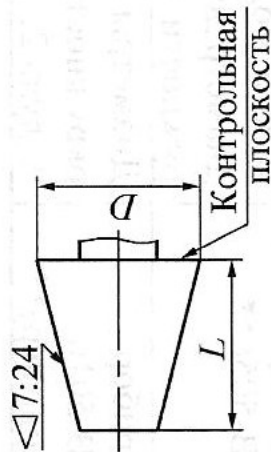
Конуса точнее степени точности АТ5 считаются годными, если они соответствуют нормам точности по поэлементным показателям при 100-процентном контроле.

При комплексном контроле на краску проверяется полнота прилегания сопрягаемых поверхностей. В качестве краски должна использоваться типографская красная краска № 219Т. Применение берлинской лазури возможно только для получения слоя краски 3 мкм и более. Применение сажи не допускается.

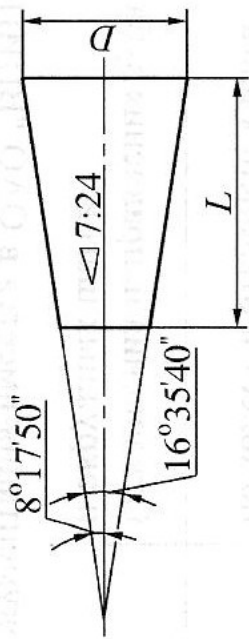
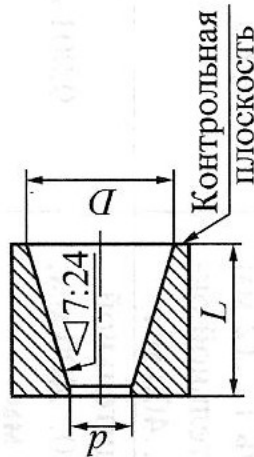
Краска разводится машинным маслом до тестообразного состояния и помещается внутрь марлевого тампона из трех слоев марли, который обертывается плотной тканью (сатин, бязь). Затем на тампон капают несколько капель масла и, водя им по металлической поверхности, оставляют на ней слой краски, которая потом растирается по всей поверхности фетром или замшей.

7.15. Размеры и предельные отклонения линейных размеров конусов 7:24 калибров и инструмента, мм

Калибр-пробка



Калибр-втулка



Калибры для конусов по ГОСТ 20305-94

Обозначение конуса	Калибры-пробки				Калибры-втулки				Конусы инструмента по ГОСТ 15945-82
	D		L	пред. откл.	D		L	d (H10)	
	номин.	±0,0075			номин.	±0,075			
30	31,703	±0,0065	49,6	31,739	±0,055	52	17,4	31,75	49,2
35	38,053	±0,0075	57,6	38,069	±0,065	60	21,4	38,10	57,2
40	44,403	±0,0075	66	44,439	±0,075	70	25,3	44,45	65,6
45	57,105	±0,0075	85,2	57,137	±0,075	90	32,4	57,15	84,8
50	69,805	±0,0075	104,1	69,837	±0,075	108	39,6	69,85	103,7
55	88,850	±0,0075	132	88,885	±0,075	135	50,5	88,90	132
60	107,907	±0,0075	164,1	107,935	±0,075	168	60,2	107,95	163,7

* Размер для справок.

Краска наносится на предварительно очищенную поверхность наружного конуса. Калибр осторожно сопрягают с проверяемым конусом и поворотом приблизительно на одну четверть оборота при легком нажатии вдоль оси растирают краску в местах плотного прилегания сопрягаемых поверхностей.

Изделие считается годным, если краска растерлась по поверхности окрашенного конуса. Допускаются кольцеобразные остатки нетронутой краски при условии, что пятна контакта охватывают среднюю и крайние части проверяемых поверхностей.

7.16. Предельные отклонения угла конуса на длине поверхности, мкм

Обозначение конуса	Калибры для степеней точности			Контркалибры	Конусы инструмента степеней точности				
	АТ4 и АТ5	АТ6 и АТ7			АТ3	АТ4	АТ5	АТ6	АТ7
		пробки	штулки						
30; 35	$\pm 1,2$; $\pm 1,4$	-6; -7	+6; +7	+2,5; +3	$\pm 2,5$	± 4	± 6	± 10	± 15
40; 45	$\pm 1,5$; $\pm 1,7$	-8	+8	+3; +3,5	± 3	± 5	± 8	± 12	± 20
50; 55	$\pm 2,0$	-10	+10	+4	± 4	± 6	± 10	± 16	± 25
60	$\pm 2,5$	-12	+12	+5	± 5	± 8	± 12	± 20	± 30

7.17. Допуски прямолинейности образующей конуса на длине поверхности, мкм

Обозначение конуса	Калибры степеней точности		Контркалибры	Изделия степеней точности				
	АТ4 и АТ5	АТ6 и АТ7		АТ3	АТ4	АТ5	АТ6	АТ7
30; 35	0,6	1,6	0,8	0,6	1,0	1,6	2,5	4
40; 45	0,8	2,0	1,0	0,8	1,2	2,0	3,0	5
50; 55	1,0	2,5	1,2	1,0	1,6	2,5	4,0	6
60	1,2	3,0	1,5	1,2	2,0	3,0	5,0	8

7.18. Допуски круглости поперечного сечения конуса, мкм

Обозначение конуса	Калибры степеней точности		Контркалибры	Изделия степеней точности				
	АТ4 и АТ5	АТ6 и АТ7		АТ3	АТ4	АТ5	АТ6	АТ7
30–40	0,6	1,6	0,8	0,6	1,0	1,6	2,5	4
45; 50	0,8	2,0	1,0	0,8	1,2	2,0	3,0	5
55; 60			1,2	1,0	1,6	2,5	4,0	6

При комплексном контроле калибров по контркалибрам пятно контакта должно занимать не менее 90 % поверхности при наличии более плотного контакта (менее интенсивной окраски) малого диаметра. Плотный контакт должен обеспечиваться по большому диаметру. Зоны поверхности у торцов изделия шириной 3 мм во внимание не принимаются.

Толщина слоя краски при комплексном контроле рекомендуется согласно табл. 7.19.

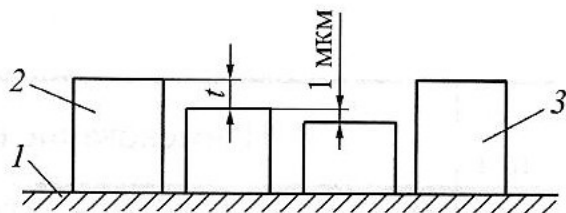
Для оценки правильности нанесения слоя краски и накопления опыта в визуальной оценке рекомендуется использовать указанный ниже способ.

7.19. Рекомендуемая толщина слоя краски при комплексном контроле, мкм

Обозначение конуса	Калибры степеней точности		Контркалибры	Конусы инструмента степеней точности				
	АТ4 и АТ5	АТ6 и АТ7		АТ3	АТ4	АТ5	АТ6	АТ7
30–45	1	2	1	1	1	2	4	6
50–60	2	3	2	2	2	3	6	6

Примечание. Толщина слоя краски свыше 6 мкм не рекомендуется, так как в этом случае затруднительно получить равномерный слой краски.

Рис. 7.16. Способ оценки толщины краски



На плоскую стеклянную пластину 1 (рис. 7.16) притираются четыре концевые меры. Две крайние меры (2 и 3) должны быть одинакового размера, одна из средних меньше, чем крайние на заданную толщину слоя краски, а другая средняя меньше ее еще на 1 мкм.

При контроле толщины слоя краски на калибре или наружном конусе изделия стекло с притертыми к нему концевыми мерами прижимается к поверхности конуса (предварительно в местах прилегания крайних концевых мер удаляется краска) и передвигается на небольшое расстояние в направлении, перпендикулярном его оси. После этого, если толщина слоя краски соответствует заданной, на большей из средних концевых мер должны быть видны следы краски, а на меньшей таких следов быть не должно.

Средства контроля и измерения отклонений угла конуса, прямолинейности образующих и отклонений от круглости приведены в табл. 7.20–7.23.

7.20. Средства контроля и измерений отдельных параметров конусов 7:24

№ п/п	Наименование измерительного средства
<i>Средства измерения угла конуса</i>	
1	Пневматический прибор модели БВ-7310 Синусная линейка $L = 200$ мм кл. 1 по ГОСТ 4046–80 (в ред. 1996 г.)
2	Концевые меры кл. 2 ГОСТ 9038–90 (в ред. 1997 г.) Головка 1ИПМ или 01ИГПВ ГОСТ 28798–90 Плита поверочная кл. 0 ГОСТ 10905–86 (в ред. 1989 г.)
3	Синусная линейка $L = 300$ мм кл. 1 ГОСТ 4046–80 (в ред. 1996 г.) Концевые меры кл. 3 ГОСТ 9038–90 (в ред. 1997 г.) Головка 05ИПМ или 05ИГПВ ГОСТ 28798–90

№ п/п	Наименование измерительного средства
3	Плита поверочная кл. 0 ГОСТ 10905–86 (в ред. 1989 г.)
4	Прибор модели БВ-6084 или модели 819К фирмы С.Мahr (Германия) при десятикратном измерении с перестановкой детали
5	Прибор модели БВ-6084 или модели 819К фирмы С.Мahr (Германия) при трехкратном измерении с перестановкой детали
<i>Средства контроля отклонений от прямолинейности образующих</i>	
6	Прибор БВ-7312
7	Прибор БВ-6084
<i>Средства измерения отклонений от круглости</i>	
8	Кругломер модели 255 или 289
9	Кругломер модели 256
10	Кругломер модели 258

7.21. Средства контроля и измерения угла конусов инструмента

Обозначение конуса	Степень точности		
	AT3	AT4	AT5
30	4	3; 5	4; 5
35	4	3; 5	1; 2; 5
40	4	3; 5	1; 3; 5
45	4	3; 5	1; 3; 5
50	4	3; 5	1; 3; 5
55	3; 4	3; 5	1; 3; 5
60	3; 4	3; 5	3; 5

Примечание. Указаны номера средств контроля и измерения по табл. 7.20.

7.22. Средства контроля отклонений от прямолинейности образующей конуса

Обозначение конуса	Калибры по ГОСТ 20305–94		Контр-калибры	Конусы инструмента по ГОСТ 15945–82 степеней точности		
	степеней точности			АТ3	АТ4	АТ5
	АТ4 и АТ5	АТ6 и АТ7				
30	–	7	–	–	–	7
35	6	6; 7	6	6	6	6; 7
40	6	6; 7	6	6	6	6; 7
45	6	6; 7	6	6	6	6; 7
50	6	6; 7	6	6	6; 7	6; 7
55	–	6; 7	–	–	6; 7	6; 7
60	–	7	7	–	7	6; 7

Примечание. Указаны номера средств контроля по табл. 7.20.

7.23. Средства контроля круглости

Объекты измерения	Модели кругломеров		
	255 (289)	256	258
Конусы инструмента по ГОСТ 15945–82 при общей длине инструмента, мм:			
до 400	+	+	+
до 1300	–	+	+
св. 1300	–	–	+

Отклонения угла наружных конусов калибров и вспомогательного инструмента могут измеряться на синусных линейках.

На синусных линейках $L = 200$ мм кл. 1, используемых совместно с концевыми мерами длины кл. 2, поверочной плитой кл. 0 и

пружинной отсчетной головкой с ценой деления 0,001 мм (1ИПМ или 1ИГПВ), могут контролироваться наружные конусы № 30, 35, 40 степени точности АТ5 и грубее, в том числе, калибры-пробки для степеней точности АТ6 и АТ7 и наружные конусы № 45–60 степеней точности АТ6 и АТ7.

Точность измерения может быть повышена при использовании синусных линеек $L = 300$ мм кл. 1 и пружинных отсчетных головок с ценой деления 0,0005 мм (05ИПМ или 05ИГПВ). При этом могут контролироваться наружные конусы степени точности АТ4 и грубее.

Дальнейшее повышение точности достигается при настройке синусной линейки $L = 300$ мм не по концевым мерам, а по установочной мере в виде конуса. При наличии установочной меры на одну степень точнее проверяемого конуса, можно контролировать наружные конусы № 50–60 степени точности АТ3 и грубее и контракалибры для конусов № 40–60. Поскольку при этом синусная линейка и концевые меры играют роль только установочного узла, требования к их точности могут быть снижены.

Достижимые значения предельных погрешностей измерения конусов конусностью 7:24 на синусной линейке указанными выше способами приведены в табл. 7.24.

Для контроля угла и прямолинейности наружных и внутренних конических поверхностей предназначен прибор мод. БВ-6084 (рис. 7.17).

Прибор состоит из гранитного основания, по которому перемещается стол. На столе установлена синусная линейка (см. табл. 7.20, № 3), на ней рабочий стол с призмой. На стойке, прикрепленной к основанию, установлена каретка, несущая измерительный рычаг и отсчетное устройство.

Контролируемая деталь устанавливается в призму. К нижней образующей конуса подводят измерительный наконечник. Поперечным перемещением призмы находят наивысшую точку, контактирующую с измерительным наконечником сначала в одном, потом в другом крайних сечениях, совмещая, таким образом, образующую конуса с плоскостью измерения.

Поворачивая рабочий стол и контролируя его по двум крайним точкам, выставляют образующую конуса параллельно направляющим стола. Такая установка исключает влияние поверхностей, используемых для закрепления детали, на точность измерения. При перемещении стола отсчетное устройство показывает отклонение от прямолинейности образующей контролируемой детали.

Для измерения угла синусный стол поворачивают на угол, равный номинальному углу контролируемой детали. К верхней образующей подводят измерительный наконечник и проверяют ее положение. Разность показаний отсчетного устройства в двух крайних точках показывает отклонение контролируемого угла от номинального значения.

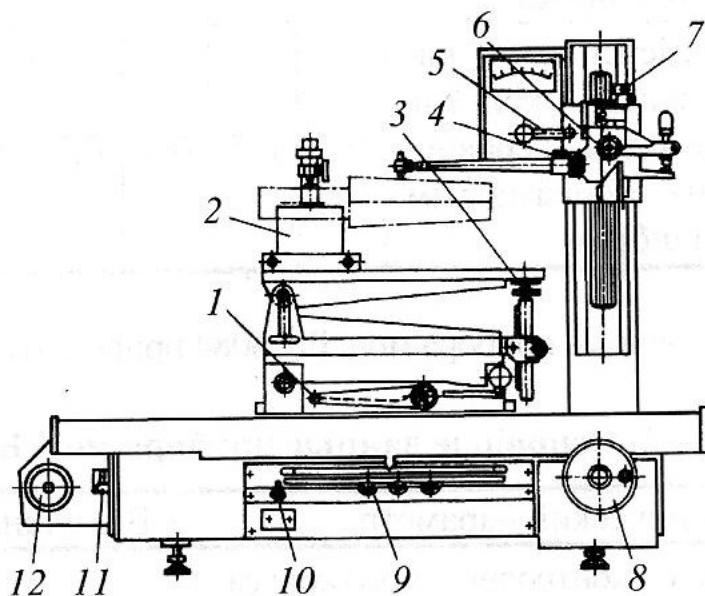


Рис. 7.17. Устройство прибора мод. БВ-6084

1 – рукоятка для поворота синусной линейки; 2 – призма для базирования контролируемой детали; 3 – винт установочный; 4 – винт фиксации измерительного рычага; 5 – ручка для фиксации положения измерительного устройства; 6 – барабан для переключения измерительного усилия; 7 – винт тонкой настройки измерительного устройства; 8 – маховик привода измерительного устройства; 9 – кнопки для включения и отключения электропривода; 10 – тумблер для подключения электропривода; 11 – ручка для переключения скоростей привода; 12 – маховик ручного привода стола

7.24. Достижимые значения предельных погрешностей измерения конусов 7:24 на синусной линейке

Обозначение по табл. 7.20	Метод измерения	Обозначение конуса						
		30	35	40	45	50	55	60
		Предельные погрешности измерения, мкм						
2	Абсолютные измерения наружных конусов	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0	4,0	5,0
3	Абсолютные измерения наружных конусов	0,7	1,0	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5
7	Измерения наружных конусов методом сравнения с образцовым калибром	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

Основные данные прибора мод. БВ-6084 приведены в табл. 7.25.

7.25. Основные данные прибора мод. БВ-6084

Технический параметр	Величина параметра
Наибольший угол контролируемого конуса, °	22
Наибольшая длина образующего конуса, мм	200
Погрешность измерения, мкм:	
разности диаметров	не более 1
прямолинейности (на длине 200 мм)	0,5
Максимальный ход стола, мм	270
Напряжение питающей сети, В	220
Потребляемая мощность, кВт	0,50
Расстояние между роликами синусной линейки, мм	300

Технический параметр	Величина параметра
Отсчетное устройство	Электронная измерительная система модели 214
Пределы измерения, мкм	± 3 ; ± 6 ; ± 15 ; ± 30 ; ± 60
Цена деления, мкм	0,1; 0,2; 0,5; 1; 2
Габариты, мм	950×390×710
Масса, кг	140

Достижимые значения предельных погрешностей измерения отклонений угла конуса на приборе мод. БВ-6084 приведены в табл. 7.26.

Приборы пневматические для измерения отклонений угла наружного конуса мод. БВ-7310 предназначены для контроля конических поверхностей с конусностью 7:24 № 35, 40, 45, 50, 55 по ГОСТ 15945–82 (рис. 7.18 и табл. 7.27).

В состав прибора модели БВ-7310 входят: калибр-втулка, установочная мера (пробка); в качестве отсчетного устройства используется прибор мод. 318.

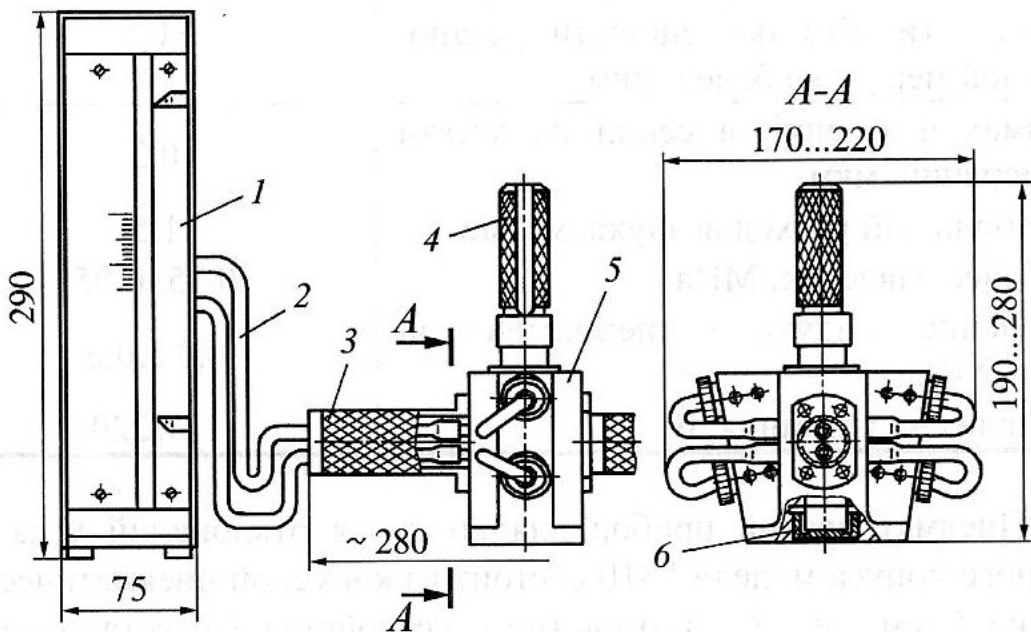


Рис. 7.18. Прибор мод. БВ-7310

7.26. Предельные погрешности измерения

Вид измерения	Обозначение конуса						
	30	35	40	45	50	55	60
	Предельные погрешности, мкм						
Десятикратное измерение наружных конусов	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5
Трехкратное измерение наружных конусов	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	0,8
Десятикратное измерение внутренних конусов	0,5	0,5	0,8	0,8	1,0	1,2	1,5
Трехкратное измерение внутренних конусов	1,0	1,0	1,2	1,2	1,5	1,8	2,0

7.27. Основные данные прибора мод. БВ-7310

Технический параметр	Величина параметра
Диапазон показаний, мкм	± 10
Цена деления, мкм	0,2
Предел допускаемой абсолютной погрешности (без погрешности установочной меры), не более, мкм	$\pm 0,5$
Размах показаний в серии из десяти измерений, мкм	0,2
Наибольший расход воздуха, м ³ /час	1,5
Рабочее давление, МПа	$0,15 \pm 0,05$
Давление воздуха в пневматической сети, МПа	0,3...0,6
Напряжение питания, В	127/220

Пневматический прибор для контроля отклонений угла наружного конуса модели 7310 состоит из конусной пневматической втулки 5 (см. рис. 7.17), отсчетного устройства 1 и установочной меры 4.

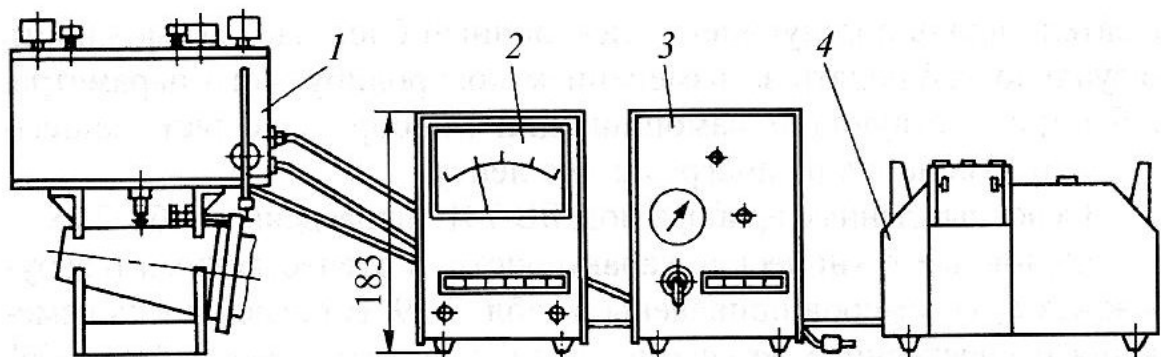


Рис. 7.19. Прибор мод. БВ-7312

Вдоль оси калибра-втулки расположены две пары измерительных регулируемых сопел 3, которые максимально приближены к наибольшему и наименьшему диаметрам конической поверхности.

При контроле конусности контролируемая деталь базируется либо своей конусной поверхностью, либо измерение производится с помощью специальной детали-упора б, на которую опирается контролируемая деталь и которая жестко связана с калибром-втулкой. В этом случае между калибром и контролируемой поверхностью будет зазор. Калибр-втулка присоединяется к отсчетному устройству по дифференциальной схеме при помощи поливинилхлоридных трубок 2. По шкале отсчетного устройства отсчитывается разность диаметров конуса в двух диаметральных сечениях, проходящих через оси сопел калибра-втулки.

Для контроля непрямолинейности образующих наружных конических поверхностей, в том числе конусов № 35, 40, 50 и 55 вспомогательного инструмента для станков с ЧПУ, предназначен прибор мод. БВ-7312.

Применение специальных базирующих призм и опорных стержней позволяет использовать прибор как накладной для измерения непрямолинейности образующих различных конических и цилиндрических поверхностей деталей, а также непрямолинейности плоских деталей. Принцип измерения контактный, индуктивный.

Прибор БВ-7312 (рис. 7.19) состоит из измерительного устройства 1, электронного блока 2, самопишущего быстродействующего прибора 4 и блока питания 3. Измерительное устройство с аэростатической направляющей позволяет получить образцовое прямолинейное перемещение наконечника индуктивного преобра-

зователя вдоль образующей. Электронный блок дает возможность визуально наблюдать за изменением контролируемого параметра, а быстродействующий самопишущий прибор позволяет записывать эти изменения на диаграммную ленту.

Основные данные прибора мод. БВ-7312 приведены в табл. 7.28.

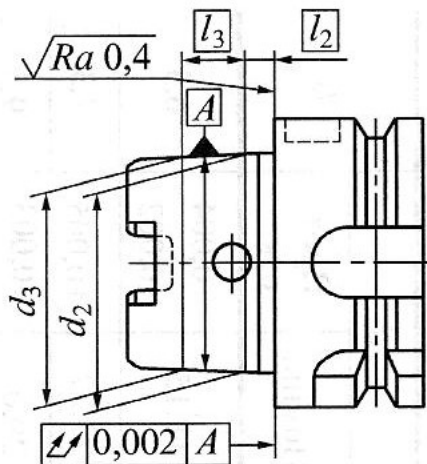
Основные технические характеристики отечественных и зарубежных кругломеров приведены в табл. 7.29. В погрешность измерения отечественных кругломеров производства завода "Калибр" мод. 255, 256 и 258 входит дополнительная погрешность в процентах от величины некруглости. Погрешность кругломеров "Talygond" фирмы Rank Taylor Hobson (Великобритания) указана одной цифрой и соответствует погрешности прибора при проверке его по образцовой сфере на высоте 25,4 мм от поверхности стола при использовании щупа с $l = 62,5$ мм.

Контроль точности конуса хвостовика НСК по ГОСТ Р 51547–2000 заключается в измерении линейных размеров d_2, d_3 (рис. 7.20).

7.28. Основные данные прибора мод. БВ-7312

Технический параметр	Величина параметра
Длина образующей конуса, контролируемая прибором, мм:	
без подставки	100
с подставкой	130
Диапазон измерений, мкм	$\pm 3; \pm 6$
Цена деления шкалы, мкм	0,1; 0,2
Допускаемая погрешность при длине образующих, мкм:	
до 100 мм	не более 0,2
до 130 мм	не более 1
Измерительное усилие, Н	$0,025 \pm 0,002$
Масса, кг	30

Рис. 7. 20. Контролируемые наружные размеры, допуски и требования к шероховатости поверхности хвостовика HSK



7.29. Основные технические характеристики кругломеров

Обозначение кругломера	Пределы измеряемых отклонений, мм	Масштаб увеличения	Погрешность измерения, мкм	Параметр проверяемого изделия		
				наружный диаметр, мм	высота, мм (не более)	масса, кг (не более)
Модель 255(289)	0...200	125:1...20 000:1	0,05±3 %	0,5...350	400	80
Модель 256	0...200	125:1...10 000:1	0,12±5 %	1...350	800; 1300	450
Модель 258	0...50	500:1...10 000:1	0,12±5 %	20...350	1500	300
"Talyrond" mod.51	0...200	50:1...20 000:1	0,025	до 355	254	68
"Talyrond" mod. 2	0...50	50:1...10 000:1	0,025	до 355	1270	450
"Talyrond" mod. 3	0...200	100:1...20 000:1	0,025	до 355	1270	450
"Talyrond" mod. 73	0...200	100:1...200 000:1	0,005	до 355	406	68

Размеры l_1 и l_2 являются координирующими и устанавливают сечения, в которых измеряются предельные отклонения от номинальных значений диаметров d_2 и d_3 (табл. 7.30).

7.30. Основные размеры полых хвостовиков, мм

Обозначения HSK						d_2		l_2	d_3		l_3
						Номин.	Пред. откл.		Номин.	Пред. откл.	
—	—	—	25E	—	19	+0,006 +0,004	2,5	18,15	+0,004 +0,002	6,5	
32A	40B	32C	40D	—	24	+0,007	3,2	23,27	+0,005	7,3	
40A	50B	40C	50D	50F	30	+0,005	4,0	29,05	+0,003		
50A	63B	50C	63D	50E	38	+0,009 +0,006	5,0	36,90	+0,006 +0,003	11,0	
63A	80B	63C	80D	63E	48	+0,011 +0,007	6,3	46,53	+0,007 +0,003	14,7	
80A	100B	80C	100D	—	60	+0,013 +0,008	8,0	58,10	+0,008 +0,003	19,0	
100A	125B	100C	125D	—	75	+0,015 +0,009	10,0	72,60	+0,009 +0,003	24,0	
125A	160B	125C	160D	—	95	+0,018	12,5	91,95	+0,011	32,5	
160A	—	160C	—	—	120	+0,011	16,0	116,00	+0,004		

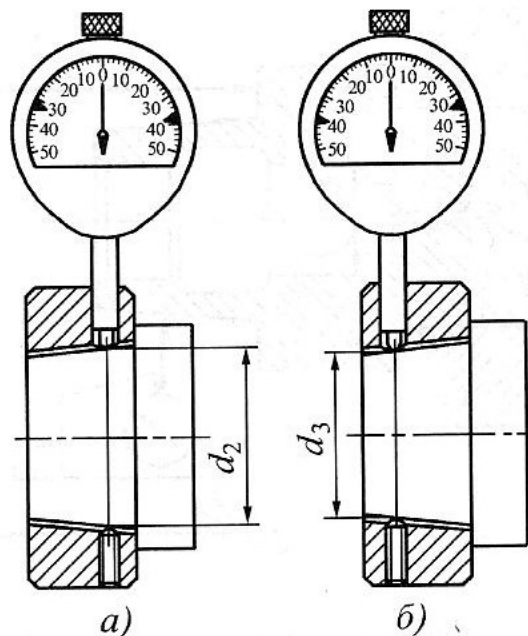


Рис. 7.21. Схема измерений предельных отклонений:

a – диаметра d_2 ; *б* – диаметра d_3

В заводских условиях контроль хвостовиков HSK осуществляют с помощью наборов калибров-колец с установленными микроторами часового типа и поверочным калибром-пробкой по схеме измерений, показанной на рис. 7.21.

Контроль точности формы поперечного сечения (допуск круглости) и прямолинейности образующей может выполняться выборочно для контроля процесса изготовления конуса на тех же приборах, что используются для конусов 7:24 и описаны выше.

Допуск полного биения торца относительно фланца хвостовика базовой оси конуса является суммарным допуском формы и расположения и назначен для обеспечения требований плоскостности торца и его перпендикулярности относительно оси конуса. Эти требования направлены на обеспечение наилучшего контакта хвостовика инструмента с торцовыми поверхностями шпинделей станков.

Контроль этого допуска предусматривает определение разности наибольшего и наименьшего расстояния от точек всей торцовой поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой оси. Схема измерения полного торцового биения предусматривает воспроизведение в пространстве положения базовой оси и последовательное измерение (сканирование) точек торцовой поверхности в направлении, параллельном базовой оси. За результат измерения принимается максимальная разность (размах) значений положений точек поверхности, т.е. расстояние между двумя точками.

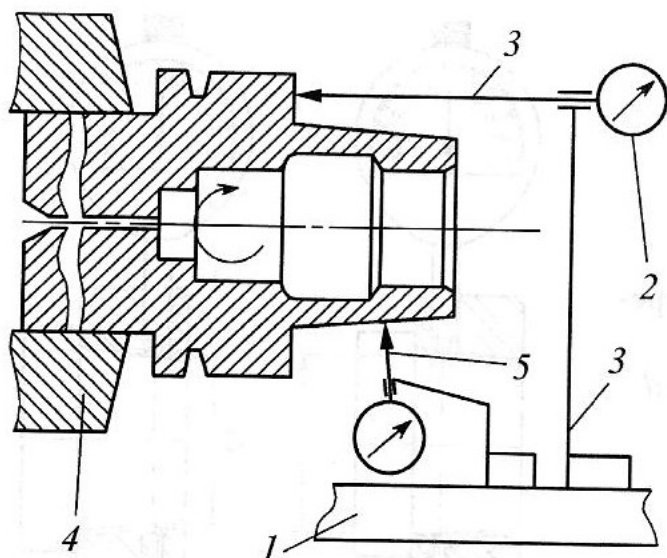


Рис. 7.22. Схема измерения точности хвостовика на станке:

- 1 – станина; 2 – измерительная головка; 3 – штатив;
- 4 – патрон станка;
- 5 – измерительное устройство для измерения биения конической поверхности

Осложнением для контроля данного допуска является требование ГОСТ Р 51547–2000 "выпуклость не допускается" и наличие на торце отверстий. Еще одним фактором, снижающим контролепригодность параметра, является незначительная ширина торца (от 4 до 20 мм в зависимости от типоразмера хвостовика) и ограниченность доступа к торцу.

Если осуществлять обработку конической части и торца хвостовика "за один установ" на прецизионных круглошлифовальных станках, то в этом случае целесообразно обеспечить точность формы и расположения торца технологически, а контроль технологического процесса проводить по обработанной детали, не снимая ее со станка (рис. 7.22).

С этой целью на станке может устанавливаться измерительная головка (например, микатор с ценой деления 0,5 мкм) на жестком штативе. Инструмент с хвостовиком, установленный в патроне станка, проворачивается вручную на полный оборот. При этом точность вращения шпинделя (не более 1 мкм для прецизионного станка) и отсутствие погрешности базирования позволяют точно воспроизвести положение в пространстве базовой оси хвостовика. Одновременно целесообразно изменять биение конической части хвостовика в направлении, перпендикулярном к базирующей конуса.

Для объективного контроля допуска формы и расположения торца необходимы схемы контроля, основанные на применении специальных средств измерения.

Измерение суммарного отклонения формы и расположения торца относительно оси конуса можно также выполнять на координатно-измерительной машине (КИМ). Типовой набор процедур для КИМ включает в себя определение положения в пространстве базовой оси конуса, положения прилегающей плоскости торца и отклонения от перпендикулярности прилегающей плоскости к базовой оси.

Для обеспечения надежности автоматического закрепления хвостовиков HSK в шпинделе необходимо контролировать расстояние l_6 от торца фланца хвостовика до фаски под углом 30° на диаметре d_5 во внутренней канавке (табл. 7.31), предназначенной для размещения захватных кулачков зажимного устройства станка.

7.31. Контролируемые размеры в канавке для кулачков, мм

	Основной размер хвостовиков HSK	l_6 (js10)	d_5 (H11)
	25	7,21	15
32	8,92	19	
40	11,42	23	
50	14,13	29	
63	18,13	37	
80	22,85	46	
100	28,56	58	
125	36,27	73	
160	45,98	92	

7.3. СБОРКА, НАСТРОЙКА И БАЛАНСИРОВКА ИНСТРУМЕНТА

Современный режущий инструмент, в основном, не требует специального обслуживания. При своевременном повороте и смене режущих пластин токарный, фрезерный и сверлильный инструмент надежно работает долгое время. Переточка инструмента и

Sandvik Coromant с соединением "Capto" необходимо наличие специального монтажного приспособления с набором монтажных скоб и втулок.

Для закрепления инструмента в патронах с "термозажимом" обязательно должно быть организовано специальное рабочее место с холодильником для быстрого охлаждения инструмента.

При сборке вспомогательного агрегатированного инструмента контроль его длины, как правило, не производится и осуществляется предварительная, достаточно грубая сборка. В дальнейшем, если нельзя заранее точно настроить инструмент на размер по длине (например, в патронах с "термозажимом", на оправках и т.п.), то необходимо измерять фактический размер вылета инструмента от торца шпинделя и затем вводить коррективы в программу обработки. Расточные оправки обязательно настраиваются на диаметр обработки предварительно с точностью до 1 мкм, в противном случае, приходится настраиваться на размер обработки методом «пробных стружек» с вероятностью получения неисправимого брака. Такие методы на станках с ЧПУ не приемлемы, поэтому необходимо оснащение производства приборами для размерной настройки инструмента.

В России для настройки инструмента на размер разработаны приборы мод. БВ-2027 для инструмента с конусами 7:24 и прибор мод. БВ-2026 для токарных станков.

Предварительная настройка инструмента вне станка обеспечивает значительное сокращение его простоев благодаря совмещению подготовительно-заключительного времени, затрачиваемого на переналадку станка, и вспомогательного времени, затрачиваемого на замену и поднастройку инструмента, с временем работы станка. Предварительная настройка инструмента проводится независимо от конкретной программы. Для этого регламентируются координатные размеры вершин режущей кромки инструмента. Приборы для предварительной настройки инструмента к станкам с ЧПУ, по сравнению со специальными приспособлениями для настройки инструментов на агрегатных станках и станках-автоматах, должны обладать большей универсальностью и гибкостью, т.е. возможностью быстрой переналадки для настройки различных инструментов.

Станки с ЧПУ являются высокоточными автоматизированными станками. Основной предпосылкой, обеспечивающей достижимую точность обработки на этих станках, является точность предварительной настройки инструмента. Следовательно, приборы для предварительной настройки инструмента должны обеспечивать высокую точность настройки инструментов на размер по одной или нескольким координатам. С этой целью базирующие элементы приспособлений должны строго соответствовать базирующим элементам станков, предназначенным для установки вспомогательного инструмента.

Прибор (рис. 7.23) предназначен для предварительной установки в двух горизонтальных координатах как резцов в инструментальных блоках станков токарной группы, так и вращающегося инструмента в оправках и на борштангах станков сверлильной и расточной группы. Прибор состоит из ступенчатой станины 1, на плоскости нижней ступени которой имеются Т-образные пазы для установки переходников-адаптеров (имитирующих базирующие поверхности станков токарной группы для установки инструментальных блоков) или шпиндельной бабки 2 для установки борштанга. На верхней поверхности станины находятся нижняя 3 и верхняя 4 каретки, перемещающиеся соответственно в продольном

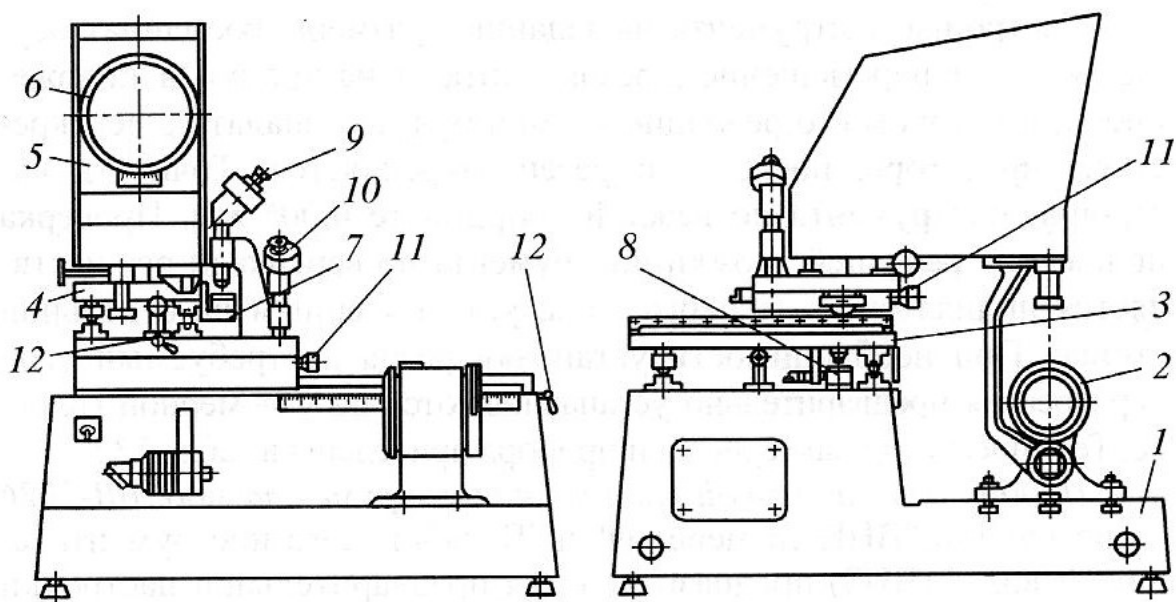


Рис. 7.23. Прибор для размерной настройки инструментальных блоков токарных станков

и поперечном направлениях. На верхней каретке установлено визирное устройство 5, выполненное в виде проекционного микроскопа. На поворотном экране 6 проектора имеется штриховое перекрестие.

Для установки инструментальных блоков на поверхности прибора устанавливаются сменные переходники-адаптеры. Установка адаптера по двум координатам относительно нулевых точек системы отсчета производится по контрольному шаблону, имитирующему две грани резца с определенными размерами относительно базовых поверхностей шаблона. Каретки с проектором устанавливаются на координаты, соответствующие размерам контрольного шаблона. Адаптер с шаблоном устанавливается и закрепляется на станине прибора таким образом, чтобы грани шаблона совпали с перекрестием проектора. Затем калибр снимается с адаптера, и проектор настраивается на размер инструмента согласно координатам, указанным в карте наладки. Предварительная установка проектора на заданные координаты осуществляется перемещением каретки по оптическим шкалам 7 и 8 стеклянных линеек и отсчетным микроскопам 9 и 10. Точная установка проектора осуществляется микрометрическими винтами 11. После установки проектора на заданные координаты положение кареток фиксируется стопорными винтами 12.

Настройка инструмента на заданные размеры координат осуществляется перемещением резца винтами настройки в положение, при котором его режущие кромки будут совпадать с перекрестием проектора, после чего резец закрепляется. Точность настройки инструмента по каждой координате 0,005 мм. Проверка положения режущей кромки инструмента по вертикали осуществляется индикатором часового типа, установленным на отдельной стойке. При необходимости установки резца на требуемый угол перекрестия предварительно устанавливаются по угломерной головке. Технические характеристики прибора приведены в табл. 7.32.

Прибор для размерной настройки инструмента мод. БВ-2026 (конструкции "ВНИИИзмерения" и "Челябинского инструментального завода" (ЧИЗ) предназначен для предварительной настройки режущего инструмента и инструментальных блоков для станков с ЧПУ токарной группы. Установка 72 продольных и поперечных ко-

ординат производится по устройству цифровой индикации, визирирование режущей кромки инструмента – по проектору. Каретка перемещается на шариковых направляющих. Для точной установки координат каретки имеют микроподачи. Технические характеристики прибора приведены в табл. 7.33.

На приборах для размерной настройки инструмента с конусами 7:24 для станков с ЧПУ сверлильно-расточной и фрезерной групп (рис. 7.24) установка координат может производиться по шкалам и отсчетным микроскопам.

Фиксация положения режущей кромки инструмента производится по визирному микроскопу. Прибор позволяет также устанавливать диаметр по индикатору.

7.32. Технические характеристики прибора для настройки резцов (см. рис. 7.23)

Параметр	Величина
Увеличение проектора, раз	30
Линейное поле зрения объектива проектора, мм	6,5
Рабочий участок экрана проектора, мм	200
Расстояние от базовой плоскости основания до режущей кромки инструмента, мм	200±2
Расстояние от режущей кромки инструмента до оправы объектива проектора, мм	80±2
Рабочее перемещение кареток, мм:	
продольное	300
поперечное	200
Предел допускаемой погрешности установки координат, мм:	
поперечной	0,015
продольной	0,015
Цена деления и шаг дискретности, мм	0,001
Габаритные размеры, мм	700×970×960

7.33. Технические характеристики прибора мод. БВ-2026

Параметр	Величина
Рабочее перемещение кареток, мм:	
поперечное	200
продольное	300
Увеличение проектора, раз	30
Цена деления и шаг дискретности, мм	0,001
Предел допускаемой погрешности установки координат, мм:	
поперечной	0,020
продольной	0,025
Линейное поле зрения проектора в плоскости предмета, мм	6,5
Расстояние от режущей кромки инструмента до оправы объектива проектора, мм	80±2
Расстояние от базовой плоскости основания до режущей кромки инструмента, мм	200±2
Габаритные размеры, мм	1230×970×1500

Устройство имеет три исполнения с отсчетными микроскопами и отсчетными навесными устройствами. Состоит из литого основания *1*, в котором размещены шпиндель *4* и механизм грубого *11* и точного *12* перемещений вертикальной каретки. Фиксатор *3* исключает поворот шпинделя *4* во время затяжки инструмента маховиком *2*. На верхней плоскости основания крепится стойка *9* с вертикальной *10* и горизонтальной *8* каретками. Вертикальная каретка перемещается по прямоугольным направляющим посредством ходового винта с шагом 4 мм. На вертикальной каретке находятся также прямоугольные направляющие, по которым перемещается горизонтальная каретка. Горизонтальная каретка предназначена для проверки и установки размера по диаметру. На горизонтальной каретке закреплено визирное устройство с микроскопом М-125, предназначенное для фиксации положения настраиваемого инструмента на заданный размер как по диаметру, так и по вылету. Шкала горизонтального размера визирующего устройства

также закреплена на горизонтальной каретке и снабжена индикатором 1-МИГ. Перемещение горизонтальной каретки осуществляется маховиком 14 посредством ходового винта с шагом 2 мм.

В качестве отсчетных устройств применены микроскопы: МОС-21 – для горизонтального отсчета; МО-В – для вертикального отсчета. Техническая характеристика прибора приведена в табл. 7.34.

Настройка инструмента с помощью прибора осуществляется следующим образом. Маховиком грубого перемещения 11 перемещают вертикальную каретку, ориентируясь по шкале линейки 13.

Устанавливают лимб микроскопа 6 на отметку "0". Маховиком 14 перемещают горизонтальную каретку в положение, когда отметка с цифрой "0" шкалы микроскопа 7 совместится с цифрой «0» шкалы линейки горизонтального отсчета.

Действительный размер вылета инструмента считывают со шкалы линейки 13 и с лимба микроскопа 6. Установка прибора на заданный размер по диаметру включает в себя два режима: установка прибора на заданный размер по диаметру и определение диаметра инструмента.

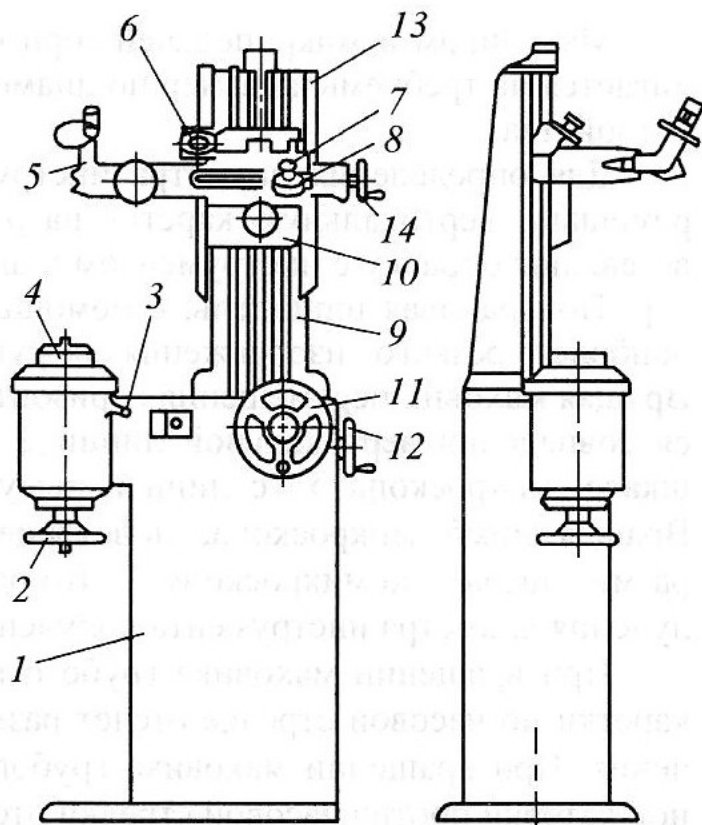


Рис. 7.24. Прибор для размерной настройки инструмента

7.34. Технические характеристики прибора для настройки инструмента с конусом 7:24 (см. рис. 7.24)

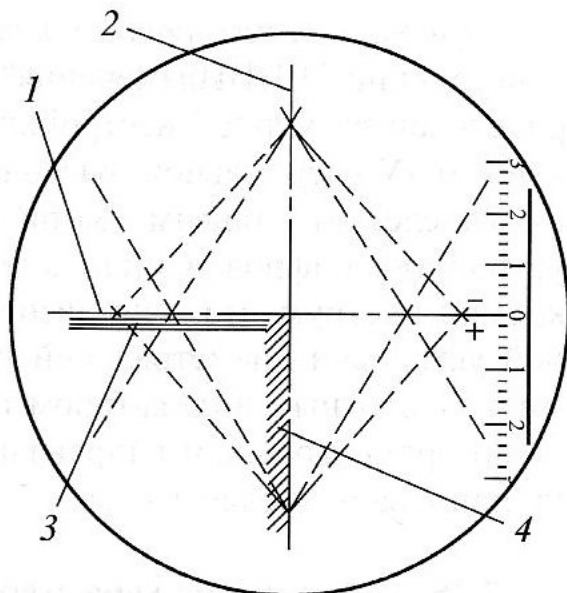
Параметр	Величина
Диаметр настраиваемого инструмента, мм	0...300
Вылет настраиваемого инструмента, мм	70...400
Увеличение визирного микроскопа, раз	30
Линейное поле зрения микроскопа, мм	7,0
Рабочее расстояние микроскопа, мм	60
Установка координат микроскопами:	
по диаметру	МОС-21
по вылету	МО-В
Цена деления индикатора, мм	0,001
Цена деления отсчетного устройства, мм:	
по диаметру	0,001
по вылету	0,01
Габаритные размеры, мм	740×440×530

Маховиком и микроподачей горизонтальная каретка устанавливается на требуемый размер по диаметру с помощью отсчетного устройства.

Для определения диаметра инструмента предварительно перемещают вертикальную каретку на размер вылета инструмента, вставляют оправку с инструментом в шпиндель, ослабляют фиксатор. Поворачивая шпиндель, с помощью микроскопа добиваются наиболее резкого изображения режущей кромки инструмента. Вращая маховик перемещения горизонтальной каретки, добиваются совпадения вертикальной линии 2 (рис. 7.25), нанесенной на шкале микроскопа 5, с линией режущей кромки инструмента. Вращая лимб микроскопа, подстраивают прибор. Полученный размер читают по микроскопу 7. Это радиус инструмента. Для получения диаметра инструмента полученный размер удваивают.

При вращении маховика грубого перемещения вертикальной каретки по часовой стрелке отсчет размера идет в сторону увеличения. При вращении маховика грубого перемещения вертикальной каретки против часовой стрелки отсчет размера идет в сторону

Рис. 7.25. Шкала микроскопа:
 1 – горизонтальная линия в окуляре микроскопа; 2 – вертикальная линия в окуляре микроскопа;
 3 – положение режущей кромки инструмента при настройке прибора на вылет инструмента;
 4 – положение режущей кромки инструмента при измерении диаметров инструмента



уменьшения. При вращении маховика точного перемещения вертикальной каретки на себя отсчетный размер увеличивается, при вращении от себя – уменьшается.

Установка прибора на заданный размер вылета осуществляется следующим образом. Маховиком грубого перемещения 11 устанавливают предварительный размер, пользуясь шкалой линейки 13. Затем с помощью маховика точного перемещения 12 устанавливают требуемый размер, пользуясь отсчетным устройством.

Для измерения действительного вылета инструмента маховиком грубого перемещения 11 перемещают вертикальную каретку на размер, приблизительно равный размеру вылета исследуемого инструмента. Вертикальная каретка в этом случае не мешает вставлять оправку с инструментом в шпиндель. После этого ослабляют фиксатор 3. Пользуясь микроскопом 5 визирного устройства и поворачивая шпиндель 4, добиваются такого положения инструмента, когда изображение режущей кромки инструмента, видимое в окуляр микроскопа, будет наиболее четким, а края режущей кромки будут видны наиболее резко. В этом положении наиболее резкого изображения фиксатором стопорят шпиндель. Маховиком 2 зажимают инструмент, а маховиком 12 точного перемещения вертикальной каретки добиваются совмещения горизонтальной линии 1 (см. рис. 7.25), видимой в окуляр микроскопа, с линией режущей кромки инструмента.

Прибор для размерной настройки инструмента мод. БВ-2027 конструкции "ВНИИИзмерения" и ЧИЗ предназначен для предварительной размерной настройки режущего инструмента для станков с ЧПУ сверлильной, расточной и фрезерной групп, а также к многоцелевым станкам. Установка координат производится по устройству цифровой индикации, фиксации положения режущей кромки инструмента – по визирному микроскопу. Для более точной установки диаметральной координаты прибор комплектуется многооборотным индикатором типа 1-МИГ. Каретки перемещаются по прямоугольным направляющим. Технические характеристики прибора приведены в табл. 7.35.

7.35. Технические характеристики прибора мод. БВ-2027

Параметр	Величина
Размеры настраиваемого инструмента, мм:	
по диаметру	0...300
по вылету	124...400
Шаг дискретности, мм	0,001
Цена деления индикатора 1-МИГ, мм	0,001
Увеличение микроскопа М-12, раз	30
Рабочее расстояние микроскопа М-12, мм	60
Погрешность установки координат, мм:	
по диаметру	0,015
по вылету	0,030
Габаритные размеры, мм	1450×500×1530

При настройке инструмента вне станка не обеспечивается высокая точность обработки заготовок вследствие наличия ряда погрешностей: настройки инструмента вне станка; установки инструмента; износа инструмента; геометрических погрешностей станка, а также погрешностей, вызванных тепловыми деформациями и деформациями технологической системы.

Производители предлагают широкий выбор приборов для размерной настройки инструмента, отличающихся степенью автоматизации.

Автоматизированные приборы имеют шпиндель повышенной точности с радиальным биением менее 2 мкм, при повторяемости положения инструментов в шпинделе в пределах 1 мкм. Приборы имеют пневматический зажим салазок для обеих осей, электронную тонкую настройку, кнопку управления одной рукой, сенсорную клавиатуру для проведения операций зажима и разжима инструмента. Телевизионная камера с самофокусирующимся объективом и программным обеспечением для измерений и настройки любых инструментов автоматически распознает формы режущих кромок и показывает режущую кромку на цветном мониторе 17" с 35-кратным увеличением.

По заказу в комплект прибора может быть включен принтер для распечатки результатов измерений.

Автоматизированная настройка инструмента непосредственно на станке путем измерения отклонения размеров инструмента с учетом погрешностей его установки позволяет передать в систему ЧПУ требуемые коррекции положения инструмента. При этом отпадает необходимость точной предварительной настройки инструмента на приборах, поскольку предварительная настройка необходима лишь в пределах нескольких миллиметров.

Для автоматического измерения инструмента непосредственно на станках применяют измерительные щупы-датчики касания (с дискретным сигналом). Датчики могут быть установлены на корпус передней бабки токарного станка (рис. 7.26, а), выполнены выдвижными, перемещаемыми в рабочую позицию на точных направлениях (рис. 7.26, б и в), либо откидными, установленными на откидном рычаге (рис. 7.26, г).

Перед началом работы станка измерительный щуп калибруется в автоматическом цикле посредством эталонного инструмента для определения действительного расстояния между точкой отсчета станка и щупом. После поворота револьверной головки перед началом обработки режущая кромка каждого резца по программе подводится к щупу датчика, для автоматического измерения в зоне обработки. Щуп посредством кабеля через интерфейс соединен с УЧПУ станка. В момент касания режущей кромки инструмента с щупом возникает электрический сигнал, воспринимаемый УЧПУ. Таким образом фиксируется фактическое положение режущей

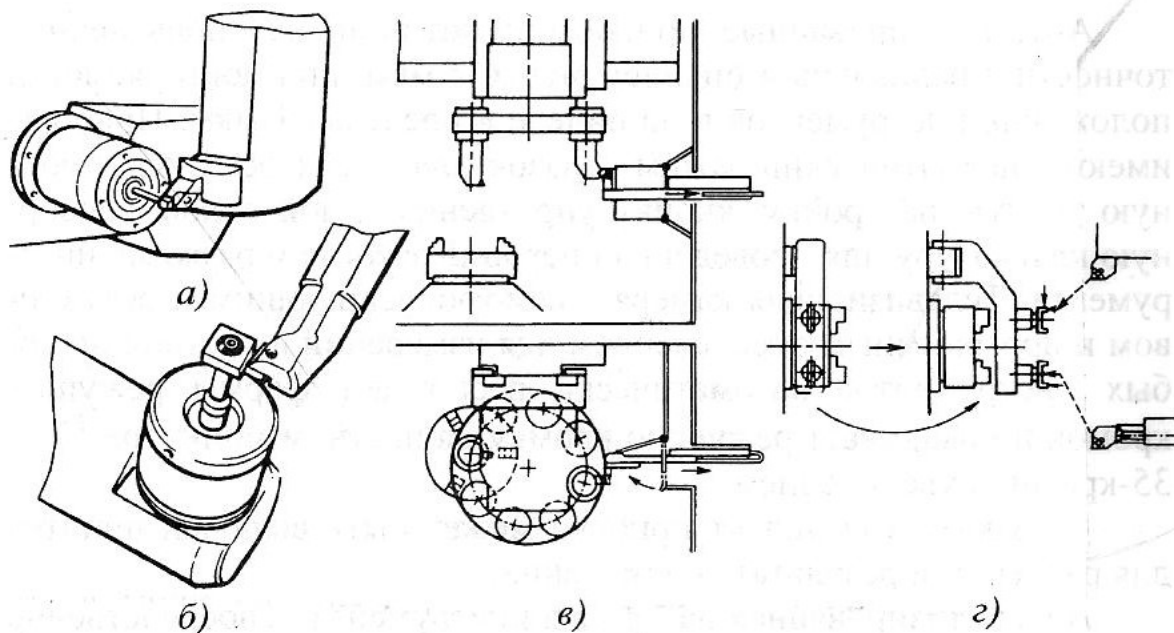


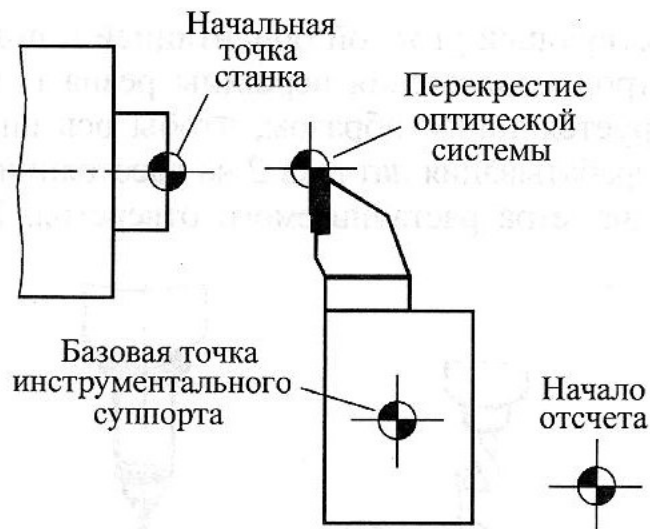
Рис. 7.26. Схемы установки датчиков касания на токарных станках

кромки инструмента, которое сопоставляется в УЧПУ с заданным в программе, после чего рассчитывается необходимая коррекция позиционирования режущей кромки инструмента. Повторное измерение инструмента позволяет вносить коррекцию его положения.

Для автоматической настройки инструмента на токарных станках может быть использован метод АТС (Automatic Tool Calculation) – метод автоматического расчета установочных размеров инструмента. При применении этого метода инструменты в револьверной головке токарного станка могут быть установлены произвольно.

С помощью электронного маховика инструменты револьверной головки последовательно устанавливаются под перекрестием расположенной в зоне работы инструментов оптической системы, которая находится в заданной точке координатной системы станка (рис. 7.27). Координаты перекрестия оптической системы в качестве параметра станка хранятся в памяти системы управления, что позволяет автоматически рассчитывать установочные размеры инструментов. Эти размеры передаются в систему управления для коррекции программы при определении траектории режущих кромок. Этот метод обеспечивает точность позиционирования 0,02 мм по диаметру.

Рис. 7.27. Схема автоматической настройки инструмента на токарных станках с ЧПУ



Для автоматической настройки инструмента на многооперационных станках измерительное устройство устанавливают на столе станка вне рабочей зоны. Перед началом обработки стол станка и шпиндельная бабка по программе выводятся в положение, при котором соответствующий режущий инструмент доводится до касания с щупом датчика измерительного устройства, выдающим сигнал, указывающий положение вершины режущей кромки относительно начала отсчета. Разность между фактическим положением режущей кромки и заданным положением определяет величину необходимой коррекции. Оценка полученной информации с помощью микропроцессора обеспечивает формирование корректирующего сигнала. Схема контроля положения режущей кромки сверла показана на рис. 7.28, а.

На рис. 7.28, б показана схема измерения длины сверла 1 посредством щупа 2 пневматической головки 3; на рис. 7.28, в – схема измерения длины вылета режущей кромки расточного резца 1 посредством щупов 3 и 2 пневматических головок 4. Щупы под давлением сжатого воздуха выдвинуты. При контактировании инструмента с щупом головки создаются два точно повторяемых электрических сигнала, соответствующих допуску ± 1 мкм.

На рис. 7.29 показана схема автоматизации размерной настройки вершины резца расточной головки. На шпиндельной бабке 6 станка установлены привод 5 оправки 3 расточной головки 4 и привод 7 зажима оправки 3, а на столе 1 станка закреплен датчик 2. После установки расточного устройства в шпиндель 8 с соответ-

ствуюющей угловой ориентацией и подвода стола 1 в позицию контроля положения вершины резца шпиндельная бабка позиционируется таким образом, чтобы ось шпинделя находилась от точки срабатывания датчика 2 на расстоянии, равном половине требуемого диаметра растачиваемого отверстия. Приводы 5 и 7 обеспечивают

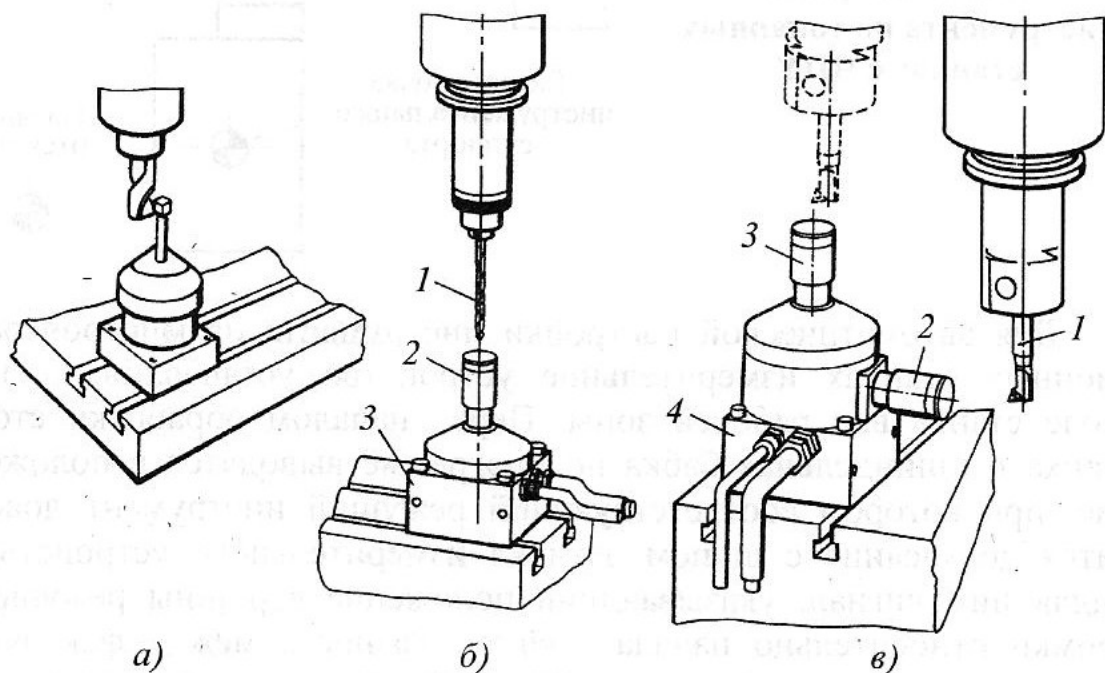


Рис. 7.28. Схемы установки датчиков касания на многооперационных станках

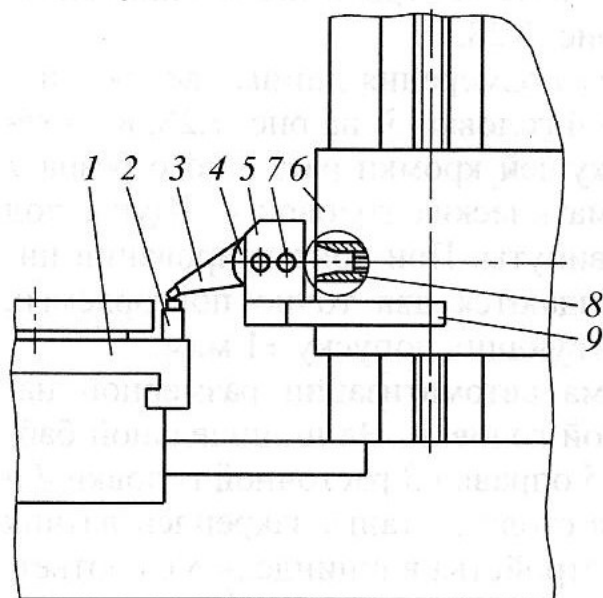


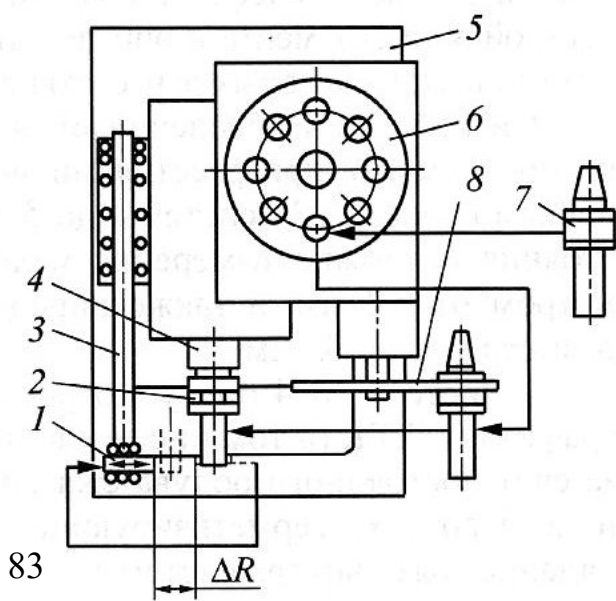
Рис. 7.29. Схема размерной настройки расточного инструмента на станке

разжим оправки 3 и ее радиальное перемещение. Вершина резца взаимодействует с датчиком 2, оправка 3 зажимается. Шпиндельная бабка и стол отводятся в позицию для обработки, приводы 5 и 7 отводятся приводом 9 из зоны резания и производится растачивание оправкой 3.

На рис. 7.30 показано устройство автоматического контроля радиального положения вершины резца. Расточная головка 7 из магазина 6 станка 5 посредством устройства 8 автоматической смены инструмента устанавливается в шпиндель 4 таким образом, что вершина резца ориентируется в радиальном суппорте 2 в направлении отсчетного устройства 1. Ползун 3, смонтированный на шпиндельной бабке, выдвигает отсчетное устройство 1 на величину ΔR , соответствующую вылету вершины резца расточной головки. Отсчетное устройство 1 может перемещаться под действием силы от движения вершины резца.

После указанной ориентации расточной головки отсчетное устройство 1 смещается до касания вершины резца, радиальный суппорт перемещается из одного предварительно установленного положения в другое, при этом под действием силы подачи перемещается и отсчетное устройство 1 до срабатывания смонтированного в нем датчика (например, фотоэлектронного), дающего команду на останов радиального суппорта в положении, соответствующем начальному диаметру в диапазоне работы расточного устройства. Затем отсчетное устройство 1 отводится из зоны обработки и про-

Рис. 7.30. Устройство автоматического контроля радиального положения вершины резца



Список литературы

1. Станочные приспособления: Справочник в 2-х т./Ред. Совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. – М., Машиностроение, 1984. – Т.2/Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского, 1984. – 656 с.
2. Митрофанов С.П. Групповая технология машиностроительного производства // Л.: Машиностроение, 1983. – Т.1. – 404 с., Т.2. – 376 с.
3. Чеканов В.Е. Устройство для проверки лекальных линеек // Машиностроитель. – 1985. – №8. – С. 47.
4. Горелов А.Б. Измерительные устройства // Машиностроитель. – 1984. – № 12. – С. 40.
5. Чеканов В.Е. Измерительные устройства // Машиностроитель. – 1986. – №2. – С. 45.
6. Семенов А.Н. Контроль точных поверхностей // Машиностроитель. – 1986. №3. – С. 33.
7. Варданян С.О. Устройство для измерения конусов // Машиностроитель. – 1987. – №9. – С. 22.
8. Прибор для контроля линейных размеров // Машиностроитель. – 1985. – №1. – С.28.
9. Индикаторный прибор // Машиностроитель. – 1985. – №7. – С.20.
10. Любченко Ю.Н. Приспособление для контроля допусков // Машиностроитель. – 1985. – №3. – С.15.
11. Гельберг Б.Т., Штейнгатт Л.Ш., Бородин А.П. Контроль шариковых пар // Машиностроитель. – 1986. – №6. – С.27.
12. Задевалов Г.Я. Приспособление для контроля перпендикулярности // Машиностроитель. – 1986. – №6. – С.26.
13. Чертоусов А.А. Приспособление для контроля шпоночных пазов // Машиностроитель. – 1987. – №1. – С.45.
14. Рябцев В.Ф. Приспособление для контроля прямолинейности образующих валов // Машиностроитель. – 1987. – №1. – С.45.

15. Иделевич А.Я. Приспособление для контроля фланцев шпинделей // Машиностроитель. – 1984. – №12. – С.40.
16. Родина А.А. Шаблон для контроля фасок // СТИН. – 1965. – №6. – С.42.
17. Аверкин Л.Г. Штангенциркуль со специальными губками // СТИН. – 1965. – №6. – С.42.
18. Высоцкий А.В., Комаров Б.Ф., Серебряков А.С. Штангенциркуль с отсчетом показаний по круговой шкале // Машиностроитель. – 1985. – №4. – С.29.

Учебное издание

МАСЛОВ

Андрей Руффович

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ**
Альбом контрольно-измерительных приспособлений

Издательство МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2024