

621
А53

В

Ю. С. Степанов
Б. И. Афонасьев
А. Г. Схиртладзе
А. Е. Щукин
А. С. Ямников

ДЛЯ ВУЗОВ

**АЛЬБОМ
КОНТРОЛЬНО-
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ
ПРИСПОСОБЛЕНИЙ**

МАШИНОСТРОЕНИЕ

В

ДЛЯ ВУЗОВ

Ю. С. Степанов

Б. И. Афонасьев

А. Г. Схиртладзе

А. Е. Щукин

А. С. Ямников

АЛЬБОМ КОНТРОЛЬНО- ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Под общ. ред. Ю. С. Степанова

Рекомендовано Министерством общего и профессионального образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств", специальностям "Технология машиностроения", "Металлорежущие станки и инструменты", "Автоматизация технологических процессов и производств", "Автоматизация и управление".



МОСКВА "МАШИНОСТРОЕНИЕ" 1998

ББК 34.63
А56
УДК 621.735.(075.8)

Рецензенты:

Засл. деятель науки и техники РФ,
профессор, д. т. н. И. А. Коганов,
профессор, д. т. н. С. Ф. Корндорф

Авторы:

**Ю. С. Степанов, Б. И. Афонасьев, А. Г. Схиртладзе,
А. Е. Щукин, А. С. Ямников**

А56 Альбом контрольно-измерительных приспособлений: Учебное пособие для вузов /
Ю. С. Степанов, Б. И. Афонасьев, А. Г. Схиртладзе, А. Е. Щукин, А. С. Ямников. / Под общ. ред.
Ю. С. Степанова. - М.: Машиностроение, 1998. - 184 с.

ISBN 5-217-02885-8

В альбоме приведены сведения по метрологическому обеспечению изготовления изделий, кратко излагаются методические основы выбора и проектирования контрольно-измерительных приспособлений, даны конструкции контрольно-измерительных приспособлений по группам в зависимости от типа контролируемых деталей: для корпусов, валов, фланцев, дисков, рычагов и др.

Учебное пособие предназначено для студентов вузов, а также инженерно-технических работников, занимающихся вопросами проектирования технологической оснастки.

ББК 34.63

ISBN 5-217-02885-8

© Ю. С. Степанов, Б. И. Афонасьев,
А. Г. Схиртладзе, А. Е. Щукин, А. С. Ямников, 1998 г.
© Издательство "Машиностроение", 1998 г.

Введение

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) является неотъемлемой частью производственного процесса. Отдельные элементы системы разрабатываются (определяются) одновременно с разработкой технологии производства и в обязательном порядке фиксируются в соответствующей технологической документации [39].

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 % от себестоимости продукции. В металлообрабатывающей промышленности они составляют 8 - 15 % затрат производства, причем 90 - 95 % этих затрат относятся к контролю линейных и угловых размеров. Затраты времени на разработку технологии контроля одной детали составляют в зависимости от ее сложности от 5 - 6 часов до нескольких недель. Затраты времени на контроль этой детали - от 40 мин до нескольких часов. Например, при изготовлении поршневого авиационного двигателя выполняют 130 тыс. операций, из них 50 тыс. операций - контрольно-измерительные. Трудоемкость контроля деталей двигателя составляет до 35 % трудоемкости их механической обработки. На каждую тысячу наименований деталей и сборочных единиц приходится в среднем не менее 3 - х тысяч операций контроля [39].

Технический контроль должен охватывать весь технологический процесс для предупреждения с заданной вероятностью пропуска дефектных заготовок, деталей и сборочных единиц при последующем изготовлении изделий. Кроме того, операции технического контроля должны предусматривать получение информации для регулирования технологического процесса.

Альбом контрольно - измерительных приспособлений (КИП) предназначен для студентов машиностроительных вузов, изучающих дисциплины "Технология машиностроения", "Проекти-

рование технологической оснастки", "Технология автоматизированного производства", "Автоматизация производственных процессов", "Автоматизация и управление" в качестве учебного пособия при выполнении курсовых и дипломных проектов, а также бакалавров, по направлению Т5529 и может быть использован в средних специальных заведениях.

Как показывает практика, при разработке технологических процессов механической обработки деталей и сборки узлов наибольшие трудности студенты испытывают при проектировании процессов и операций технического контроля, а также специальных средств их технологического оснащения. Поэтому в альбоме приведены примеры конструкций КИП, созданных на основе использования и модернизации универсальных средств измерения и контроля, а также конструкции специальных контрольных приспособлений для конкретных деталей как новейших конструкций, так и уже широко применяемых в машиностроении.

Рассредоточенные по многочисленным литературным источникам, конструкции КИП представлены по группам в зависимости от типа контролируемых деталей: для корпусных, валов, фланцев, дисков, рычагов, и др. Ряд представленных КИП заимствован из опыта работы предприятий машино - и приборостроения регионов России и стран СНГ.

Кратко излагаются методические основы выбора и проектирования КИП.

Учебное пособие может быть полезно для инженеров и специалистов, занимающихся совершенствованием и разработкой технического контроля.

Приборы активного контроля и управления, а также КИП для контроля зубчатых колес в учебном пособии не рассматриваются, так как эти вопросы хорошо освещены в справочной и научно - технической литературе, основную из которых авторы внесли в библиографический список [1, 2, 4, 5, 7, 9, 17, 18, 24, 25, 37, 38, 44].

Авторы приносят искреннюю благодарность проф. И. А. Коганову, проф. С. Ф. Корндорфу, доц. И. К. Ефремову за ценные пожелания и советы по улучшению содержания книги, сотрудникам кафедры "Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты" Орел ГТУ А. Н. Дерли, М. С. Ветровой, А. А. Грядуну и аспиранту М. Ф. Селеменеву за большую помощь при подготовке рукописи к изданию, редактору книги И. Н. Жестковой за плодотворное сотрудничество, а также спонсо-

ру издания - Ливенскому ПМК "Орелгазстрой" в лице ее директора И. И. Гончарова.

1. Краткие сведения по метрологическому обеспечению изготовления изделий

1.1. Общие положения

1.1.1. Основные термины и определения

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

Качество продукции - это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее способность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Дополняющим к качеству понятием является надежность.

Надежность - свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и в условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования.

В понятие надежность входит безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость в зависимости от назначения изделия и условий эксплуатации. Высокую надежность нельзя обеспечить без соответствующего качества.

Качество продукции характеризуется многочисленными параметрами, которые оцениваются через измерения.

Измерение - нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Погрешность измерения - отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

Средство измерений (СИ) - техническое средство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические свойства.

СИ классифицируются на *меры, измерительные приборы, измерительные преобразователи, измерительные установки и измерительные системы.*

Мера - СИ, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера (например, гиря - мера массы; измерительный резистор - мера электрического сопротивления; плоскопараллельные меры длины; угловые меры ...).

Измерительный прибор - СИ, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем (например, микрометр, инструментальный микроскоп).

Измерительный преобразователь - СИ, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем (например, индуктивный преобразователь, пневматический преобразователь измерительного прибора).

Измерительная установка - совокупность функционально объединенных СИ (мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей) и вспомогательных устройств, предназначенная для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для непосредственного восприятия наблюдателем, и расположенная в одном месте (например, установка для проверки плоскопараллельных концевых мер длин, установка для измерения удельного сопротивления электротехнических материалов, установка для испытаний магнитных материалов).

Измерительная система - совокупность СИ (мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей и вспомогательных устройств), соединенных между собой каналами связи, предназначенная для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для автоматической обработки, передачи и (или) использования в автоматических системах управления.

Метод измерений - совокупность приемов использования СИ.

Под принципом измерений понимают физическое явление или совокупность физических явлений, положенных в основу измерений.

В зависимости от способа получения результатов измерения разделяют на *прямые, косвенные, абсолютные и относительные.*

Основными методами прямых измерений являются *метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой*

(дифференциальный, противопоставления, совпадений, нулевой и замещения).

В зависимости от числа одновременно выявляемых размерных параметров методы и средства подразделяются на *дифференцированные (поэлементные) и комплексные*.

Метрологические параметры СИ: номинальное значение меры, действительное значение меры, отсчет, показания прибора (СИ), диапазон измерений, предел измерений, чувствительность измерительного прибора, нормальные условия применения СИ.

Погрешность измерения - отклонение результатов измерения от истинного значения измеряемой величины.

Контроль (технический контроль) - проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям.

Вид контроля - классификационная группировка контроля по определенному признаку.

Метод контроля - правила применения определенных принципов и средств контроля.

Средство контроля (СК) - техническое устройство, вещество и (или) материал для проведения контроля.

Система контроля - совокупность средств контроля, исполнителей и определенных объектов контроля, взаимодействующих по правилам, установленным соответствующей нормативной документацией.

Объект технического контроля - подвергаемая контролю продукция, процессы ее создания, применения, хранения, технического обслуживания и ремонта, а также соответствующая техническая документация.

Дефект - каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям.

Контролепригодность - свойство изделия, обеспечивающее возможность, удобство и надежность его контроля при изготовлении, испытаниях, техническом обслуживании и ремонте (ГОСТ 19919 - 74).

1.1.2. Виды контроля

Контроль - это проверка соответствия норме, которая устанавливается заранее, а проверка соответствия ей заканчивается принятием решения: "соответствует - не соответствует", "годное изделие - брак" и т. п.

Любой контроль основан на измерении. Во всех без исключения случаях результат контроля является случайным, т. е. может рассматриваться лишь с той или иной вероятностью.

Контроль может осуществляться инструментальным или экспертным методами.

Инструментальный метод контроля называется техническим контролем (ТК).

Экспертный метод контроля применяется, когда ТК невозможен или экономически нецелесообразен.

Разновидностью экспертного метода считается органолептический контроль, основанный на использовании органов чувств человека в качестве средств контроля: осязания, обоняния, зрения, слуха и вкуса.

Часто органолептический контроль сочетается с инструментальным (техническим) и называется комбинаторным.

В соответствии с ГОСТ 16504 - 81 виды контроля классифицируются по различным признакам.

По объекту контроля различают контроль качества продукции, товарной и сопроводительной, технической документации, технологической дисциплины, технологического процесса; средств технологического оснащения, прохождения рекламаций, соблюдение условий эксплуатации и квалификации исполнителей.

По степени механизации и автоматизации ТК может быть ручным ($t_p / t_\Sigma > 0,5$), автоматизированным (полуавтоматическим) ($0,02 \leq t_p / t_\Sigma \leq 0,5$) и автоматическим ($t_p / t_\Sigma < 0,02$), где t_p - время, затрачиваемое на ручные операции контроля, t_Σ - общее (суммарное) время контроля.

По стадиям создания и существования продукции ТК делится на *производственный* и *эксплуатационный*.

Производственный контроль, как правило, охватывает все вспомогательные, подготовительные и технологические операции.

Объектами *эксплуатационного контроля* могут быть эксплуатируемые изделия и процесс эксплуатации.

Он бывает *входным*, *профилактическим* (необязательным) и *текущим* (обязательным).

По этапам процесса производства различают *входной*, *операционный*, *приемочный* и *инспекционный контроль*.

Входному контролю подвергают сырье, исходные материалы, полуфабрикаты, комплектующие изделия, техническую документацию и т. д., т. е. все то, что используется при изготовлении, ре-

монте или эксплуатации продукции. Эффективность входного контроля оценивается коэффициентом:

$$k = (n_1 / (n_1 + n_2)) \times 100,$$

где n_1 - число изделий, забракованных при входном контроле; n_2 - число изделий, забракованных на последующих стадиях технологического процесса.

Операционный контроль - контроль продукции или процесса во время выполнения или после завершения технологической операции.

Приемочный контроль - контроль продукции (готовых изделий, сборочных и монтажных единиц и т. д.), по результатам которого принимается решение о ее пригодности к поставкам и (или) использованию.

Инспекционный контроль - контроль осуществляемый специально уполномоченными лицами с целью проверки эффективности ранее выполненного контроля (ГОСТ 16504 - 81). В зависимости от того, какая организация уполномочила представителя, различают *ведомственный, межведомственный, вневедомственный, государственный* (ГОСТ 15467 - 79) контроль.

По влиянию на объект контроля различают неразрушающий и разрушающий контроль.

Неразрушающий контроль - метод контроля, при котором не должна быть нарушена пригодность объекта к применению.

В зависимости от природы физических полей и излучений неразрушающего контроля подразделяются на 9 основных групп (ГОСТ 18353 - 79):

акустические (методы свободных колебаний, резонансные, эмиссионные, импедансные, эхоимпульсные, теневые, велосимметричные и пр.);

радиационные (гамма - излучения, бета - излучения, нейтронные, позитронные, рентгеновские);

оптические (методами прошедшего, отраженного и собственного излучения);

радиоволновые (прошедшего, отраженного и собственного излучения);

тепловые (прошедшего, отраженного и собственного излучения);

магнитные (магнитопорошковые, магнитографические, феррозондовые, индукционные, пондермоторные, магнитопроводниковые);

вихревые (с проходными, накладными, экранными и комбинированными преобразователями);

электрические;
проникающих веществ.

Разрушающий контроль - метод контроля, при котором может быть нарушена пригодность объекта к применению.

По полноте охвата контроль может быть сплошным, выборочным, летучим, непрерывным и периодическим.

Сплошной контроль - контроль каждой единицы продукции в партии.

Выборочный контроль - контроль, при котором решение о контролируемой совокупности или процессе принимают по результатам проверки одной или нескольких выборок (ГОСТ 15895 - 77). Его принимают при большой трудоемкости контроля, при разрушающих методах, на операциях, выполняемых на автоматических и поточных линиях, на станках с ЧПУ, ГПМ, ГАП, ГПС.

Статистический контроль качества - контроль качества, при котором используются статистические методы (ГОСТ 15895 - 77).

Статистический приемочный контроль качества продукции - выборочный контроль качества продукции, основанный на применении методов математической статистики для проверки соответствия качества продукции установленным требованиям (ГОСТ 15895 - 77). Подробнее о статистическом контроле качества можно познакомиться в работах [30, 40]. Там же дана подробная классификация видов статистического приемочного контроля по числу ступеней контроля, по виду тестовой статистики, по характеру регистрируемой информации, по способу поступления продукции на контроль, по корректируемости процедуры контроля (ГОСТ 16493 - 70; 18242 - 72; 20736 - 75; 24660 - 81).

Летучий контроль - контроль, проводимый в случайное время. Случайность обуславливает внезапность и незапланированность контроля во времени.

Непрерывный контроль - контроль, при котором поступление информации о контролируемых параметрах происходит непрерывно. Обычно такой контроль бывает автоматическим.

Периодический контроль - контроль, при котором поступление информации о контролируемых параметрах происходит через установленные интервалы времени. Период контроля может быть как меньше, так и больше времени одной технологической опера-

ции. При их равенстве периодический контроль становится операционным (или послеоперационным).

По применяемым СК различают измерительный, регистрационный, органолептический, визуальный контроль и технический осмотр.

Измерительный контроль - контроль, осуществляемый с применением средств измерений.

Регистрационный контроль - контроль, осуществляемый регистрацией значений контролируемых параметров продукции или процессов.

Визуальный контроль представляет собой органолептический контроль, осуществляемый органами зрения.

Технический осмотр - контроль, осуществляемый в основном при помощи органов чувств и, в случае необходимости, средств контроля, номенклатура которых установлена соответствующей документацией.

По исполнителям контроль подразделяется на **самоконтроль** (проводится рабочим, оператором, наладчиком); **контроль, выполняемый мастером**; **контроль ОТК** (осуществляется контролером или мастером ОТК); **инспекционный контроль**.

По характеру воздействия на ход производственного (технологического) процесса контроль делится на пассивный и активный.

Пассивный контроль осуществляется после завершения либо отдельной технологической операции, либо всего технологического цикла изготовления детали или изделия. **Активный** - предусматривает использование результатов контроля для корректировки изготовления продукции.

По месту проведения различают **подвижный** и **стационарный**.

По числу измерений различают **однократный** и **многократный контроль**.

По числу контролируемых признаков - контроль химических, физических, геометрических и функциональных параметров объекта; контроль технического состояния, работоспособности, функционирования.

1.1.3. Классификация средств контроля

СК классифицируют [39]:

По типу контролируемых величин:

- геометрических;

- механических;
- параметров потока, расхода, уровня, объема вещества;
- давления и вакуума;
- времени и частоты;
- физико - химического состава и свойства вещества;
- теплофизических и температурных величин;
- электрических и магнитных величин;
- радиоэлектрических величин;
- акустических величин;
- оптических и оптикофизических величин;
- ионизирующих излучений и ядерных констант.

По типу контролируемых геометрических величин

различают СК:

- линейных размеров (калибры, СК больших длин и диаметров);
- сложных деталей (зубчатых колес, шпоночных и шлицевых соединений, резьб);
- углов и конусов;
- формы и расположения поверхности;
- шероховатости;
- толщины покрытия.

По способу измерения различают СК абсолютные и относительные, которые подразделяют на прямые, разностные и косвенные; контактные и бесконтактные; статические, кинематические и динамические;

По месту расположения относительно средств технологического оснащения или объекта СК бывают наружными, встроенными и комбинированными;

По сложности и составу элементов конструкций СК подразделяют на инструменты, приспособления, приборы и оборудование;

По степени механизации и автоматизации - ручные, механизированные, полуавтоматические и автоматические;

Многие классификационные признаки видов контроля, рассмотренные ранее, совпадают с классификационными признаками СК.

1.1.3.1. Типы средств контроля линейных размеров

Меры длины:

концевые плоскопараллельные,

штриховые (штриховые метры, рулетки, масштабные линейки, лимбы).

Щупы;

Штангенинструмент:

штангенциркули;
штангенглубиномеры;
штангенрейсмусы.

Микрометрический инструмент:

микрометры;
микрометрические глубиномеры.

Приборы:

рычажно - механические: индикаторы (многооборотные, рычажно - зубчатые, часового типа); измерительные головки: с рычажно - зубчатой передачей [пружинные (микроракторы), пружинно - оптические (оптикаторы), пружинные малогабаритные (микроракторы), рычажно - пружинные (миникаторы), рычажнозубчатые]; высокой точности; нутромеры, толщиномеры, стенкомеры, глубиномеры; скобы с отсчетным устройством (рычажные, индикаторные); рычажные микрометры и скобы;

пневматические (рычажные скобы; длинномеры низкого и высокого давления), измерительные приборы;

для дистанционных измерений;

оптико - механические и оптические: оптимеры, длинномеры оптические, измерительные машины (установки), измерительные микроскопы, проекционные приборы (проекторы), катетометры, интерференционные приборы, сферометры, измерительные лупы, растровые измерительные средства.

С подробной классификацией автоматических СК можно ознакомиться в работе [39].

СК характеризуются общими, обязательными для всех групп, типов и видов средств ТК показателями, и дополнительными, обязательными для отдельных групп, типов и видов средств ТК.

К общим показателям относят: область применения, производительность ТК, пределы контролируемого параметра, устойчивость к внешним воздействиям (механическим, климатическим и т. п.), среднее время безотказной работы, время непрерывной работы, гарантийный срок, габаритные размеры, массу, конструктивные особенности исполнения и погрешность измерения (контроля).

К дополнительным относят: чувствительность, разрешающую способность, величину "мертвой зоны", время установле-

ния рабочего режима, потребляемый ток или мощность и пределы рабочих частот.

1.2. Методические основы проектирования процессов и операций технического контроля

Основные этапы разработки процессов контроля, последовательность этапов, задачи, решаемые на каждом этапе, и основные документы, обеспечивающие решение этих задач, устанавливают рекомендации Р 50 - 609 - 40 - 88.

Необходимость каждого этапа, состав задач и последовательность их решения определяет разработчик процесса (операции) ТК в зависимости от условий производства. При этом могут быть введены дополнительные этапы. Ниже в краткой форме остановимся на основных этапах.

1.2.1. Анализ исходных данных для проектирования

Проектированию специальных средств технологического оснащения для механосборочного производства предшествует этап разработки рационального варианта процесса или операции ТК.

В разделе по ТК курсового и дипломного проектов по технологии машиностроения может проектироваться единичный или групповой технологический процесс контроля детали или деталей, на которые разрабатываются технологические процессы механической обработки и сборки сборочных единиц или изделий в условиях мелкосерийного, серийного или массового производства на базе использования универсальных, специальных и автоматических средств измерения и контроля.

При анализе исходных данных необходимо осветить следующие вопросы:

- вид объекта контроля (деталь, сборочная единица, технологический процесс);
- вид контролируемого признака (геометрические параметры, физико - химические параметры, внешние и внутренние дефекты);
- номинальные значения и допуски на контролируемые параметры;

- допускаемая погрешность измерения (ДПИ);
- возможные и допустимые дефекты;
- технологичность конструкции при ТК (конструктивные особенности: конфигурация поверхностей, повреждаемость или деформируемость при контроле, масса и транспортабельность, особые требования к объекту контроля, особые требования к рабочему месту контролера по температурному режиму, освещенности, контролепригодности и т. п., особые требования к СК и т. п.);
- измерительная база и обеспечение единства конструкторских, технологических и измерительных баз;
- существующие и перспективные методы, средства и процессы контроля, возможность и целесообразность их применения для заданного объекта контроля при определенном типе производства;
- производственные инструкции на проведение контроля.

1.2.2. Классификация, выбор и группирование объектов контроля по метрологическим признакам

В этом разделе необходимо кратко со ссылками на источники информации изложить решаемые задачи:

классификация и группирование объекта контроля на основе информации об объекте контроля, создание групп, обладающих идентичными контролируемыми признаками, выбор типовых представителей групп объекта контроля, разработка комплексного объекта контроля (при разработке групповой технологии).

1.2.3. Выбор действующего типового процесса ТК или поиск аналога единичного процесса ТК

На начальном этапе проектирования технологии контроля рекомендуется изучить опыт контроля деталей - аналогов в близких условиях производства. Анализ действующих единичных, типовых и групповых процессов (операций) ТК необходимо производить с указанием схем и средств контроля, оценкой точности, производительности и экономической эффективности.

1.2.4. Составление технологического маршрута процесса технического контроля

Общий план контроля составляется на основе маршрутного технологического процесса механической обработки детали или сборки изделия и анализа признаков качества продукции, установленных техническими условиями.

При разработке маршрута контроля необходимо иметь в виду, что ТК должен охватывать весь технологический процесс, а его результаты - обеспечить своевременное выявление и устранение попадания дефектных заготовок, деталей и сборочных единиц на последующие этапы изготовления.

Выбранное расположение точек технологического процесса, в которых проводится ТК (мест контроля), должно обеспечивать получение информации для оперативного регулирования технологических процессов.

В общем виде маршрут ТК должен содержать:

- входной контроль материалов, полуфабрикатов и заготовок (марки материала, геометрических и физико-химических параметров, внешних и внутренних дефектов, клейм и др.);
- операционный контроль деталей или сборочных единиц;
- специальный контроль деталей и сборочных единиц в специализированных пунктах ЦИЛ и ЦЗЛ (геометрических, физико-химических или функциональных параметров, внутренних дефектов объектов контроля);
- приемочный контроль партий деталей или сборочных единиц по геометрическим и функциональным параметрам, внешнему виду, наличию клейм и документации.

Места контроля качества продукции по технологическому процессу определяют, анализируя отдельно каждый признак качества, устанавливаемый ТУ и влияющие на них промежуточные признаки. Следует иметь в виду, что по одним и тем же признакам может быть целесообразно назначение нескольких операций контроля (переходов контроля). Это может быть обусловлено низкой достоверностью контроля, наличием операций устранения дефектов, возможностью появления дефектов одних и тех же видов в нескольких местах по технологическому процессу (например, забоин на деталях).

В целях уменьшения объема контрольных работ и повышения надежности контроля рекомендуется следующая последовательность контрольных операций при проверке деталей:

- наружный осмотр на предмет проверки законченности всех предшествующих операций и переходов технологического процесса и отсутствия заусенцев или загрязненности;

- проверка качества поверхностей (шероховатости) визуальным сравнением с установленными образцами или образцовыми деталями; выявление возможных видимых дефектов или механических повреждений (трещин, пористости, раковин, шлаковых включений, забоин, вмятин, рисок и т. п.);

- проверка качества материала специальными методами;

- проверка наиболее ответственных геометрических размеров;

- проверка отклонений формы и расположения поверхностей с помощью специальных контрольных приспособлений или приборов;

- проверка неответственных элементов деталей, имеющих сравнительно большие допуски.

Отметим, что в первую очередь следует выполнять менее трудоемкие контрольные операции с тем, чтобы не затрачивать лишнего времени на дальнейшую проверку заведомо дефектных деталей по другим параметрам. Отклонения от технических условий по неответственным параметрам качества деталей часто не являются причиной их окончательного забраковывания и поэтому их контроль может осуществляться в последнюю очередь.

На установление последовательности контрольных операций также влияет точность и стабильность технологического процесса механической обработки или сборки, степень механизации и автоматизации контроля, концентрация контрольных операций на специальных автоматах, полуавтоматах или контрольных приспособлениях, конструктивная сложность деталей или сборочных единиц и другие факторы.

После обоснования плана контроля заполняется ведомость операций ТК по ГОСТ 3.1502 - 85.

1.2.5. Выбор контролируемых параметров

На этом этапе проектирования определяют номенклатуру геометрических (физико - химических) или функциональных параметров заготовки, детали или сборочной единицы, для которых будут разрабатываться операции ТК. Для этого анализируют маршрут ТК и параметры качества продукции, устанавливаемые ТУ, а также влияющие на них промежуточные параметры.

Следует отдавать предпочтение проверке наиболее ответственных параметров качества деталей и сборочных единиц (размерам, отклонениям формы и расположения поверхностей) с жесткими допусками на изготовление и сборку, так как при обнаружении отклонений от допусков деталь или сборочная единица дорабатывается или окончательно бракуется.

1.2.6. Разработка технологических операций ТК

Технологическая операция ТК представляет собой законченную часть процесса контроля, выполняемую на одном рабочем месте, характеризуемом постоянством применяемых СК при проверке одного или нескольких контролируемых признаков из одного или нескольких определенных объектов контроля. В процессе разработки операций ТК для каждого объекта контроля должны быть решены в приведенной последовательности задачи определения объема контроля, выбора схем контроля, выбора метода и СК, расчета точности операций контроля и технико - экономического эффекта выбора СИ.

1.2.6.1. Определение объема контроля

На этом этапе определяются совокупность контролируемых признаков, места контроля качества продукции по технологическому процессу, целесообразность сплошного или выборочного (статистического) контроля и определение планов контроля (объем партии, периодичность контроля, объемы выборок, контрольные нормативы решающих правил). Признаки, установленные в ТУ на деталь или изделие, подвергаются ТК в обязательном порядке.

Целесообразность сплошного или выборочного контроля должна быть экономически обоснована отдельно для каждого признака или группы признаков.

При наличии двух признаков, имеющих тесную статистическую связь, ТК осуществляют только для одного из этих признаков. Методика определения объема контроля изложена в [39], а стандартизованные методы определения планов контроля - в РД 50 - 605 - 86.

1.2.6.2. Выбор схем контроля

Схема контроля - совокупность схемы установки сборочной единицы или детали и связанных с их измерительными базами СК. Для каждого контролируемого параметра необходимо привести со ссылками на соответствующие справочные и методические материалы возможные схемы контроля этих параметров. При этом возможно применение нескольких альтернативных схем для контроля заданных параметров.

Основным требованием при выборе схем контроля является применение таких схем, для которых возможна реализация комплексной проверки нескольких параметров с использованием одного СИ.

Наиболее часто используемые схемы контроля параметров качества продукции приведены в справочной литературе [19, 22, 29 и др.], а также в таблице 1.1.

1.2.6.3. Выбор метода и средств контроля

Выбор СК основывается на обеспечении заданных показателей процесса ТК при условии минимальных затрат на его реализацию (Р50-609-39-88). К обязательным показателям процесса контроля относят точность измерения, достоверность, трудоемкость и стоимость контроля. Кроме того, учитывают объем, полноту, периодичность, продолжительность и другие показатели контроля [36, гл. 7].

Применение специальных СК (приспособлений и оборудования) целесообразно при отсутствии стандартизованных и универсальных СК и в случаях, если оправдано экономически, а также из-за преимуществ в точности, надежности и производительности.

Процесс выбора включает следующие основные этапы:

- подготовка исходных данных контроля, т. е. сбор исходных данных об операции, объекте контроля и контролируемых параметрах (номинальное значение, степень или качество точности);

- выбор СК по виду контролируемого параметра, по диапазону, по способу, точности измерения.

Допустимые погрешности измерения (ДПИ) в зависимости от качества размера (допуска на изготовление детали) и его номинального значения, определяют по ГОСТ 8.051 - 81, [26], а также табл. 16 [36]. В них приведены ДПИ для размеров от 1 до 500 мм и от 2 до 17 классов.

В связи с тем, что одну и ту же метрологическую задачу можно решить с помощью различных СИ и СК, которые имеют не только разную стоимость, но и разные точности и другие метрологические показатели, дают неодинаковые результаты, выбор точности СК имеет первостепенное значение. Точность СК должна быть примерно на порядок выше точности контролируемого параметра изделия [5].

При сопоставлении ДПИ и погрешности измерения СК (δ) должно выполняться условие:

$$\delta \leq \text{ДПИ.}$$

По результатам сопоставления ограничивают номенклатуру СК.

Если контролируемый параметр является окончательным, то увеличение погрешности измерения недопустимо. Если же контролируемый параметр является неокончательным и будет подвергаться дальнейшей обработке (изменению), то увеличение ДПИ измерения возможно для тех случаев, когда погрешность была меньше установленной для окончательного параметра продукции [39].

Пределы ДПИ можно увеличить, если для использования низкоточных СК введен уменьшенный производственный допуск или если изделия подлежат рассортировке на размерные группы при селективной сборке [5]. Следует помнить, что ДПИ по ГОСТ 8.051 - 81 являются наибольшими допускаемыми погрешностями, включающими в себя все составляющие, зависящие от измерительных средств, установочных мер, температурных деформаций, базирования, измерительных усилий, субъективности оператора и т. д.;

- выбор СК по конфигурации детали (габаритным размерам), массе, деформируемости детали. Для деформируемых деталей целесообразна реализация бесконтактного метода; либо сопоставление деформируемости детали с допустимым измерительным усилием;

- выбор СК по числу контрольных точек (КТ), количество которых определяют из условия обеспечения контроля каждого контролируемого параметра. Правила определения КТ даны в табл. 19 [39].

Таблица 1.1 - Схемы контроля геометрической точности деталей

№	Метод контроля	Схема контроля	Контролируемый параметр
1	2	3	4
1	Координатно-измерительным прибором		Отклонение от прямолинейности EFL Отклонение от плоскостности EFE
			Отклонение от круглости EFK Отклонение от цилиндричности EFZ Отклонение профиля продольного сечения EFP
			Отклонение от параллельности плоскостей Отклонение от параллельности оси и плоскости EPA

Продолжение табл. 1.

1	2	3	4
2	Двухопорным измерительным мостиком и измерительной головкой		EFE EFL
	уровнем (жидкостным или электронным) электронным уровнем с ЭВМ		EPA
	автоколлиматором фотоэлектрическим автоколлиматором с ЭВМ		
3	лазерным интерферометром с отражателем		
	Прибором с прецизионным прямолинейным перемещением (прямомер)		EFL EFE EPA

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4
	Прибором прецизионным вращением (кругломер, цилиндромер)		EFK EFZ EFP ECK EPA
4	Поверочной линейкой или поверочной плитой и изме- рительной го- ловкой		EFL EFE
	концевыми мерами		
	на просвет		EFL
	на краску		EFE
5	Устройством с прямоли- нейным пере- мещением		EFL EFZ

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4
6	Измеритель- ным преобро- зователем с базированием деталей в цен- трах		EFK EFZ ECR
	в патроне		
	на поворотном столе		
7	Двухточечным измеритель- ным прибором для измерения диаметра		EFK EFZ EFP
			EPA

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4
8	<p>Измерение с базированием детали в центрах измерительной головкой и поверочной плитой</p> <p>несколькими измерительными головками</p> <p>измерительным преобразователем и устройством с продольным прямолинейным перемещением</p>		
9	<p>Измерение с базированием детали в призме измерительной головкой и поверочной плитой</p> <p>несколькими измерительными головками</p> <p>измерительными преобразователем и устройством с прецизионным перемещением</p>		

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4
10	<p>Измерительной головкой и поверочной плитой</p>		
11	<p>Накладной призмой и измерительной головкой</p>		
12	<p>Поверочной плитой и измерительной головкой (поз.1) или концевыми мерами длины (поз.2) и оправкой</p> <p>Поверочной плитой и измерительной головкой без оправки</p> <p>Поверочной плитой, уровнем и оправкой</p> <p>Индикаторной скобой (поз. 1) или концевыми мерами длины (поз. 2) и оправками</p>		

При наличии специальных требований к процессу ТК и СК производится выбор также по специальным требованиям.

Если для обеспечения ТК заданных параметров невозможно использовать стандартизованные или универсальные СК, необходимо определить целесообразность проектирования специальных СК.

Алгоритм выбора СК дан в работе [39]. В расчетно - пояснительной записке на основе проведенного выбора необходимо сформулировать требования к СК. Не рекомендуется приводить технические характеристики серийно выпускаемых приборов, устройств или приспособлений.

1.2.6.4. Расчет точности операций контроля

Точность показаний КИП определяется суммарной погрешностью измерений (СПИ), состоящей из систематических и случайных составляющих.

Суммарная погрешность может составлять 8 - 30 % допуска контролируемого параметра. Ее величина зависит от назначения изделий и может быть равна: для ответственных изделий (авиационная техника) - 8 %, для менее ответственных - 12,5 %, для остальных 25 - 30 % [14, 39].

В настоящее время существует ряд методик расчета СПИ [11, 14, 15, 23, 39 и др.], которые в подавляющем большинстве случаев отличаются лишь степенью детализации определения отдельных составляющих погрешности. Причем эти составляющие могут быть получены экспериментальным путем, по справочным данным или расчетом. На этапе проектирования КИП применяют расчетный и табличный методы. Методика расчета СПИ дана в п. 1.3.2. В расчетно - пояснительной записке для одного или нескольких (по согласованию с руководителем проекта) наиболее ответственных контролируемых параметров детали приводится расчет СПИ, которая сравнивается с допуском (ДПИ) на контролируемый параметр и на основании этого делается заключение о целесообразности использования выбранного или спроектированного СК.

1.2.6.5. Расчет экономической эффективности вариантов процессов (операций) ТК

Расчеты эффективности ТК проводятся по соответствующим методикам, рекомендованным к использованию на базовых предприятиях на момент выполнения проектов, а также в [39, 42].

По данным [42] расчетную оценку экономической эффективности проводят редко, например, при создании системы контроля для автоматизированного производства. Для нее необходимо получить данные о технической эффективности, т. е. о величине доли неправильно принятых и неправильно забракованных деталей, о стоимости брака как исправимого, так и окончательного, и о стоимости возмещения при рекламации, а затем подсчитать общий объем потерь. После этого подлежит минимизации сумма этих потерь и затрат на систему контроля.

1.2.7. Оформление документации на процессы (операции) ТК

Для описания технологического процесса ТК применяют ведомость операций (ВОП) и операционную карту ТК (ОК ТК) по ГОСТ 3.1502 - 85.

1.2.7.1. Разработка технологических карт ТК

ВОП ТК по форме 1 и 1а используется совместно с маршрутной картой (МК) и оформляется при большом количестве операций ТК в технологическом процессе механической обработки. Оформление ОК ТК производится на формах 2 и 2а (ГОСТ 3.1502 - 85). Допустимо (по согласованию с руководителем проекта) использовать и формы МК по ГОСТ 3.1118 - 82.

Содержание переходов операций ТК описывается в полной или краткой форме. Полная форма записи выполняется на всю длину строки с включением граф "Объем и ПК (паспорт контроля)" и "То/Тв" с возможностью переноса информации на последующие строки. Данные по применяемым СИ и СК следует записывать всегда с новой строки. Краткая форма записи применяется только при проверке контролируемых размеров и других данных, выраженных числовыми значениями. Название и необходимые характеристики СК записываются к каждому или группе контролируемых размеров.

Полное описание форм документов, применяемых при маршрутном и маршрутно - операционном описании технологических процессов даны в ГОСТ 3.1105 - 84.

1.2.7.2. Выполнение эскизов операций ТК

Операционные эскизы ТК следует выполнять на формах карт эскизов по ГОСТ 3.1105 - 84.

На листах графической части курсового и дипломного проектов операционные эскизы ТК оформляются также, как и традиционно изображаются эскизы операций механической обработки с указанием кода операций ТК (табл. 1.2).

На технологических эскизах для каждой операции ТК показывают только те размеры и параметры, которые контролируются (измеряются) на данной операции с числовыми значениями полей допусков, а не только качеств точности. Изображается контролируемая деталь или заготовка в соответствующей стадии обработки, конструктивные элементы установочных, зажимных, первичных преобразователей, номера установов, позиций и переходов. Количество изображений должно быть минимальным, но достаточным для представления схемы и последовательности контроля всех параметров детали. При контроле нескольких параметров допустимо показывать эскиз детали с контролируемыми параметрами. Вместо таблицы режимов для каждого перехода указывается контролируемый параметр, допуск, тип СК и его обозначение, цена деления СИ, точность измерения, основное время контроля.

1.2.7.3. Разработка документации результатов контроля

Для регистрации результатов ТК оформляются документы в соответствии с Р50 - 609 - 38 - 88, которые делятся на сопроводительные (паспорт контроля, технический паспорт, карта измерений, технологическая бирка, сопроводительный ярлык) и накопительные (журнал контроля технологического процесса (Р50 - 609 - 38 - 88)) документы.

Карта измерений (Р50 - 609 - 38 - 88) предназначена для регистрации результатов измерения контролируемых параметров при ТК, она используется по всему технологическому маршруту или на определенном участке изготовления изделия. В зависимости от объема и характеристик контролируемых параметров используют формы 1, 1а, 2, 3, 3а, 4, 5, 5а Р50 - 609 - 38 - 88.

Таблица 1.2 - Коды технологических операций

Операция ТК	Код
Контроль величин пространства и времени:	0210
времени	0211
площади	0212
объема	0213
скорости	0214
ускорение	0215
плоского угла	0216
телесного угла	0217
длины	0218
линейных размеров:	0220
между плоскими поверхностями	0221
между криволинейными плоскостями	0222
между осями поверхностей	0223
между координатами	0224
размеров криволинейных поверхностей:	0225
кривизны	0226
диаметра	0227
радиуса	0228
расположения поверхности:	0230
параллельности	0231
перпендикулярности	0233
наклона	0234
соосности (концентричности)	0235
симметричности	0236
пересечения осей	0237
позиционного расположения	0238
формы поверхности:	0240
плоскостности	0241
прямолинейности	0242
цилиндричности	0245
круглости	0246
профиля продольного сечения	0247
формы и расположения поверхностей:	0250
радиального биения	0251

Продолжение табл. 1.2

Операция ТК	Код
торцового биения	0252
биений в заданном направлении	0253
формы заданного профиля	0254
формы заданной поверхности	0255
комплексный контроль геометрических параметров:	0260
резьбовых деталей:	0261
среднего диаметра	0262
приведенного диаметра	0263
шага резьбы	0264
шлицевых деталей	0265
шероховатости поверхности	0266
зубчатых деталей:	0270
кинематической погрешности	0271
радиального биения зубчатого венца	0272
накопленной погрешности шага	0273
окружного шага	0274
циклической погрешности	0275
межосевого расстояния на одном зубе	0276
профиля зубьев	0277
колебания длины общей нормали	0278
направления зуба	0281
суммарного пятна контакта	0282
шага зацепления	0283
элементов колеса	0284
толщины зуба	0285
гарантированного бокового зазора	0286
смещения исходного контура	0287
червячных деталей:	0290
винтовой линии червяка	0291
осевого шага червяка	0292
кинематической погрешности червяка	0293
биения витков червяка	0294
элементов колеса	0295
пятна контакта	0296

Продолжение табл. 1.2

Операция ТК	Код
угла и профиля формы червяка	0297
Контроль механических величин:	0310
массы	0311
плотности	0312
момента инерции	0314
силы (веса)	0315
давления	0316
динамической вязкости	0317
кинематической вязкости	0318
Контроль электрических и магнитных величин:	0320
силы электрического тока	0321
электрического напряжения	0322
электрического сопротивления	0323
электрической емкости	0324
магнитного потока	0326
индуктивности	0327
магнитного сопротивления	0328
динамических электрических величин	0329
Контроль качественных характеристик	0375
Неразрушающий контроль:	
акустический	0376
вихретоковый	0377
магнитный	0378
оптический	0379
радиоационный	0381
радиоволновой	0382
тепловой	0383
электрический	0384
проникающими веществами	0386
Контроль внешнего вида изделий, наличия клейм	0387
Контроль прочих величин и характеристик:	0390
технического состояния	0391
функционирования	0392
работоспособности	0393
надежности	0394

1.3. Методические основы по проектированию специальных средств технического контроля

1.3.1. Выбор базовой конструкции

Общие правила выбора СК определяет Р50-54-93-88 (разд. 3).

Правила выбора средств технологического оснащения процессов ТК регламентирует Р50 - 609 - 39 - 88.

Объектом разработки в курсовом и дипломном проекте по технологии машиностроения могут быть один - два контрольных инструмента (гладкие предельные калибры для гладких цилиндрических изделий (пробки и скобы), резьбовые калибры (пробки и кольца); шлицевые и шпоночные калибры (пробки и кольца); калибры для контроля: длин, высот, глубин, взаимного расположения поверхностей; для подшипников качения, для гладких конических соединений (конусные втулки и пробки); шаблоны и др., а также КИП - одно - два приспособления.

Номенклатуру разработок и задание на проектирование устанавливает руководитель проекта в зависимости от организационно - технической формы, методов и СК.

Объектами проектирования могут быть и другие средства ТК, упомянутые в п. 1.4, средства механизации и автоматизации ТК и др.

Выбор базовой конструкции СК осуществляется в соответствии с Р50 - 609 - 39 - 88, Р50 - 68 - 88, отраслевых каталогов и стандартов предприятий (СТП) на СК.

Виды и конструкции калибров регламентируются ГОСТами. Подробный расчет калибров имеется в работах [16, 28, 39, 40].

1.3.1.1. Контрольно - измерительные приспособления

КИП представляют собой специальные производственные СИ и контроля, представляющие собой конструктивное сочетание базирующих, зажимных и измерительных устройств.

1.3.1.2. Основные требования к КИП

Основными требованиями, предъявляемыми к КИП, являются следующие:

- обеспечение оптимальной точности и производительности контрольных операций,
- удобство в эксплуатации,
- технологичность в изготовлении,
- износостойчивость,
- экономическая целесообразность.

1.3.1.3. Классификация КИП

КИП подразделяют [39]:

а) по принципу работы и характеру используемых измерительных устройств:

- отсчетные со шкальными измерителями (индикаторам часового типа, пневматическими измерителями и т. п.), с помощью которых определяют численные значения измеряемых величин;

- предельные с бесшкальными измерителями (жесткими калибрами, щупами и т. п.), используемые для сортировки деталей на годные и брак;

- с комбинированными измерителями (электроконтактные датчики с отсчетными шкалами и т. п.) - позволяют сортировать детали по предельным размерам и оценивать действительные значения контролируемых параметров;

б) по габаритам, условиям работы и числу контролируемых параметров:

- стационарные,

- переносные,

- одномерные,

- многомерные.

в) по технологическому назначению:

- приспособления операционного контроля,

- приемочные (для приемки заготовок, готовых деталей и сборочных единиц),

- активного контроля,

- приспособления для контроля правильности наладки и протекания техпроцесса,

- приспособления для механизации и автоматизации статистического контроля.

После выбора базовой конструкции из существующих КИП намечаются ее возможные конструктивные изменения и при необходимости обосновывается целесообразность проектирования специальных сменных наладок.

В пояснительной записке приводится краткое описание и принцип работы базовой конструкции СК и проект модернизации.

1.3.2. Проектные расчеты СК

Возможность использования принятой конструкции СК определяется суммарной погрешностью измерения, методика расчета составляющих которой при измерении линейных размеров (длин и диаметров), величина радиального и торцового биения в диапазоне размеров от 1 до 500 мм дана в ГОСТе 8.051 - 81. По результатам расчета Δ_{Σ} формулируются технические требования на точность СК.

В общем случае должно выполняться условие

$$\Delta_{\Sigma} \leq [\Delta_{\Sigma}], \quad (3.2.1)$$

где $[\Delta_{\Sigma}]$ - погрешности, допускаемые при измерении.

Составляющие погрешности измерения могут иметь систематический или случайный характер. Методики их расчета, отличающиеся степенью детализации, даны в [3, 11, 36, 39 и др.].

Допускаемые погрешности $[\Delta_{\Sigma}]$ регламентирует ГОСТ 8.051 - 81 (табл. 1.3).

1.3.2.1. Установление приемочных границ

Значение размеров, по которым производится приемка изделий (приемочные границы (ПГ)) устанавливаются с учетом $[\Delta_{\Sigma}]$. Допуск на размер можно рассматривать как допуск на сумму погрешностей технологического процесса, не дающих получить абсолютно точное значение размера, в том числе и из - за погрешности измерений.

Стандартом предусмотрены два варианта установления ПГ: ПГ совпадают с границами поля допуска или смещены внутрь поля допуска с учетом возможного влияния погрешности измерения.

Методика выбора ПГ, определения вероятности принятия бракованных деталей как годных и вероятности неправильно забракованных годных деталей даны в [3, 5].

Заметим [5], что точность СК должна быть примерно на порядок выше точности контролируемого параметра изделия.

Пределы допускаемых погрешностей можно увеличить, если для использования низкоточных КС введен уменьшенный произ-

водственный допуск или, если изделия подлежат рассортировке на различные группы при селективной сборке.

1.3.2.2. Погрешность измерения универсальными СИ

Значения $\Delta_{СИ}$ даны в [26, 39]. При их разработке учитывалось, что одно и то же СИ обеспечивает измерения с различной погрешностью, в зависимости от методики и условий выполнения измерения. При выборе СИ и условий выполнения измерений необходимо оценивать и возможные пределы погрешности измерения.

1.3.2.3. Основные составляющие погрешности измерений

1.3.2.3.1. Погрешности, зависящие от средств измерений $\Delta_{СИ}$

Варианты использования СИ отличаются различной погрешностью СИ при применении их на различных пределах измерения (табл. I и II [26]).

1.3.2.3.2. Погрешности, зависящие от установочных мер $\Delta_{УМ}$

Погрешности, зависящие от концевых мер длины, возникают из - за погрешности их изготовления, включая измерение, (классы) или погрешности аттестации (разряды), а также из - за погрешности от притирания (табл. III [26]).

1.3.2.3.3. Погрешности, зависящие от измерительного усилия

Этот вид погрешностей учитывается для высокоточных измерений, когда допускаемые погрешности сопоставимы с величиной контактных деформаций и сказывается различие величин контактных деформаций на установочных мерах и на деталях, а также при плоских измерительных наконечниках, когда вид контакта (плоскостный, линейчатый и точечный) и контактные деформации зависят от формы объекта измерения.

Необходимо стремиться, чтобы измерительное усилие было минимальным. Однако малое измерительное усилие не обеспечивает, с другой стороны, надежного силового замыкания измерительной цепи прибор - деталь. Поэтому за исключением случаев,

Таблица 1.3 - Допускаемые погрешности измерений в зависимости от допусков IT, мкм
(ГОСТ 8.051-81)

Номинальные размеры, мм	Для квалитетов													
	2		3		4		5		6		7		8	
	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ
До 3	1,2	0,4	2,0	0,8	3	1,0	4	1,4	6	1,8	10	3,0	14	3,0
Св. 3 до 6	1,5	0,6	2,5	1,0	4	1,4	5	1,6	8	2,0	12	3,0	18	4,0
Св. 6 до 10	1,5	0,6	2,5	1,0	4	1,4	6	2,0	9	2,0	15	4,0	22	5,0
Св. 10 до 18	2,0	0,8	3,0	1,2	5	1,6	8	2,8	11	3,0	18	5,0	27	7,0
Св. 18 до 30	2,5	1,0	4,0	1,4	6	2,0	9	3,0	13	4,0	21	6,0	33	8,0
Св. 30 до 50	2,5	1,0	4,0	1,4	7	2,4	11	4,0	16	5,0	25	7,0	39	10,0
Св. 50 до 80	3,0	1,2	5,0	1,8	8	2,8	13	4,0	19	5,0	30	9,0	46	12,0
Св. 80 до 120	4,0	1,6	6,0	2,0	10	3,0	15	5,0	22	6,0	35	10,0	54	12,0
Св. 120 до 180	5,0	2,0	8,0	2,8	12	4,0	18	6,0	25	7,0	40	12,0	63	16,0
Св. 180 до 250	7,0	2,8	10,0	4,0	14	5,0	20	7,0	29	8,0	46	12,0	72	18,0
Св. 250 до 315	8,0	3,0	12,0	4,0	16	5,0	23	8,0	32	10,0	52	14,0	81	20,0
Св. 315 до 400	9,0	3,0	13,0	5,0	18	6,0	25	9,0	36	10,0	57	16,0	89	24,0
Св. 400 до 500	10,0	4,0	15,0	5,0	20	6,0	27	9,0	40	12,0	63	18,0	97	26,0

Продолжение табл. 1.3

Для квалитетов																	
9		10		11		12		13		14		15		16		17	
IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ
25	6	40	8	60	12	100	20	140	30	250	50	400	80	600	120	1000	200
30	8	48	10	75	16	120	30	180	40	300	60	480	100	750	160	1200	240
36	9	58	12	90	18	150	30	220	50	360	80	580	120	900	200	1500	300
43	10	70	14	110	30	180	40	270	60	430	90	700	140	1100	240	1800	380
52	12	84	18	130	30	210	50	330	70	520	120	840	180	1300	280	2100	440
62	16	100	20	160	40	250	50	390	80	620	140	1000	200	1600	320	2500	500
74	18	120	30	190	40	300	60	460	100	740	160	1200	240	1900	400	3000	600
87	20	140	30	220	50	350	70	540	120	870	180	1400	280	2200	440	3500	700
100	30	160	40	250	50	400	80	630	140	1000	200	1600	320	2500	500	4000	800
115	30	185	40	290	60	460	100	720	160	1150	240	1850	380	2900	600	4600	1000
130	30	210	50	320	70	520	120	810	180	1300	260	2100	440	3200	700	5200	1100
140	40	230	50	360	80	570	120	890	180	1400	280	2300	460	3600	800	5700	1200
155	40	250	50	400	80	630	140	970	200	1550	320	2500	500	4000	800	6300	1400

когда это необходимо по условиям деформации, не следует применять отсчетные головки с малым усилием.

1.3.2.3.4. Погрешности от температурных деформаций Δl_t

Эту погрешность Δl_t при известном температурном режиме θ_t можно определить по формуле

$$\Delta l_t = l \Theta_t 11,6 \cdot 10^{-6},$$

где l - измеряемый размер

Приближенно Θ_t можно определить:

$$\Theta_t = \sqrt{\left[\Delta t_1 \cdot \frac{(\alpha_{\text{п}} - \alpha_{\text{д}})_{\text{max}}}{11,6 \cdot 10^{-6}} \right]^2 + \left(\Delta t_2 \cdot \frac{\alpha_{\text{max}}}{11,6 \cdot 10^{-6}} \right)^2}$$

где Δt_1 - отклонение температуры среды от 20°C ,

Δt_2 - кратковременные колебания температуры среды в процессе измерения,

$(\alpha_{\text{п}} - \alpha_{\text{д}})_{\text{min}}$ - максимально возможная разность значений коэффициентов линейного расширения материалов прибора и детали,

α_{max} - максимальное значение коэффициента линейного расширения материала прибора или измеряемой детали.

При расчете θ_t период колебания температур принимают:

при измерении микрометрами или рычажными скобами, закрепляемыми в стойках - 15 - 30 мин;

приборами средних габаритов (например, вертикальным оптиметром) - 60 мин;

крупными приборами (измерительными машинами) - 360 мин.

Примеры расчета Θ_t приведены в [26].

1.3.2.3.5. Специфические погрешности при измерении внутренних размеров

При измерении внутренних размеров СИ имеют с деталью, как правило, точечный контакт и требуется перемещать деталь или наконечник прибора для нахождения минимума размера в осевой плоскости измеряемого цилиндра и максимума в плоскости, перпендикулярной оси. Поэтому предельные погрешности СИ [26, табл. II] даны с вариантами, учитывающими различную шероховатость поверхности.

Кроме того, в тех же таблицах учтена составляющая погрешности от деформации блока концевых мер, используемого для настройки нутромеров.

1.3.2.3.6. Погрешности, зависящие от оператора (субъективные погрешности)

Различают 4 вида субъективных погрешностей: присутствия, отсчитывания, действия и профессиональные.

В табл. I [26] в принятых вариантах использования СИ погрешность отсчитывания не учитывается непосредственно, хотя такая возможность существует. Влияние этой погрешности учитывают в случае, когда стремятся максимально использовать точностные возможности СИ, например, при измерении в пределах 2 - 3 делений шкалы.

Субъективная погрешность присутствия проявляется в виде влияния теплоизлучения оператора на температуру окружающей среды [20, 26].

Субъективные погрешности действия и профессиональные оказывают наиболее существенное влияние на погрешность измерения.

К субъективным погрешностям действия относят погрешности, возникающие от притирки установочных мер (они вошли в погрешности от установочных мер); погрешности, вносимые оператором при настройке прибора; погрешности, возникающие при перемещении прибора относительно детали. Полностью учесть все виды субъективных погрешностей измерения не представляется возможным.

Сложно учесть и профессиональные погрешности, связанные с квалификацией оператора.

Таким образом, перечисленные в п. п. 1.3.2.3.1. - 1.3.2.3.6 погрешности, учтены при выборе $[\Delta_{\Sigma}]$ в той или иной мере.

Разработанную конструкцию СИ рассчитывают на точность измерений. При этом суммарная погрешность может быть определена на этапе проектирования лишь укрупненно, так как многие составляющие погрешности измерения определяются непосредственным измерением при аттестации приспособления.

В общем случае можно пользоваться следующей формулой:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\text{м}} + \Delta_{\text{у}} + \Delta_{\text{н}} + \Delta_{\text{р}} + \Delta_{\text{п}},$$

или более математически корректным выражением:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\text{м}}^2 + \Delta_{\text{у}}^2 + \Delta_{\text{н}}^2 + \Delta_{\text{р}}^2 + \Delta_{\text{п}}^2},$$

где $\Delta_{\text{м}}$ - погрешность, свойственная самой схеме измерения и возникающая от несовершенства метода измерения и взаимодействия СИ с объектом. Она может быть оценена для каждого конкретного случая [3].

$\Delta_{\text{у}}$ - погрешность установки контролируемой детали в КИП. Как и для станочных приспособлений [14]

$$\Delta_{\text{у}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{б}}^2 + \varepsilon_{\text{з}}^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2},$$

где $\varepsilon_{\text{б}}$ - погрешность базирования, определяется для конкретной схемы установки на основе анализа геометрических связей [14],

$\varepsilon_{\text{з}}$ - погрешность закрепления, связанная со смещением контролируемой детали от номинального положения под действием сил зажима;

$\varepsilon_{\text{пр}}$ - регламентированная погрешность изготовления, сборки, регулирования, а также износ опор и измерительного устройства (учитывается лишь износ, который имеет место между периодическими настройками приспособления).

$\Delta_{\text{н}}$ - погрешность настройки КИП по эталону или установочным мерам. Эта погрешность может быть приближенно принята равной допуску на эталонную деталь или погрешности установочных мер и смещению уровня настройки.

$\Delta_{\text{р}}$ - погрешности передаточных устройств, которые могут быть определены по формуле:

$$\Delta_{\text{р}} = \sqrt{\Delta_{\text{р1}}^2 + \Delta_{\text{р2}}^2 + \Delta_{\text{р3}}^2 + \Delta_{\text{р4}}^2 + \Delta_{\text{р5}}^2},$$

где $\Delta_{\text{р1}}$ - погрешность от неточности изготовления плеч рычагов;

$\Delta_{\text{р2}}$ - погрешность от зазора между отверстием и осью рычага;

$\Delta_{\text{р3}}$ - погрешность от непропорциональности между линейным перемещением измерительного стержня и угловым перемещением рычага;

$\Delta_{\text{р4}}$ - погрешность от смещения точки контакта сферического наконечника при повороте плоского рычага;

$\Delta_{\text{р5}}$ - погрешность прямой передачи;

$\Delta_{\text{п}}$ - суммарная погрешность, связанная с погрешностями:

$$\Delta_{\text{п}} = \sqrt{\Delta_{\text{сн}}^2 + \Delta_{\text{с}}^2 + \Delta_{\text{сп}}^2 + \Delta_{\text{т}}^2}.$$

$\Delta_{\text{сн}}$ - измерительного прибора (определяется по паспортным данным и таблицам, [26, 39]);

$\Delta_{\text{с}}$ - субъективной погрешностью, зависящий от способа фиксации результата измерения, цены деления, расположения шкалы и квалификации рабочего; наибольшее значение $\Delta_{\text{с}}$ будет равно половине цены деления шкалы или половине цены единицы наименьшего кода при получении результатов в цифровом коде;

$\Delta_{\text{сп}}$ - специфическая погрешность (погрешность дискретности, вызываемая квантованием по уровню непрерывно измеряемой величины цифровыми приборами. Эта погрешность, как и погрешность округления, равна половине единицы младшего разряда в показании прибора. Вычислительные погрешности возникают при использовании вычислительных средств от аппроксимации функции, кодирования (перевода кривых в дискретные значения), инструментальных погрешностей ЭВМ, округления констант, выраженных иррациональным числом ($\pi = 3,14158 \dots$). Последние легко определяются в относительных величинах, например, $\pi_0 = 3$; $\pi_1 = 3,1$; $\pi_2 = 3,14$; и т. д. Погрешности округления

$$\delta_0 = (\pi_1 - \pi_0) / \pi_0 \cong 0,03 = 3 \%;$$

$$\delta_1 = (\pi - \pi_1) / \pi_1 \cong 0,001 = 0,1 \% \text{ и т. д.}$$

$\Delta_{\text{т}}$ - погрешности от температурных деформаций (см. п. 3.2.3.4.)

Основные расчетные схемы и формулы для определения погрешностей даны в [11].

1.3.3. Задачи расчета КИП на точность

Определение допустимости использования спроектированного КИП для контроля точности данного объекта (размера и т. д.):

$$\Delta_{\Sigma} \leq [\Delta_{\Sigma}] .$$

Определение допустимых величин элементарных погрешностей измерения

Зная $[\Delta_{\Sigma}]$ и рассчитав легко определяемые составляющие погрешности, можно перераспределить оставшуюся часть суммарной погрешности между остальными составляющими и определить предельные их значения.

Если необходимо определить допускаемую точность изготовления и сборки КИП - $\Delta_{пр}$, то ее определяют из уравнения для $\Delta_{у}$:

$$[\epsilon_{пр}] = \Delta_{у} - (\epsilon_6 + \epsilon_3) .$$

1.3.4. Графическое изображение СК

Принятые конструктивные решения оформляются в виде чертежа общего вида (с необходимым количеством видов, разрезов, сечений) и изображаются на листе графической части.

При использовании сложных измерительных устройств на этом листе можно привести и структурную схему. На чертеже указываются габаритные, присоединительные, установочные размеры с допусками, посадки на основные сопряжения, а также технические требования.

Список литературы

1. Активный контроль в машиностроении / Под ред. Е. И. Педя. - М.: Машиностроение, 1978. - 352 с.

2. Активный контроль размеров / Под ред. С. С. Волосова. - М.: Машиностроение, 1984. - 224 с.

3. Бастраков В. М. Метрологическое обеспечение проектирования и изготовления изделий. - Йошкар - Ола: МарПИ, 1993. - 72 с.

4. Богуславский М. Г., Цейтлин Я. М. Приборы и методы точных измерений длины и углов. - М.: Изд - во стандартов, 1976. - 248 с.

5. Воронцов Л. Н., Корндорф С. Ф. Приборы автоматического контроля размеров в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1988. - 280 с.

6. Вязоцкий А. В., Курочкин А. П. Конструирование и наладка пневматических устройств для линейных измерений. - М.: Машиностроение, 1979. - 150 с.

7. Высоцкий А. В., Соболев М. П., Этингер М. И. Активный контроль в металлообработке. - М.: Изд - во стандартов, 1979. - 175 с.

8. Гипп Б. А. и др. Контрольные приспособления. - М.: Машгиз, 1960. - 339 с.

9. Калашников С. Н., Калашников А. С. Контроль производства конических зубчатых колес. - М.: Машиностроение, 1976. - 172 с.

10. Каплунов Р. С. Контроль качества деталей типовых групп. - М.: Изд - во стандартов, 1977. - 200 с.

11. Каплунов Р. С. Точность контрольных приспособлений. - М.: Машиностроение, 1968. - 219 с.

12. Кострицкий В. Г. и др. Контрольно - измерительные приспособления в машиностроении: Справочник. - Киев: Техника, 1986. - 135 с.

13. Координатные измерительные машины и их применение / В. А. Гапшис и др. - М.: Машиностроение, 1988. - 328 с.

14. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений. - М.: Машиностроение, 1983. - 278 с.

15. Кутай А. К., Кордонский Х. Б. Анализ точности и контроль качества в машиностроении с применением методов математической статистики. - М. - Л.: Машгиз, 1958. - 363 с.

16. Кутай А. К., Романов А. Б., Рубинов А. Д. Справочник контрольного мастера / Под ред. д. т. н. А. К. Кутая. - Л.: Лениздат, 1980. - 304 с.

17. Либерман Я. Л., Кувшинский В. В. Контрольно - сортировочные автоматы. - М.: Машиностроение, 1983. - 96 с.

18. Марков А. Л. Измерение зубчатых колес. - Л.: Машиностроение, 1977. - 279 с.
19. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К. В. Фролов (пред.) и др. - М.: Машиностроение. Измерения, контроль, испытания и диагностика. Т. III - 7/В. В. Клюев, Ф. Р. Соснин, В. Н. Филинов и др.; Под общ. ред. В. В. Клюева. - 1996. - 464 с.
20. Марков Н.Н., Сацердотов П. А. Погрешности от температурных деформаций при линейных измерениях. - М.: Машиностроение, 1976. - 176 с.
21. Медведев Я. Е. Экономическая эффективность средств контроля размеров. - М.: Изд - во стандартов, 1978. - 176 с.
22. Металлорежущие системы машиностроительных производств: Учеб. пособие / О. В. Таратынов, Г. Г. Земсков, И. М. Баранчукова и др.; Под ред. Г. Г. Земскова, О. В. Таратынова. - М.: Высшая школа, 1988. - 464 с.
23. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / Под общ. ред. А. А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.
24. Приборы автоматического управления обработкой на металлорежущих станках / А. В. Высоцкий, И. Б. Карпович, М. П. Соболев, М. И. Этингоф. - М.: Машиностроение, 1995. - 328 с.
25. РТМ 034 - 03 - 78. Точность и надежность систем измерительных средств активного контроля. - М.: НИИМаш, 1979. - 47 с.
26. РД 50 - 98 - 86. Методические указания. Выбор универсальных средств измерений линейных размеров до 500 мм (по применению ГОСТ 8.051 - 81). - М.: Изд - во стандартов, 1987. - 84 с.
27. Рюмкин В. Я. Приборы активного контроля для адаптивного управления шлифовальными станками // Машиностроитель, 1989. - № 10. - С. 16.
28. Справочник контролера машиностроительного завода / Под ред. А. И. Якушева. - М.: Машиностроение, 1980. - 527 с.
29. Справочник металлиста. В 5 т. - Т. 4. / Под ред. М. П. Новикова и П. Н. Орлова. - М.: Машиностроение, 1977. - 720 с.
30. Справочник по производственному контролю в машиностроении / Под ред. А. К. Кутая. - Л.: Машиностроение, 1974. - 975 с.
31. Справочник технолога - машиностроителя. В 2 - х т. - Т. 2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985. - 496 с.
32. Средства измерения, прошедшие государственные испытания и допущенные Госстандартом к серийному производству и применению в СССР: Указатель. - М.: Изд - во стандартов, 1983. - 200 с.
33. Средства контроля, управления и измерения линейных и угловых размеров в машиностроении: Каталог. - М.: ВНИИТЭМР, 1990. - 280 с.
34. Степанов Ю. С. Современные конструкции станочных оправок. - М.: Машиностроение, 1996. - 184 с.
35. Тайц Б. А. Точность и контроль зубчатых колес. - М.: Машиностроение, 1972. - 376 с.
36. Тайц Б. А., Марков Н. Н. Точность и контроль зубчатых передач. - Л.: Машиностроение, 1978. - 136 с.
37. Тайц Б. А., Шабалина М. Б. Контроль параметров точности зубчатых передач. - М.: Машиностроение, 1983. - 40 с.
38. Теория и проектирование контрольных автоматов / Л. Н. Воронцов, С. Ф. Корндорф, В. А. Трутень, А. В. Федотов. - М.: Высшая школа, 1980. - 560 с.
39. Технический контроль в машиностроении: Справочник проектировщика / Под общ. ред. В. Н. Чупьрина, А. Д. Никифорова. - М.: Машиностроение, 1987. - 512 с.
40. Точность и производственный контроль в машиностроении: Справочник / Под общ. ред. А. К. Кутая, Б. М. Сорочкина. - Л.: Машиностроение, 1980. - Л.: Машиностроение, 1983. - 368 с.
41. Цейтлин В. Г. Метрологическое обеспечение качества продукции. - М.: Изд - во стандартов, 1988. - 88 с.
42. Чудов В. А., Цидулко Ф. В., Фридгейм Н. И., Размерный контроль в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1982. - 328 с.
43. Шишкин И. Ф., Яншин В. Н. Прикладная метрология: Учебник для вузов. - М.: РИЦ "Татьянин день", 1993. - 150 с.
44. Этингоф М. И. Приборы для измерения в процессе обработки. - М.: Машиностроение, 1982. - 50 с.
45. Якушев А. И., Воронцов А. Н., Федотов Н. М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. - М.: Машиностроение, 1986. - 352 с.

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 торцевых 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 торцевых 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 4 (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 шупа 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.

2.2. Контрольное приспособление для проверки отклонения от соосности

Проверяемый диск имеет точное отверстие с одного торца и бортик - с другого. Отклонение от соосности оси отверстия и бортика допускается не более 0,05 мм и проверяется на контрольном приспособлении (рис. 2.4).

Проверяемый диск бортиком базируется на жесткие штыри 2, которые монтируются на основании 1. Диск к штырям 2 прижимается роликом 5, который установлен на подвижном корпусе 4, и состоит из оси и подшипника, непосредственно контактирующего с бортиком диска. При вращении винта 6 корпус 4 перемещается в направляющих 3 и прижимается бортиком диска к штырям 2.

Радиальное биение центрального отверстия относительно бортика определяется по разности показаний ИГ 7 при одном - двух оборотах диска. После проверки ролик 5 отводится назад. ИГ 7 установлена на штативе с магнитным основанием типа ШМ -

ИН по ГОСТ 10197 - 70, это позволяет измерить не только выше приведенное отклонение, но и радиальное биение наружных поверхностей, например, $\varnothing 200\text{ h}8$, $\varnothing 186\text{ h}8$ относительно бортика.

2.3. Приспособление для проверки торцового биения

Если диски базируются в своих узлах механизмов, для которых они предназначены, по выточке А и торцу Т и биение торца Т при установке диска допускается, например, в пределах 0,05 - 0,08 мм, то можно применить КИП, представленное на рис. 2.5.

Диск устанавливается выточкой А и торцом Т на ступицу 6, которая болтами 5 соединена с оправкой 8. Оправка 8 для обеспечения ее легкого вращения установлена на подшипнике 7 во втулке 15. Последняя смонтирована в основании 16 и закреплена винтами 9. Нижняя цилиндрическая часть оправки 8 притерта без люфта во втулке 15 и закреплена винтом 11 через шайбу 10 с возможностью вращения относительно собственной оси. Биение торца Т проверяют ИГ 14, измерительный стержень которой соприкасается с Г-образным рычагом 12. Рычаг 12 закреплен на оси 1 в кронштейне 2, который установлен на пластине 13. Эта рычажная передача, состоящая из рычага 12 плунжера 3 и пружины 4, позволяет под прямым углом передать отклонение измеряемого наконечника плунжера и предохранить ИГ 14 от ударов и преждевременного износа. ИГ 14 фиксируется винтом 18 в кронштейне 2, который крепится болтами 17 на выносной пластине 13.

Биение поверхности определяют по разности в показаниях ИГ при вращении диска на оправке.

Приспособление разработано в Ливенском АО "ЛААЗ".

2.4. Контрольное приспособление для проверки биения ступицы и торца

Часто диски имеют ступицы и техническими условиями ограничено радиальное биение наружной поверхности ступицы относительно центрального отверстия и торцовое биение. Контрольное приспособление для этой проверки представлено на рис. 2.6.

Проверяемый диск устанавливают на вращающуюся ось 6 и фиксируют винтом 5, предварительно затормозив ось винтом 15. Ось вращается во втулке 7, запрессованной в стойку 10. Плавность вращения оси обеспечивается шарниром 8. Радиальное биение ступицы диска проверяют измерительным щупом ИГ 3, которая закреплена во втулке 2 винтом 4 на стойке 1. Биение торцовой поверхности проверяют ИГ 10, установленной на планке 14 и закрепленной с помощью винта 17 и гайки 16. Планка 14 смонтирована на стойке 13 и зафиксирована гайкой 12.

Биение поверхностей получают по разности в показаниях ИГ при вращении диска на оси.

2.5. Контрольное приспособление для проверки радиального биения выточки

Рассмотрим контрольное приспособление для проверки дисков, имеющих удлиненную ступицу и фланец (рис. 2.7). Проверяемый диск торцом фланца устанавливают на шпиндель 4. Шпиндель нижней конической частью смонтирован в ступице кронштейна 3 и с помощью шпильки 2, шайбы 26 и гаек 25 закреплен с возможностью вращения. Шпиндель притерт без люфта в ступице кронштейна без зазора, что важно для точности измерений при значительных диаметрах дисков. Кронштейн закрепляется на основании 24 винтами 1. Центрирование диска производится цапгой 6, которая установлена на верхней конической ступице шпинделя, закреплена на нем сверху винтом 7 и поджата снизу выталкивающей пружиной 5. Радиальное биение выточки в центральном отверстии проверяют ИГ 16, которая закреплена в кронштейне 13 во втулке 15 с помощью винта 14.

Проверку производят с помощью рычажной передачи, в которую входят: рычаг 12, шарнирно установленный на оси 8, ограничительный винт 10, ввернутый в планку 11 и нажимная пружина 9, воздействующая на измерительный рычаг 12 для обеспечения более надежного контакта. Кронштейн 13 с ИГ 16 закреплен на скалке 18, которая установлена в хомутке 19 и зафиксирована винтом 27. В свою очередь хомутик 19 смонтирован на стойке 20, которая закреплена в ступице кронштейна 21 и винтом 22. Пробка 17 является ограничителем при перемещении хомутика 19 по стойке 20. Винты 23 фиксируют кронштейн 21 на основании 24.

Для установки проверяемого диска на приспособление необходимо установить цангу 6 в крайнее верхнее положение путем ввинчивания винта 7. После установки диска на шпиндель вернуть удлиненной отверткой винт 7, при этом цанга 6, разжимаясь, центрирует диск относительно оси отверстия и закрепит его на шпинделе. Ослабляя зажим винтом 27, перемещают вниз хомутик 19 по стойке 20, вводя измерительный наконечник рычага 12 в контакт с измеряемой поверхностью.

Шпинделю с диском дается один - два оборота и по показаниям ИГ 16 определяют радиальное биение выточки.

2.6. Приспособление для контроля биения торцов к оси отверстия

При назначенных жестких требованиях на высоту дисков и биение торцов применяют приспособление, представленное на рис. 2.8.

Диск устанавливают на опору 3, которая жестко соединена с оправкой 4. Последняя вращается в кронштейне 2, смонтированного на оси основания 20. Коническая часть оправки 4 притерта без люфта в отверстии кронштейна 2. Это обеспечивает вращение опоры с диском без зазора, что важно для точности измерений при значительных диаметрах дисков. Центрирование контролируемого диска осуществляется нижним вкладышем 6, наружный диаметр которого подбирается по отверстию диска с учетом скользящей посадки. Крепление вкладыша осуществляется шпилькой 9, гайками 7 через шайбы 1 и втулку 5. После установки диска на опору его закрепляют винтовой парой, шпилькой 9 и гайкой, через верхний вкладыш 8, который имеет коническую фаску для самоцентрирования. Биение торцовой поверхности проверяют ИГ 12, которая смонтирована на подвижной части 10 скалки 14 и закреплена через втулку 11 винтом 21. Подвижная часть 10 позволяет отводить ИГ 12, не изменяя высоты установки ИГ. Кронштейн 15, удерживающий скалку 14 с помощью винта 22, расположен на стойке 16, которая установлена на ступице 17 с возможностью выдвижения и изменения высоты. Стойка удерживается в ступице винтом 18. Крепление ступицы на основании 20 - болтами 19.

Для определения биения торца опоре 3 с диском дается один - два оборота. По разности показаний ИГ 12 определяют биение торца диска относительно оси отверстия.

Приспособление внедрено в Ливенском АО "ЛААЗ".

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 в виду, что на точность измерения будет влиять точность изготовления оправки 5 и центрального отверстия диска - поверхность Г.

2.8. Групповое контрольное приспособление для проверки торцового биения

Биение рабочих поверхностей дисков А, Б и В проверяют простейшим контрольным приспособлением с жесткой многоступенчатой оправкой (рис. 2.10).

Проверяемые диски устанавливают на оправку 3, причем, каждый диск на свою шейку оправки. Оправка 3 закрепляется на основании 1, на которой также установлена стойка 2. На стойке 2 с помощью соответствующих кронштейнов закреплены ИГ, измерительные стержни которых соприкасаются с контролируруемыми поверхностями А, Б, и В.

Для определения биения рабочих поверхностей дисков им дается один - два оборота. По разности показаний ИГ определяют биение рабочих поверхностей дисков относительно осей отверстий.

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 шупа 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 шупу. В корпус 23 постоянно упирается плунжер 14, который с помощью пружины 15 создает измерительный натяг неподвижному шупу 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, закреплённая 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 определяет 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.

Приспособление разработано во ВНИИГидромаш (Ливенский филиал). Оно позволило увеличить производительность при контроле насосов 3В 125/16.

2.12. Приспособление для контроля отклонения от параллельности плоскостей

Существуют различные методы измерения отклонения от параллельности (ЕРА) плоскостей: по углу наклона плоскопараллельной пластины, плоской пластиной, с помощью кругломера, вращательной головкой, поворотным столом с прецизионным вращением, измерительной головкой и поверочной плитой.

Приспособление (рис. 2.15) позволяет измерить отклонение от параллельности плоскостей диска ИГ 4, которая закреплена во втулке 3 винтом 2 на кронштейне 6. Опорные штыри 9 в количестве трех штук запрессованы в основание 10 и образуют базовую горизонтальную плоскость. Кроме того, опорные штыри расположены на основании на среднем диаметре контролируемых канавок диска (для данного приспособления это $\varnothing 61,5 + 0,01$ мм). Измерительный наконечник ИГ 4 находится на расстоянии радиуса контролируемых канавок диска относительно оси симметрии диска.

Настройка на размер радиуса производится перемещением кронштейна 6 относительно основания за счет пазов под крепежные болты 7. Настройка на ноль измерительной головки 4 производится по поверочной плитке 1.

2.13. Приспособление для контроля радиального биения проточки в отверстии

В ряде конструкций деталей типа дисков, втулок, ступиц и др., по техническим условиям предъявляются жесткие требования к радиальному биению и соосности проточек в центральном отверстии. Для проверки радиального биения и контроля соосности отверстий применяется, приспособление показанное на рис. 2.16.

Втулку 2 устанавливают базовым отверстием А и торцом Т на оправку 5, ось которой расположена в горизонтальной плоскости, и закреплена на стойке 3 приспособления. Кроме того, на основании смонтирована стойка 1 с помощью специального шарнира 4, который позволяет перед выводом шупа рычажной передачи 6 ИГ 7 из контролируемой зоны, приподнять его.

Для проверки биения выточки втулке дается один - два оборота и определяется разность в показаниях ИГ 7. Специальная ры-

чажная передача 6 предохраняет ИГ 7 от ударов, преждевременного износа и позволяет измерить биение, столь, удаленной поверхности.

2.14. Контрольное приспособление для проверки биения торцов у дисков с коническим отверстием

Биение рабочего торца относительно центрального конического отверстия можно проверить на простом приспособлении (рис. 2.17), состоящем из двух узлов. Проверяемый диск устанавливают на оправку 7, имеющую коническую поверхность, и которая смонтирована на основании 8. В отверстие оправки устанавливают ось 6, которая притерта без люфта к отверстию оправки. Это обеспечивает вращение оси на оправке без зазора, что важно для точности измерений при значительных диаметрах дисков. На оси неподвижно установлен корпус 1 в виде диска, который крепится к ней гайкой 6. На корпусе смонтированы точечная опора 2 и ИГ 4 с помощью разрезной втулки 5.

Для определения биения рабочего торца диска корпусу дается один - два оборота. По разности показаний ИГ 4 определяют биение торцевой поверхности диска относительно оси конического отверстия.

2.15. Съемное контрольное приспособление для проверки биения торца

Если диски выполняются с точным отверстием и по техническим условиям биение рабочего торца относительно оси отверстия допускается, например, в пределах 0,08 - 0,15 мм, то на окончательной приемке производится сплошная проверка дисков с помощью приспособления рис. 2.18.

В отверстие проверяемого диска устанавливают оправку 1 с помощью рукоятки 4, которая одновременно крепит к оправке коромысло 2. В одном плече коромысла 2 запрессован точечный упор 3, в другом - ИГ 5, которая зажимается с помощью винта 6 и гайки 7.

Для определения биения рабочей торцевой поверхности диска коромыслу 2 дается один - два оборота. По разности показаний ИГ 5 определяют биение торца диска относительно оси отверстия.

2.16. Приспособление для контроля радиального биения и отклонения от соосности отверстий

Контроль радиального биения внутренней поверхности штампованного бортика относительно центрального отверстия штампованных дисков можно проверить съемным приспособлением (рис. 2.19).

В отверстие диска устанавливается оправка 10 и соединяют ее с контролируемой деталью гайкой 1 через шайбу 2, с возможностью вращения с некоторым усилием. На оправке 10 неподвижно смонтировано коромысло 3 с помощью шайбы 8 и двух винтов 9. На одном конце коромысла, в нише, установлена ИГ 7 и через втулку 4 закреплена винтом 6. Измерительный стержень 5 ИГ 7 выполнен специальным удлиненным и предохраняет ИГ 7 от преждевременного износа.

Для определения биения рабочих поверхностей штампованного диска коромыслу дается один - два оборота. По разности показаний ИГ 7 определяют радиальное биение бортика и отклонение от соосности.

2.17. Контрольное приспособление для проверки торцевого и радиального биений диска с базированием на оправку в центрах

Если по технологическим условиям определено биение торцов и радиальное биение бортиков и наружной цилиндрической поверхности дисков в сборе с валом, на который они монтируются, для на контрольной оправке, то можно использовать приспособление рис. 2.20.

Контролируемый диск в сборе с валом 3 устанавливают в центры 4, которые монтируются в передней и задней бабках, установленных на общей плите. Центры находятся под постоянным

действием сжатых пружин, расположенных в пинолях передней и задней бабок. На общей плите устанавливается стойка 2 или штатив с магнитным основанием (по ГОСТ 10197 - 70) и ИГ 1.

Оправке 3 дают один - два оборота и отсчитывают максимальное показание ИГ 1, которое и определяет биение торцов и радиальное биение наружных поверхностей.

Приспособление может быть дополнено измерителями не только для радиального, но и - для торцевого биений. Такая комплексная проверка даст высокую производительность процесса контроля.

Кроме того, приспособление позволяет оценить отклонение от перпендикулярности торцевой плоскости к оси отверстия "А", как разность показаний в двух противоположных точках на базе D, отнесенную к базовой длине D.

2.18. Съемное контрольное приспособление для проверки отклонения от перпендикулярности торца относительно оси резьбового отверстия

Для больших по диаметру дисков с центральным резьбовым отверстием для проверки биения торца относительно этого отверстия применяют съемное приспособление (рис. 2.21), которое состоит из оправки 5 с резьбовым наконечником и корпуса 3. Ступица 10, неподвижно смонтированная с помощью штифтов 2 и винтов 9 с корпусом 3, притерта без люфта на оправке 5. Это обеспечивает вращение корпуса с ИГ 8 на оправке 5 без зазора, что важно для точности измерений при значительных диаметрах дисков. На корпусе 3 помимо ИГ 8, закрепленной на одном конце с помощью винта 7 через втулку 6, установлена точечная опора 4, которая запрессована на другом конце.

Для проверки биения торцевой поверхности диска необходимо наложить приспособление на торец и ввернуть оправку в резьбовое отверстие. Биение торцевой поверхности получают по разности показаний ИГ 8 при вращении корпуса 3 на оправке 5. Пружинное плоское разрезное кольцо 1 служит для предохранения от выпадания оправки из корпуса

2.19. Приспособления - вставки для контроля формирующих гнезд в пресс - формах

На рис. 2.22, а - 2.22, б показаны средства измерения формирующих гнезд в пресс - формах, которые имеют конфигурацию дисков. Все известные методы измерения связаны с громоздкими приспособлениями, шаблонами, специальными инструментами и не позволяют контролировать проточку формирующего гнезда на всем этапе обработки [1].

Для измерения обрабатываемой пресс - формы используют микрометры 1 для измерения резьб типа МВМ с применением специальных вставок 2 и микрометры для измерения труб типа МГ со специальной вставкой 3 вместо пятки.

2.20. Контрольное приспособление для проверки отклонения от перпендикулярности труднодоступного торца

При производстве контрольно - измерительных приборов часто встречаются диски, корпусные детали и др. с ограниченным подходом к обрабатываемым поверхностям. ГПТЭИ "Укрорг-станкинпром" разработано контрольное приспособление, значительно облегчающее доступ к таким поверхностям (рис. 2.23)

На ступенчатую оправку 6 надевают притертую втулку 4 с впрессованным в ее торец упором 5, затем винтом 1 закрепляют хомутик 2, на котором винтом 7 закреплена ИГ 3.

Готовое к работе контрольное приспособление устанавливают в отверстие детали, дают необходимый "натяг" ИГ (примерно один оборот стрелки) и измеряют фактическое биение торца детали относительно оси по отклонению стрелки ИГ.

Приспособление просто в изготовлении, не требует сложной наладки, повышает производительность труда и культуру производства.

2.21. Приспособление для контроля отклонения от соосности ступенчатого отверстия

На рис. 2.24 показано приспособление для контроля калибр пробкой 2 соосности в корпусе - улитке центробежного насоса. Контролируемый корпус, имеющий форму диска, устанавливается на основании 1 и центрируется базирующим бортиком кольца 3 имеющий размер $\varnothing 199,94 - 0,006$ мм. Сверху, в отверстие контролируемой детали и втулку 4 основания приспособления вставляют калибр - пробку 2, которая имеет рукоятку 5, кольцо - ограничитель 6, два пружинных кольца 7 и две рабочие ступени, одна из которых $\varnothing 46,94 - 0,006$ контактирует с контролируемой деталью. Нижняя рабочая поверхность калибра - пробки входит во втулку и притерта без люфта к ней. Это обеспечивает безззорный контакт, что важно для точности контроля.

Приспособление внедрено в АО "Ливгидромаш"

2.22. Приспособление для контроля расположения отверстий

Контроль расположения отверстий можно произвести в приспособлении, показанном на рис. 2.25, которое спроектировано для диска с центральным отверстием, имеющим четыре отверстия например, $\varnothing 8,4$ под резьбу М10 - 7Н на диаметре $\varnothing 134$ мм. В корпус приспособления 5 запрессован поверхностью 2 диск 4, центрирующий приспособление на измеряемой детали. На резьбовой хвостовик диска 4 установлена рукоятка 1. В корпусе 5 изготовлены с высокой точностью на контролируемом $\varnothing 134$ четыре отверстия $\varnothing 16$ Н7 под калибр - пробки 3, помимо этого, на корпусе изготовлены резьбовые отверстия, являющиеся местом для хранения калибр - пробок 3.

В процессе эксплуатации допустим износ диска 4 с $\varnothing 89,9$ до диаметр 89,958 мм; калибр - пробок с $\varnothing 7,978$ мм до $\varnothing 7,95$ мм.

2.23. Штангенциркуль со специальными губками

На рис. 2.26 показан, разработанный в Орловском СКБ ТМ, штангенциркуль со специальной наладкой, облегчающей измерение в труднодоступных местах контролируемых барабанов с точностью до 0,1 мм.

К стандартному (например, ШЦ - III 0 - 400 - 0,1 ГОСТ 166 - 89) штангенциркулю 1 с помощью хомутика 2 и винтов 4 крепятся губки 3 (рис. 2.26, б), которые изготавливают из стали У12А НРСз 58 ... 60. Плоскости прилегания губок друг к другу окончательно притирают в сборе со штангенциркулем, при этом показания нулевой отметки изменяются: в данной конструкции ноль будет на риске - 40,00 мм. В местах контакта винтов 4 со стандартными губками сверлят конические отверстия на глубину 1 ... 1,5 мм. Так как, при обработке барабанов на токарных станках измерение непосредственно на станке сопряжено с большими трудностями, то данный модернизированный штангенциркуль повышает качество обрабатываемых деталей и производительность труда.

2.24. Штангенциркуль со специальной скобой

При обработке отверстий деталей на расточных станках измерение отверстий непосредственно на станке сопряжено с большими трудностями. На Витебском заводе им. Коминтерна спроектирован и внедрен в производство штангенциркуль (рис. 2.27), позволяющий измерять диаметры растачиваемых отверстий с точностью до 0,1 мм, не вынимая борштангу из отверстия. Для этой цели к штанге штангенциркуля прикреплена скоба, расположенная под прямым углом относительно губок.

С внедрением такого штангенциркуля повысилась производительность труда и качество обрабатываемых деталей.

2.25. Приспособление для контроля наружного контура конических колес

При изготовлении конических зубчатых колес требуется с высокой точностью выдерживать положение поверхностей наружного и заднего конусов, которые в дальнейшем являются измерительными базами зубчатого венца. Расположение этих поверхностей (см. рис. 2.28, б) определяется диаметром D окружности пересечения наружного и заднего конусов, расстоянием H от окружности пересечения до опорного торца и углами φ_e и $(\pi/2 - \varphi_e)$ обоих конусов. При известной технологии изготовления наружного контура конических зубчатых колес осуществляется многократная проверка и подгонка положения окружности D . Трудоемкость подгонки положения этой окружности обуславливается тем, что при обработке одного из конусов происходит одновременное изменение обоих контролируемых параметров D и H .

На рис. 2.28, а показано приспособление для контроля наружного контура конических колес. Оно значительно снижает трудоемкость изготовления и контроля конических зубчатых колес [2].

Корпус 1 приспособления выполнен в виде призмы, в которой перпендикулярно к образующим наружного и заднего конусов закреплены ИГ 2 и 3. При настройке приспособление устанавливается на базовые поверхности первой эталонной детали, изготовленной по чертежу, и показания ИГ выставляются на ноль.

После изготовления первой детали и настройки приспособления производится обработка наружного и заднего конусов у всей партии деталей. Предпочтительно, чтобы обработка валов велась на двух станках, настроенных соответственно на значения углов φ_e и $(\pi/2 - \varphi_e)$. Контроль деталей осуществляется непосредственно на станке в процессе обработки партии.

2.26. Штангенциркуль для измерения конусов

Штангенциркуль (а. с. 1165871) измеряет конуса деталей путем одноразовой установки на контролируемую деталь (рис. 2.29).

При измерении наружного конуса его меньшее основание устанавливают в паз штанги 2 таким образом, чтобы образующая конуса в плоскости штанги лежала на измерительной поверхности

губки 1, а другая образующая касалась измерительной кромки паза. При этом плавно передвигают рамку 5 до соприкосновения измерительной кромки губки 6 с образующей конуса.

Если измеряют внутренний конус, то губку 3 устанавливают в конус таким образом, чтобы ее измерительная кромка лежала на образующей конуса, а измерительная вершина касалась другой образующей. При этом плавно передвигают рамку до соприкосновения вершины подвижной губки 4 с образующей конуса. Величину угла α контролируемого конуса определяют по показанию "а" штангенциркуля

$$\operatorname{tg} \alpha = (a - b)/c,$$

где c - длина губки 4; b - ширина паза [3].

2.27. Измерение углов внутренних конусов

На рис. 2.30 показано устройство для измерения углов внутренних конусов деталей непосредственно на металлорежущем станке с высокой производительностью [4]. Оно состоит из плитки 2 (предназначенной для жесткого закрепления с концом штанги штангенциркуля), трех неподвижных измерительных наконечников 3, подвижного измерительного наконечника 4 и пружины растяжения 5, линейки 1 (предназначенной для жесткого закрепления с нониусной рамкой штангенциркуля). Участок профиля линейки 1, контактирующий с подвижным наконечником, выполнен по форме, определяемой из равенства:

$$a = b \operatorname{tg} \beta c,$$

где a - величина подъема профиля линейки; b - расстояние между осями измерительных наконечников; β - коэффициент пропорциональности между линейными и угловыми величинами; c - координата профиля линейки вдоль ее длины. Длина измерительных наконечников выбирается исходя из величин измеряемых конусов.

Приспособление устанавливают на штангенциркуль, настраивают и жестко закрепляют. При измерении угла конуса штангу с плиткой устанавливают в контролируемое коническое отверстие так, чтобы все вершины неподвижных измерительных наконечников касались образующей контролируемого конуса. Затем

перемещают нониусную рамку штангенциркуля и одновременно линейку, которая в свою очередь перемещает подвижный измерительный наконечник в отверстие до упора. По основной шкале штанги с помощью нониуса рамки считывается величина измеряемого угла конуса.

Приспособление внедрено на Камском объединении по производству большегрузных автомобилей.

2.28. Прибор для контроля угла профиля

Прибор (рис. 2.31) предназначен для одновременного определения отклонений угла левой и правой сторон профиля резьбы и ширины впадины резьбы (а. с. 702234). Перед измерением прибор настраивают по установочному плоскому шаблону, имеющему профиль измеряемой резьбы. ИГ 4 с ценой деления 0,001 мм и отсчетный узел 5 при этом устанавливают на нуль. Затем прибор переносят на измеряемую резьбу и, прижимая опорные валики к базовому упору 8 к резьбе, базируют его по ее наружной (или внутренней - при измерении внутренней резьбы) поверхности. При этом под действием пружины 10 планки 1 своими шаровыми опорами 2 контактируют с обеими сторонами профиля резьбы и через рычаги 3 передают ИГ 4 отклонения угла профиля резьбы на длине, равной половине расстояния между шаровыми опорами.

Для определения действительных отклонений угла профиля полученные показания умножают на два. Одновременно контакт 1 взаимодействует с измерительным наконечником 6 и передает отклонения ширины впадины резьбы отсчетному узлу 5. При ширине впадины профиля резьбы больше номинальной показания отсчетного узла выше нуля, а при ширине впадины меньше номинальной - ниже нуля.

В связи с тем, что прибор настраивают по плоскому шаблону с плоским торцом, а базой при измерении служит цилиндрическая наружная или внутренняя поверхность резьбы, полученные показания отклонений ширины впадины резьбы корректируют по таблице.

Рассмотренный прибор повышает точность измерения и одновременно позволяет измерять отклонения ширины впадины резьбы.

2.29. Дискový нутромер для внутренних конусов

Нутромер (рис. 2.32) предназначен для измерения допусков внутренних конусов деталей [5]. На корпусе 1 нутромера смонтирован специальный базировочный диск 2 диаметром D , который находится на определенном расстоянии L от измеряемого стержня 3. При настройке прибора сначала из существующих стандартных длин выбирают значение L , а затем определяют диаметр диска:

$$D = D_k - 4a,$$

где D_k - большой диаметр измеряемого конуса; a - постоянная величина, зависящая от длины, класса точности и допуска измеряемого конуса. После этого нутромер настраивают на диаметр d , который соответствует диаметру конуса на расстоянии L до диска. При отклонении угла конуса на величину $-\Delta_\alpha$ положение прибора будет соответствовать верхнему пределу допуска, а при отклонении $+\Delta_\alpha$ - нижнему. Положение, показанное на рисунке, соответствует номинальной конусности.

Расчет допуска на конусность ведется по формуле

$$TK = T(D - d)/L,$$

где TK - допуск на угол конуса; T - допуск в линейной мере на этот угол; $(D - d)$ - разность диаметров при постоянной длине L .

Нутромер удобен в эксплуатации и позволяет измерять допуски внутренних конусов не снимая деталь со станка.

2.30. Пневматический прибор для контроля внутренних конусов

При массовом производстве для контроля внутренних конусов разработан прибор (рис. 2.33), основанный на принципе измерения суммарных давлений между двумя соплами, находящимися на специальной конусной оправке [6].

Прибор устанавливают в заднюю бабку станка или на специальную подставку при измерении в лабораторных условиях. Его основу составляет конусная оправка 1, на боковой поверхности

которой на расстоянии L друг от друга расположены сопла 2 и 3. Диаметр базировочного цилиндра

$$D_6 = D_k + \frac{2z}{\cos \alpha},$$

где D_k - большой диаметр конусной оправки; α - угол конусности оправки; z - заданная величина зазора между измеряемой и измерительной поверхностями. Воздух под давлением подается в блок фильтра 4 и стабилизатор давления 5, а затем в ротаметр 7. Далее воздух поступает в канал измерительной конусной оправки и выходит из сопел 2 и 3. Установку поплавка 8 в требуемое положение и изменение передаточного отношения $k = P/z$ осуществляют вентилями 6 и 9.

Для градуировки прибора рассмотрим зависимость изменения суммарных зазоров при изменении большого D и малого d диаметров измеряемого конуса. При нормальном их значении образующие измеряемой и измерительной конусных поверхностей будут параллельны между собой, а суммарный зазор z_0 при этом будет равен $2z$. Этому зазору соответствует давление P_0 . При увеличении диаметров D или d суммарный зазор увеличивается, а давление падает. При уменьшении диаметров суммарный зазор уменьшается, а давление повышается. При изменении суммарного зазора также изменяется расход воздуха. Таким образом, высота подъема в трубке ротаметра поплавка 8 является функцией суммарного зазора. Имея аттестованные детали или калибры с определенными значениями конусности, можно провести градуировку прибора на величину $z = TK$, где TK - допуск на конусность.

Для упрощения расчетов допуск на конусность часто устанавливают не в угловой, а в линейной величине (микрометрах) разности диаметров $(D - d)$ при постоянной длине $L = 100$ мм. Допуск на конусность в этом случае будет зависеть только от допуска на разность диаметров:

$$TK = T(D - d)/L$$

При измерении ротаметром с конусной трубкой 1:1000 и ценой деления шкалы 1 мкм можно измерять отклонения угла конуса с точностью 2".

Прибор удобен в пользовании и дает возможность измерять допуск на конусность внутренних конусов, не снимая деталь со станка.

2.31. Приспособление для контроля угла в дисках с конусным отверстием

Приспособление разработано в ГПТЭИ "Укроргстанкин-пром". Контролируемую деталь устанавливают в призму 3 (рис. 2.34) и обрезиненным роликом 4 поджимают к пластине 2 заданной толщины. Затем пластину убирают и деталь передвигают до упора 1 и проворачивают в призме 3. ИГ 6 упирается в рычаг 5, который поджат к контролируемой поверхности и показывает отклонение угла конусного отверстия на заданном размере.

Внедрение приспособления позволяет повысить производительность труда в 1,2 раза.

2.32. Приспособление для контроля линз

Качественные характеристики оптических приборов в значительной степени зависят от точности изготовления линз. Одним из параметров точности является так называемая "косина" линзы. Для соблюдения этого технического условия необходимо, чтобы точки, находящиеся на окружности какого-либо радиуса, располагались в плоскости, перпендикулярной к оси линзы.

Приспособление для контроля "косины" линз состоит из корпуса 7 (рис. 2.35), в пазу которого двумя винтами закреплена призма 10, предохраняемая от поперечного смещения планкой [7]. В левой части корпуса в направляющих расположены два упора 2, точно фиксирующие вертикальное положение линзы при ее установке в призму. Для этого оба упора выставляют по контрольному угольнику и закрепляют контргайками. В направляющих корпуса расположены подпружиненный прижим 3 и наконечник 4, который ввернут в ИГ 5. Линза закрепляется прижимом 3 с помощью вставки 9 и пружины 8, а освобождается рычагом 1, которым нажимают на выступающий конец штока 6.

Приспособление устроено так, что при закреплении линзы с ее поверхностью сначала соприкасается прижим, а затем наконечник ИГ, что обеспечивает надежную установку линзы в призму.

После закрепления линзу вращают вокруг оси и фиксируют показания ИГ

2.33. Прибор для измерения внутреннего конуса

На рис. 2.36 показан контрольно - измерительный прибор для определения отклонений большого и малого диаметров конуса, конусности в линейных величинах на заданной длине, а также от прямолинейности двух диаметрально - противоположных образующих внутреннего конуса.

Корпус 7 конусной формы заканчивается по малому диаметру замкнутым конусным кольцом (диском), а по большому диаметру - цилиндрической поверхностью, по которой перемещается вдоль оси конуса кольцо 6. В корпусе с обеих сторон диаметрально - противоположно расположены два основных продольных паза, в которых размещены подвижные контакты 5, взаимодействующие с прямолинейными образцами 4, установленными с возможностью поворота в центрах 3. Последние смещены относительно оси образцов. На такое же расстояние, но в противоположную сторону смещены ИГ 8 и 9. В результате цена деления ИГ становится равной 0,0005 мм. Центры 3 установлены в подпружиненных рамках 2, которые могут поворачиваться в центрах 1 при помощи винтов 10. Поворотом рамок 2 образцы 4 устанавливают под углом к оси прибора, равным номинальному углу уклона α , в результате чего они образуют эталонный конус для определения отклонений геометрических параметров измеряемого конуса.

При измерении прибор вводят в конус до соприкосновения с ним конусного диска по малому диаметру. При этом конусное кольцо 6 перемещают по цилиндрической части корпуса до соприкосновения с измеряемым конусом по большому диаметру, что обеспечивает строгое центрирование прибора в измеряемом конусе. Отклонения параметров конуса определяют по показаниям ИГ 8 и 9 при перемещении контактов 5 по всей длине конуса. Если угол измеряемого конуса равен номинальному углу, то при перемещении контактов фиксируют отклонения формы образующих конуса, в частности отклонения от прямолинейности образующих конуса. Если же угол измеряемого конуса не равен номинальному углу, то фиксируют одновременно отклонения формы и угла конуса, т. е. определяют действительные отклонения измеряемого конуса от номинального.

Величину отклонения конусности в линейных величинах на заданной длине определяют как разницу отклонений большого и малого диаметров конуса.

Приспособление внедрено на Камском объединении по производству большегрузных автомобилей.

2.34. Приспособление для контроля отклонения от прямолинейности

Для контроля отклонения от прямолинейности (а. с. 968585), основанное на том, что линейку с расположенными вдоль нее измерителями устанавливают на контролируемую поверхность и по результатам измерения определяют непрямолинейность (рис. 2.37).

Устройство для осуществления этого способа состоит из корпуса 6 с захватами 8 и пазом 7, каретки 2 с подпружиненным штоком 3, линейки 5 с образцовой ленточной поверхностью, измерителей 1 со щупами и двух штифтов 4. Линейка установлена в корпусе с зазором таким образом, что штифты входят в ее поперечные пазы.

Устройство, настроенное по эталонной поверхности, устанавливают на контролируемую поверхность и закрепляют на ней магнитными захватами 8. Шток 3 с помощью рычага опускают в нижнее положение, при котором усилие пружины передается на линейку 5. Линейка опускается, а ее образцовая ленточная поверхность прилегает к контролируемой поверхности. Измерители 1 своими щупами взаимодействуют с реальным профилем контролируемой поверхности. Наибольшее из их показаний записывают. Затем каретку 2 перемещают вдоль линейки на заранее выбранный шаг и вновь записывают наибольшее показание измерителей.

Таким образом измеряют всю длину контролируемой поверхности. Наименьшее из этих записанных показаний определяет величину непрямолинейности в заданной зоне контролируемой поверхности.

2.35. Калибр для контроля конусного отверстия

Калибр (рис. 2.38) для контроля конусного отверстия с точностью до 0,01 мм состоит из ИГ 1, которая вставлена во втулку 8 и закреплена в верхней части корпуса 2 винтом 6 [8]. Корпус калибра составной и собран из верхней части 2 и нижней - 3. Измери-

тельный грибок 5 вставлен в отверстие нижней части 3 корпуса и контактирует со щупом ИГ 1.

Перед измерением калибр настраивают; для этого ИГ 1 выставляют по эталону 4 в нулевое положение. Затем калибр вставляют в проверяемое отверстие, прижимают без перекоса нижнюю часть корпуса и по показаниям ИГ отсчитывают отклонения от номинального размера.

Применение калибра позволяет повысить производительность труда на контрольной операции почти в 2 раза.

2.36. Приспособление для контроля отклонений от перпендикулярности торца относительно центрального отверстия диска

Приспособление состоит из оправки 1 (рис. 2.39) в виде диска $\varnothing 170$ h8 с центральным отверстием $\varnothing 16$ H7, в которое вставлена рукоятка 4 и закреплена гайкой 2. Предварительно на рукоятку 4 установлен рычаг 6, несущий на одном конце опору 5, - на другом ИГ 3, закрепленную с помощью винта 8, стопорной шайбы 9 и гайки 7. Ступица рычага 6 притерта без люфта на шейке рукоятки 4. Это обеспечивает вращение рычага на рукоятке без зазора, что важно для точности измерений при значительных размерах контролируемого диска.

Для определения биения торца рычагу дается один - два оборота. По разности показаний ИГ определяют отклонения от перпендикулярности торца относительно центрального отверстия.

Приспособление внедрено на Ашхабадском машиностроительном объединении и повысило производительность труда в 1,6 раза.

2.37. Глубиномер для контроля расчетного диаметра шкива

Глубиномер (рис. 2.40) для контроля расчетного диаметра шкива изготовлен на базе штангенциркуля ШЦ - II - 160 - 0,05 ГОСТ 166 - 89 и состоит из корпуса 7, на котором приклепаны заклепками 4

две планки 2 и 3. На планке 3 нанесена шкала нониуса с ценой деления 0,05 мм. Между планками движется штанга 1 со шкалой с ценой деления 1 мм. Нулевые штрихи штанги 1 и нониуса должны совпадать при совмещении линий сопряжения А с поверхностью пластины Б. Ширина штанги строго регламентирована по шестому качеству точности и имеет размер $14 h6 (-0,011)$, который должен быть замаркирован на ней. Остальные технические требования на изготовление глубиномера по ГОСТ 166 - 80.

Глубиномер разработан в Орловском СКБ ТМ и внедрен в АО "Текмаш".

Список литературы

1. Лапинский Ю. А. Средства измерения формирующих гнезд в пресс - формах // Машиностроитель. - 1985. - № 2. - С. 20 - 21.

2. Антонюк В. Е. Приспособление для контроля наружного контура конических колес // СТИН. - 1970. - № 10. - С. 32.

3. Варданыан С. О. Штангенциркуль для измерения конусов // Машиностроитель. - 1987. - № 8. - С. 25.

4. Варданыан С. О. Конусомерное приспособление к штангенциркулю // Машиностроитель. - 1987. - № 7. - С. 12.

5. Согоян М. Т. Дисковый нутромер // Машиностроитель. 1985. - № 7. - С. 12.

6. Согоян М. Т. Пневматический прибор для контроля внутренних конусов // Машиностроитель. - 1986. - № 8. - С. 45.

7. Горелов А. Б. Приспособление для контроля линз // Машиностроитель. - 1984. - № 7. - С. 35.

8. Чеканов В. Е. Калибр для контроля конусного отверстия // Машиностроитель. - 1984. - № 4. - С. 20.

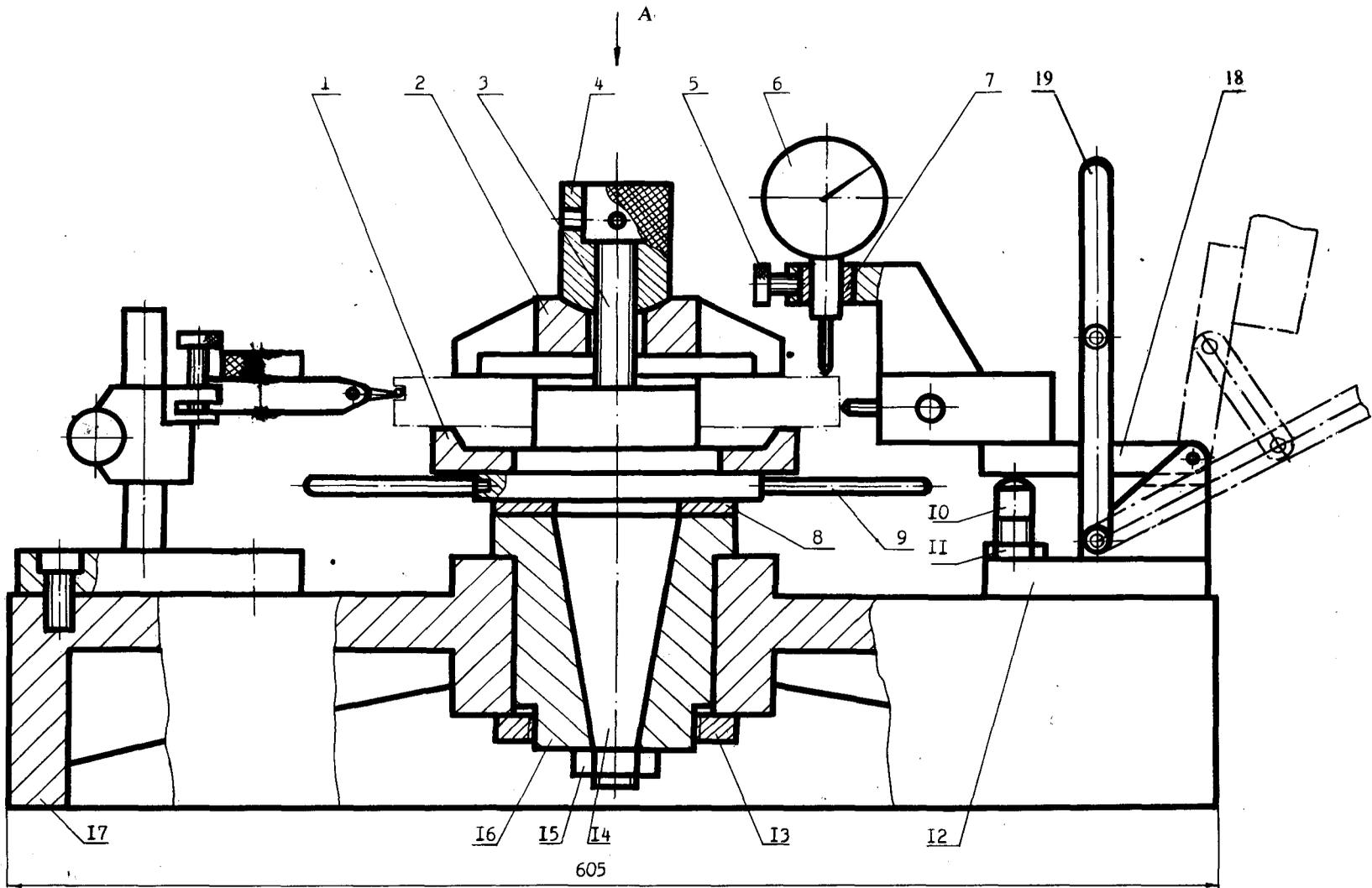


Рис. 2.1. Контрольное приспособление для проверки торцового и радиального биений:

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

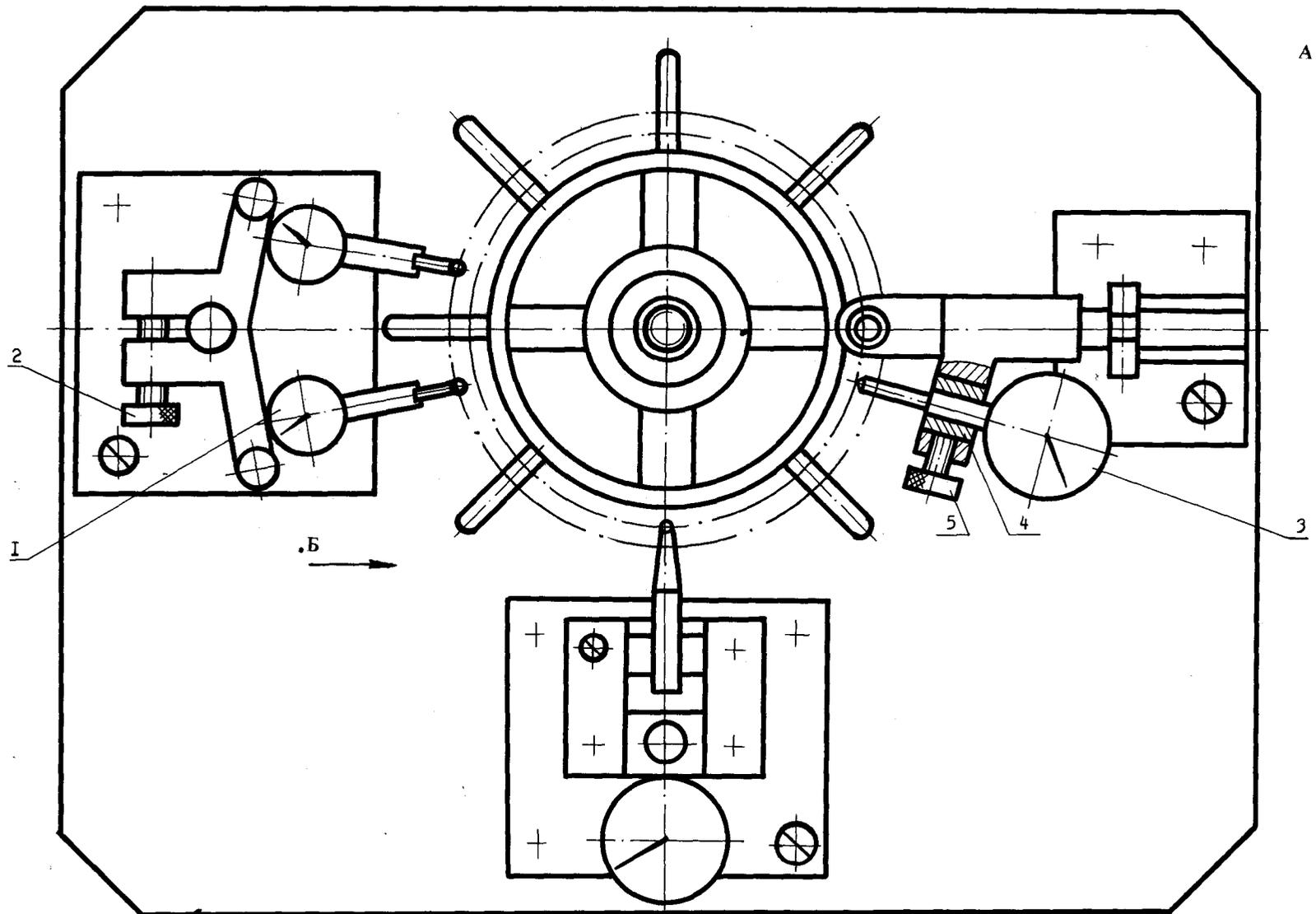


Рис. 2.2. Контрольное приспособление для проверки торцового и радиального биений (вид А на рис. 2.1):

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

Б

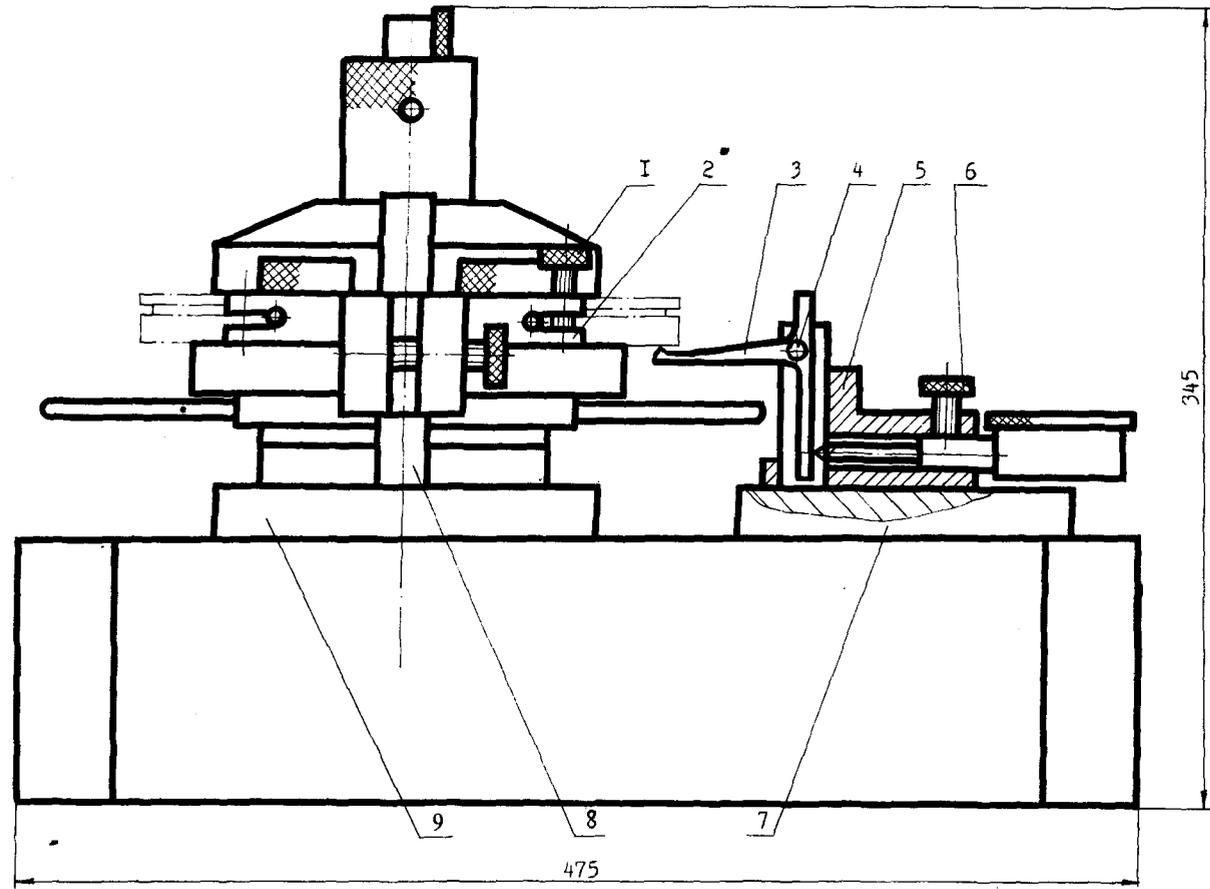


Рис. 2.3. Контрольное приспособление для проверки торцевого и радиального биений (вид Б на рис. 2.2):

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

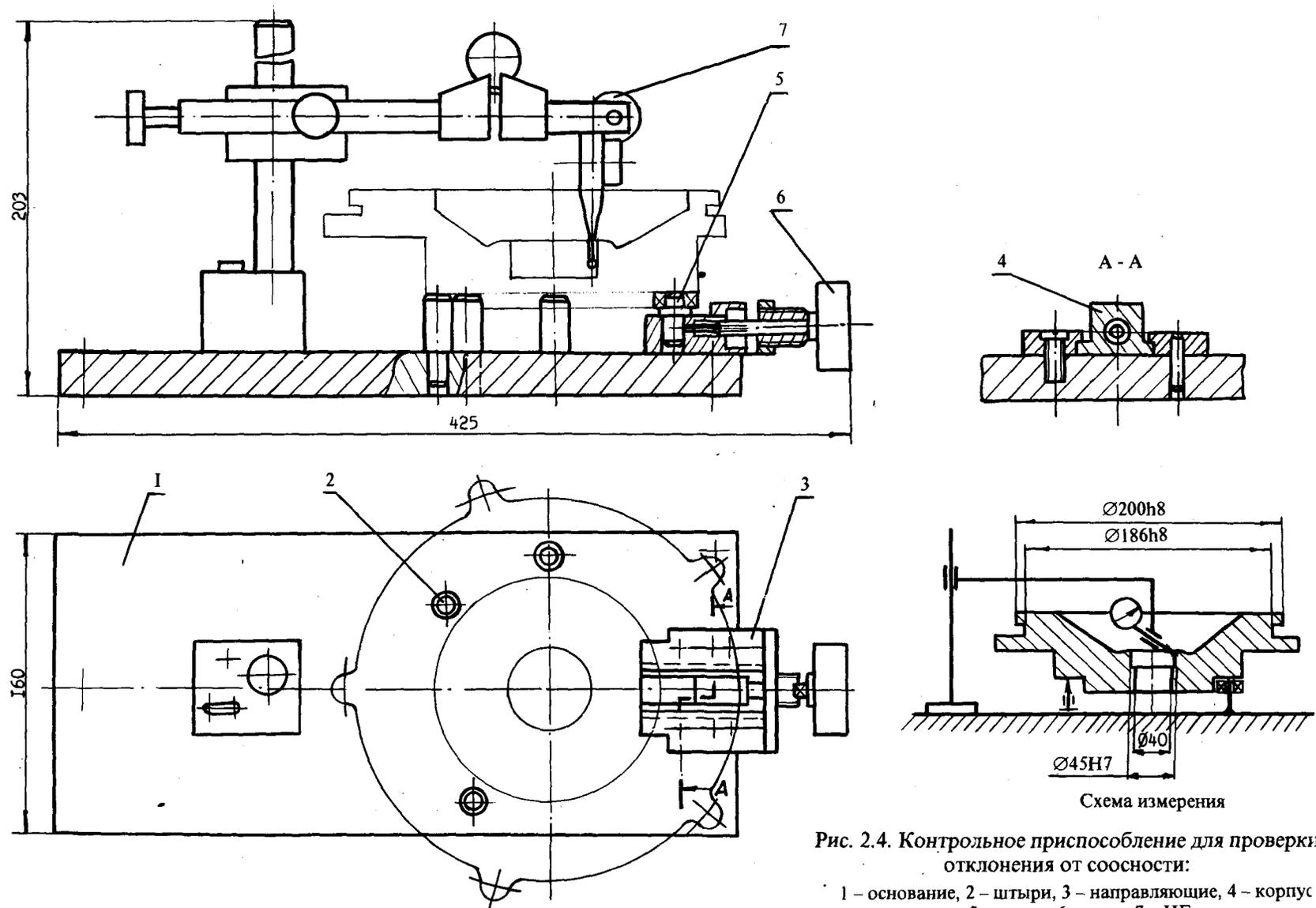


Рис. 2.4. Контрольное приспособление для проверки отклонения от соосности:

- 1 – основание, 2 – штыри, 3 – направляющие, 4 – корпус
5 – ролик, 6 – винт, 7 – ИГ

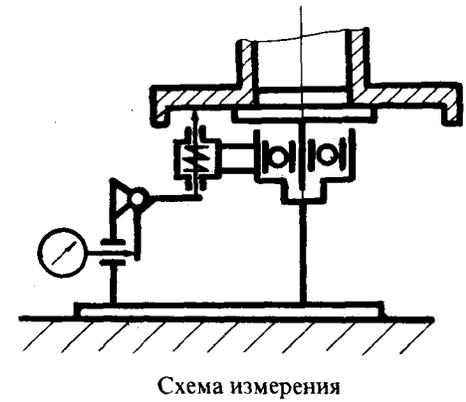
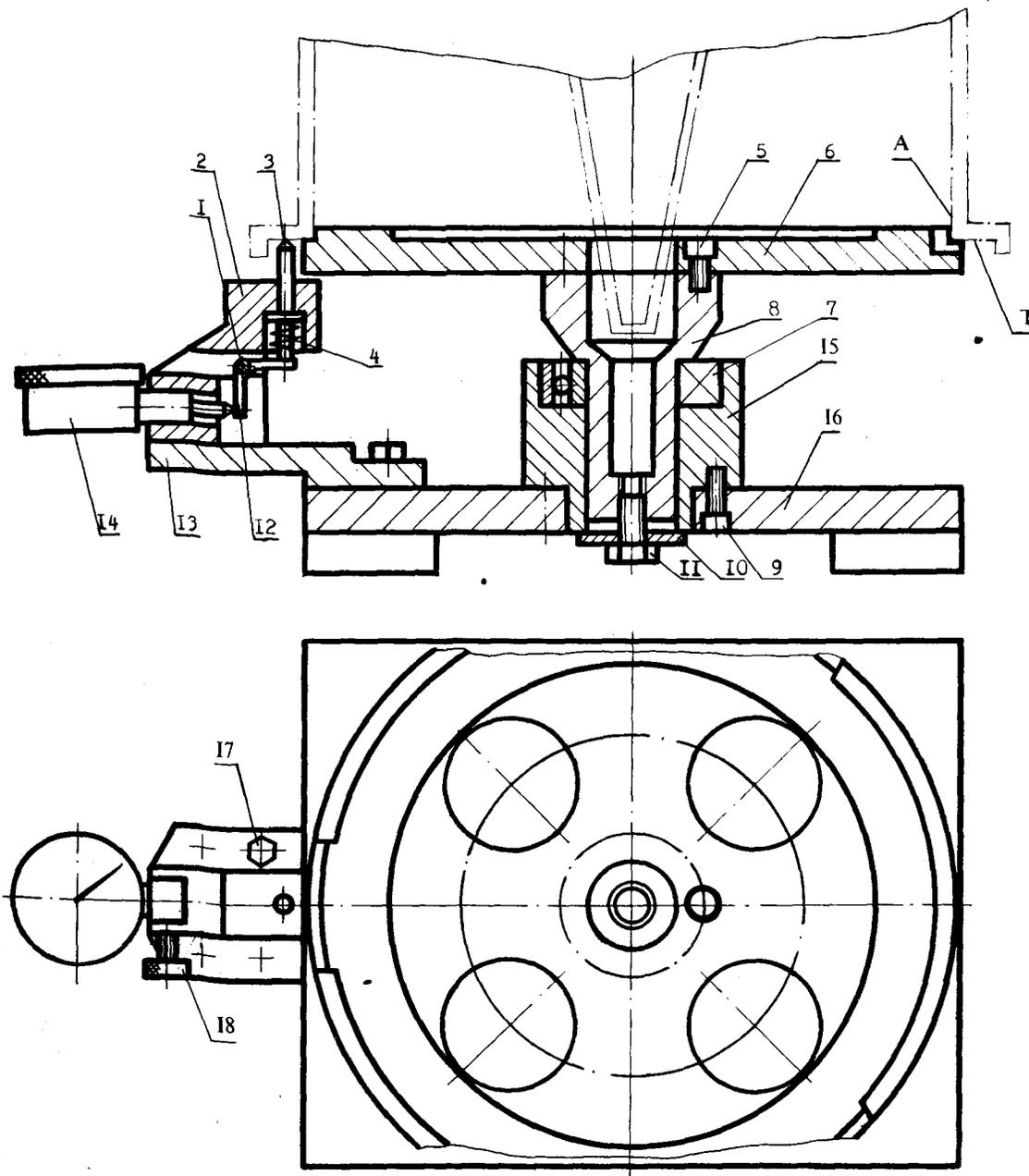


Рис. 2.5. Приспособление для проверки торцового биения:

- 1 – ось, 2 – кронштейн, 3 – плунжер, 4 – пружина,
 5 – болт, 6 – ступица, 7 – подшипник, 8 – оправка,
 9 – винт, 10 – шайба, 11 – винт, 12 – рычаг,
 13 – пластина, 14 – ИГ, 15 – втулка,
 16 – основание, 17 – болт, 18 – винт

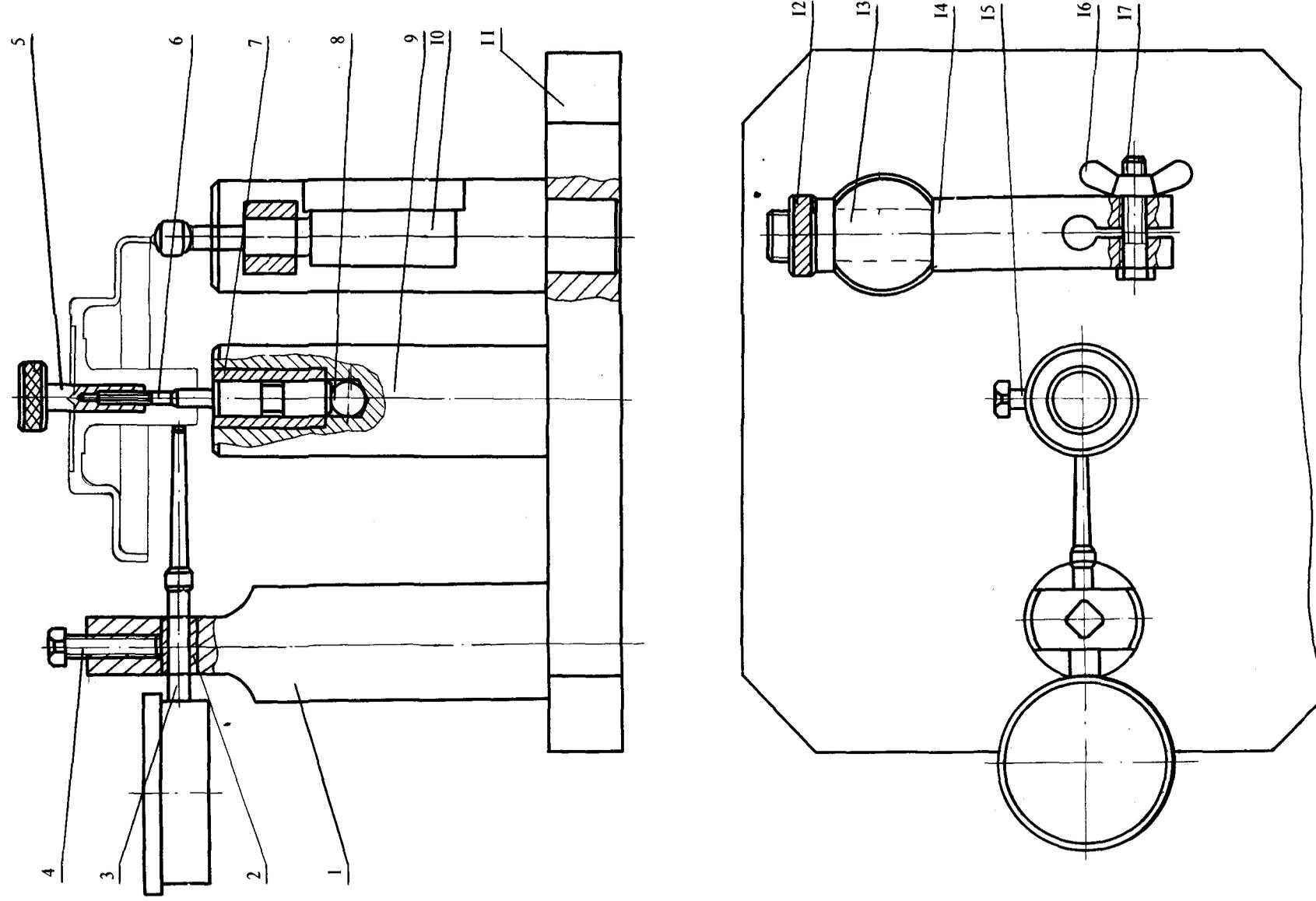


Рис. 2.6. Контрольное приспособление для проверки биения ступицы и торца:

1 – стойка, 2 – втулка, 3 – ИГ, 4 – винт, 5 – винт, 6 – ось, 7 – втулка, 8 – шарнир, 9 – стойка, 10 – стойка, 11 – основание, 12 – гайка, 13 – стойка, 14 – планка, 15 – винт, 16 – гайка, 17 – винт

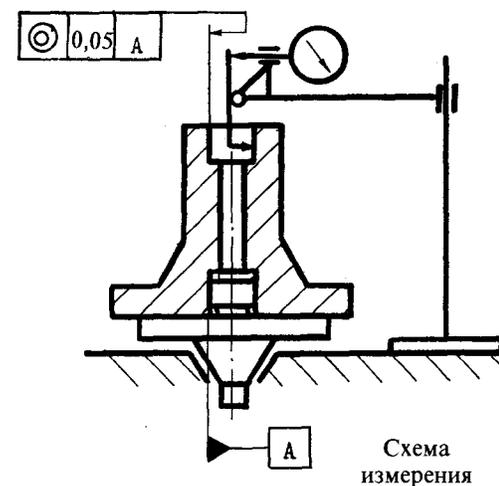
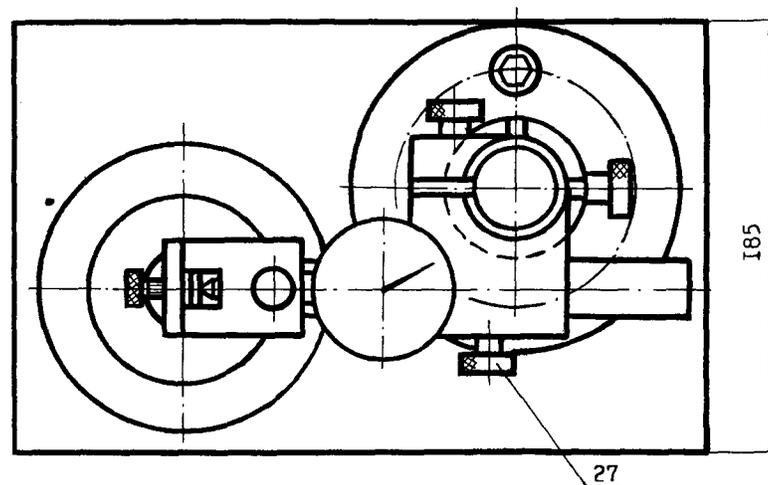
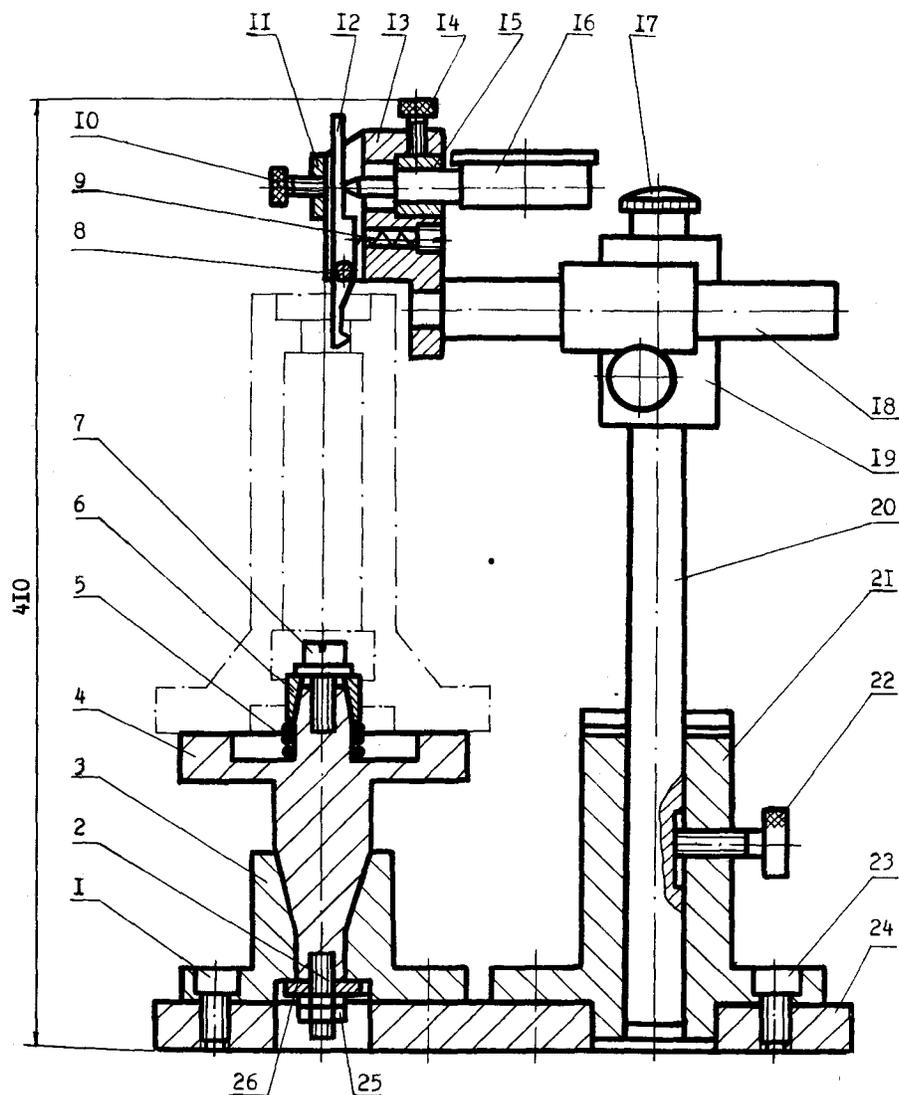


Рис. 2.7. Контрольное приспособление для проверки радиального биения выточки:

- 1 – винт, 2 – шпилька, 3 – кронштейн, 4 – шпindelь, 5 – пружина, 6 – цапга, 7 – винт, 8 – ось, 9 – пружина, 10 – винт, 11 – планка, 12 – рычаг, 13 – кронштейн, 14 – винт, 15 – втулка, 16 – ИГ, 17 – пробка, 18 – скалка, 19 – хомутик, 20 – стойка, 21 – кронштейн, 22 – винт, 23 – винт, 24 – основание, 25 – гайка, 26 – шайба, 27 – винт

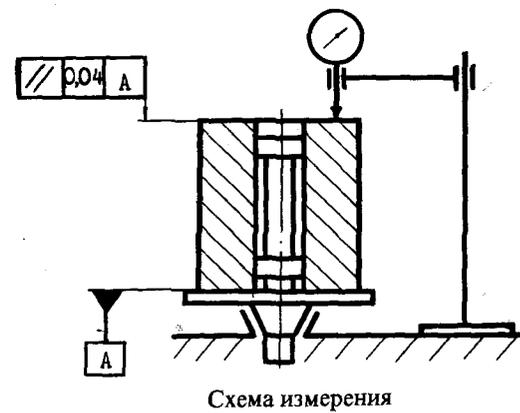
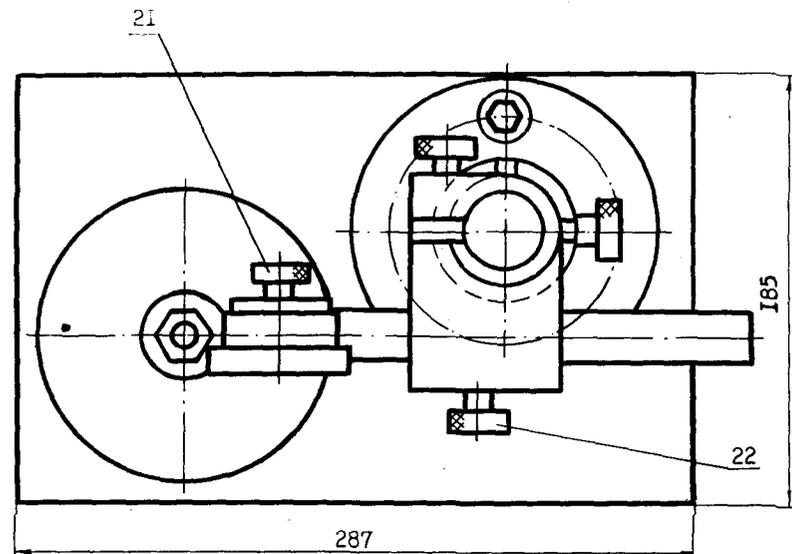
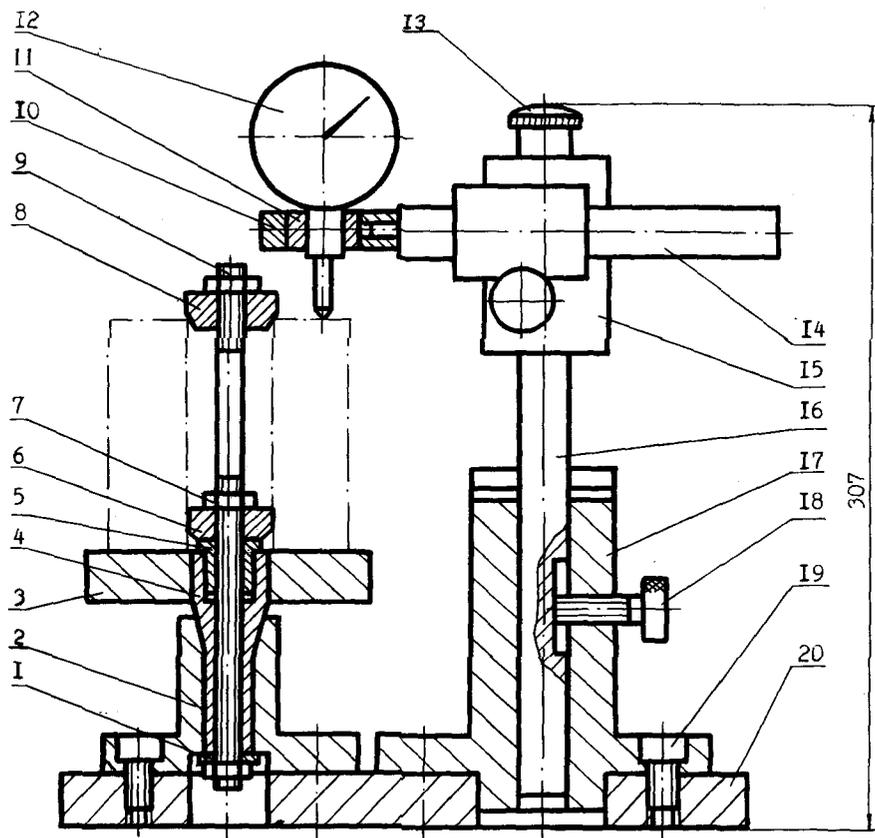


Рис 2.8. Приспособление для контроля биения торцов к оси отверстия:

- 1 – шайба, 2 – кронштейн, 3 – опора, 4 – оправка, 5 – втулка, 6 – нижний вкладыш, 7 – гайка, 8 – верхний вкладыш,
 9 – шпилька, 10 – подвижная часть, 11 – втулка, 12 – ИГ, 13 – винт, 14 – скалка, 15 – кронштейн, 16 – стойка,
 17 – ступица, 18 – винт, 19 – болт, 20 – основание, 21 – винт, 22 – винт

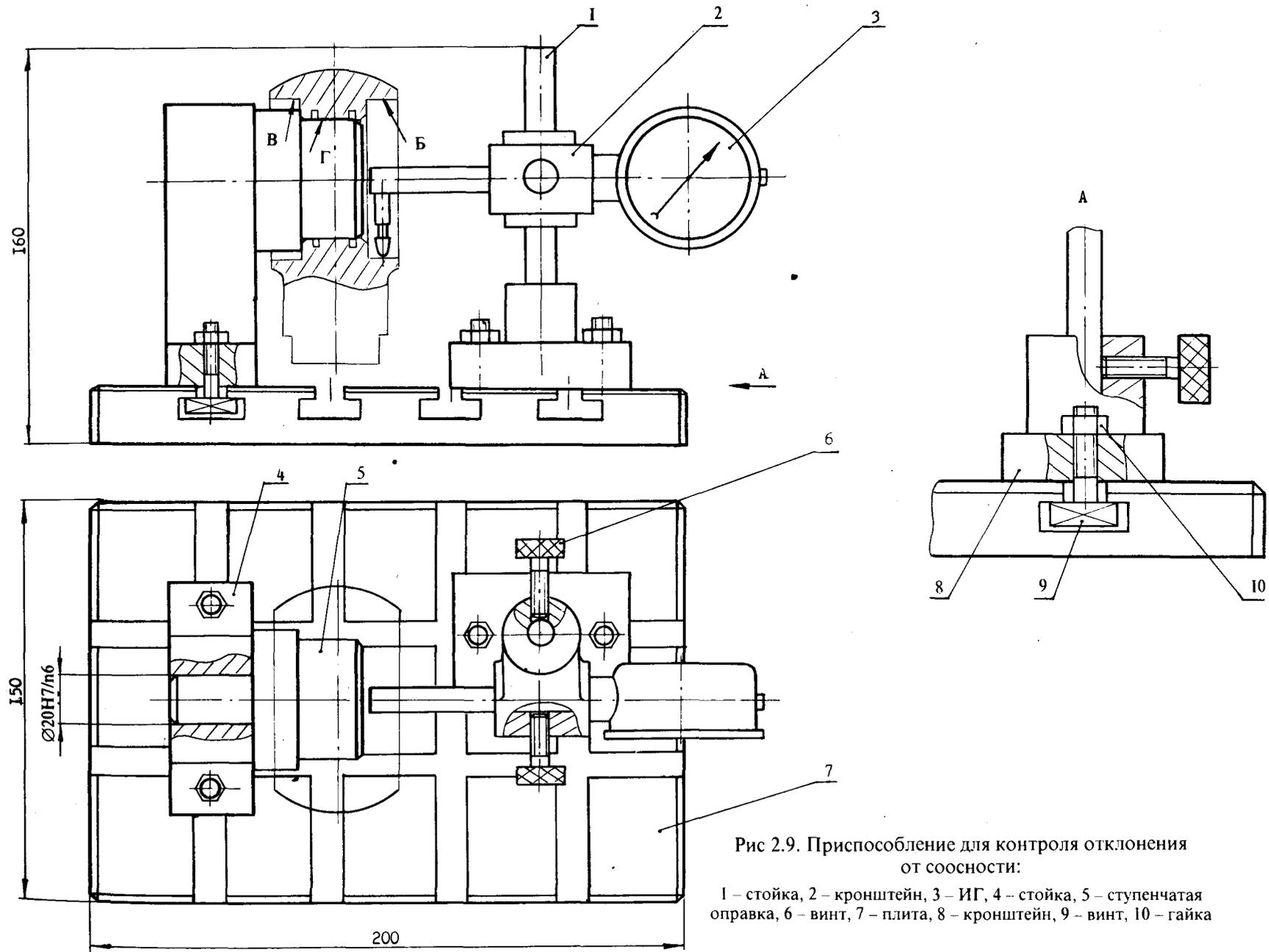


Рис 2.9. Приспособление для контроля отклонения от соосности:

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

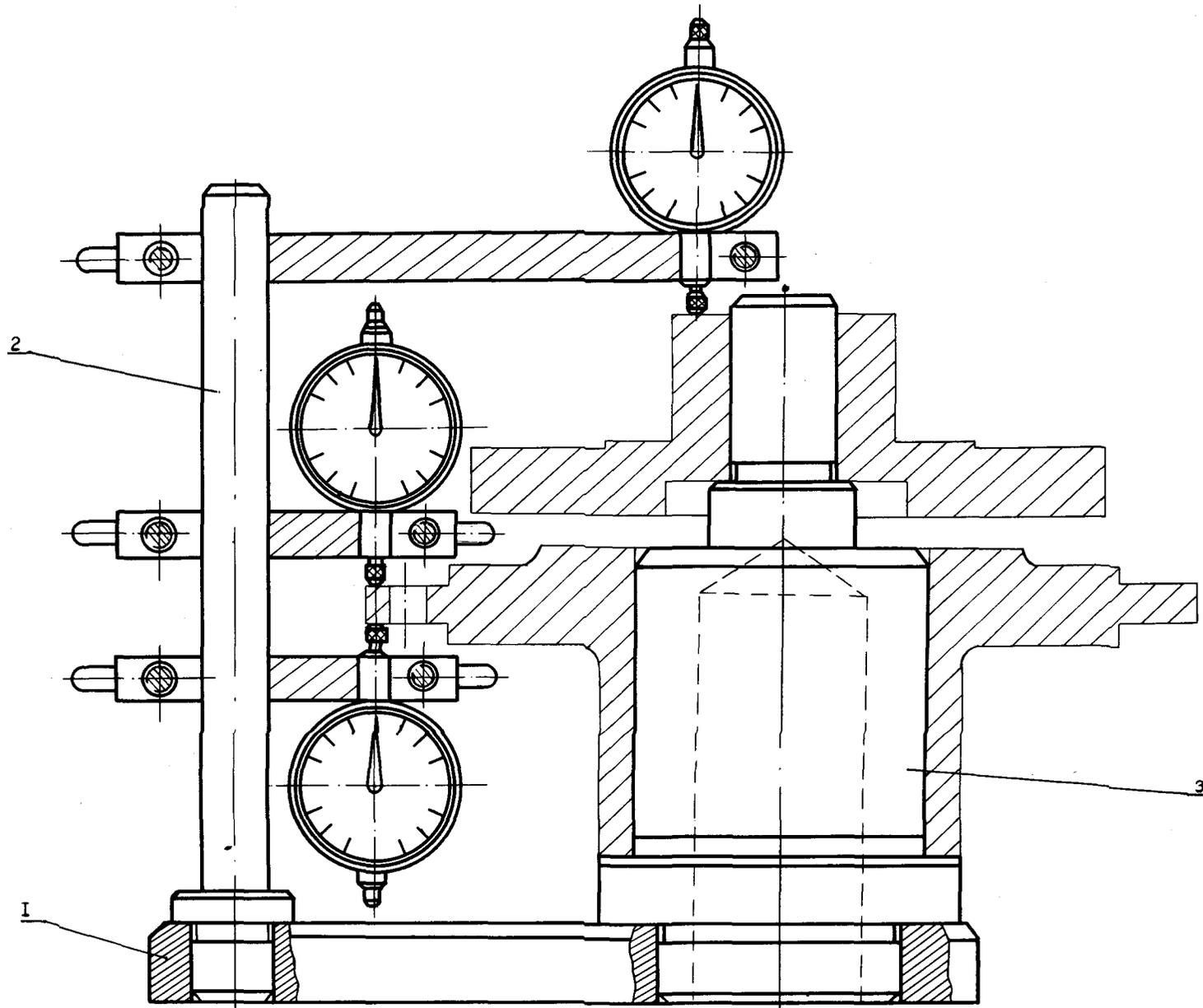


Рис. 2.10. Групповое контрольное приспособление для проверки торцового биения:

1 – основание, 2 – стойка, 3 – оправка

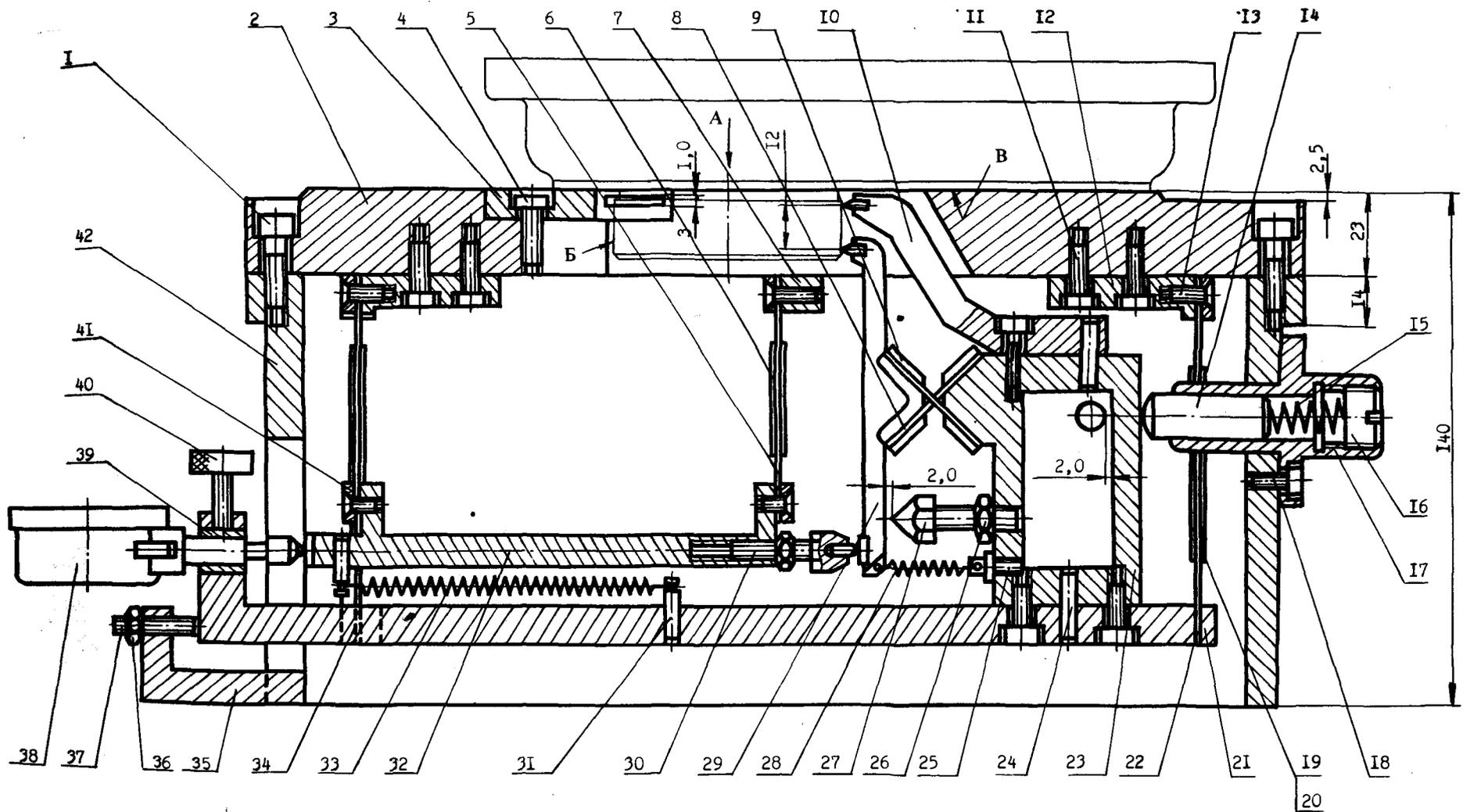


Рис. 2.11. Контрольное приспособление для ступенчатого диска:

- 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

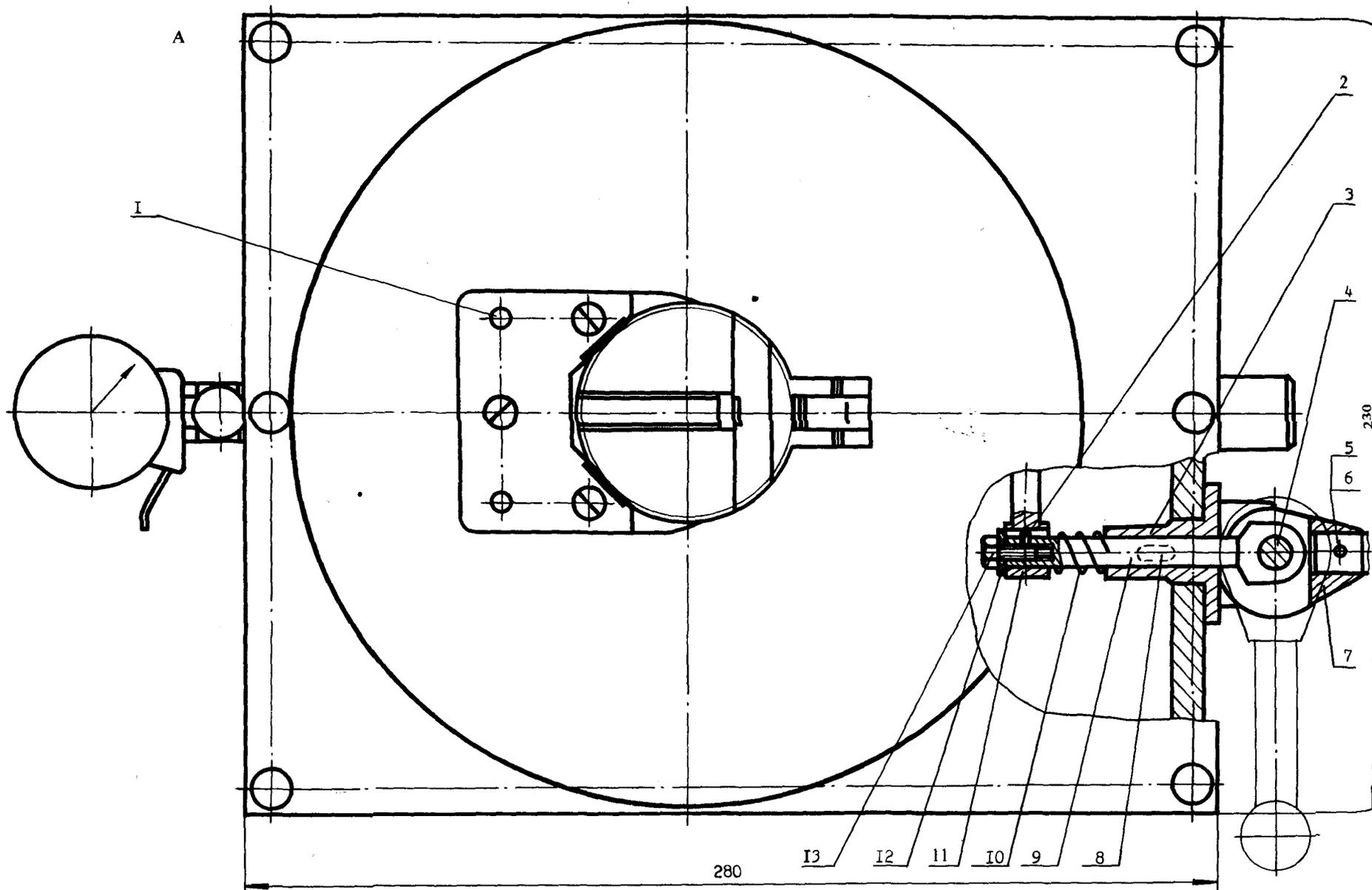


Рис 2.12. Контрольное приспособление для ступенчатого диска (вид А на рис. 2.11):

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

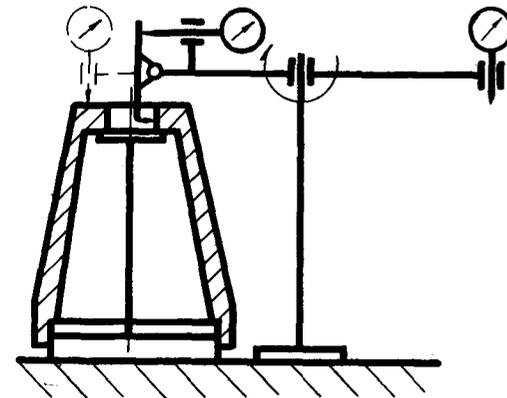
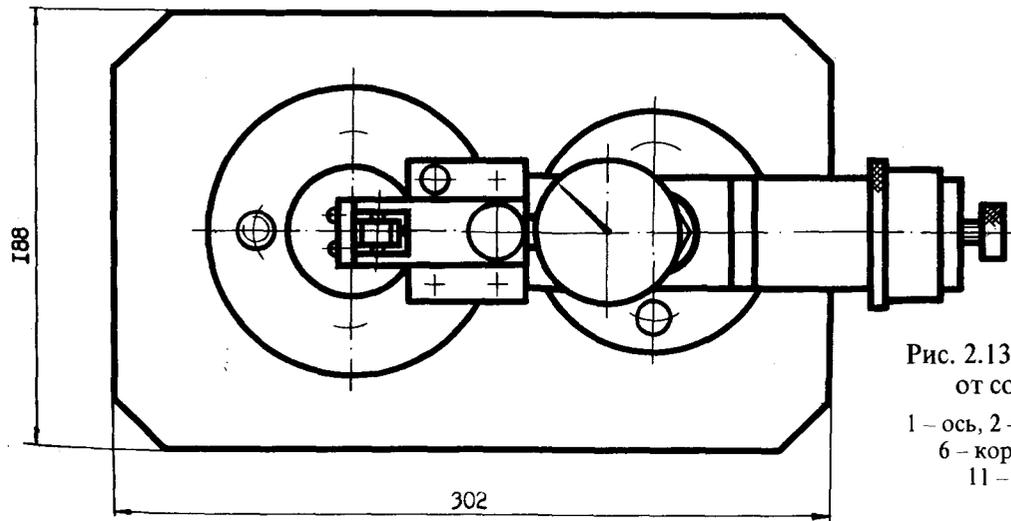
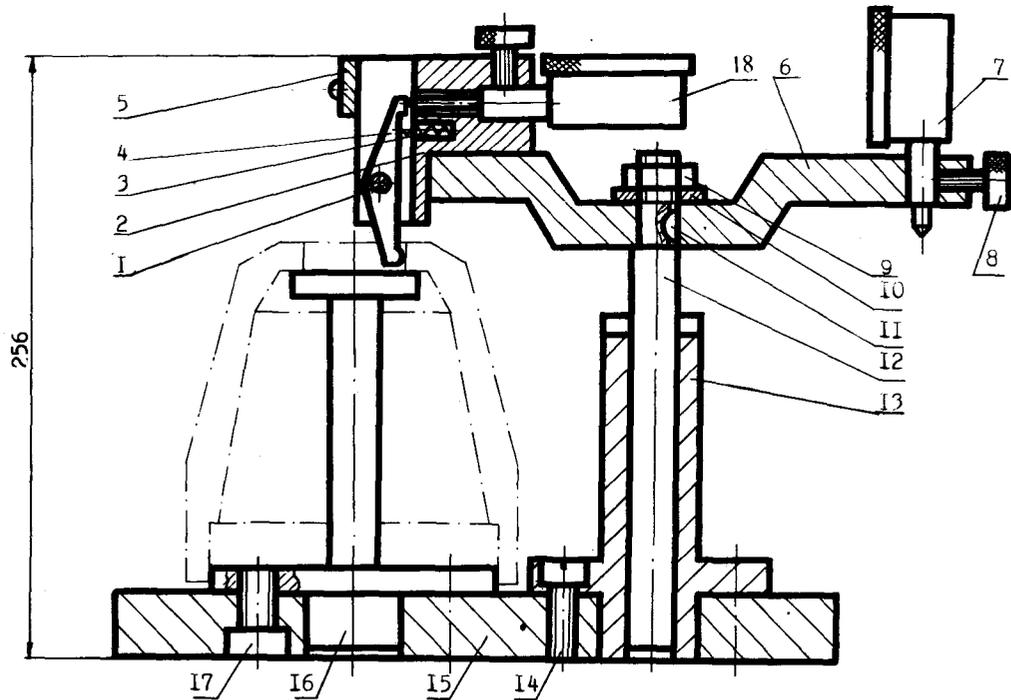


Схема измерения

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

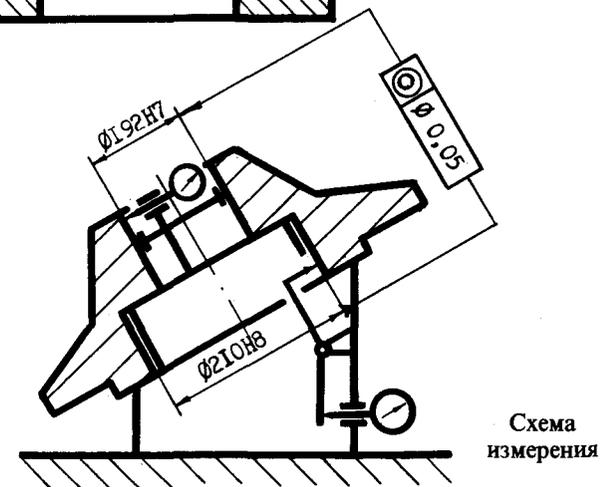
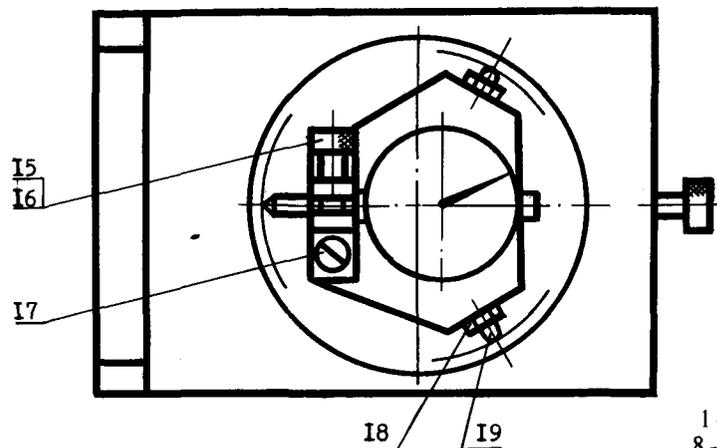
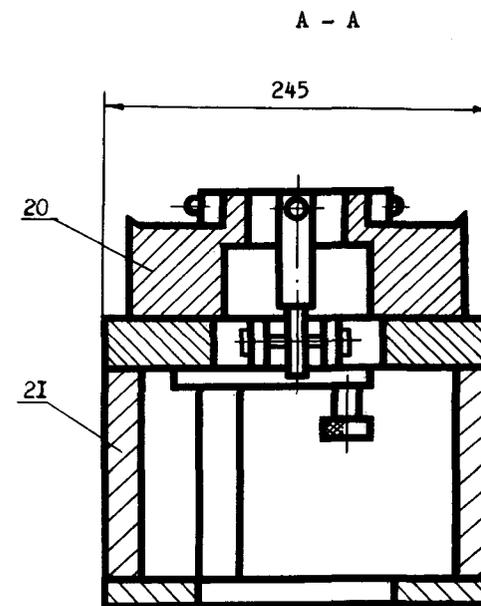
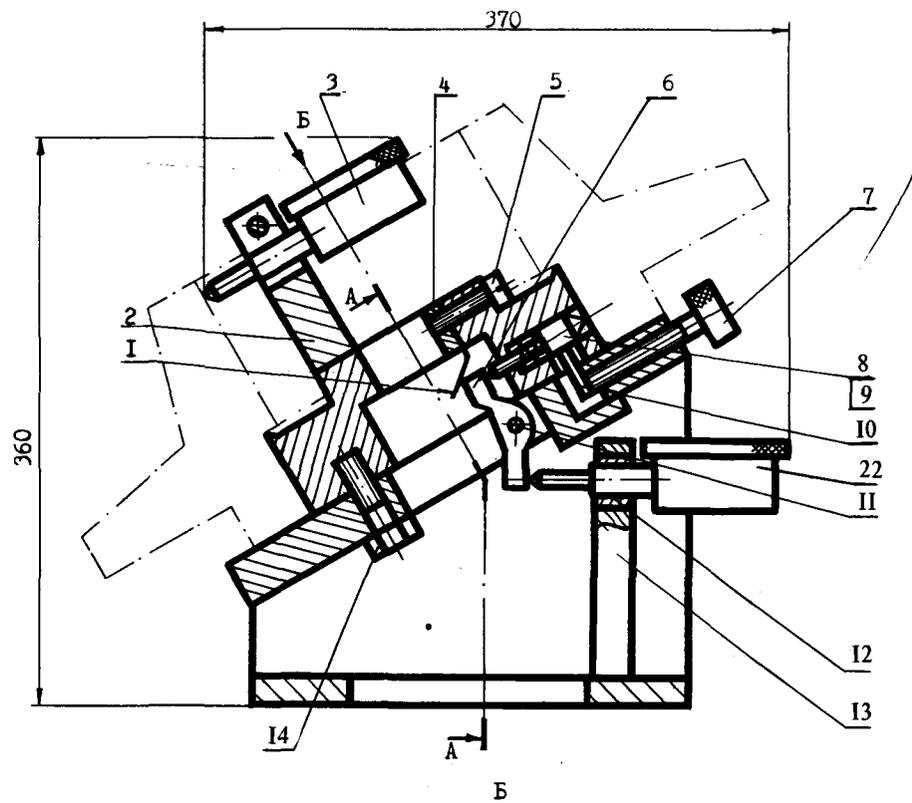


Рис. 2.14. Приспособление для контроля отклонений от перпендикулярности внутренней цилиндрической поверхности к торцу и соосности двух отверстий разного диаметра:

- 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

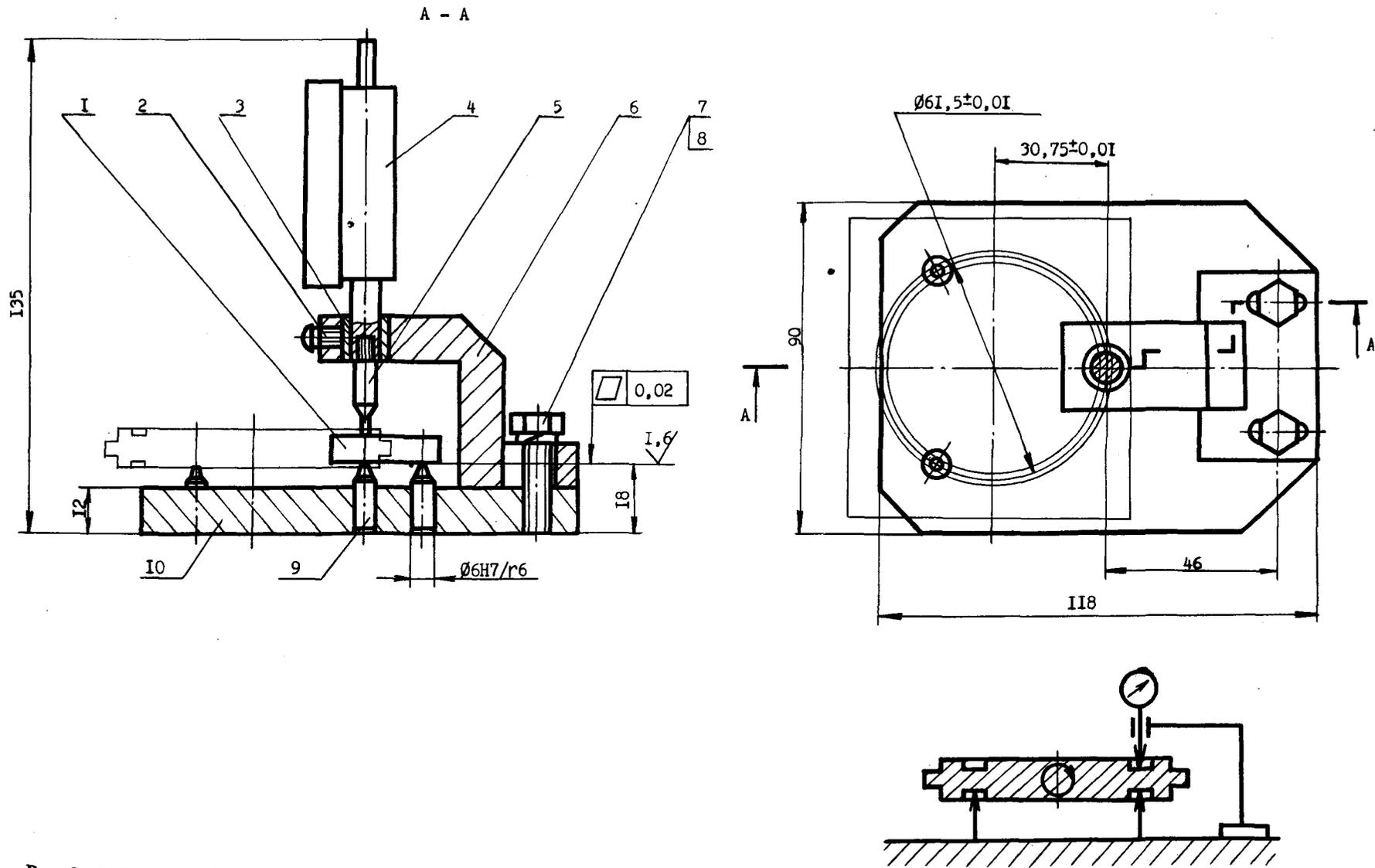
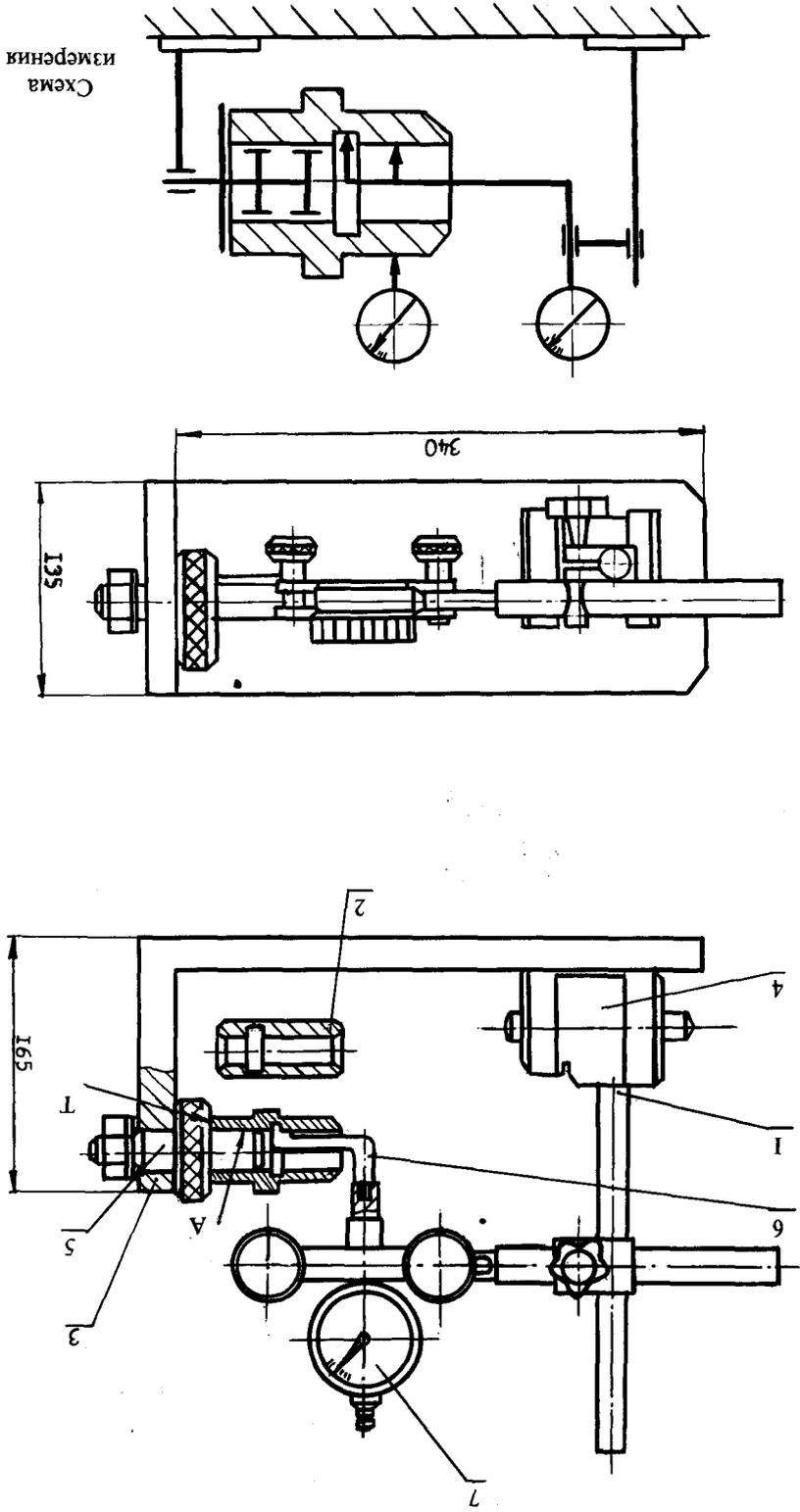


Рис. 2.15. Приспособление для контроля отклонения от параллельности плоскостей:
 1 – поверочная плитка, 2 – винт, 3 – втулка, 4 – ИГ, 5 – наконечник, 6 – кронштейн, 7 – болт, 8 – шайба,
 9 – опорный штырь, 10 – основание

Рис. 2.16. Приспособление для контроля радиального биения проточки в отверстиях:
 1 - стойка, 2 - втулка, 3 - стойка, 4 - шарнир, 5 - шарнир, 6 - оправка, 7 - ИГ



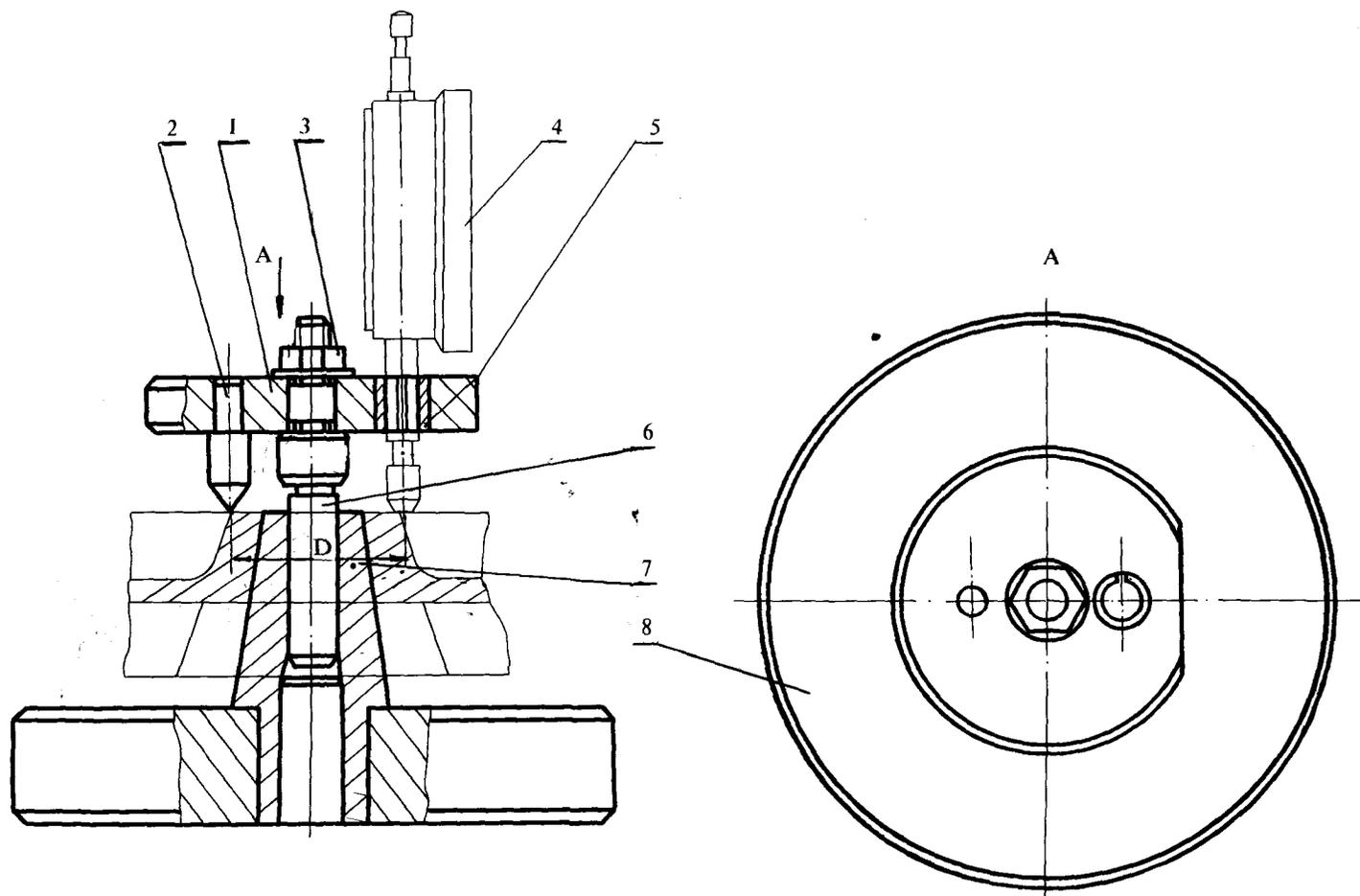


Рис. 2.17. Контрольное приспособление для проверки биения торцов у дисков с коническим отверстием:
 1 – корпус, 2 – опора, 3 – гайка, 4 – ИГ, 5 – разрезная втулка, 6 – ось, 7 – оправка, 8 – основание

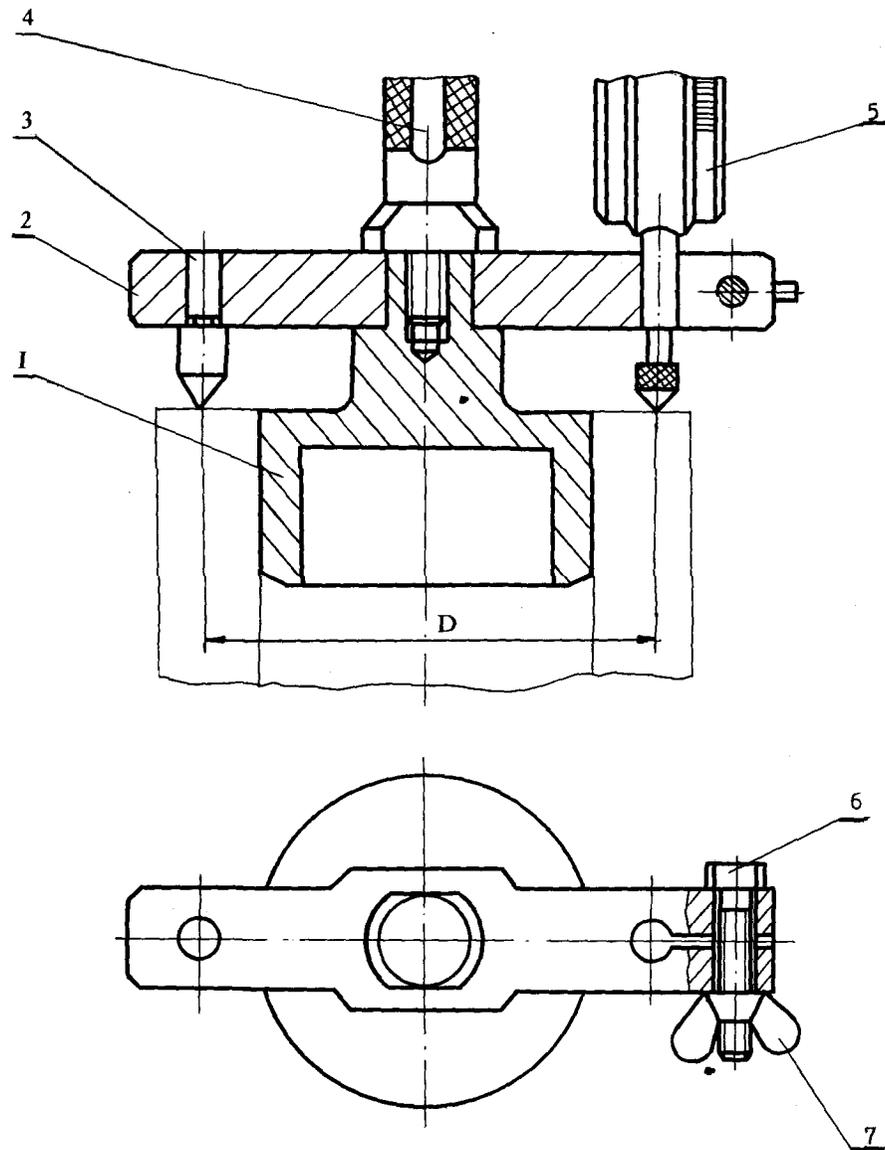


Рис. 2.18. Съемное контрольное приспособление для проверки биения торца:
 1 – оправка, 2 – коромысло, 3 – упор, 4 – рукоятка, 5 – ИГ, 6 – винт, 7 – гайка

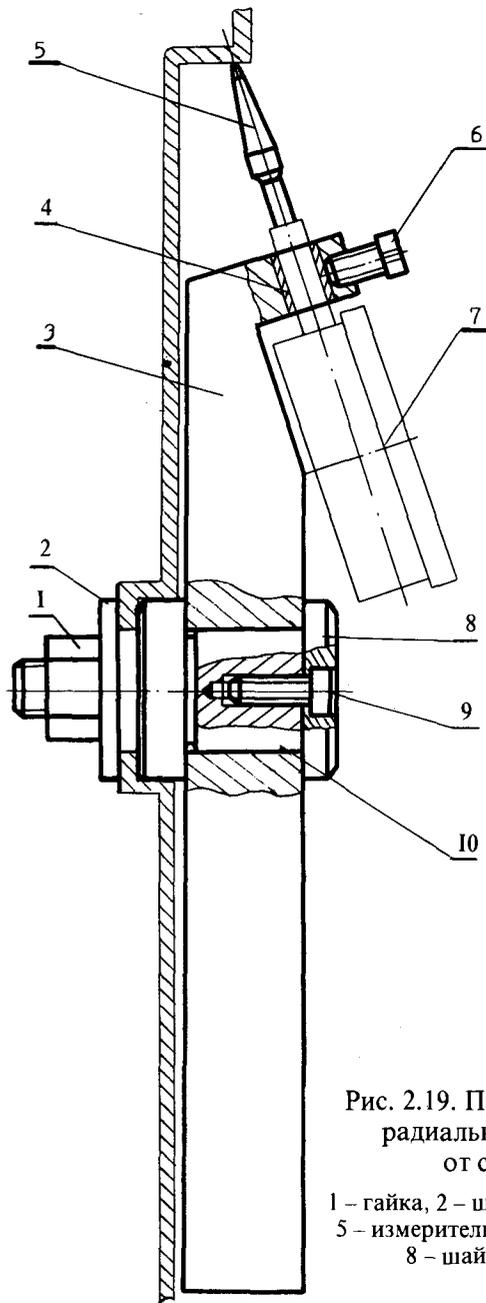
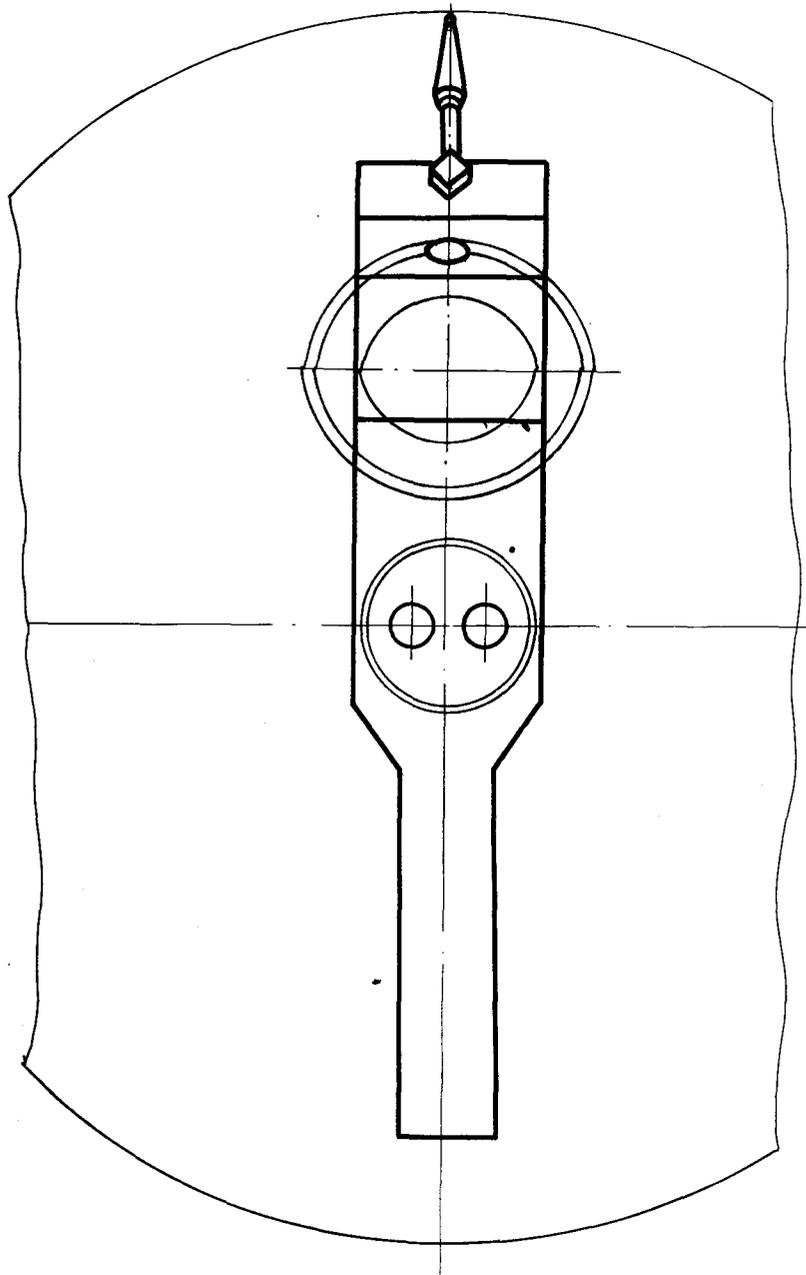


Рис. 2.19. Приспособление для контроля радиального биения и отклонения от соосности отверстий:

1 – гайка, 2 – шайба, 3 – коромысло, 4 – втулка, 5 – измерительный стержень, 6 – винт, 7 – ИГ, 8 – шайба, 9 – винт, 10 – оправка

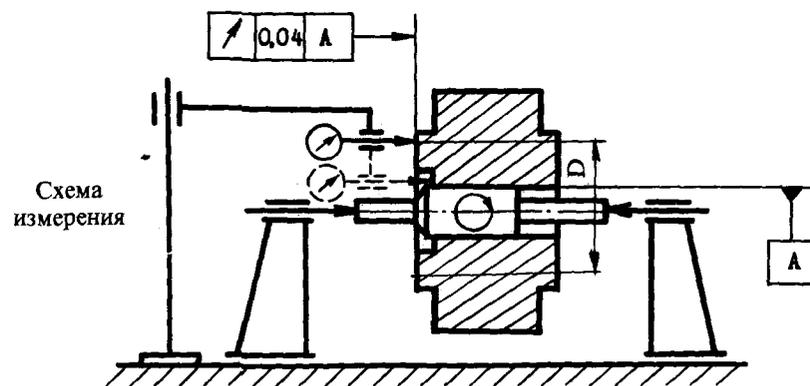
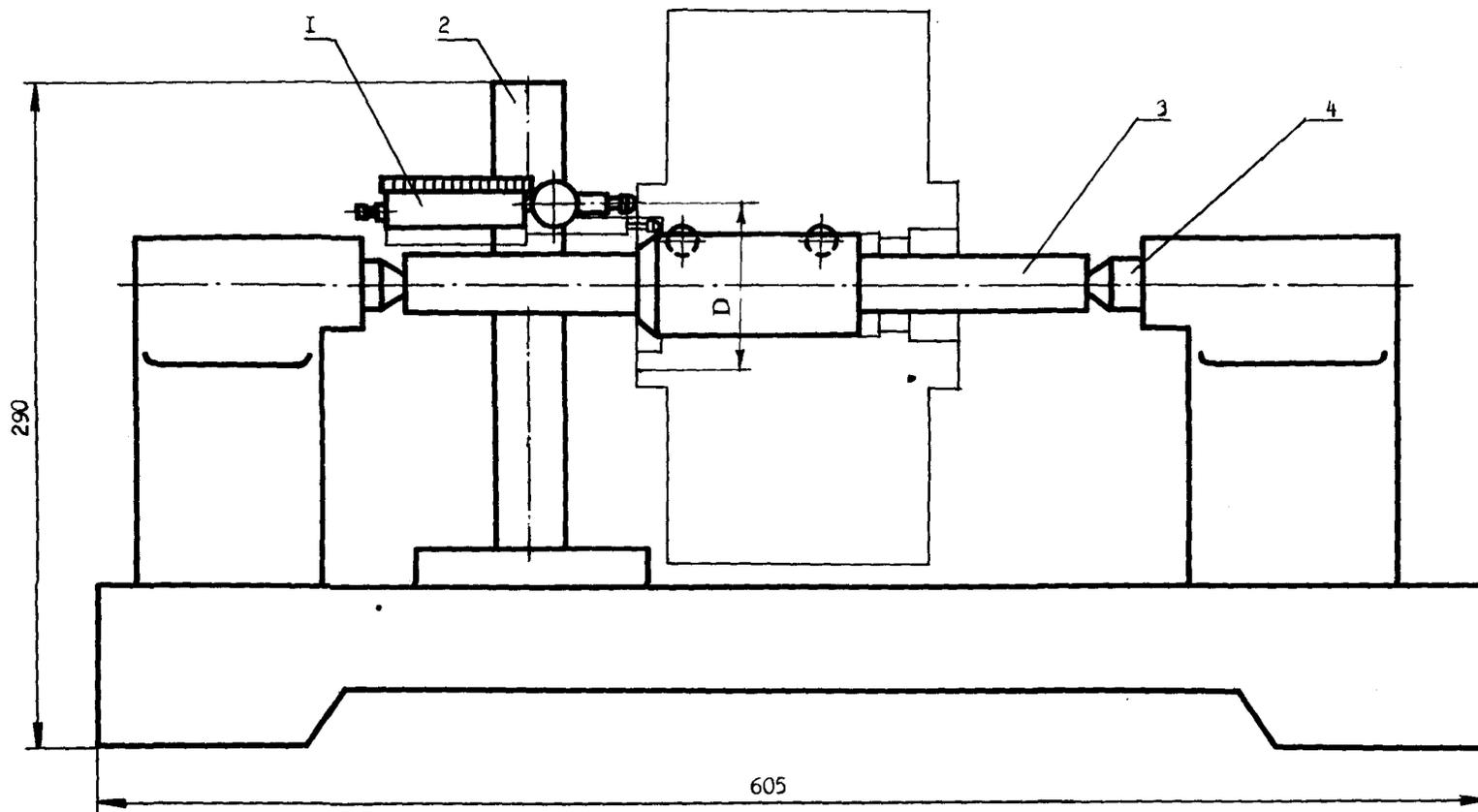


Рис. 2.20. Контрольное приспособление для проверки торцового и радиального биений диска с базированием на оправку в центрах:

1 – ИГ, 2 – стойка, 3 – вал, 4 – центр

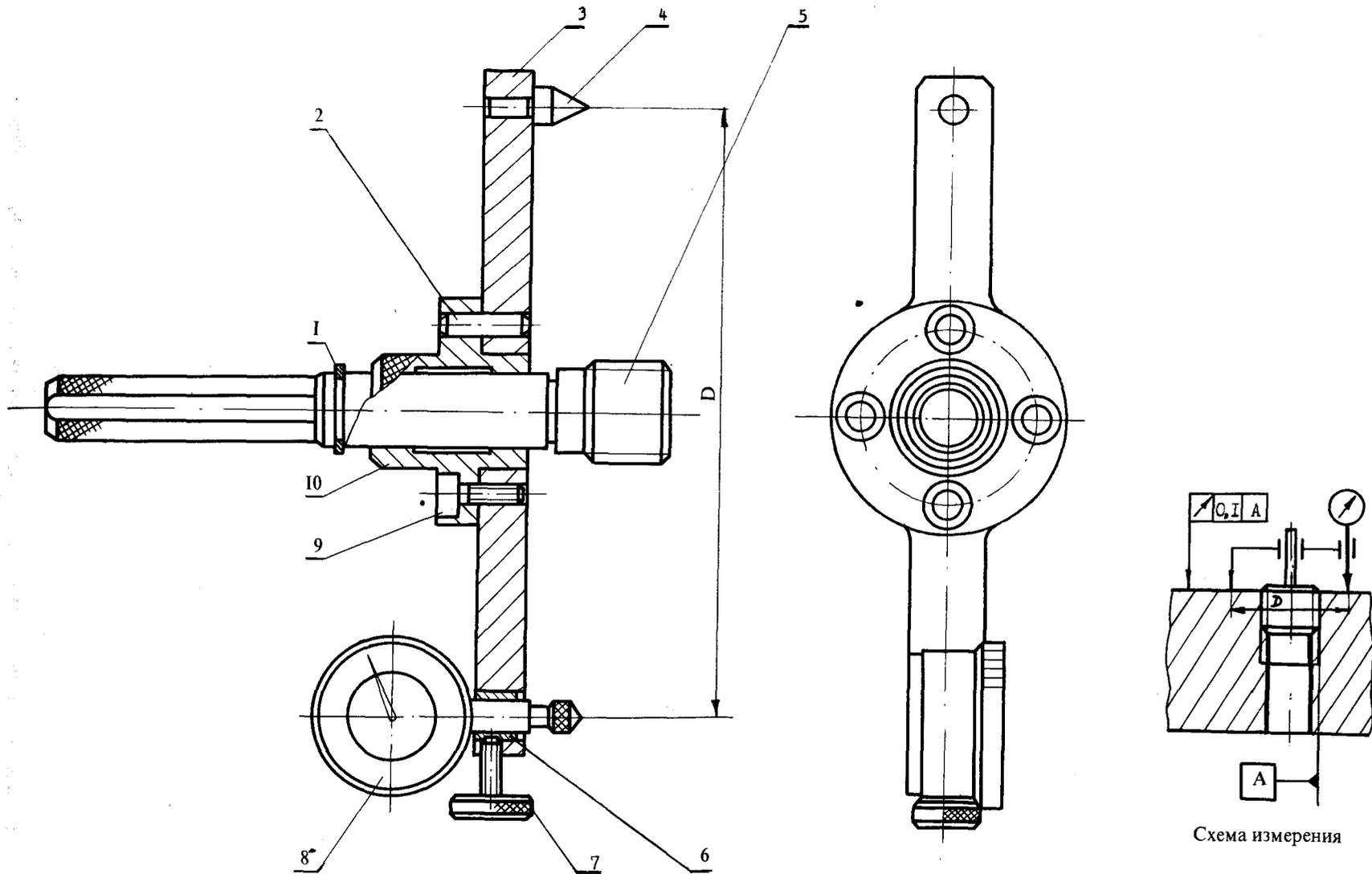


Рис. 2.21. Съемное контрольное приспособление для проверки отклонения от перпендикулярности торца относительно оси резьбового отверстия:

1 – разрезное кольцо, 2 – штифт, 3 – корпус, 4 – опора, 5 – оправка, 6 – втулка, 7 – винт, 8 – ИГ, 9 – винт, 10 – ступица

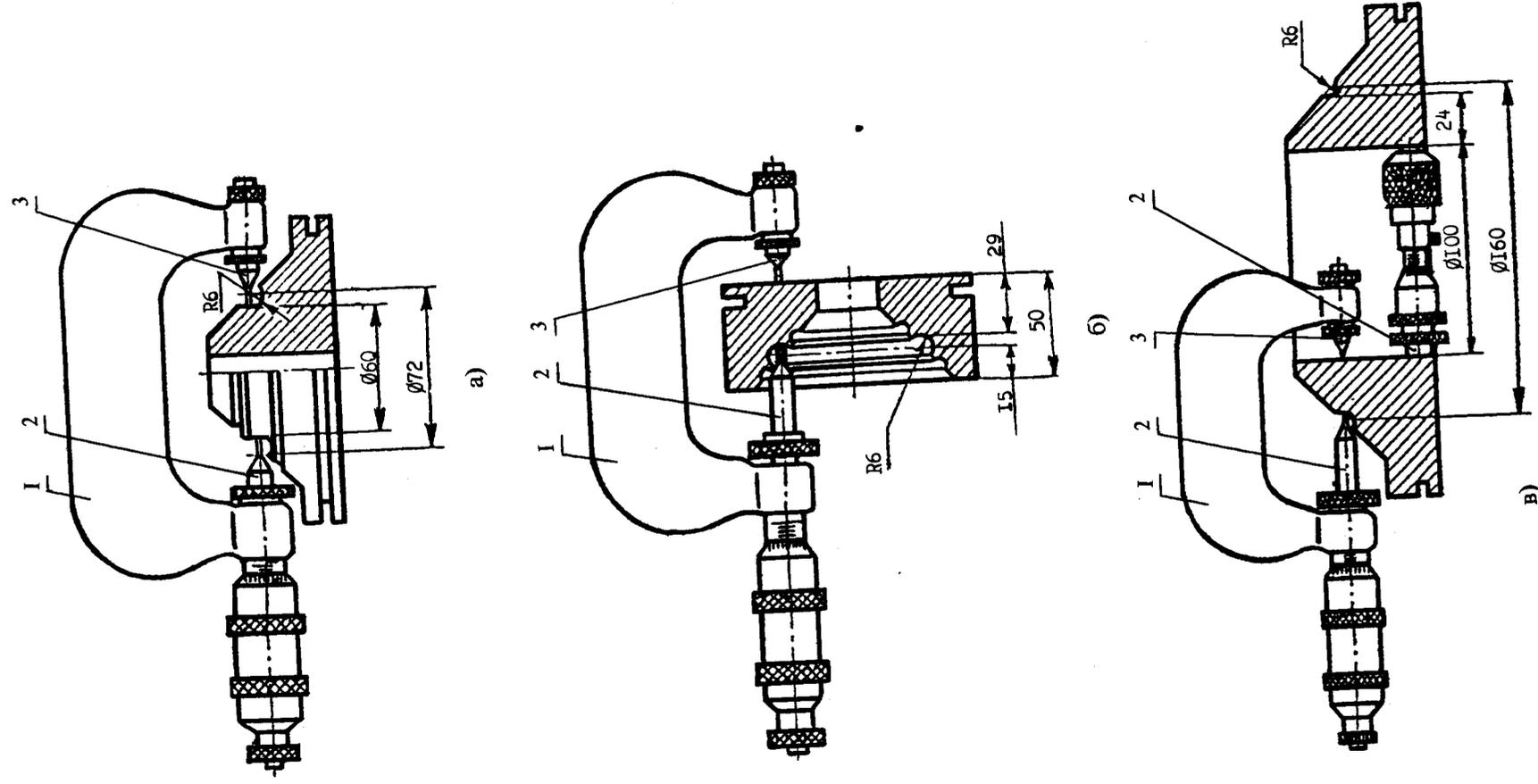


Рис. 2.22. Приспособления - вставки для контроля формирующих гнезд в пресс - формах:
1 - микрометр, 2 - вставка, 3 - вставка

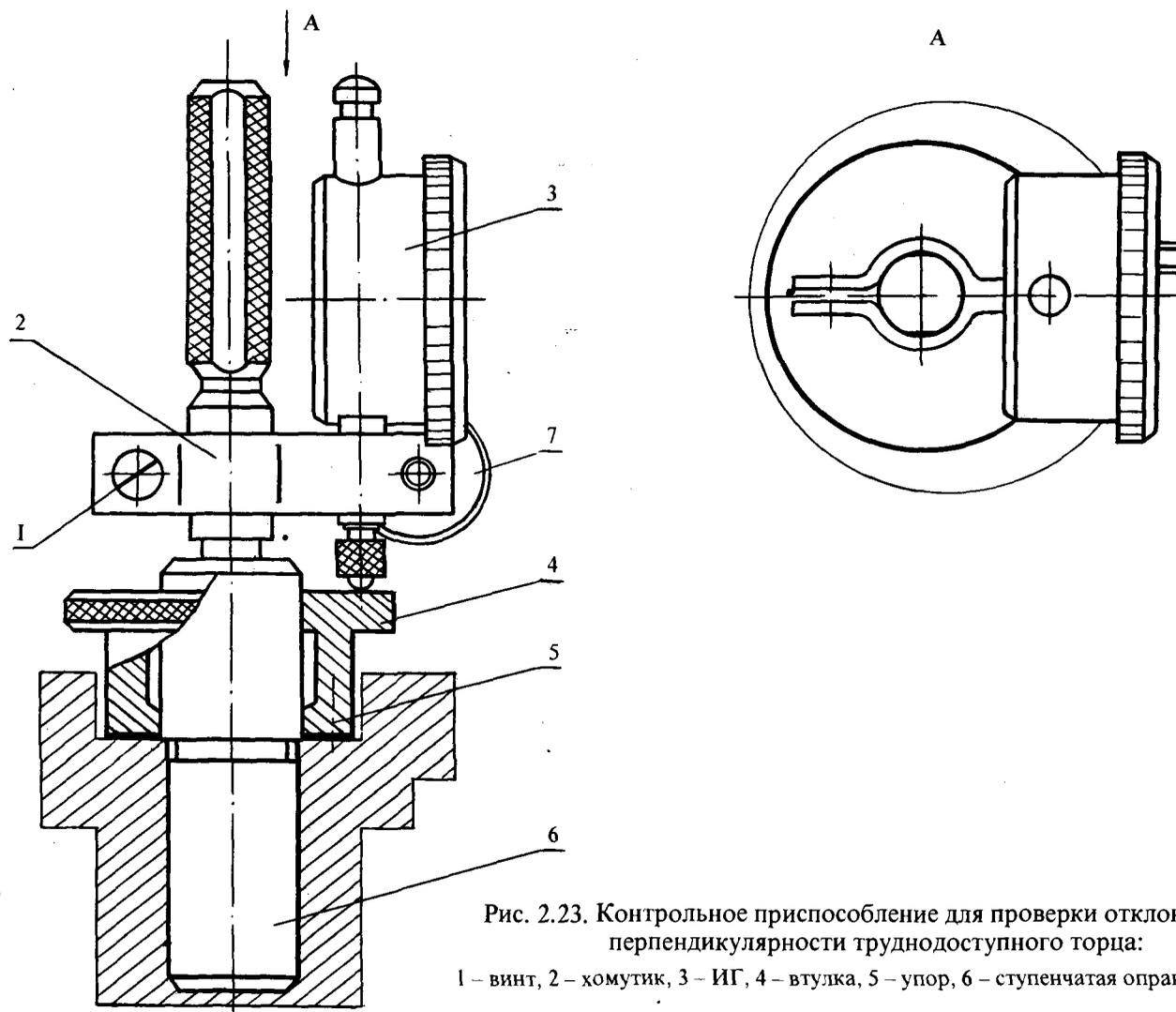


Рис. 2.23. Контрольное приспособление для проверки отклонения от перпендикулярности труднодоступного торца:
 1 – винт, 2 – хомутик, 3 – ИГ, 4 – втулка, 5 – упор, 6 – ступенчатая оправка, 7 – винт

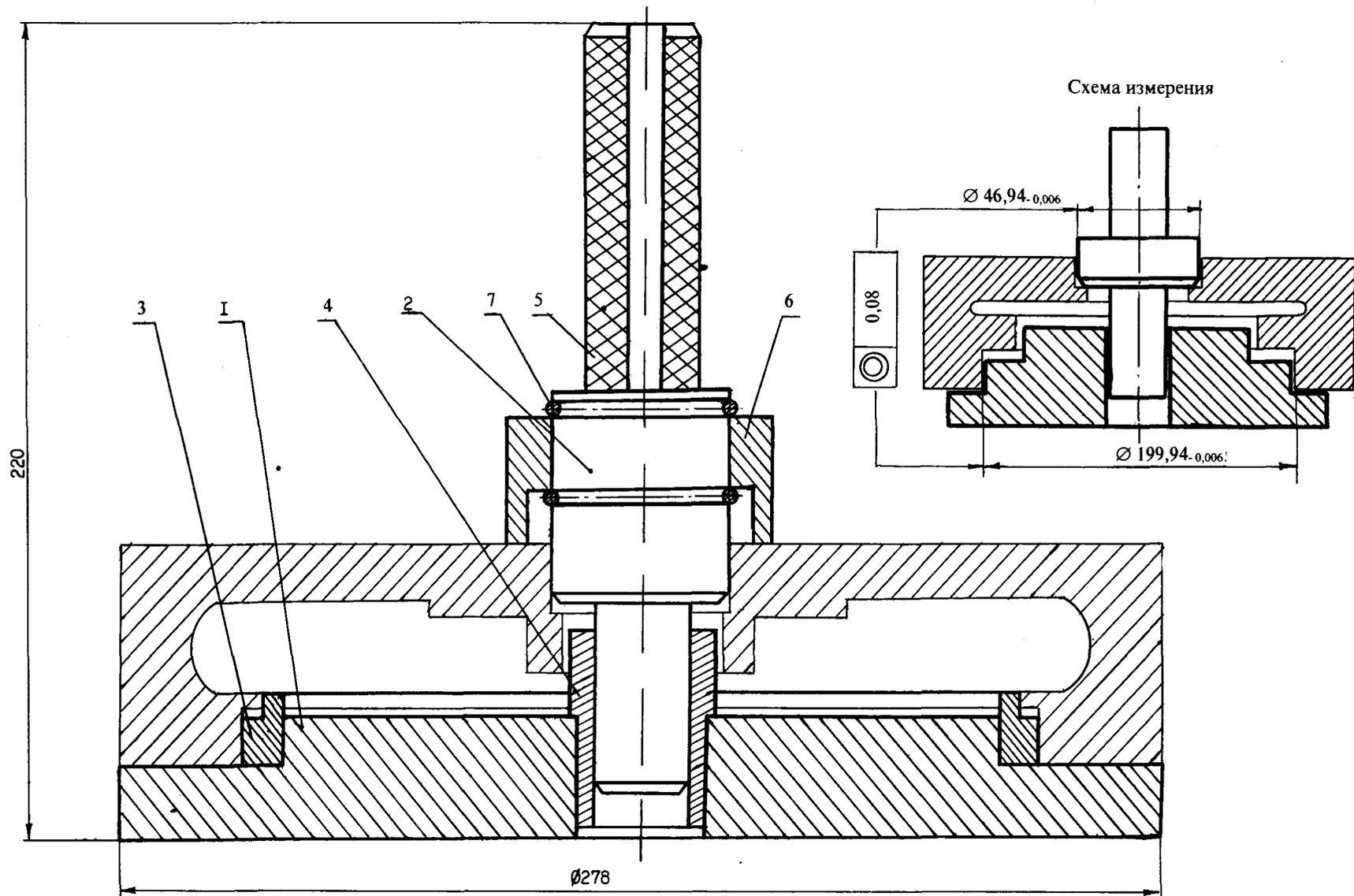


Рис. 2.24. Приспособление для контроля отклонения от соосности ступенчатого отверстия:
 1 – основание, 2 – калибр - пробка, 3 – кольцо, 4 – втулка, 5 – рукоятка, 6 – кольцо - ограничитель, 7 – пружинное кольцо

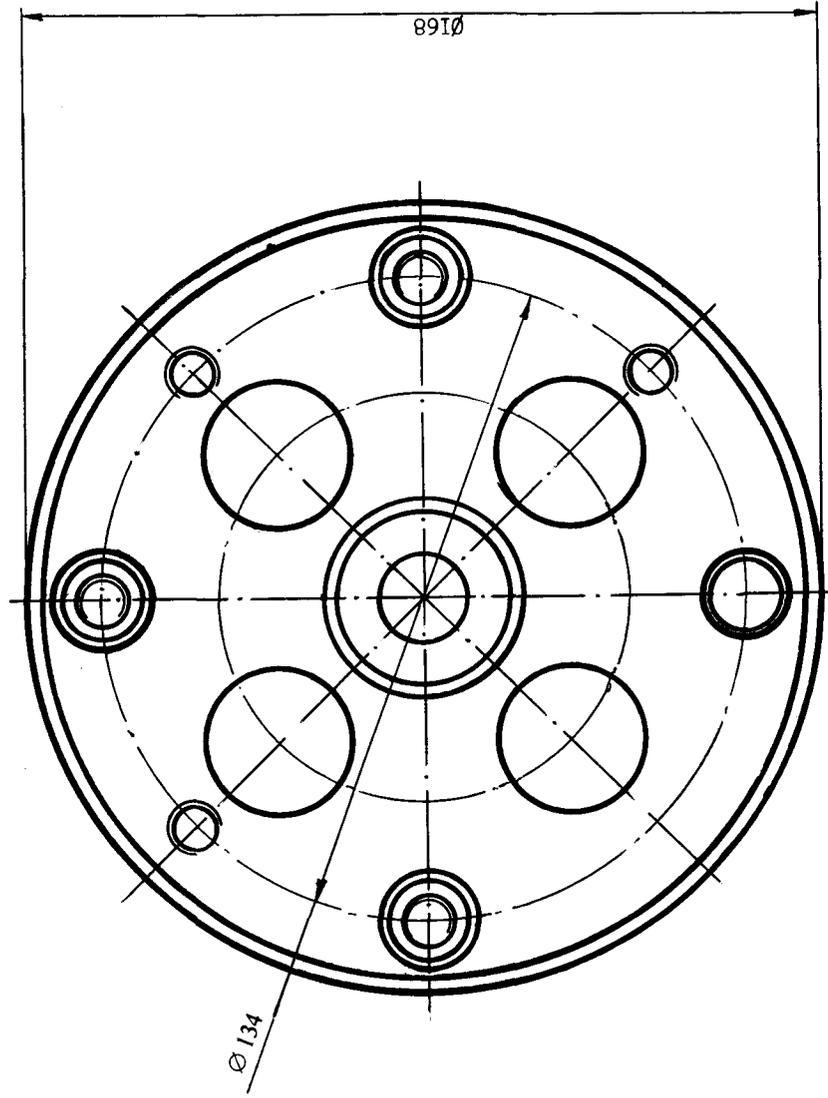
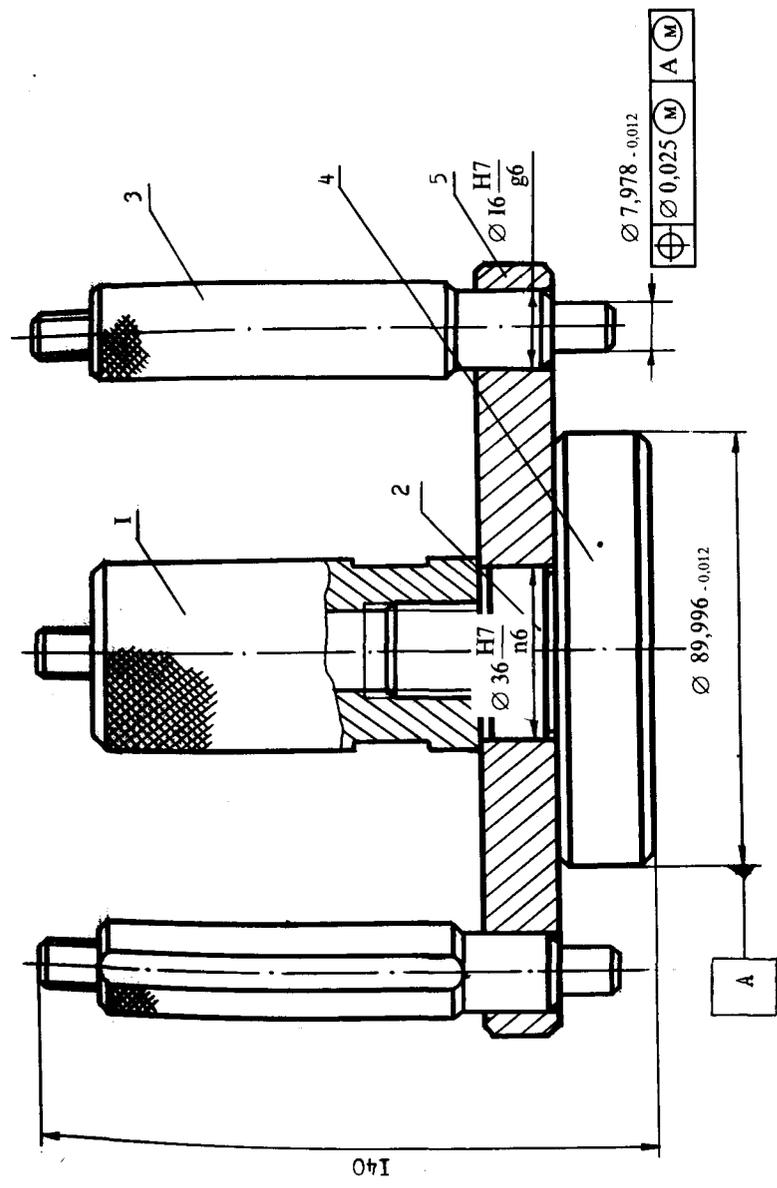


Рис. 2.25. Приспособление для контроля расположения отверстий:
 1 – рукоятка, 2 – посадочная поверхность, 3 – калибр - пробка, 4 – диск, 5 – корпус

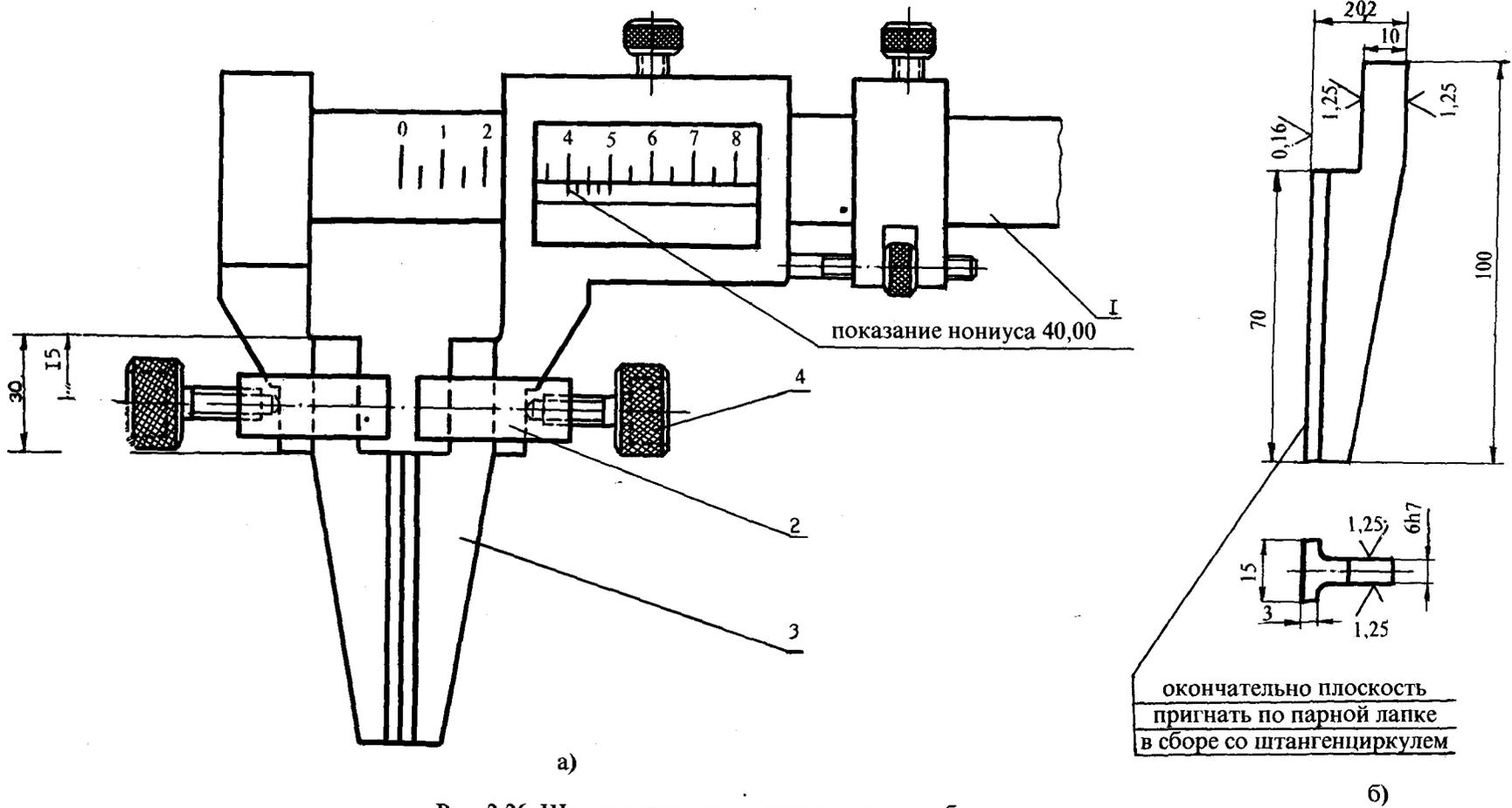


Рис. 2.26. Штангенциркуль со специальными губками:
 1 – штангенциркуль, 2 – хомутик, 3 – губки, 4 – винт

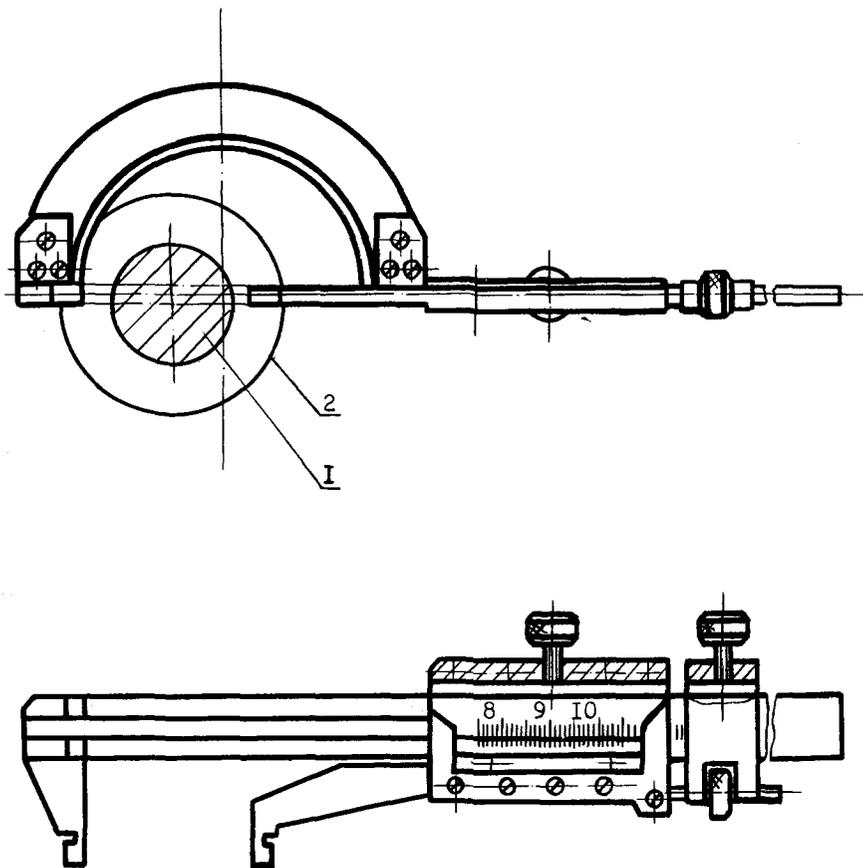


Рис. 2.27. Штангенциркуль со специальной скобой:
1 – борштанга, 2 – обрабатываемое отверстие

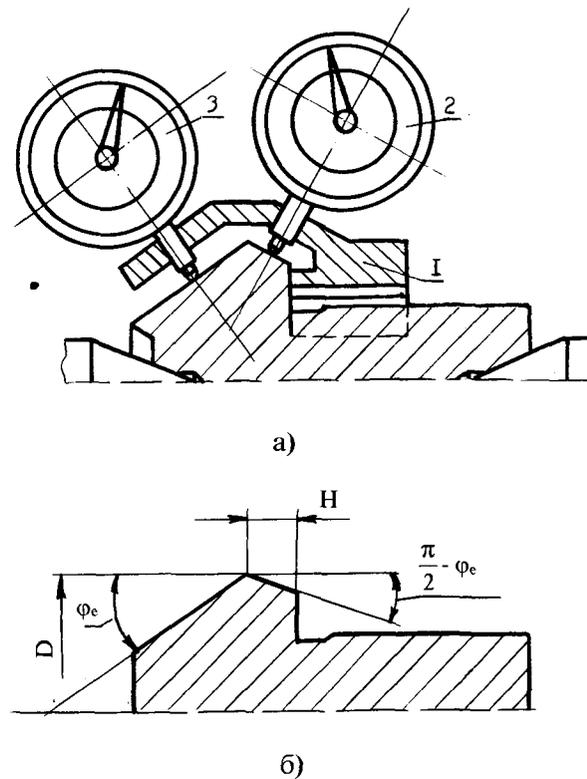


Рис. 2.28. Приспособление для контроля наружного контура конических колес:
1 – корпус, 2 – ИГ, 3 – ИГ

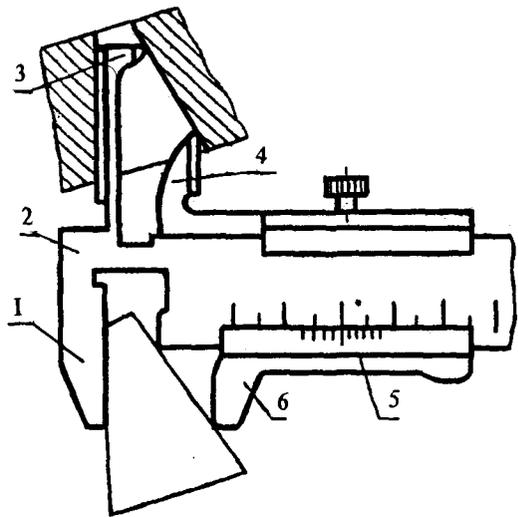


Рис. 2.29. Штангенциркуль для измерения конусов:
1 – губка, 2 – штанга, 3 – губка, 4 – губка, 5 – рамка, 6 – губка

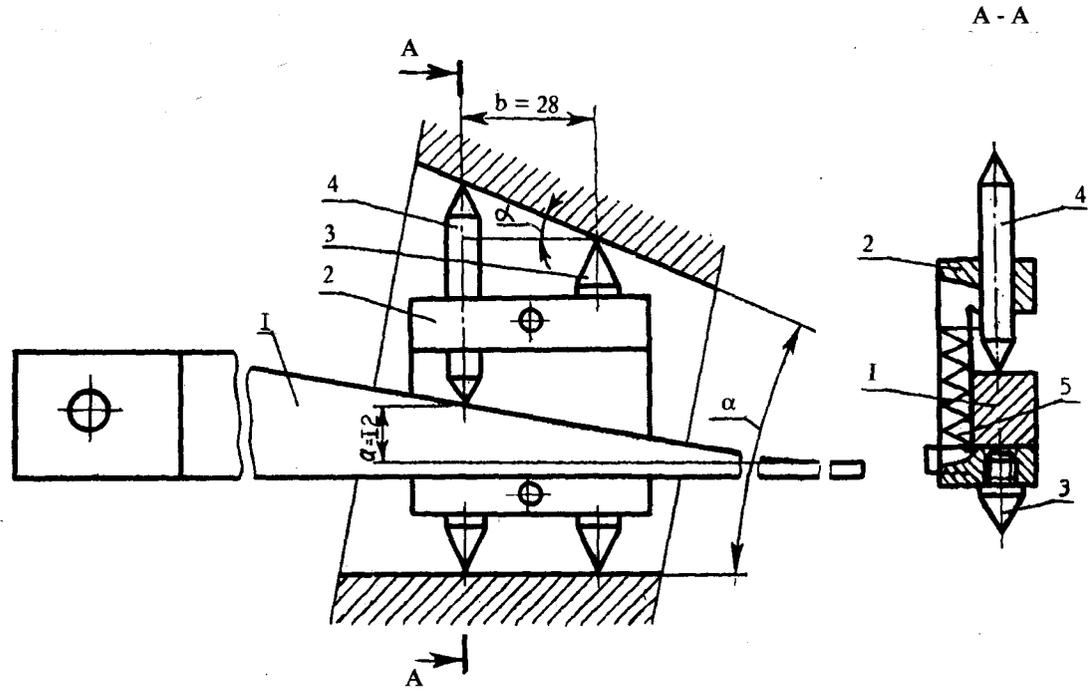


Рис. 2.30. Измерение углов внутренних конусов:
1 – линейка, 2 – плитка, 3 – наконечник, 4 – наконечник, 5 – пружина

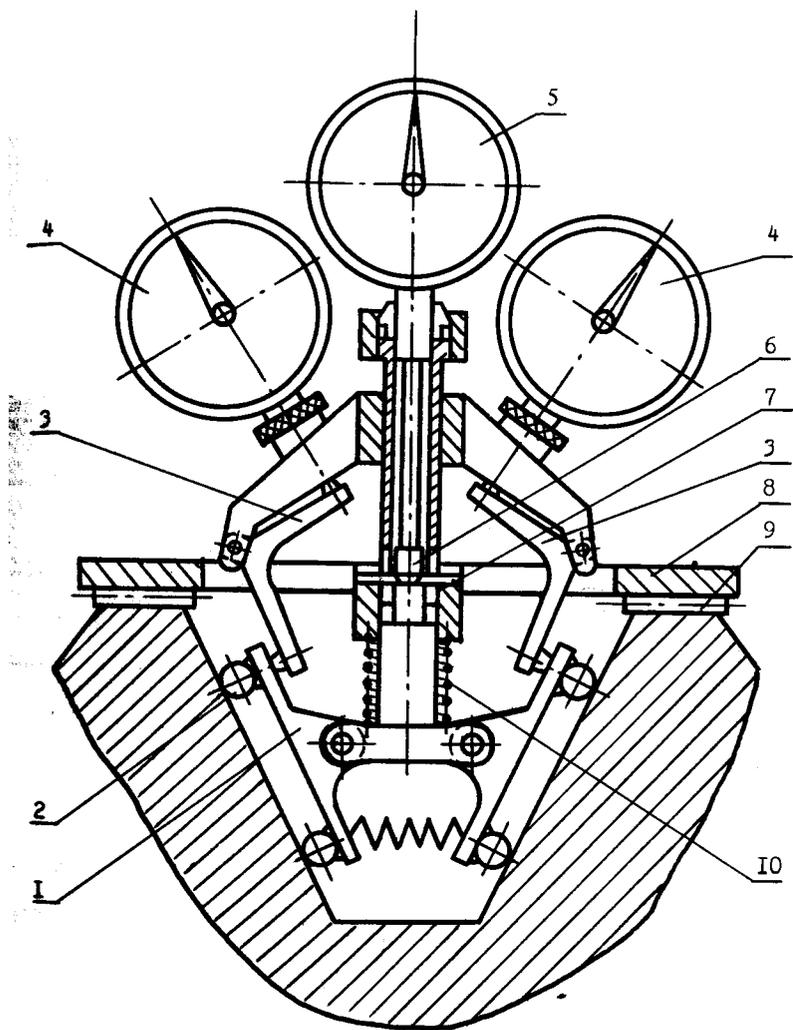


Рис. 2.31. Прибор для контроля угла профиля:
 1 – планка, 2 – шаровые опоры, 3 – рычаги, 4 – ИГ, 5 – отсчетный узел,
 6 – наконечник, 7 – контакт, 8 – упор, 9 – опорный валик, 10 – пружина

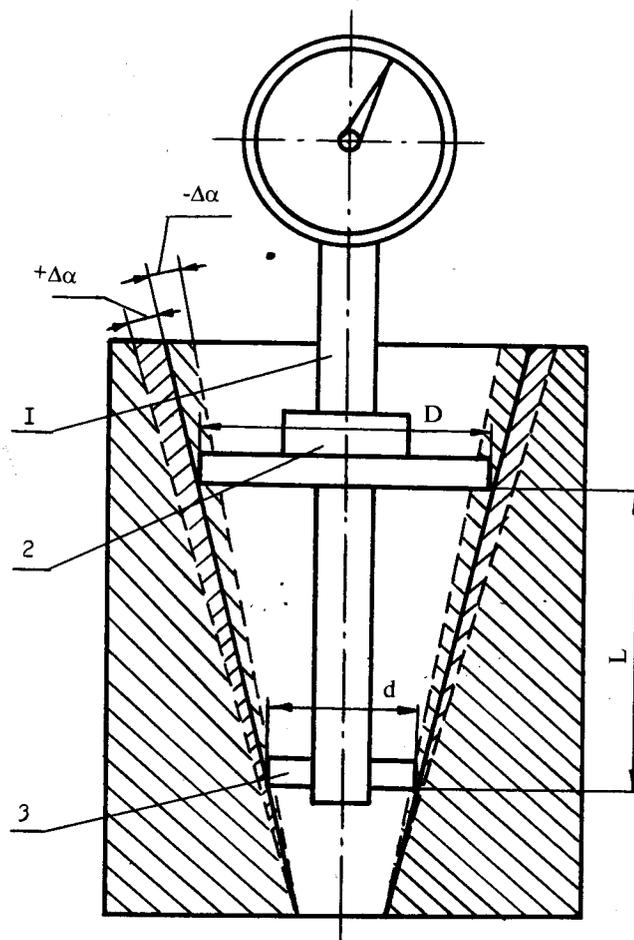


Рис. 2.32. Дискový нутромер для внутренних конусов:
 1 – корпус, 2 – диск, 3 – стержень

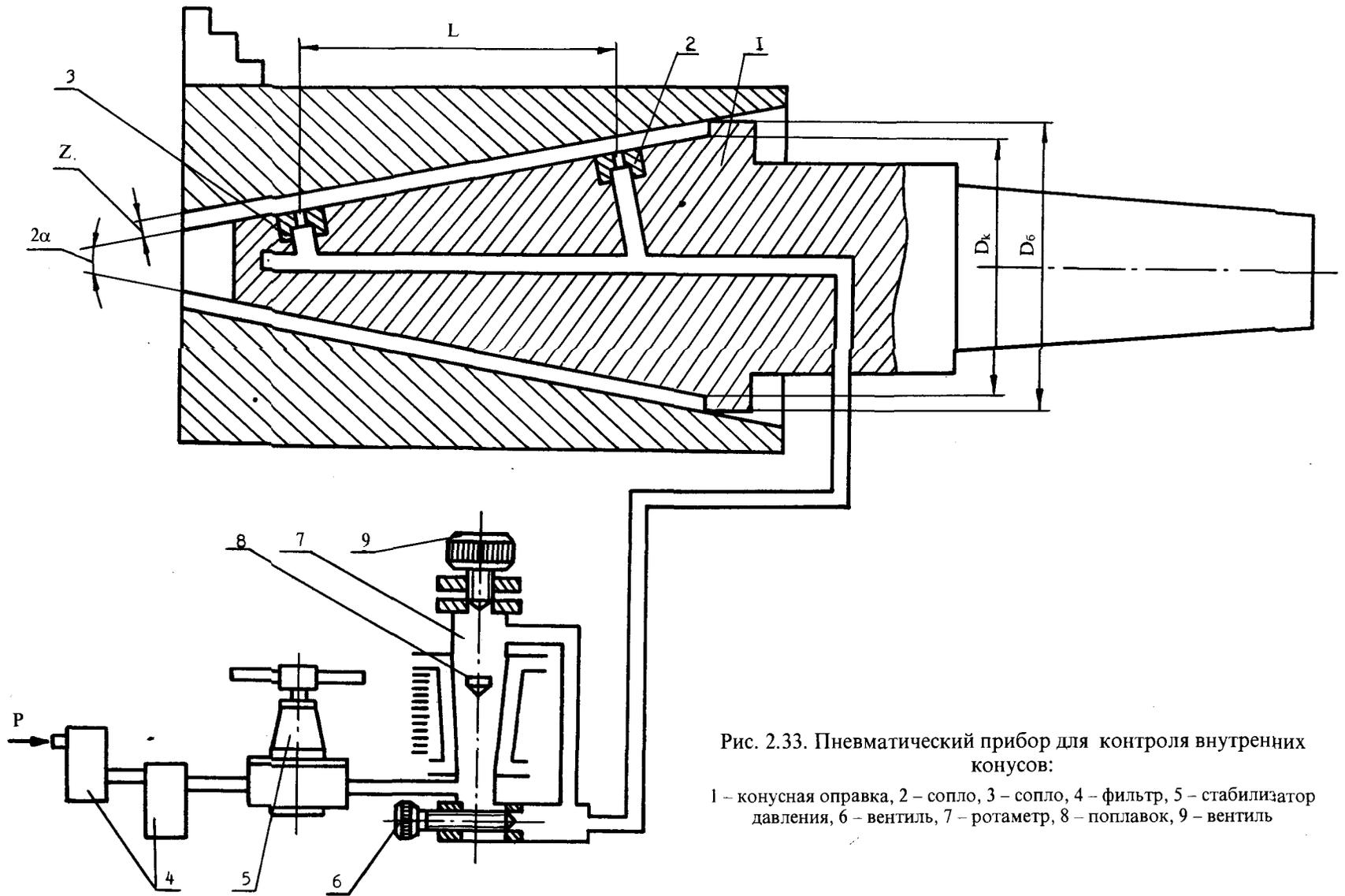


Рис. 2.33. Пневматический прибор для контроля внутренних конусов:

1 – конусная оправка, 2 – сопло, 3 – сопло, 4 – фильтр, 5 – стабилизатор давления, 6 – вентиль, 7 – ротаметр, 8 – поплавок, 9 – вентиль

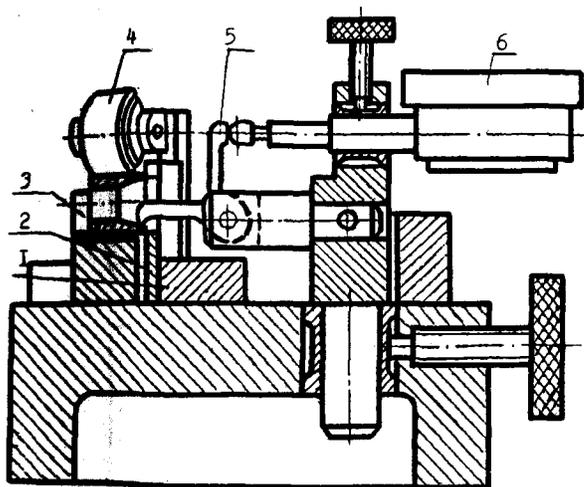


Рис. 2.34. Приспособление для контроля угла в дисках с конусным отверстием:

1 – упор, 2 – пластина, 3 – призма, 4 – ролик, 5 – рычаг, 6 – ИГ

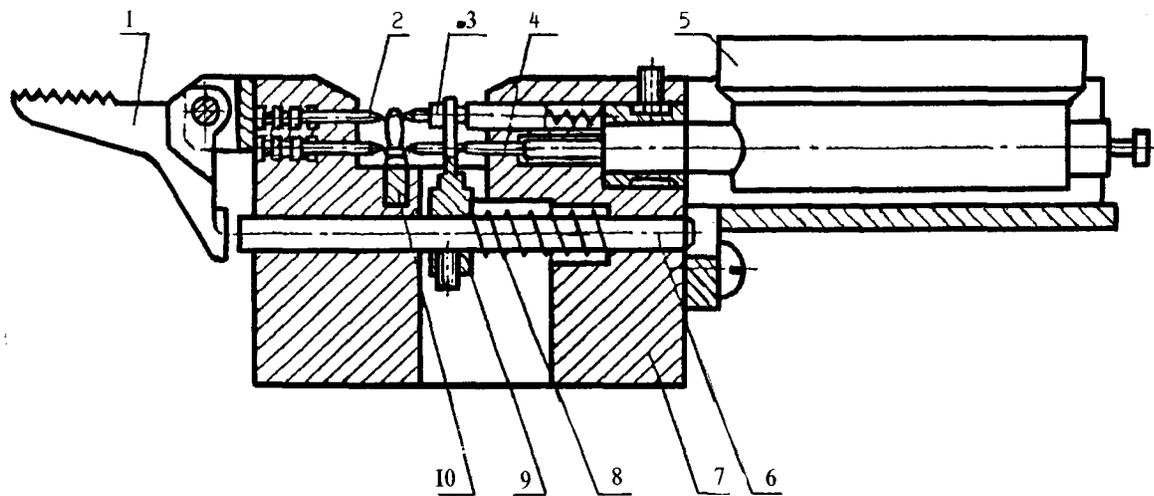


Рис. 2.35. Приспособление для контроля линз:

1 – рычаг, 2 – упор, 3 – пружина, 4 – наконечник, 5 – ИГ, 6 – шток, 7 – корпус, 8 – пружина, 9 – вставки, 10 – призма

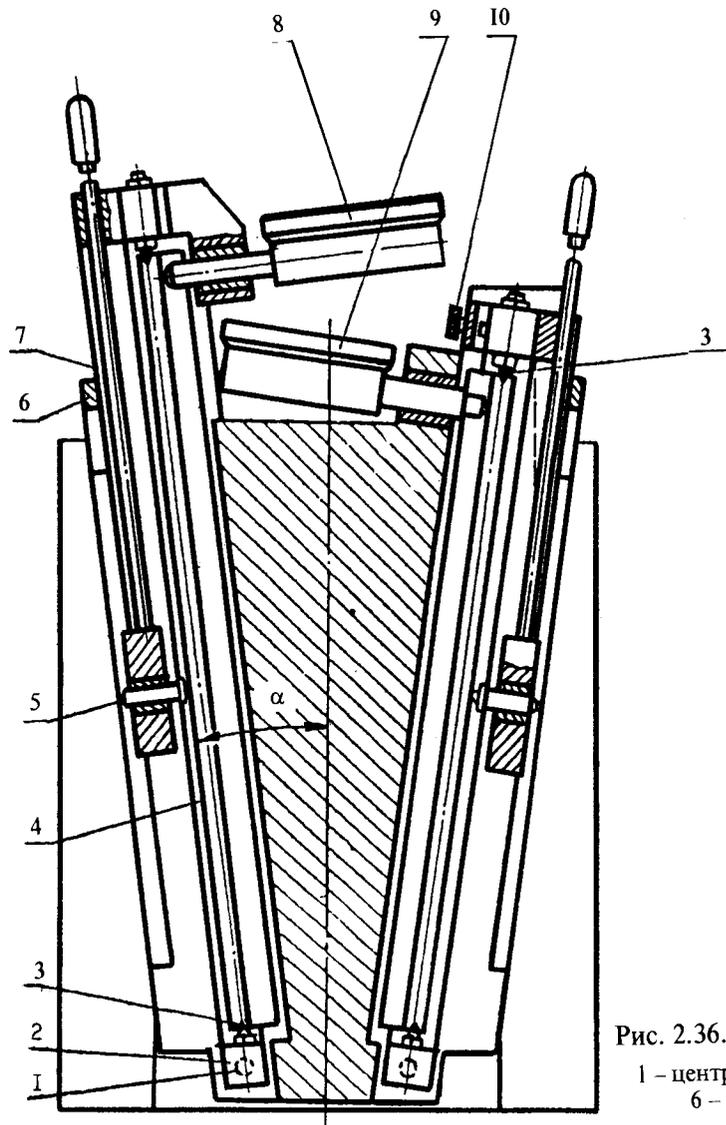


Рис. 2.36. Прибор для измерения внутреннего конуса:

1 – центр, 2 – рамка, 3 – центр, 4 – образец, 5 – контакты,
6 – кольцо, 7 – корпус, 8 – ИГ, 9 – ИГ, 10 – винт

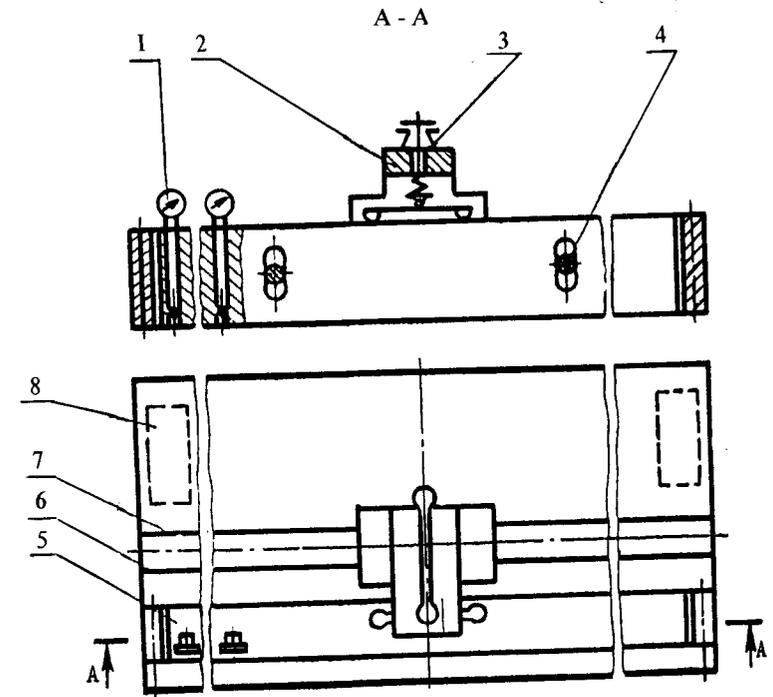


Рис. 2.37. Приспособление для контроля отклонения от прямолинейности:

1 – измеритель, 2 – каретка, 3 – шток, 4 – штифт, 5 – линейка,
6 – корпус, 7 – паз, 8 – захват

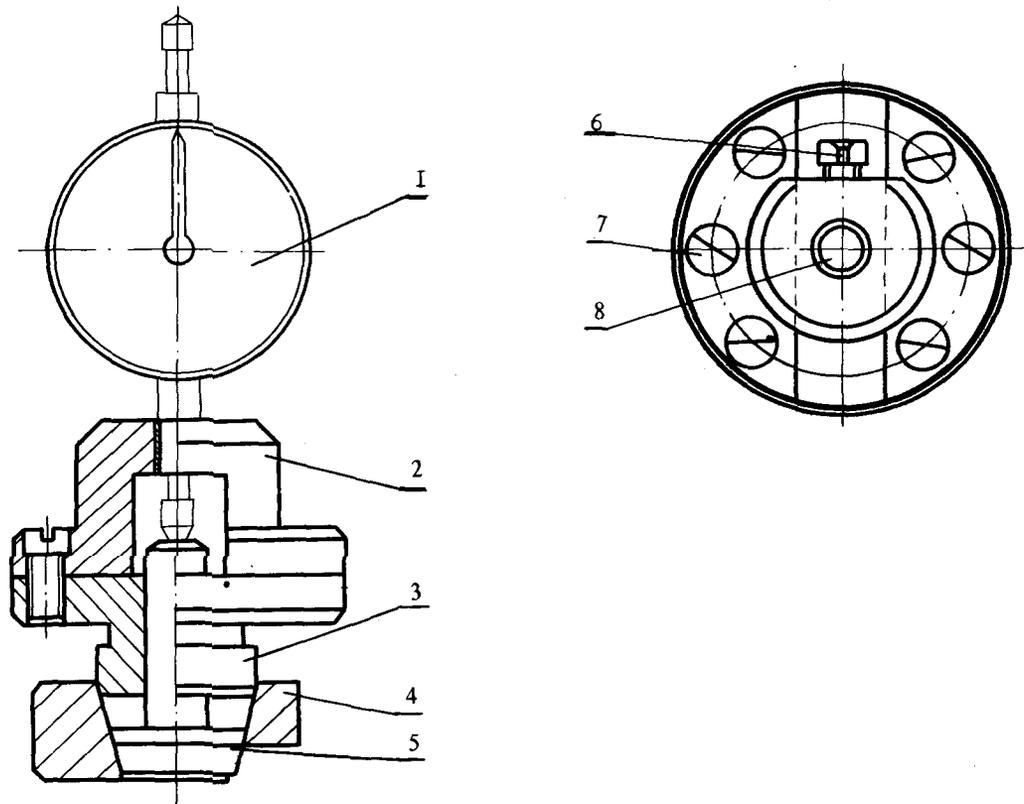


Рис. 2.38. Калибр для контроля конусного отверстия:
 1 – ИГ, 2 – корпус, 3 – нижняя часть корпуса, 4 – эталон, 5 – измерительный грибок,
 6 – винт, 7 – винт, 8 – втулка

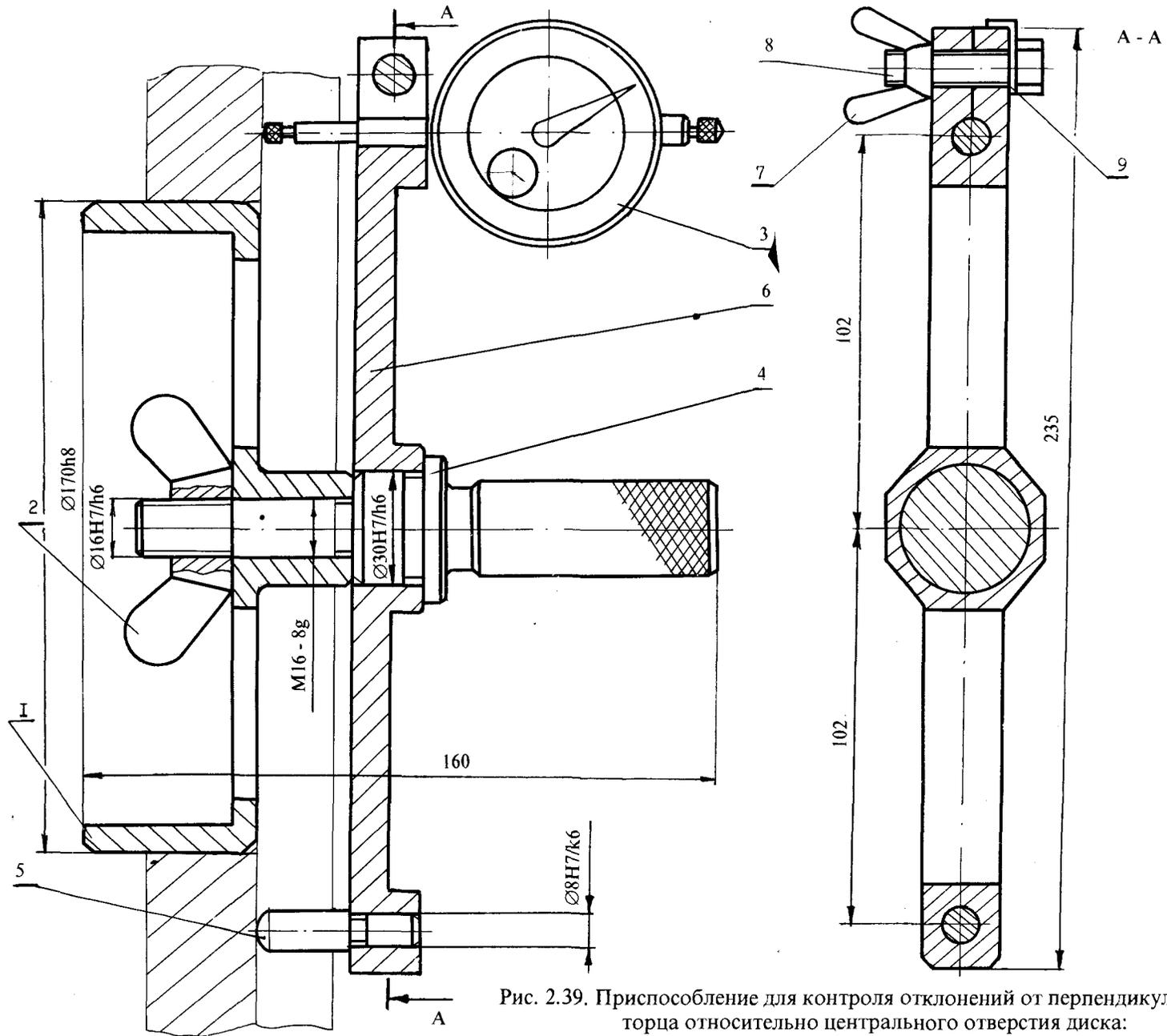


Рис. 2.39. Приспособление для контроля отклонений от перпендикулярности торца относительно центрального отверстия диска:

1 – оправка, 2 – гайка, 3 – ИГ, 4 – рукоятка, 5 – опора, 6 – рычаг, 7 – гайка, 8 – винт, 9 – шайба

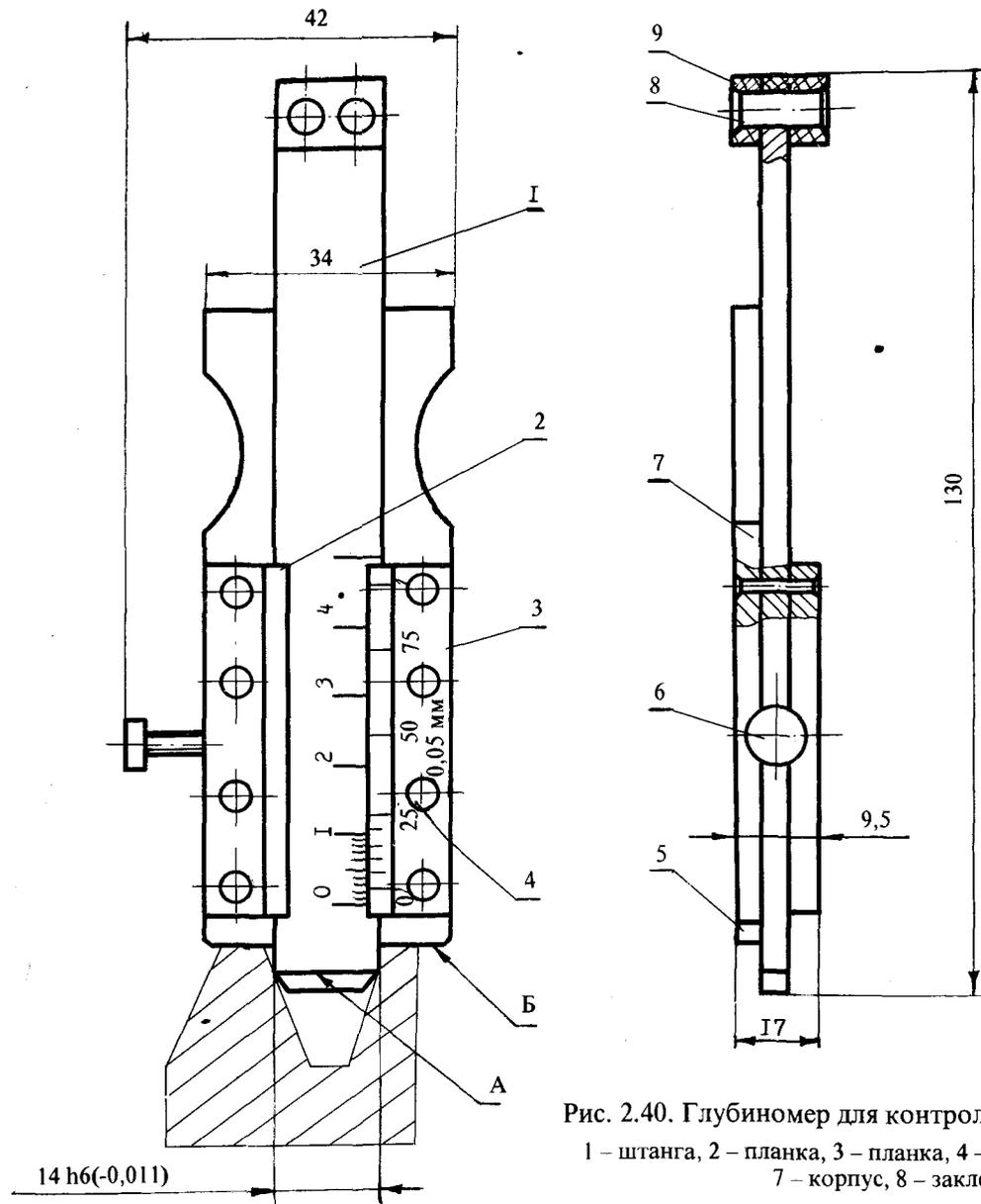


Рис. 2.40. Глубиномер для контроля расчетного диаметра шкива:

1 – штанга, 2 – планка, 3 – планка, 4 – заклепка, 5 – пружина, 6 – винт,
7 – корпус, 8 – заклепка, 9 – шайба

3. Контрольно-измерительные приспособления для валов

Валы образуются поверхностями вращения и торцовыми поверхностями. Большинство валов обрабатывают по высоким квалитетам 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 базирующих поверхностей у валов. Погрешности базирующих поверхностей могут вызывать погрешности в правильности формы, в геометрических размерах, их положения и шероховатости поверхности обработанных ступеней валов. На окончательной приемке валов 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 квалитетов 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 параллельности;

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 так же 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 во оси. Такую проверку необходимо производить в двух крайних положениях контролируемой поверхности. Радиальное биение средней ступени относительно крайних может быть в пределах 0,02 - 0,04 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.

3.1. Контрольное приспособление для проверки отклонения от симметричности шпоночных канавок

На рис. 3.1 показано приспособление для контроля смещения шпоночного паза относительно оси вала. Оно состоит из измерительной каретки 1 и двух щупов 2. Размеры концов обоих щупов выполнены в соответствии с допуском на ширину шпоночного паза, разделенным на четыре группы, что обеспечивает беззазорную посадку щупа в паз.

При контроле каретка устанавливается на верхнюю поверхность щупа, плотно вставленного в паз вала 3. Стрелку ИГ ставят на нуль по наивысшей точке вала, после чего каретку переставляют на противоположную сторону щупа и опять находят наивысшую точку вала. Полуразность показаний ИГ соответствует действительному смещению паза.

Прибор прост в изготовлении и позволяет быстро произвести измерение без снятия обрабатываемой детали со станка.

2. Контрольное приспособление для проверки торцового биения

Контроль отклонения от перпендикулярности оси отверстия к полого вала при малой длине отверстия по сравнению с величиной диаметра ($L \ll D/3$) весьма затруднен. Приспособление (рис. 3.2) облегчает контроль в подобных случаях.

Разжимное кольцо 1 приспособления вставляется в отверстие контролируемой детали. На торце кольца 1 закреплена втулка 2, центрируемая по отверстию кольца. В отверстие втулки 2 входит один конец кольца, на другом конце которого закреплена каретка 4. При вращении каретки 4 посредством ручки 6 наконечник с рычажной передачей 9 ИГ 5-ощупывает торец проверяемой детали. Рычажная передача предохраняет ИГ от ударов и преждевременного износа, а так же позволяет расширить зону измерения, не меняя местоположения ИГ.

Для обеспечения свободной посадки кольца 1 диаметр его несколько занижен относительно нижнего предельного размера диаметра отверстия контролируемой детали, а в средней части кольцо имеет проточку, препятствующую его перекоосу в случае корявости проверяемого отверстия. Кольцо 1 может быть разжато посредством двух конических втулок 7 и винта с гайкой 8. Для лучшего пружинения кольца 1 в нем выполнены два отверстия с прорезями.

При предварительной установке в осевом направлении описываемое устройство базируется по нижнему торцу кольца. В случае наличия в контролируемой детали соответствующей поверхности для предварительного базирования устройства по ее торцу целесообразно на кольце 1 предусмотреть сверху опорный буртик.

3.3. Приспособление для контроля длины ступеней

На рис. 3.3 показано съемное приспособление для контроля длины ступеней круглых деталей.

На призме 1 приспособления закреплён кронштейн 2 с круглой штангой 3. На последней установлен подвижный регулируе-

мый поводок 4 с ИГ и упор 5. Для удобства измерения приспособление снабжено набором наконечников для ИГ.

Приспособление настраивают на контрольный размер (после предварительного выставления его по измеряемой детали) на контрольной плите по концевым мерам или по эталону размера относительно базового торца призмы. При измерении приспособление устанавливают базовым торцом на обработанный торец детали или на торец, от которого задан линейный размер и ИГ показывает отклонение последнего.

Интервал контролируемых длин ступеней и диаметров деталей можно расширить, увеличив размеры призмы и удлинив штангу.

3.4. Приспособление для контроля шлицевого отверстия

В соединениях со шлицами эвольвентного профиля и точным центрированием по внутреннему диаметру при минимальных зазорах по боковым поверхностям большое значение имеет concentricность внутреннего диаметра и диаметра делительной окружности зубьев. Универсальный способ измерения при помощи роликов, закладываемых во впадины между зубьями и набора центровых оправок непроизводителен и требует большого навыка контролера.

Предлагаемая конструкция устройства (рис. 3.4) позволяет упростить и сократить процесс измерения. Деталь (шлицевой полый вал карданной передачи, цапфа с полым шлицевым наконечником, зубчатое колесо) устанавливается на оправку 2 по внутреннему диаметру шлицевого отверстия примерно по посадке с зазором (H9/e8). Для этого служит набор оправок с различными посадочными диаметрами в зависимости от диаметра отверстия контролируемых деталей. Значительных колебаний размеров диаметра в пределах одной партии не наблюдается, т. к. шлицевое отверстие протягивается. Деталь опирается венцом на фланец 3, закрепленный на плите 4. Измерительный наконечник 5, укрепленный в подпружиненной планке 6, входит во впадины зубьев и касается их боковых поверхностей по делительной окружности. Планка 6 укреплена на плоских пружинах 7, создающих необходимое измерительное усилие, и, перемещаясь в направляющих планки 8

(привернутой к плите 4), нажимает на измерительный наконечник ИГ. Для введения наконечника 5 во впадину следующего зуба необходимо повернуть деталь, предварительно выведя наконечник из впадины путем нажатия на верхний конец планки 6. Чтобы внутренний диаметр отверстия детали во время измерения плотно прилегал к одной стороне штыря 2, устройству в рабочем положении сообщается наклон с помощью угольника 1, и прилегание обеспечивается весом детали. Измерение детали можно производить с двух сторон; при наличии ступицы для измерения отклонения от concentричности со стороны последней на прибор дополнительно надевается кольцо 9.

Измерительное усилие регулируется перемещением планки 10 в прорези планки 8, для чего через овальные отверстия планки 10 проходят винты 11.

3.5. Многомерное приспособление для контроля линейного расположения шеек валов

На окончательной приемке проверку линейного расположения и торцового биения шеек ступенчатых валов проверяют на многомерном контрольном приспособлении (рис. 3.5).

На основании 1 смонтированы: стойка 15 и кронштейны 3, 9, 12, 17 и 18. На горизонтальной планке 8, закрепленной с помощью шайбы 27 и гайки 26 на стойке 15, установлен подвижный центр 10, который базирует и поддерживает контролируемый вал. Последний вставляется в отверстие кронштейна 9 и базовым торцом (БТ) опирается на него. Центр 10 отжимается вниз пружиной 33. Для установки и снятия вала центр 10 поднимают вверх и поворачивают относительно вертикальной оси с помощью маховичка 7, который неподвижно соединен с центром штифтом 28. При опускании вниз положение центра фиксируется штифтом 31, который входит в прорезь планки 8.

На основании 1 закреплен с помощью штифтов 29 и винтов 21 кронштейн 3. На его переднем конце в прорези установлен рычаг 4, соприкасающийся с торцом вала. Второй конец рычага 4 соприкасается с измерительным стержнем 2 ИГ 35. Последняя закреплена винтом 24 во втулке 5, установленной в отверстии кронштейна 3. На основании 1 также закреплены с помощью штифтов 30 и винтов 22 кронштейны 18, 12 и 17. На переднем конце в проре-

зи планки 6, которая установлена на кронштейне 18 с помощью штифтов 32 и винтов 23, смонтирован Г - образный рычаг 11, соприкасающийся с верхним торцом средней шейки вала. Второй конец рычага 11 соприкасается с измерительным стержнем 20 ИГ 34. Измерительное усилие создается пружиной 20. Ограничителем хода рычага является винт 25. ИГ 34 закреплена винтом 24 во втулке 5, установленной в отверстии планки 6.

Биение нижнего торца средней шейки вала контролируется с помощью ИГ 36, которая закреплена аналогично ИГ 35. Биение торца нижней конической шейки вала проверяется ИГ 37, которая закреплена на кронштейне 17 аналогично креплению ИГ 34. Валы дают один - два оборота и отсчитывают максимальные показания ИГ 34 - 37, которые определяют биение торцов и отклонения линейного расположения шеек вала.

Приспособление для комплексной проверки ступенчатых валов обеспечивает высокую производительность процесса контроля. Оно может быть дополнено измерителями для проверки расположения шпоночной канавки, углового расположения эксцентричных шеек и т. д.

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 устанавливается проверяемый вал. Осевое положение вала фиксируется неподвижным центром 11. К последнему валу 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

носительно продольной оси благодаря втулкам 5. На левом конце пинולי 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 прессована в пинולי 6 и расположена в овальном отверстии переходника 8. Помимо этого, на другом конце переходника вставляется оправка 10 с конической рабочей поверхностью для точного базирования вала, т. к. последний имеет цилиндрическое осевое отверстие диаметром d . Конусность оправки зависит от отклонения 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 винты 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.

Приспособление разработано на кафедре ТМСИ ОрелГТУ и внедрено в цехе металлокорда ОСПАЗ.

3.7. Приспособление для контроля винтов

Контроль толщины ленточки и шага винтов в осевом сечении проверяют на контрольном приспособлении (рис. 3.7). Проверяемый винт устанавливают на призму 16, которая смонтирована на опоре 18 и закреплена винтами 17. Ориентация винта в осевом направлении определяется шупом - упором 1, который жестко прикреплен в призме через втулку 2 винтом 21. Во втулке 12 кронштейна 8, закрепленного на призме винтами 19, установлена ИГ 9, а в прорези кронштейна - рычажная передача. В последнюю входят: рычаг 15, который закреплен на плоских пружинах 7 и 5 с помощью планок 4 и 6, шуп 3, запрессованный через втулку в рычаг

и закрепленный винтом 20, подпятник 14, контактирующий с измерительным наконечником ИГ 11, пружина 13, создающая измерительное усилие, и ограничитель хода 10 с фиксирующей гайкой 9. Рычажная передача предохраняет ИГ 11 от ударов, преждевременного износа и позволяет передать отклонение шага и толщины ленточки контролируемого винта на ИГ 11. Рычажная передача закрыта кожухом 22, который закреплен винтами 23 к кронштейну и предохраняет от попадания пыли и грязи.

При вращении вала с постоянной осевой силой определяют:

а) биение шага в осевом сечении;

б) биение толщины ленточки в осевом сечении винтов.

Приспособление разработано в ВНИИГидромаш (Ливенский филиал) и внедрено в АО "Ливгидромаш".

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 выдвигании 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 торца относительно шейки ($\varnothing 52 - 0,074$).

Приспособление разработано и внедрено в АО "ЛААЗ".

3.9. Приспособление для проверки отклонения от цилиндричности гладких валов

Гладкие валы часто обрабатывают на бесцентровошлифовальных станках, где их поверхность получает огранку. Величина огранки зависит от точности наладки и работы бесцентровошлифовальных станков на завершающих операциях и может достигать величины, равной 0,003 - 0,005 мм и больше. Гладкие валы можно проверить на многомерном приспособлении с визуальным отсчетным устройством - ИГ (рис. 3.9).

Вал устанавливают на две взаимно перпендикулярные пластинки из твердого сплава, вмонтированные на двух стойках 5, которые закрепляются винтами и шайбами 3, 4 на наклонном корпусе 2. С противоположной стороны в кронштейнах корпуса 2 установлены во втулках 7 ИГ 1, закрепленные винтами 6. Диаметры валов измеряют через промежуточную пластинку 8, установленную на плоской пружине, которая прикреплена к стойке. Пластина предохраняет ИГ от ударов и преждевременного износа. Так как каждый диаметр вала измеряется через плоскую пластинку 8, то погрешность базирования не влияет на точность измерения приспособления. За одну установку на приспособлении можно измерить вал в двух сечениях одновременно.

Приспособление настраивают по двум установочным эталонным валикам, выполненным по предельным размерам проверяемых деталей или по концевым мерам (плиткам) с предварительным натягом 0,2...0,3 мм. В свободном состоянии пластины 8 (без контролируемого вала) размер "12" должен находиться в пределах 11,4...11,6 мм.

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 вмонтированными 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: хомут 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 пр

выдвигается 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.

3.11. Приспособление для контроля смещения шпоночных канавок

К некоторым конструкциям коленчатых, эксцентриковых, распределительных и др. валов предъявляются жесткие требования взаимному расположению поверхностей. Например, середина шпоночных канавок должна лежать в плоскости симметрии третьего кулачка распределительного вала. Отклонение канавки у первого кулачка не более 0,15 мм, для канавки у четвертого кулачка - не более 0,4 мм. Для этого в АО "ХТЗ" (Украина) было спроектировано и внедрено приспособление (рис. 3.12 - 3.14).

В приспособлении вал устанавливается в центры, которые ориентируются в передней и задней бабках 3 и 11. Последние закрепляются на плите 2. Центр 5 передней бабки 3 расположен в пиноли и может выдвигаться при настройке с помощью винта 1. Центр 13, расположенный в пиноли 12 задней бабки 11, имеет возможность осевого возвратно-поступательного перемещения для установки и снятия контролируемой детали с помощью рукоятки 19, которая закреплена на эксцентрике 18. При повороте рукоятки эксцентрика по часовой стрелке (вниз) относительно оси 17 центр пойдет вправо и освободит вал, при этом пружина 16, расположенная в крышке 15 и прикрепленная винтами 14 к задней бабке сжимается. Поворотом рукоятки 19 вверх зажимают вал в центры. Кроме того, центр 13 в этом положении должен быть зафиксирован рукояткой 30. Помимо зажима в центрах, вал ориентируется третьим кулачком в специальной призме 27 (см. рис. 3.14), которая имеет привод. Он расположен на стойке 24 и подставке 28. Стойка служит для размещения и закрепления винтом 26 при-

змы 27 с возможностью поперечного перемещения относительно оси вала. Перемещение осуществляется с помощью рукоятки 21, пружины 23, которая расположена в крышке 22 на штоке призмы 27, втулки 25 и механизма фиксации с рукояткой 20 (см. рис. 3.12).

Вал считается годным, если калибры 6 и 10 входят в шпоночные пазы контролируемой детали. Калибры установлены на стойках 9 и фиксируются винтами 29 (см. рис. 3.14) от выпадания из пазов, в которых они имеют возможность осевого перемещения.

При конструировании и изготовлении рассматриваемого приспособления необходимо назначить и выдержать следующие технические требования:

а) передний и задний центры 5 и 13, а также калибры 6 и 10 притереть до легкого безлюфтового перемещения к соответствующим сопрягаемым деталям: пинолям 4, 12 и стойкам 9;

б) взаимное смещение осей центров 5 и 13, призмы 27 и калибров 6 и 10 не более 0,016 мм.

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.

3.13. Приспособление для проверки радиального биения отверстия в гильзах

Гильзы применяются во многих механизмах и машинах. Они имеют диаметр отверстия от 75 мм до 150 мм с соотношением длины к диаметру 1,5 - 3. Отверстия в гильзах обрабатывают с допуском по 7 - 8 и реже по 6 квалитетам точности. Запрессовка гильз в корпуса производится по пояскам, которые обрабатывают с допуском по 6 - 7 квалитетам точности. Радиальное биение отверстия относительно поясков не более 0,03 - 0,08 мм. Это техническое требование обеспечивает правильное положение гильзы в корпусе.

Контрольное приспособление [2] для проверки радиального биения отверстия в гильзах относительно поясков представлено на рис. 3.16.

Проверяемая гильза поясками базируется на ролики 1, вращающиеся на осях 4, которые монтируются в корпусах 5 на плите 6. Чтобы при вращении гильзы избежать осевого перемещения, она прижимается к упору 7.

Радиальное биение отверстия относительно пояска определяется по разности показаний ИГ 2 при одном - двух оборотах гильзы. ИГ закреплена на штативе 3 с магнитным основанием (тип ШМ - ИИ по ГОСТ 10197 - 70), который устанавливается на плите на специальной площадке 8.

После проверки биения у одного торца гильзы штатив переставляют на другую площадку 9 и проверяют радиальное биение отверстия относительно пояска у другого торца.

Некоторая громоздкость гильз может вызывать повышенный сбой первичной настройки ИГ 2 на рассматриваемом приспособлении. Это надо учитывать при определении периодичности первичной настройки ИГ.

3.14. Приспособление для проверки лекальных линейек

На рис. 3.17 и 3.18 показано устройство для проверки лекальных линейек с применением автоколлиматора, например АКМ-100 с ценой деления $0^{\circ}00'0,25''$ [3]. На плите 9 (см. рис. 3.17) устройства перемещаются два зажима 10, направляющей и базовой деталью для которых является планка 8. В зажимах установлены подвижные сменные призматические вставки 7, фиксируемые винтами 6. В призмах этих вставок устанавливают проверяемую лекальную линейку 5, по ребру которой перемещается зеркало 4. Зеркало занимает на лекальной линейке устойчивое и стабильное положение благодаря смещению его центра тяжести в сторону направляющей 3 и контактированию боковой поверхности зеркала с рабочей боковой поверхностью направляющей. Необходимое положение по высоте относительно плиты направляющая занимает при перемещении ее по двум стойкам 2 и фиксации винтами 1. Общая схема проверки лекальной линейки 1 показана на рис. 3.18. Линейку устанавливают в зажимах, каждый из которых расположен на расстоянии $l = 0,22L$ от ее торца, что обеспечивает минимальную деформацию лекальной линейки от действия собственного веса. Параллельно продольной оси лекальной линейки, соосно зеркалом 2 устанавливают автоколлиматор.

Отклонение от прямолинейности проверяемого ребра лекальной линейки определяют следующим образом. Зеркало устанавливают у одного из торцов лекальной линейки, а автоколлиматор устанавливается так, чтобы его бисектор находился в поле зрения, а затем зеркало перемещают по лекальной линейке при постоянном контактировании с направляющей 3 к другому торцу с шагом равным длине "а" опоры зеркала.

Результаты измерения сводят в таблицу, по которой при необходимости строят график отклонений от прямолинейности проверяемого ребра лекальной линейки.

Рассмотренный способ поверки лекальных линеек отличается повышенной точностью, а устройство просто по конструкции.

3.15. Приспособление для измерения толщин стенок распорных трубок

На рис. 3.19 показано устройство для измерения толщин стенок распорных трубок - стенкомер [4].

Качественные характеристики оптических приборов в значительной степени зависят от точности изготовления распорных трубок, толщина стенок которых имеет отклонение $\pm 0,02$ мм и выше. Стенкомеры С - 2 и С - 25 (ГОСТ 11358 - 89) не всегда можно применить для контроля отклонений толщин трубок малых диаметров.

Рассматриваемый стенкомер предназначен для измерения толщин стенок распорных трубок и их отклонений при минимальном отверстии диаметром до 2 мм и длиной до 65 мм.

Стенкомер состоит из угольника 4, в наклонном пазу которого закреплена стальная скоба 6, служащая ручкой, с двумя деревянными щеками 5. В правую часть стержня 3 ИГ ввернут специальный наконечник 2, а сменные ножи 1 размерами 2, 4 и 7 мм вводятся в отверстия контролируемых распорных трубок.

3.16. Приспособление для контроля шлицев вала

На рис. 3.20 показано устройство для контроля взаимного расположения шлицев вала [5], состоящее из двух полуколец 1, жестко соединенных между собой двумя стяжками 2 с помощью четырех винтов 5. К каждому полукольцу слева неподвижно крепятся опорные контакты 3, а справа - подвижные измерительные контакты 4, установленные на рычагах 6. Последние могут поворачиваться на осях и своими плоскими контактами 7 взаимодействовать с контактами ИГ 9, фиксируемых в полукольцах винтами 8. Для устойчивого расположения измерительного устройства на рабочих поверхностях измеряемых шлицев 11 на правой стяжке установлен рычаг 12 с третьим опорным контактом, а на левой - противовес 13, масса которого равна массе двух измерительных средств 9, находящихся в правой части полуколец.

Перед измерением устройство устанавливают тремя опорными контактами на плоскость образца 10, а оба измерительных средства настраивают на нуль. Затем устройство переносят на рабочую поверхность измеряемых шлицев и по шкалам измерительных средств считывают отклонения расположения рабочей поверхности правого шлица относительно поверхности левого шлица, на которой расположены два опорных контакта, фиксируя отклонения расположения шлицев в плоскости.

Для наглядности расположения шлицев воспроизводится графически, а чтобы получить более достоверные результаты, установку устройства на нуль и измерение шлицев повторяют несколько раз.

3.17. Приспособление для контроля линейного размера

На рис. 3.21 показаны приспособление для контроля линейного размера ($7,3^{+0,1}$) длины шейки вала с помощью калибра и схема измерения. Приспособление состоит из основания 4, в пазу которого располагается калибр 2. Стойка 1 жестко и неподвижно с помощью винтов 5 закреплена слева на основании. Она служит базовой поверхностью, выполненной в виде призмы, которая расположена на боковой вертикальной поверхности, для установки контролируемого вала. Устанавливаемый вертикально в отверстие основания, вал прижимают к стойке 1 и подводят калибр 2, передвигая его по пазу основания.

Калибр 2 относится к предельным. Он ограничивает размер контролируемых валов, распределяя их на три группы: годные, брак вследствие перехода за верхнюю границу допуска и брак вследствие перехода за нижнюю границу.

Данное приспособление не требует высокой квалификации контролера и значительно повышает производительность и объективность процесса контроля.

Применение подобных приспособлений целесообразно в крупносерийном и массовом производствах, а калибры используют не для определения числового значения контролируемого параметра, а для констатации того, выходит ли величина контролируемого параметра за нижнее или верхнее допустимые значения его или находятся в допустимых пределах.

3.18. Приспособление для контроля длины шейки вала

На рис. 3.22 представлены приспособление для контроля линейного размера ($6,6^{+0,1}$) длины шейки вала с помощью предельного калибра и схема измерения. Данное приспособление аналогично приспособлению, приведенному выше на рис. 3.21.

3.19. Приспособление для контроля точных цилиндрических поверхностей

Большие трудности вызывает измерение точных цилиндрических поверхностей, расположенных вблизи фланцев. Обычно контроль ведется гладкими калибрами. Однако с их помощью невозможно определить отклонение полученного размера от номинального значения, что необходимо для подналадки станка. Изготовление деталей из мягкого материала (например, алюминия) вносит дополнительные трудности при пользовании непроходной стороной калибра ввиду контактных деформаций детали.

Для контроля таких деталей в Псковском филиале ЛПИ разработано приспособление [6]. Оно состоит из измерительного устройства и отсчетно - командного блока мод. БВ - 6119. Серийно выпускаемый блок имеет показывающий прибор, оснащенный двумя шкалами с ценой деления 0,001 и 0,005 мм. Учитывая узкое поле допуска контролируемых деталей, в электрическую схему блока внесены изменения, а для удобства работы показывающий прибор оснащен шкалами с меньшей ценой деления 0,0002 и 0,0005 мм.

Контролируемая деталь 2 (рис. 3.23) устанавливается на сменный палец 3 измерительного устройства, расположенный в гнезде 9. На стойке 8 закреплены двухконтактная скоба 7 с индуктивным преобразователем 6 и микрометрическим винтом 1. Преобразователь связан кабелем с отсчетно - командным блоком. На измерительных ножках 5 скобы предусмотрены плоские сменные наконечники 4 толщиной 1,2 мм, что обеспечивает их свободный доступ к контролируемой поверхности детали.

Испытания приспособления показали его высокую надежность. Смещение уровня настройки после 500 измерений, проведенных в течение 8 ч. работы, не более 0,002 мм. Уменьшение температурной погрешности измерения при использовании данного приспособления достигается тем, что размеры его звеньев подобраны таким образом, чтобы разность температурных деформаций приспособления и контролируемой поверхности детали была минимальной во всем диапазоне возможных колебаний температуры в помещении.

Испытания приспособления, проведенные в термокамере, показали, что изменение температуры от -15 до $+25$ °С сопровождалось изменением показаний приспособления от $-0,001$ до $+0,0015$ мм (пределы допустимой величины температурной погрешности измерения).

3.20. Устройство для контроля конусов

На рис. 3.24 показано приспособление для контроля конусов деталей непосредственно на токарном станке (а. с. 1147922). Оно содержит одинаковые фрикционные ролики 1 и 3, установленные с возможностью вращения друг относительно друга во втулке 2, подпружиненный вал 6, связанный одним концом с втулкой 2, а другим концом с втулкой 7 с возможностью перемещения по ее оси, шайбу - указатель 5 со шкалой 4.

При измерении указатель устанавливают в нулевое положение. Ролики подводят к измеряемому конусу, установленному на токарном станке, причем оси роликов и конуса должны находиться в одной плоскости. Под действием пружины ролики прижимаются к образующей измеряемого конуса. Конус поворачивают на определенный угол и по шкале отсчитывают искомое показание. Для расчета и градуировки шкалы применяют формулу:

$$\sin \alpha = r \cdot \Delta n / L \cdot N,$$

где α - половина угла измеряемого конуса; r - радиус роликов; L - расстояние между роликами; N - количество оборотов, на которое повернут конус; Δn - разность оборотов роликов.

Приспособление разработано в Ленинанканском филиале ЕрПИ [7].

3.21. Приспособление для контроля двух линейных размеров деталей типа валиков

На рис. 3.25 показано приспособление для контроля двух линейных размеров деталей типа валиков, которое позволяет механизировать контрольные операции. На его основании 5 находится корпус 6, стойка 3 для крепления ИГ 4 и две ячейки для хранения эталонов 1. В пазу корпуса имеется передающий Г-образный рычаг 2, который одним концом контактирует с наконечником ИГ 4, а другим - с торцом штока.

Прибор настраивают по эталону. Проверяемую деталь вставляют в отверстие до упора в торец корпуса. По шкале ИГ считывают контролируемый размер. В отличие от аналогов в данном устройстве измеряемая деталь входит в отверстие измеряемого штока.

Приспособление используется на Курганском машиностроительном заводе [8].

3.22. Приспособление для контроля резьб

На рис. 3.26 показано приспособление для контроля внутренних и наружных резьб в корпусных, крупногабаритных и других деталях с помощью раздвижных калибров [9]. Оно состоит из ИГ 1, крышки 2, механизма сведения 3, ручки 4, крышки 5, корпуса 6, пружины 7, подвижного ползуна 8 и раздвижного калибра 9.

Измерение резьбы основано на комплексном методе сравнения диаметров контролируемой резьбы с размерами образцовых калибров (колец - пробок), по которым устройства настраиваются и периодически проверяются в процессе эксплуатации. Поэтому в зависимости от контролируемой резьбы устройство комплектуется разными раздвижными калибрами.

Применение устройства позволяет повысить производительность труда и качество изготавливаемых деталей за счет точного контроля деталей на технологических и контрольных операциях.

3.23. Приспособление для контроля смещения шпоночного паза

На рис. 3.27 показано приспособление для контроля смещения шпоночного паза относительно оси валика. Оно исключает дополнительную погрешность при измерении. По корпусу 4 приспособления перемещается каретка 3 с упором - направляющей, по которой передвигается ползун 2 с ИГ 1. В пазу корпуса смонтирован нажимной двуплечий поворотный рычаг 5.

Шпоночный выступ, расположенный с одной стороны корпуса, вводится в шпоночный паз проверяемой детали, а его рабочая плоскость прижимается к стенке паза. Каретка с упором перемещается в сторону проверяемой детали до контакта с ней. Ползун передвигается так, чтобы измерительный наконечник ИГ контактировал с образующей измеряемого валика под углом 90° к рабочей плоскости шпоночного выступа. Создается натяг на ИГ и его стрелка устанавливается на нулевое деление. Затем приспособление снимают с проверяемой детали, последнюю поворачивают на 180° и замеряют с противоположной стороны. Разность показаний по шкале ИГ в двух положениях прибора (справа и слева от оси детали) дает удвоенную величину смещения паза на валу.

Приспособление разработано на Курганском машиностроительном заводе [8].

3.24. Приспособление для контроля отклонений от параллельности шеек коленчатого вала

На рис. 3.28 изображено съемное приспособление для контроля отклонения от параллельности шатунной шейки относительно коренных шеек коленчатого вала. Корпус устройства выполнен в виде скобы, усиленной ребрами жесткости и облегченной по массе рядом высверленных отверстий.

Базирование приспособления на контролируемом валу осуществляется на призмы; две верхние ИГ 1 и 2, закрепленные винтами, указывают величину перегиба в плоскости расположения осей шеек, а упор 3 и ИГ 4 - в плоскости, перпендикулярной к осям шеек.

Настройку ИГ приспособления осуществляют по эталонной детали.

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 пинноли 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.

Приспособление спроектировано и изготовлено в АО "ХТЗ" (Украина).

3.26. Приспособление для контроля отклонений от круглости и профиля продольного сечения валов

На рис. 3.31 показано приспособление для контроля овальности и конусообразности валов и других тел вращения с гладкими поверхностями диаметром 30 ... 65 мм и длиной до 600 мм. Приспособление состоит из основания 1, двух неподвижных 2 и одной подвижной 4 стоек и подставки - упора 5. В нижнюю часть стойки впаивается твердосплавная пластина, опорная поверхность которой доведена до плоскостности и минимальной высоты шероховатости. В верхней части стойки имеется отверстие для крепления ИГ. Кроме того, на стойке имеется специальная прорезь со сквозным отверстием для того, чтобы с помощью винта 8 осуществить тонкую настройку ИГ на проверяемом изделии.

Для проверки валов различного диаметра предусмотрена регулируемая опора 7 с державкой, также оснащенной твердосплавной пластиной. Рабочая зона стоек наклонена к горизонтальной плоскости под углом 15° для более удобного и устойчивого положения детали при измерении.

Для проверки ступенчатых валов в приспособлении предусмотрена стойка с регулируемым по высоте ползуном 3, оснащенной твердосплавной доведенной пластиной. На данном приспособлении можно проверять точностные параметры конических поверхностей, для чего необходимо применение упора 5. В случае контроля валов или пинолей со сквозными отверстиями применяются торцовые вставки 6.

Перед измерением отклонений вала определенного размера необходимо каждую опору выставить на этот размер. Для этого измеряемую деталь устанавливают на опоры одной из стоек, а в отверстие стойки устанавливают ИГ. Затем рабочую поверхность опоры 7 перемещают до тех пор, пока ИГ покажет наивысшую точку положения детали. Так же необходимо настроить вторую стойку, установленную в нужном положении по длине детали. После указанной настройки приспособление готово к эксплуатации.

Приспособление рекомендуется применять для финишной проверки деталей повышенной и высокой точности.

Приспособление спроектировано, изготовлено и внедрено на Харьковском станкостроительном заводе [10].

3.27. Приспособление для контроля шариковых пар

На рис. 3.32 показано устройство (а. с. 827992), применяемое при техническом обслуживании и ремонте шариковых винтовых пар различных типов и размеров. Оно позволяет установить величину износа резьбы винта и измерить осевую жесткость передачи в процессе регулирования. Существует три типоразмера устройств, применение которых зависит от диаметра контролируемых шариковых пар: 25 ... 40 мм; 50 ... 70 мм; 80 ... 100 мм.

Универсальность устройства обеспечивается сменными резными втулками 8 из пластмасс или мягких сплавов, отличающимися внутренними диаметрами, выполненными в соответствии с наружными диаметрами винтов шариковых пар. Наружные диаметры втулок одинаковы и выполнены в соответствии с размерами отверстий устройства.

Устройство монтируют на винте 1, который располагают на роликовых призмах (на рисунке не показаны). Гидродинамометр размещают плоским торцом поршня 14 до упора в корпус 5 с гайками проверяемой винтовой передачи, а кольцо 16 - выпуклым торцом навстречу такому же торцу на гидродинамометре. Далее устанавливают подпружиненный упор - стакан 6 торцом к корпусу 5 с гайками винтовой пары и закрепляют упорным винтом (на рисунке не показан) держатель 9 ИГ 7 на втулке 8, помещенной на винте 1. Затем поворотом корпуса 5 нагружают пружины 11, которые через вкладыши - полукольца 10 упираются в держатель ИГ, оставляя зазор примерно 0,5 мм между торцами стакана 6 и держателя ИГ. Образующаяся при этом сила обеспечивает выбор зазора между телами качения винтовой передачи. По направлению ее резьбы в окно стакана вставляют планку 12 так, чтобы она соприкоснулась с фиксатором держателя ИГ, и закрепляют винтами 13 на корпусе 5. В результате исключается радиальное смещение корпуса 5 с гайками винтовой передачи относительно винта 1 при ее нагружении. Между гидродинамометром и кольцом 16 помещают шомпол 15 в раздвинутом состоянии, поджимают кольцо с переход-

ной втулкой к гайке передачи и закрепляют винтами 2, обеспечивая жесткий упор при последующем осевом нагружении винтовой пары.

После монтажа устройства устанавливают ИГ 7 с ценой деления 1 мкм, регулируют натяг их измерительных стержней в пределах 0,2 мм, поворотом шкал устанавливают на нуль. Далее осуществляют относительное регламентное осевое нагружение гайки винтовой передачи винтами 3, равномерно заклинивая полукольца хомута 15 между опорным кольцом 16 и гидродинамометром. Последний, смещаясь в осевом направлении, через заполненную маслом емкость давит на поршень 14 и сдвигает в осевом направлении корпус 5 с гайками относительно винта. Нагружение контролируют по манометру 4.

Величину относительного смещения (упругого относительного сжатия) определяют по среднему значению показаний трех ИГ. Величина износа резьбы винта равна разности величин относительного смещения гайки и винта, полученных при замерах на различных участках резьбы винта.

С помощью устройства можно проверять осевую жесткость различных по конструкции шариковых винтовых пар. Например, при его использовании для проверки передач с компенсационной прокладкой определяют ее толщину, измеряя мерными плитками зазор между фланцем и корпусом с гайками при нагружении регламентным усилием [11].

Приспособление разработано и внедрено в ЛОМО.

3.28. Приспособление для контроля отклонений от перпендикулярности

На рис. 3.33 представлено приспособление для контроля отклонений от перпендикулярности образующей поверхности зуба рейки относительно оси детали (например, пиноли). Оно состоит из призмы 3 с опорой 2, ИГ 5, закрепленной винтом 4, и эталона 1.

Для определения величины отклонений от перпендикулярности призму помещают на поверхность проверяемой детали до соприкосновения опоры с эталоном, установленным на зубья детали. Шкалу ИГ устанавливают на нуль, после чего призму ставят с другой стороны от эталона до соприкосновения с опорой. Отклонение

от перпендикулярности зуба относительно оси пиноли равно величине разности показаний ИГ.

Приспособление разработано в ГПТЭИ "Укроргстанкинпром" [12]. Приспособление просто в изготовлении, не требует наладки на операцию, повышает производительность труда и культуру производства.

3.29. Универсальное приспособление для измерения отклонений от симметричности

На рис. 3.34, 3.35 показано универсальное приспособление (а. с. 859792) для измерения перекоса, отклонений от симметричности и контроля расположения шпоночных пазов валов и отверстий в тяжелом машиностроении [13]. Оно состоит из корпуса 1 (см. рис. 3.34), в котором смонтирован диск 3, вращающийся с помощью червячного колеса 2. На диске жестко закреплен уровень 4. Стержень 10 (см. рис. 3.35) шарнирно соединен со стержнем 8, к которому прикреплено отсчетное устройство (например, ИГ 9) с рычажным контактом 7.

При контроле отклонения от симметричности, т. е. смещения шпоночного паза относительно оси контролируемой детали 6, устройство устанавливают опорными магнитными роликами 5 на вал или в отверстие шпоночного паза. Затем поворотом диска 3 устанавливают уровень 4 в нулевое положение, подводят рычажный контакт 7 к рабочей боковой поверхности паза и ставят ИГ 9 на нуль. После этого прибор поворачивают на 180° , вводят ИГ в контакт со второй поверхностью шпоночного паза и, установив уровень в нулевое положение, фиксируют показания ИГ.

При контроле перекоса шпоночного паза действуют аналогичным образом.

Устройство имеет широкие технологические возможности. Одним устройством можно контролировать расположение всех типоразмеров пазов на валах и отверстиях диаметром 300 мм и более. В устройстве использована ИГ часового типа с ценой деления 0,01 мм и ампула уровня с ценой деления 0,02 мм/м.

3.30. Приспособление для контроля шпоночных пазов

На рис. 3.36 показано приспособление для установки и одновременного контроля в процессе изготовления двух или нескольких шпоночных пазов с использованием квадрантов КО - 1 и КО - 10 [13].

Для крепления квадранта 1 на обрабатываемой детали применяется устройство, состоящее из корпуса 3, магнитных опор 4 и прихватов 2.

При измерении устройство устанавливают в любой точке обрабатываемой детали с помощью магнитных опор 4. Затем на корпус устанавливают квадрант 1, прижимают его прихватами 2 и устанавливают на нуль. После окончательной обработки первого паза на квадранте устанавливают требуемый угол между первым и вторым шпоночным пазом. Затем поворачивают деталь вокруг своей оси до установки ампулы квадранта в нулевое положение и обрабатывают второй паз.

Применение этих устройств (рис. 3.34, 3.35, 3.36) особенно эффективно при контроле крупногабаритных валов и корпусных деталей. Они позволяют получить правильное расположение шпоночных пазов между собой и относительно осей деталей.

3.31. Приспособление для контроля отклонения от прямолинейности

На рис. 3.37 показано приспособление для контроля отклонений от прямолинейности образующих тел вращения, например валиков, осей и т. д. [14]. На измеряемую деталь 2 устанавливают две одинаковые плоскопараллельные концевые меры длины 3 на расстоянии от торцов, равном $0,22 l$, где l - общая длина измеряемой детали. На них устанавливают вторую измеряемую деталь 5. Обе детали удерживаются в вертикальном положении двумя подпружиненными планками 6, что обеспечивает постоянный контакт с вертикальной поверхностью корпуса 1.

Отклонения от расстояния между измеряемыми деталями равного размеру плоскопараллельных концевых мер длины 3 определяются с помощью трех нутромеров с ИГ с ценой деления

регистрирующих средств 0,001 мм, установленных в центрах 4 стоек 10. Оба контакта, подвижный 7 и неподвижный 9, имеют ножевидную форму. Перед измерением все три нутромера 8 настраивают на размер, равный размеру плоскопараллельных концевых мер длины. Затем определяют отклонения от заданного размера в трех поперечных сечениях по середине и по краям деталей, так как наибольшее распространение имеют отклонения формы от прямолинейности в виде выпуклости и вогнутости.

Для определения отклонений от прямолинейности необходимо измерить три валика X, Y, и Z и составить три уравнения. В уравнения вводят максимальные отклонения, полученные при измерении всех валиков. Например: $x + y = -3$ мкм; $x + z = 5$ мкм. После соответствующих вычислений получим: $x = +4$ мкм; $y = -7$ мкм; $z = 1$ мкм. Следовательно, наименьшее отклонение от прямолинейности имеет третий валик. Таким образом, по трем деталям можно легко определить действительные отклонения от прямолинейности их образующих без применения дорогостоящих высокоточных аттестованных деталей - образцов.

Аналогично можно определить отклонения от прямолинейности плоских, конических и других деталей. Если к прямолинейности образующих не предъявляются повышенные требования, то в качестве регистрирующих средств можно применять ИГ часового типа с ценой деления 0,01 мм.

Рассмотренный способ определения отклонений от прямолинейности деталей различной формы прост и обеспечивает необходимую точность измерения.

3.32. Приспособление для контроля конусных посадочных поверхностей фланцев шпинделей

На рис. 3.38 показано приспособление для контроля конусных посадочных поверхностей фланцевых шпинделей (ГОСТ 12595 - 72) и фланцев для шпинделей.

Известны универсальные методы контроля указанных поверхностей. Для контроля посадочного места шпинделя изготовляют калибр - кольцо, а для контроля посадочного места фланца - калибр - пробку.

Зазор между торцовыми поверхностями шпинделя и фланца в сборе определяется по методу трех точек, который заключается в

следующем. В процессе обработки периодически устанавливают калибр - кольцо или калибр - пробку на контролируемую поверхность детали и с помощью щупа в трех местах измеряют зазор между торцовыми поверхностями контролируемой детали и калибра. Однако этот метод трудоемок и требует высокой квалификации рабочего.

Данное приспособление имеет ряд достоинств. Оно состоит из калибра - кольца 2 и калибра - пробки 4, в держателях 1 которых закреплено по две ИГ 5. При подготовке приспособления к работе ИГ 5 помещают в держатели и настраивают их по кольцу 3 на "0". Затем рукояткой 6 устанавливают калибр - кольцо или калибр - пробку на соответствующую контролируемую конусную поверхность.

По отклонению стрелок ИГ, которое должно быть одинаковым, можно визуально судить о действительном зазоре между торцом калибра - кольца или торцом калибра - пробки и соответствующими торцами на контролируемом шпинделе и фланце. Деталь соответствует требованиям только в том случае, когда стрелки ИГ показывают одинаковое заданное отклонение.

Приспособление значительно повысит точность контроля при изготовлении шпинделей и фланцев, а также обеспечит взаимозаменяемость при сборке шпинделя с фланцем [15].

3.33. Шаблон для контроля фасок

На рис. 3.39 показан шаблон для контроля фасок, который предназначен для измерения фасок 0,5 ... 10 мм на цилиндрических и на плоских деталях [16]. Он состоит из корпуса 6 и линейки 1, которая перемещается между планками 4 и 5. На одной из планок нанесена шкала нониуса с величиной отсчета 0,1 мм. Винт 3 служит для закрепления линейки 1 между планками при установке на определенный размер. Пружина 2 постоянно прижимает линейку 1 к планке с нониусом.

При измерении направляющие корпуса 6, образующие угол $90^\circ \pm 1'$, соприкасаются с двумя плоскостями контролируемой детали, а линейка 1 - с поверхностью фаски. При отклонении угла от 45° между поверхностями линейки и фаски виден просвет.

3.34. Штангенциркуль со специальными губками

На рис. 3.40 показан штангенциркуль со специальными губками для проверки размера A направляющих типа ласточкина хвоста [17]. Он состоит из линейки 1 с двумя неподвижными специальными губками с углом α (45° , 50° , 55° и 60°) и с миллиметровой шкалой и движком 2 с нониусом и двумя губками, который фиксируется на линейке зажимным винтом 3.

3.35. Инструменты с отсчетом показаний по круговой шкале

Точность отсчета показаний по нониусу в штангенинструментах невысока из-за ограниченности разрешающей способности глаза и кратности отсчета цене деления нониуса. При длительной работе оператор утомляется, острота его зрения с возрастом снижается. Заметно ограничена и скорость снятия отсчета показаний по нониусу.

Для совершенствования отсчета на штангенинструменте нониус заменяют малогабаритной круговой шкалой со стрелкой. При большом диапазоне измерения роль основной шкалы играет прецизионная зубчатая рейка, с которой зацеплен триб, связанный со стрелкой шкалы непосредственно или через дополнительную передачу в зависимости от цены деления круговой шкалы. При этом передаточное отношение механизма значительно увеличивается и изменению размера на $0,1$ мм (цена деления нониуса) соответствует перемещение конца стрелки по круговой шкале на $2...5$ мм, что в значительной мере облегчает отсчет долей деления основной шкалы.

Инструменты с отсчетом показаний по круговой шкале представлены [18]: и конструкции штангенрейсмус на рис. 3.41, штангенциркуль на рис. 3.42 и штангенглубиномер на рис. 3.43. В этих измерительных инструментах использован размещаемый в подвижной рамке унифицированный передаточный механизм, кинематическая схема которого приведена на рис. 3.44. Зубчатая рейка 6, расположенная на штанге инструмента, зацеплена с трибами 1 и 4 ($z = 16$). На осях последних расположены зубчатые колеса 2 и 5 ($z = 64$), зацепляющиеся с трибом 3 ($z = 32$), несущим стрелку. За-

зоры в зацеплении зубчатого механизма устранены с помощью взаимно подпружиненного триба 4 и зубчатого колеса 5, свободно сидящего на его оси. Перемещению рамки по штанге на 5 мм соответствует один оборот стрелки отсчетного устройства.

Размер, полученный в результате измерения, определяется как сумма показаний по шкале с ценой деления 5 мм, нанесенной на штанге, и круговой шкале с ценой деления $0,05$ мм отсчетного устройства.

3.36. Приспособление для контроля конусности

На рис. 3.45 показано приспособление для контроля конусности [19], которое состоит из двух полуколец 2, соединенных между собой четырьмя стяжками 3 при помощи винтов 4. В каждом полукольце установлены под прямым углом по два прямолинейных призматических неподвижных контакта 8, фиксируемых гайками 9. Соосно с одним из неподвижных контактов в каждом полукольце расположены ИГ 6 с ценой деления $0,001$ мм, измерительные контакты 7 которых находятся на одной оси с неподвижными контактами. ИГ крепятся в полукольцах 2 винтами 10. Для строгой установки измерительного прибора в осевом направлении служит упор 1. Если отсутствует торцовая опорная база, то ею является одна из поверхностей торцов со стороны большого или малого диаметров конуса.

Перед измерением прибор устанавливают на эталонную деталь 5, а ИГ - на нуль. Затем прибор переносят на измеряемую деталь и с ИГ считывают отклонения в сечениях по большому и малому диаметрам конуса. Алгебраическая разность между этими отклонениями определит отклонение конусности в линейных величинах на заданной длине l конуса.

3.37. Калибр для проверки положения двух шпоночных пазов на валах

На рис. 3.46 показан калибр для проверки положения двух шпоночных пазов на валах $\varnothing 15 \dots \varnothing 75$ мм. В основу конструкции положена скоба 2, изготовленная из пластины толщиной 8 мм и

стали марки Ст. 3 с цементированными и закаленными до твердости HRC₃ 56 ... 60 поверхностями, в центральной части которой в отверстиях запрессован микрометр гладкий 1 мод. МК по ГОСТ 6507 - 90. На концах скобы с помощью винтов 3 неподвижно закреплены две вилки 5 П - образной формы, служащие для установки фиксаторов 4 и крепления их винтами 6. Так как фиксаторы 4 являются наиболее ответственными деталями, от которых зависит точность измерения, то к их изготовлению предъявляются повышенные требования. Они изготавливаются из стали марки У10А, закалены до HRC₃ 55 ... 60 и обработаны до шероховатости поверхности R_a = 0,63 мкм. Кроме того, все детали калибра полированы и хромированы.

При измерении положения шпоночных пазов фиксаторы 4 вводятся в последние и стопорятся винтами 6. Микрометр 1 при касании шупа определяет положение шпоночных пазов по сравнению с эталонным валом.

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 // Машиностро-

итель. - 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., Штейнгарт 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. - 1985. - № 2. - С. 23 - 24.

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. - № 1. - С. 40.

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.

19. Высоцкий А. В., Комаров Б. Ф., Серебряков А. С. Штангенциркуль с отсчетом показаний по круговой шкале // Машиностроитель. - 1985. - № 4. - С. 29.

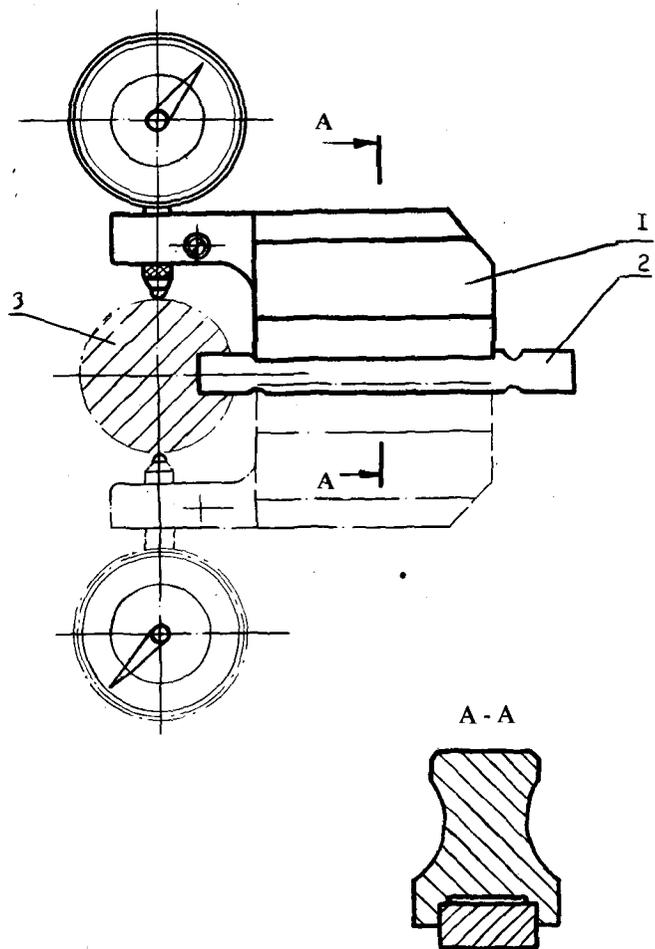


Рис. 3.1. Контрольное приспособление для проверки отклонения от симметричности шпоночных канавок:

1 – измерительная каретка, 2 – щуп, 3 – вал

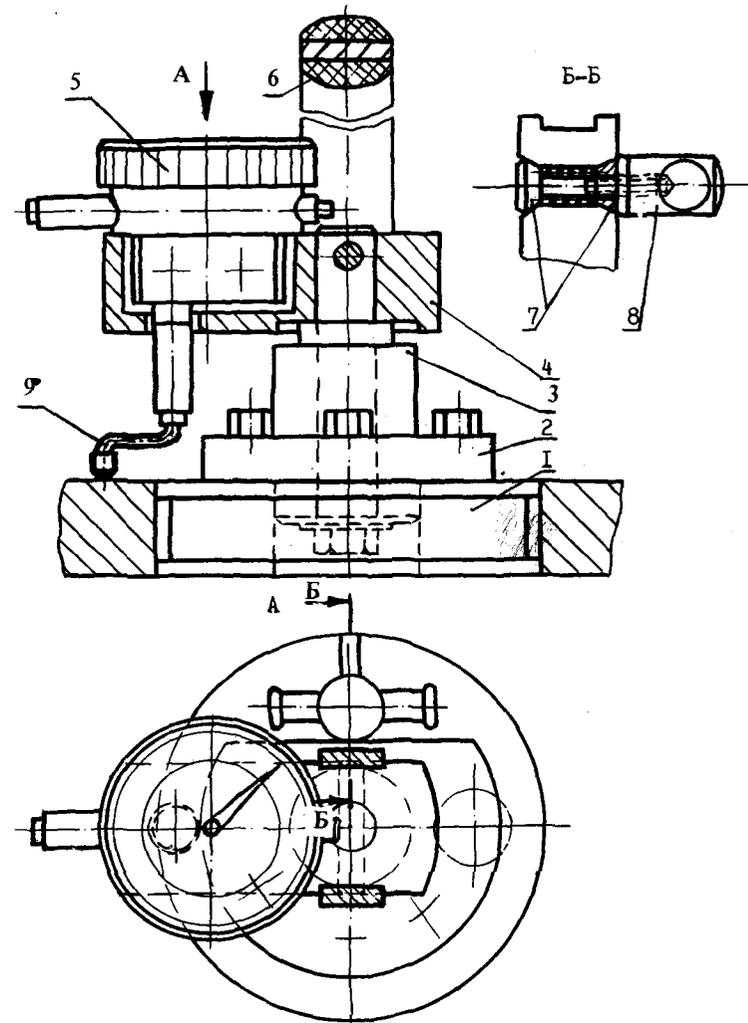


Рис. 3.2. Контрольное приспособление для проверки торцового биения:

1 – разжимное кольцо, 2, 3 – втулка, 4 – каретка, 5 – ИГ, 6 – ручка, 7 – коническая втулка, 8 – винт, 9 – рычажная передача

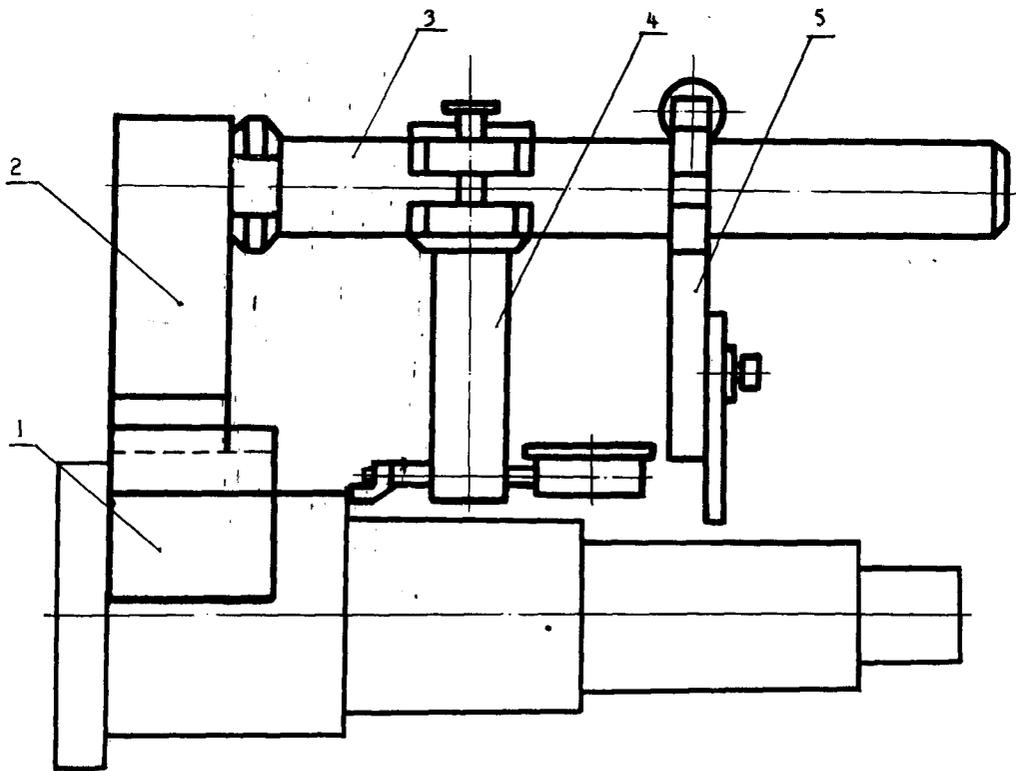


Рис. 3.3. Приспособление для контроля длины ступеней:
 1 – призма, 2 – кронштейн, 3 – штанга, 4 – поводок, 5 – упор

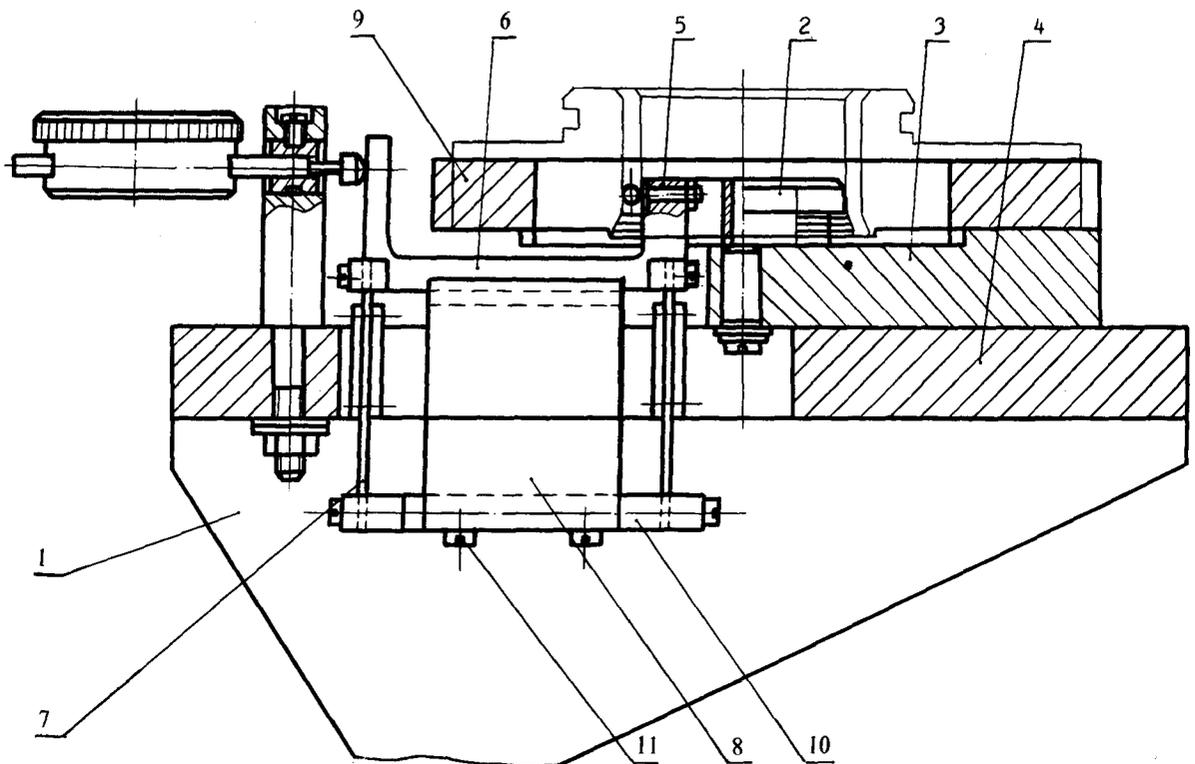


Рис. 3.4. Приспособление для контроля шлицевого отверстия:
 1 – угольник, 2 – оправка, 3 – фланец, 4 – плита, 5 – измерительный наконечник,
 6 – планка, 7 – пружина, 8 – планка, 9 – кольцо, 10 – планка, 11 – винт

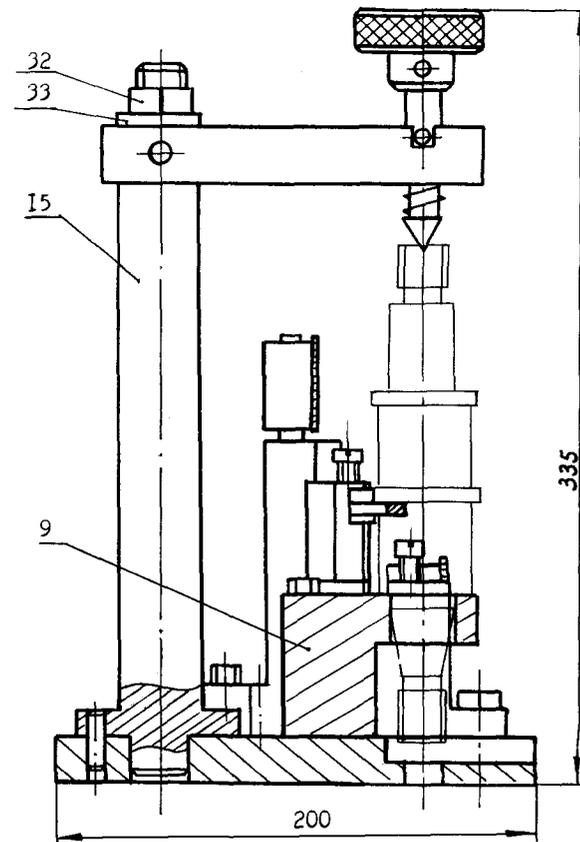
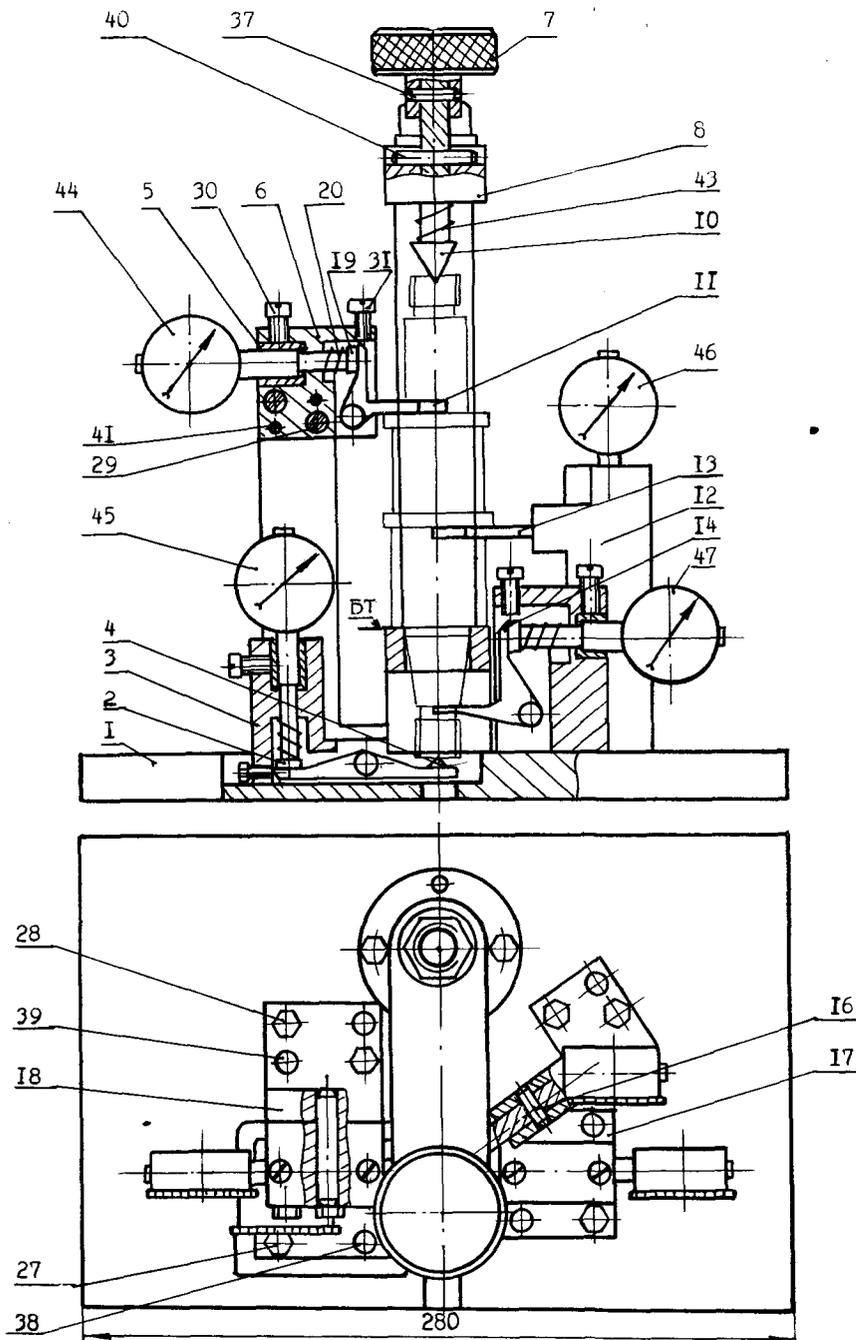


Рис. 3.5. Многомерное приспособление для контроля линейного расположения шеек валов:

- 1 – основание, 2 – стержень, 3 – кронштейн, 4 – рычаг, 5 – втулка, 6 – планка, 7 – ручка, 8 – планка, 9 – кронштейн, 10 – центр, 11 – Г-образный рычаг, 12 – кронштейн, 13 – шуп, 14 – Г-образный рычаг, 15 – стойка, 16 – штифт, 17 – кронштейн, 18 – кронштейн, 19 – шуп, 20 – пружина, 21 – болт, 22 – винт, 23 – винт, 24 – винт, 25 – винт, 26 – гайка, 27 – шайба, 28 – 32 – штифт, 33 – пружина, 34 – 37 – ИГ

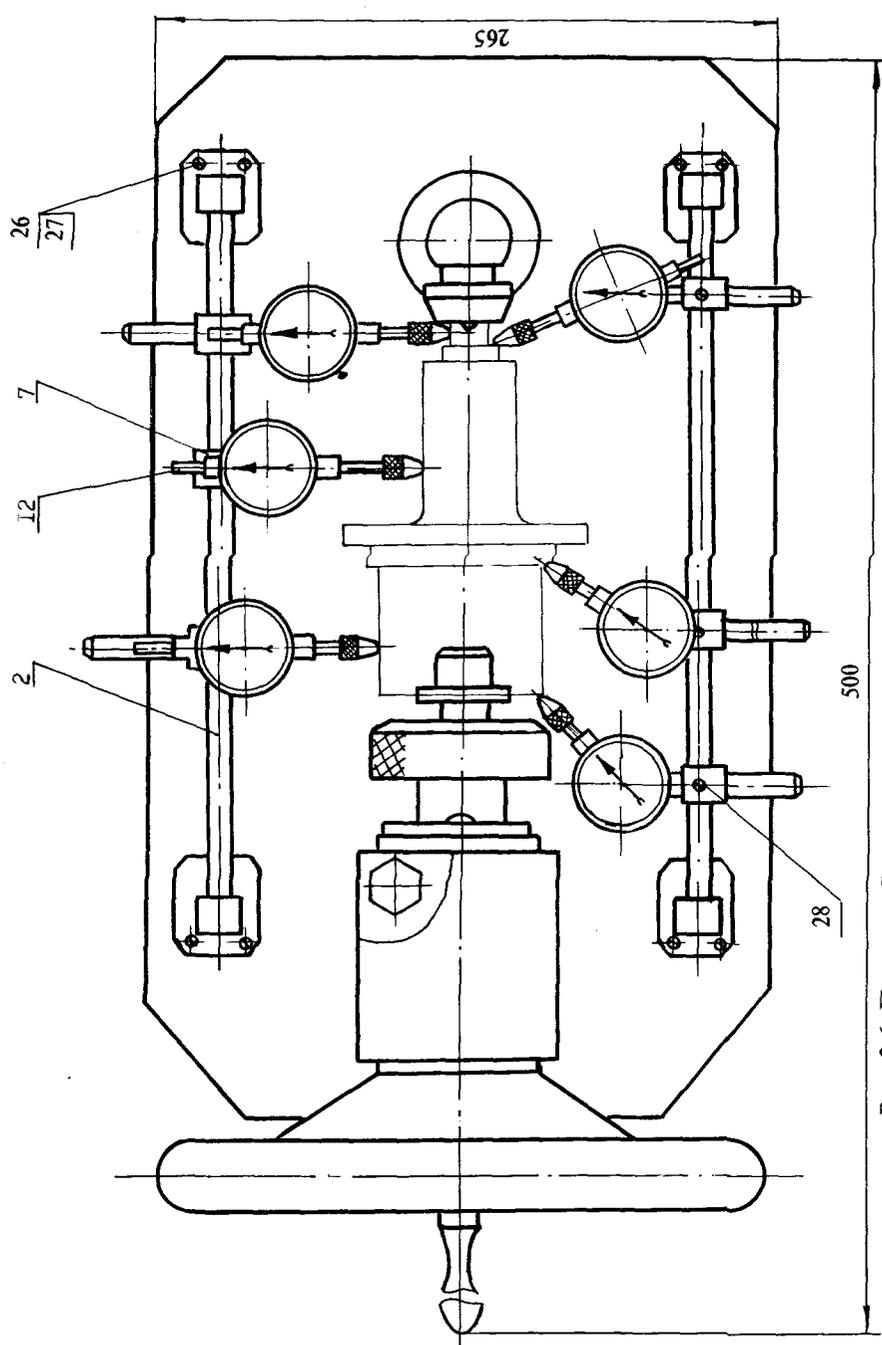
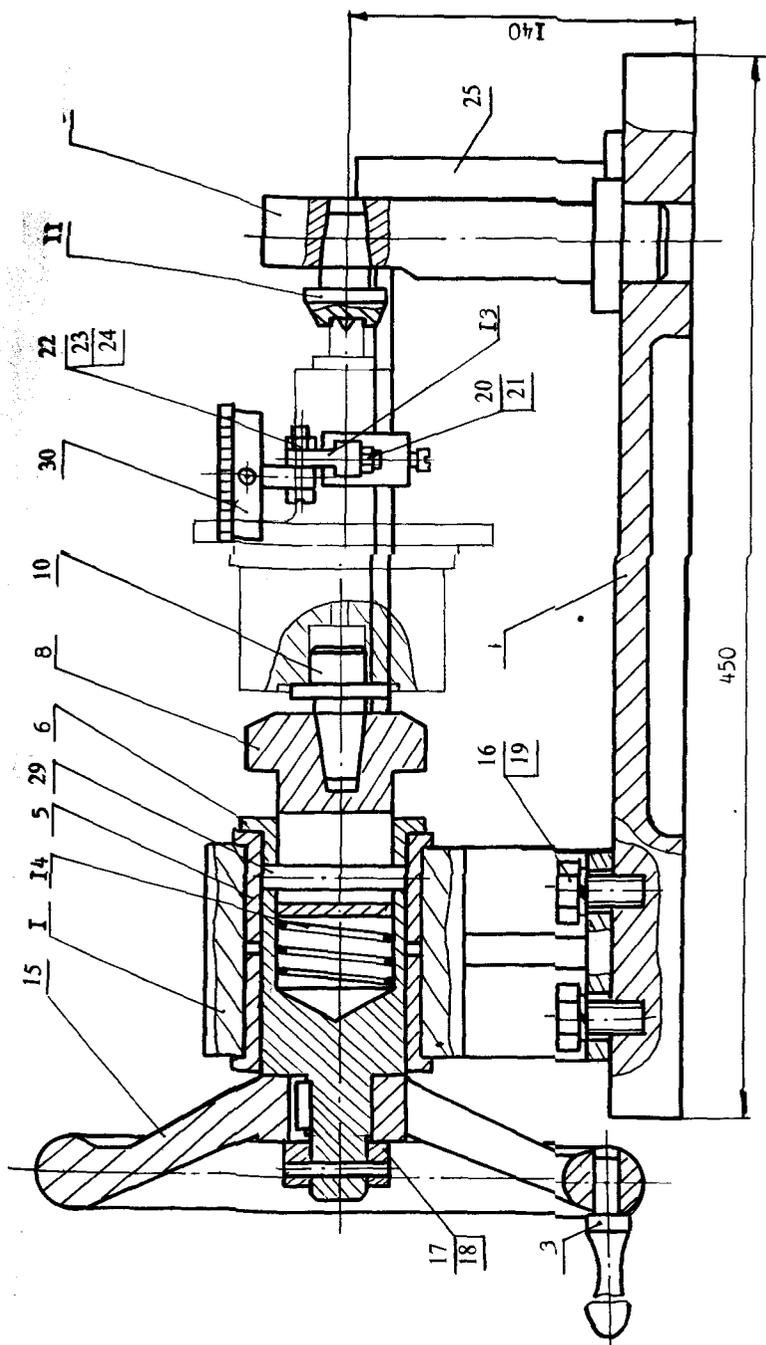
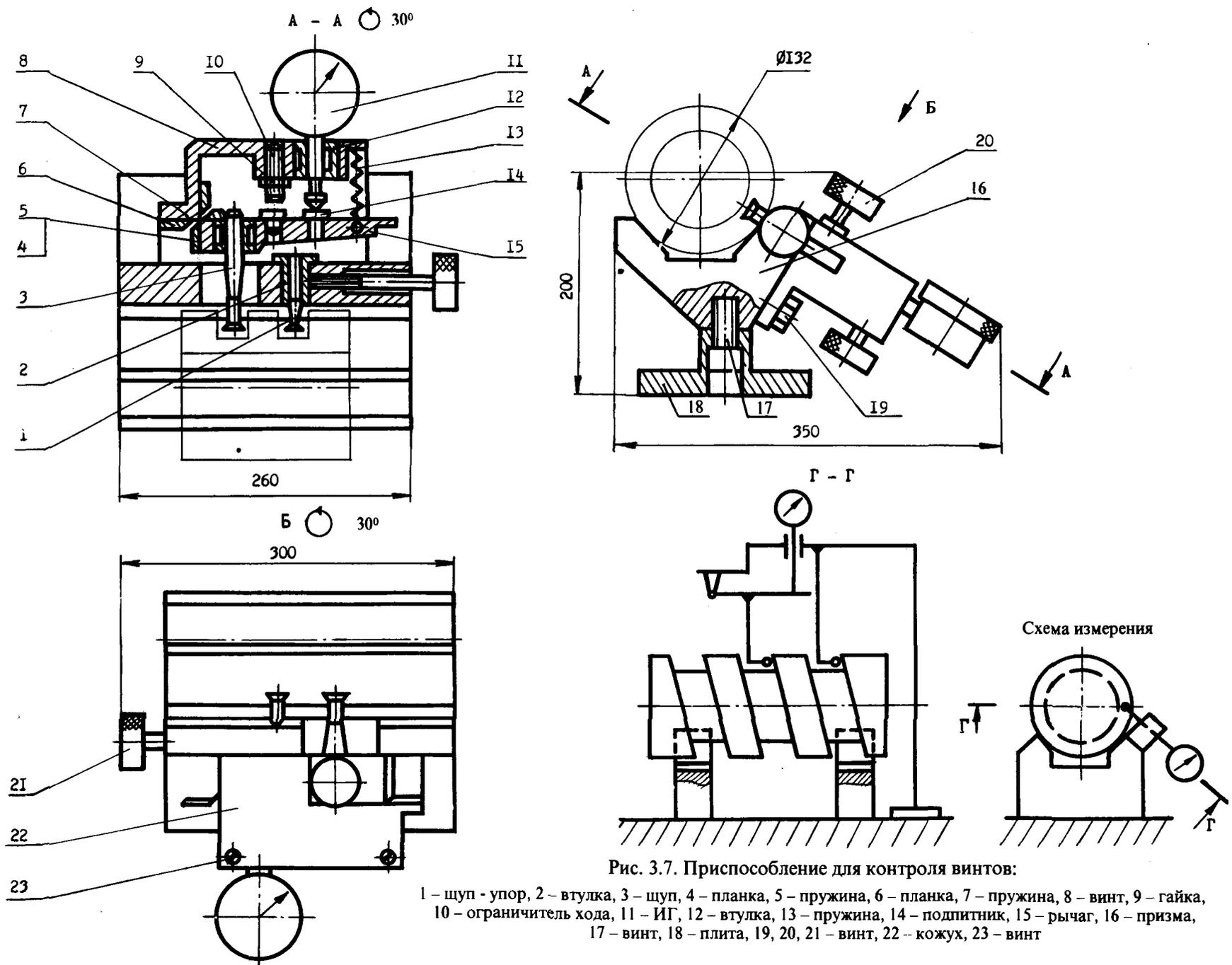


Рис. 3.6. Приспособление для контроля радиального и торцового биений:

- 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



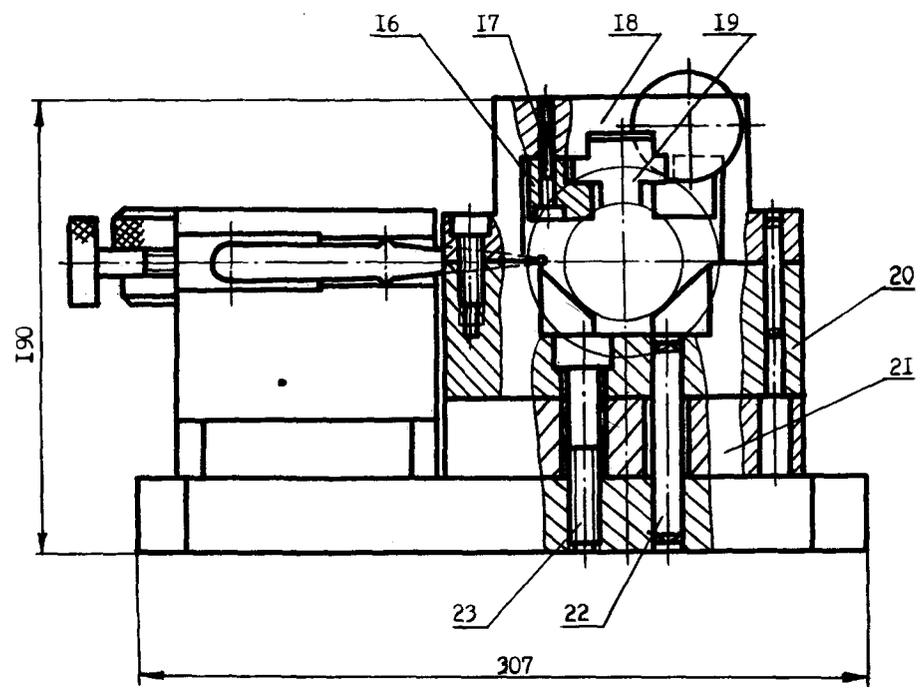
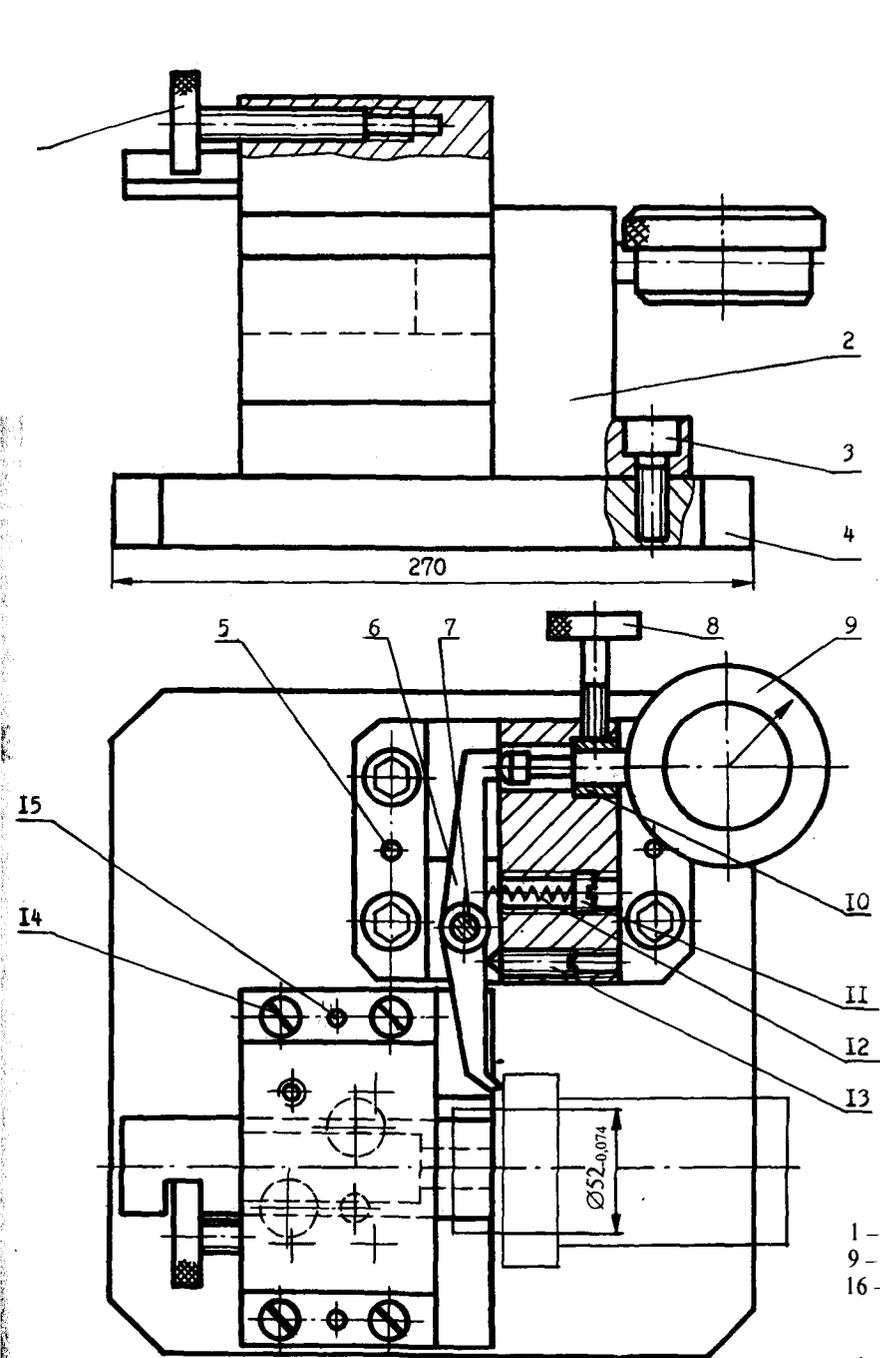


Схема измерения

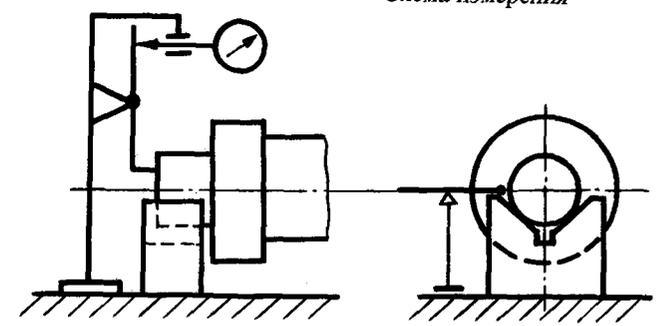


Рис. 3.8. Приспособление для контроля торцового биения:
 1 – винт, 2 – стойка, 3 – винт, 4 – корпус, 5 – штифт, 6 – рычаг, 7 – ось, 8 – винт,
 9 – ИГ, 10 – втулка, 11 – винт, 12 – пружина, 13 – упор, 14 – винтов, 15 – штифт,
 16 – планка, 17 – винт, 18 – кронштейн, 19 – планка, 20 – стойка, 21 – подставка,
 22 – штифт, 23 – винт

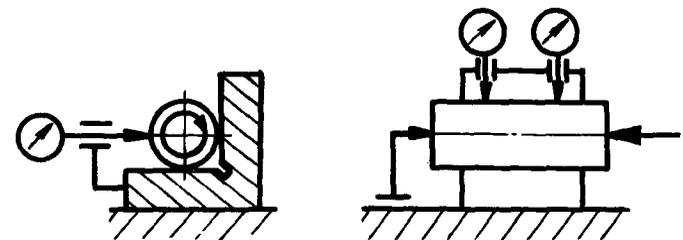
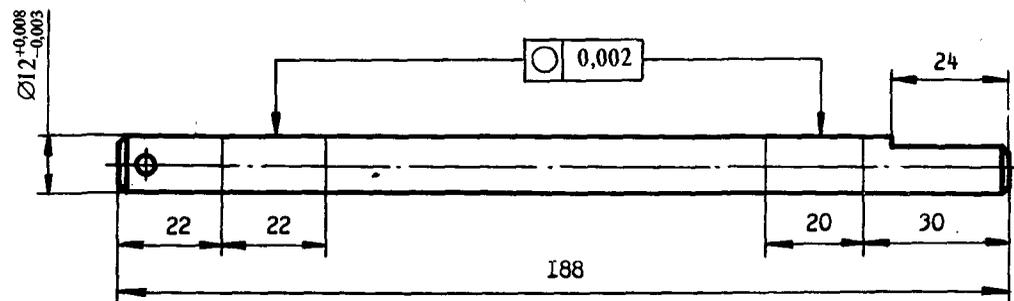
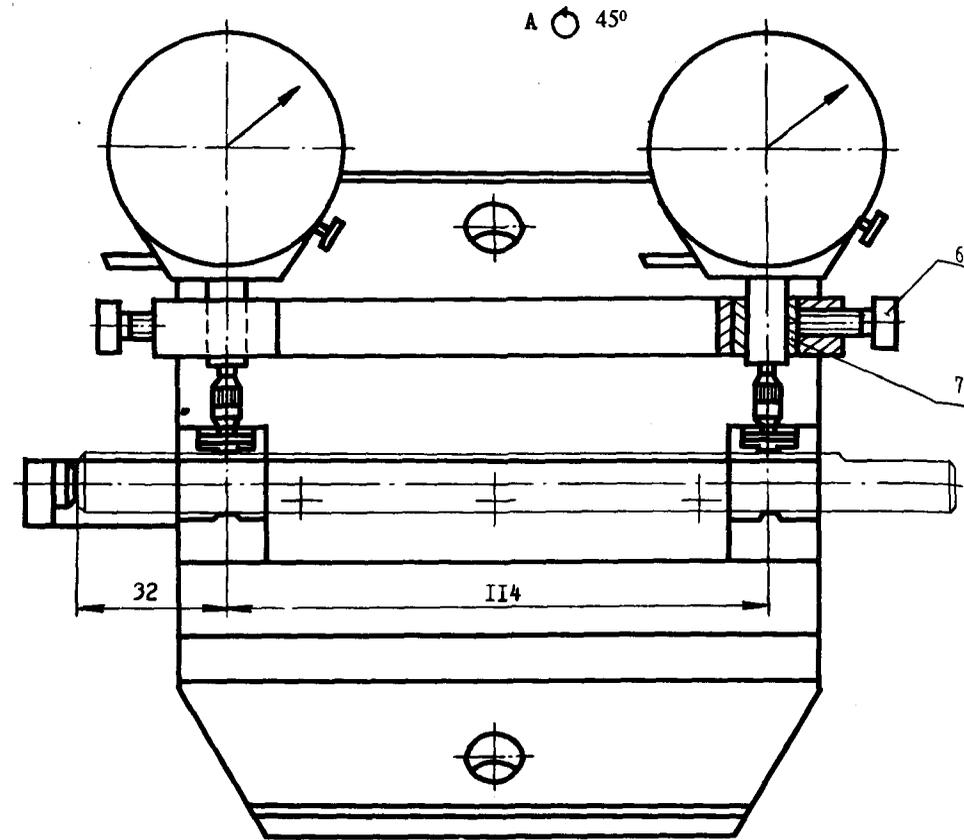
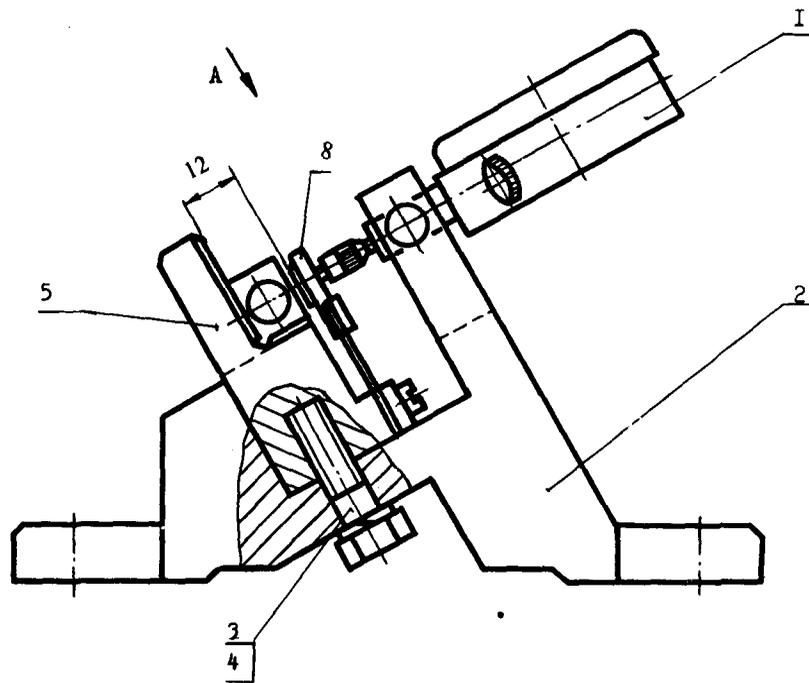


Рис. 3.9. Приспособление для проверки отклонения от цилиндричности гладких валов:
 1 – ИГ, 2 – корпус, 3 – вит, 4 – шайба, 5 – стойка, 6 – винт,
 7 – втулка, 8 – пластинка

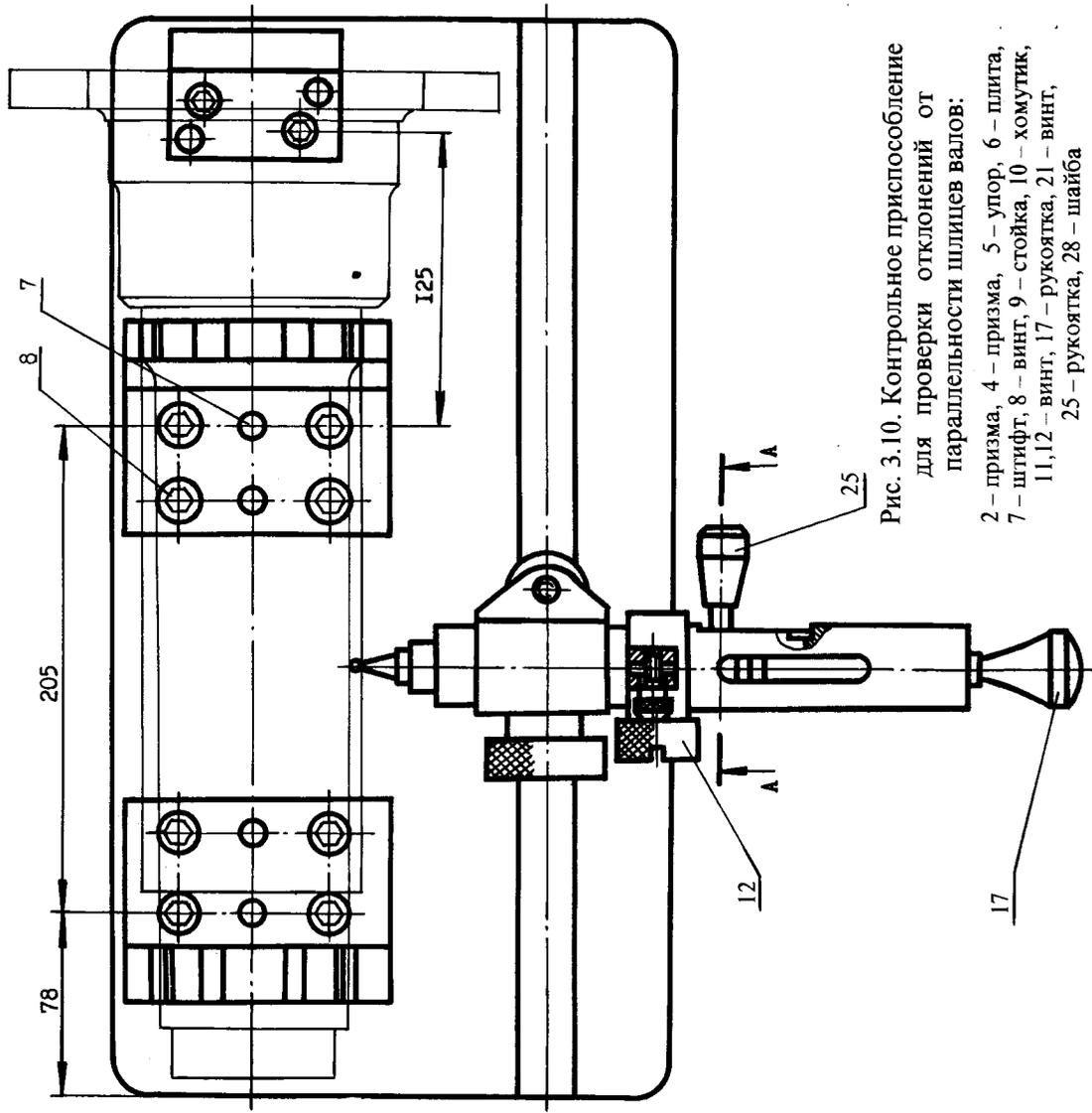
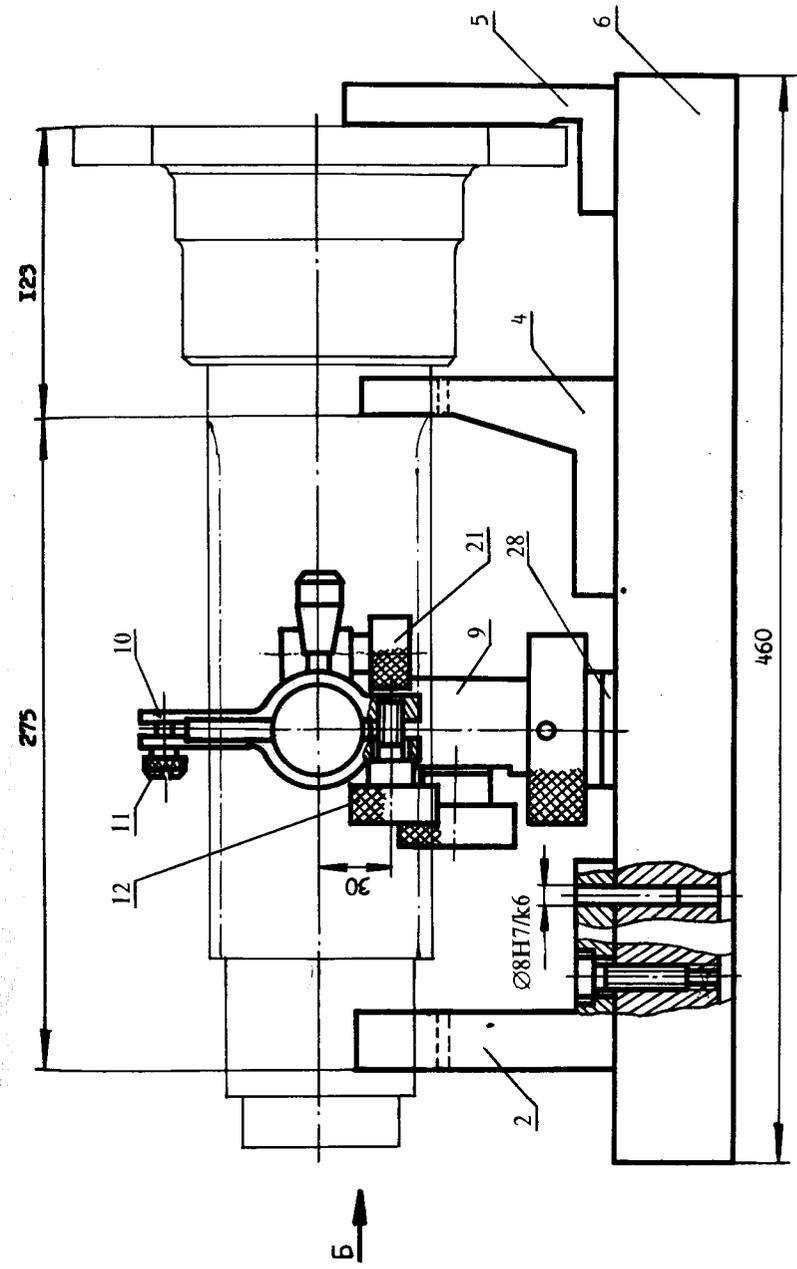


Рис. 3.10. Контрольное приспособление для проверки отклонений от параллельности шлицев валов:

- 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

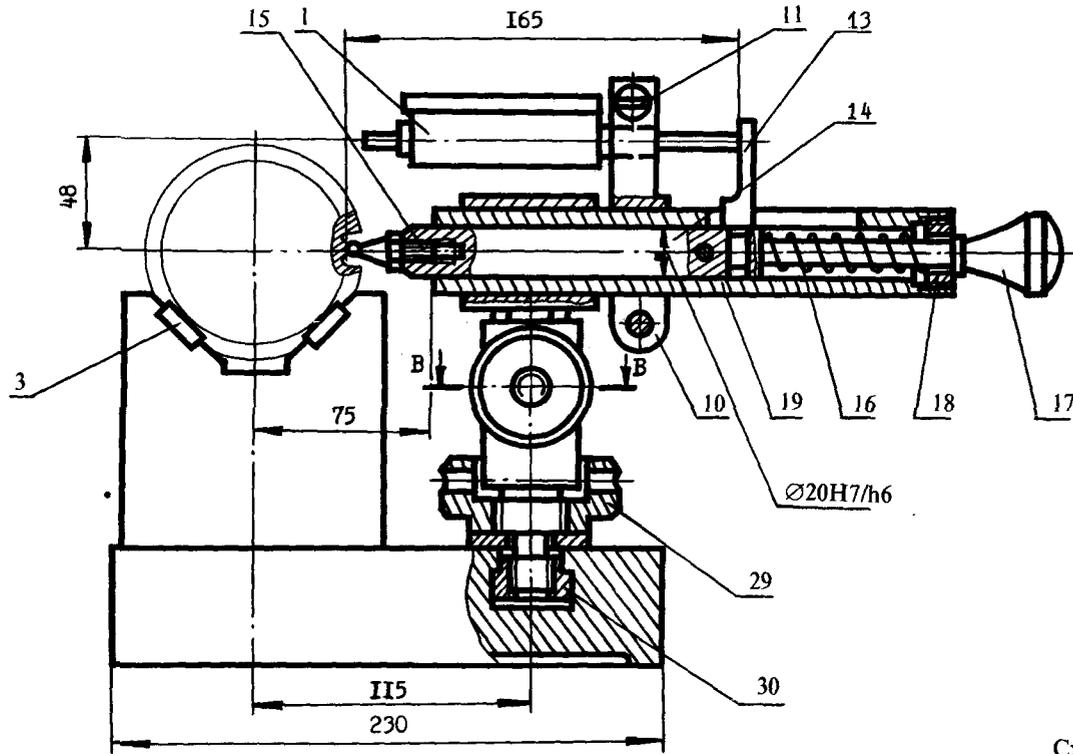


Схема измерения

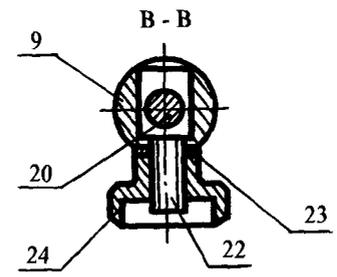
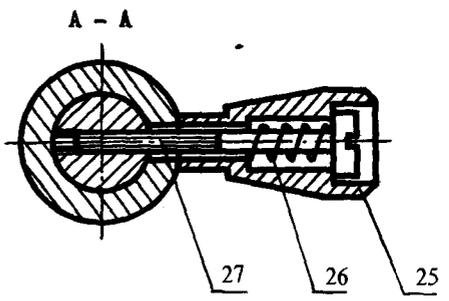
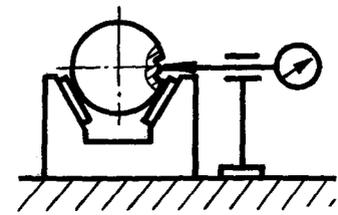


Рис. 3.11. Контрольное приспособление для проверки отклонений от параллельности шлицев валов:

- 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

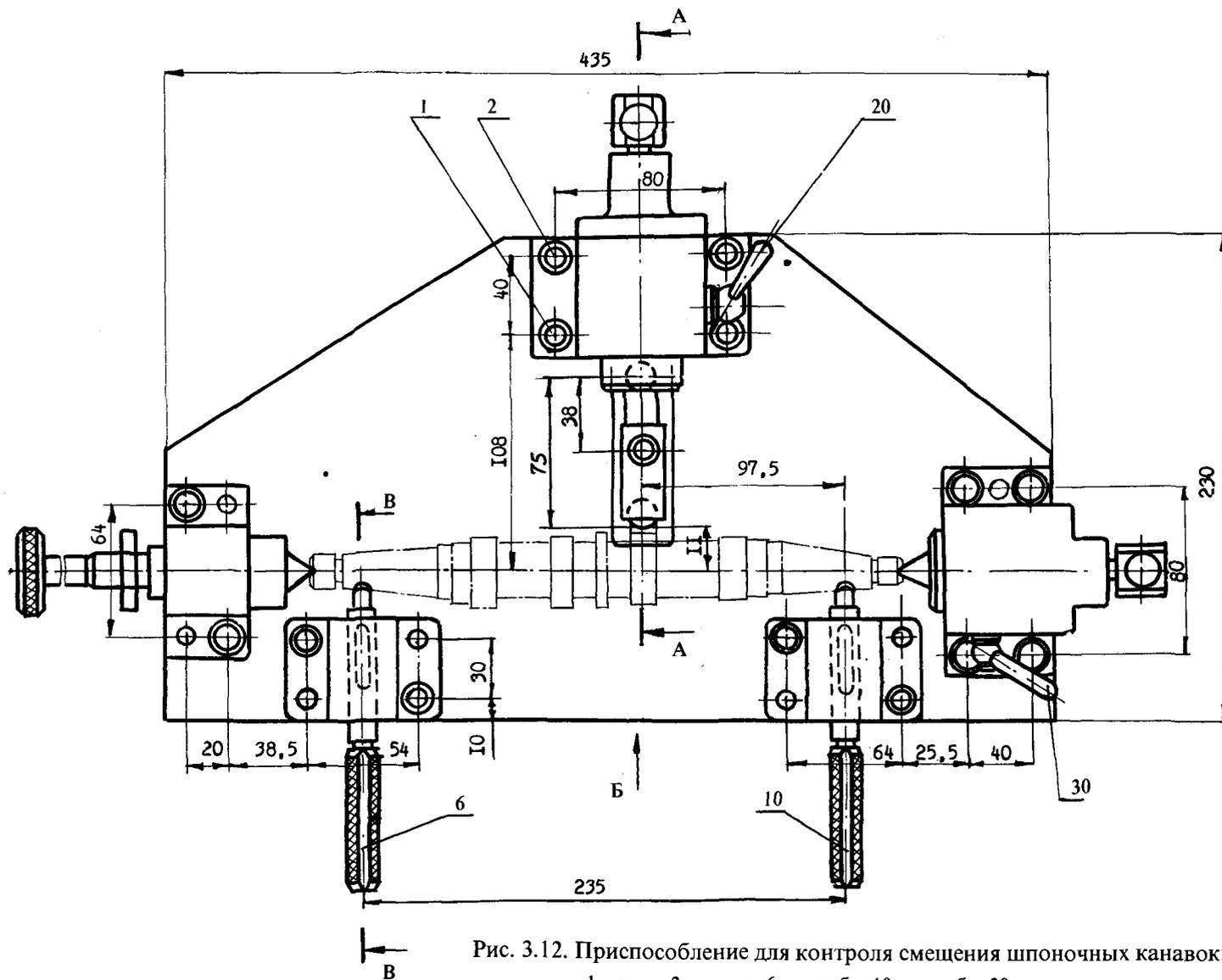


Рис. 3.12. Приспособление для контроля смещения шпоночных канавок:
 1 – винт, 2 – плита, 6 – калибр, 10 – калибр, 30 – рукоятка

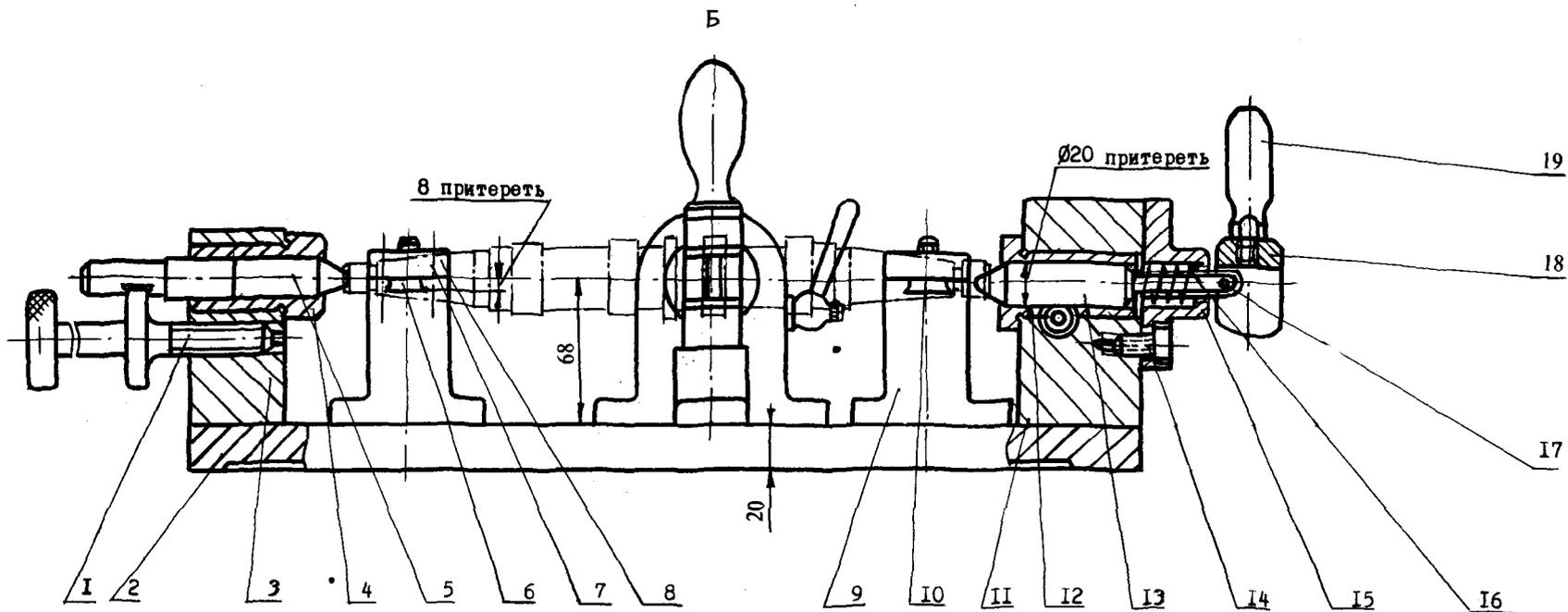


Рис. 3.13. Приспособление для контроля смещения шпоночных канавок (вид Б на рис. 3.12):

- 1 – винт, 2 – плита, 3 – передняя бабка, 4 – пиноль, 5 – центр, 6 – калибр, 7 – болт, 8 – крышка, 9 – стойка, 10 – калибр, 11 – задняя бабка, 12 – пиноль, 13 – центр, 14 – винт, 15 – крышка, 16 – пружина, 17 – ось, 18 – эксцентрик, 19 – рукоятка

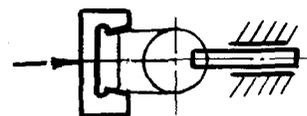
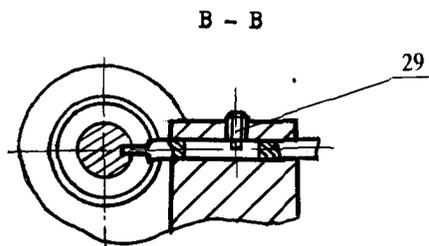
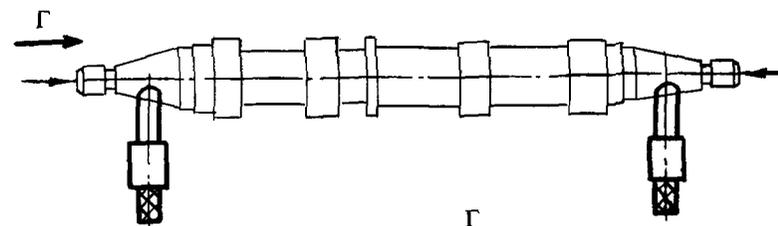
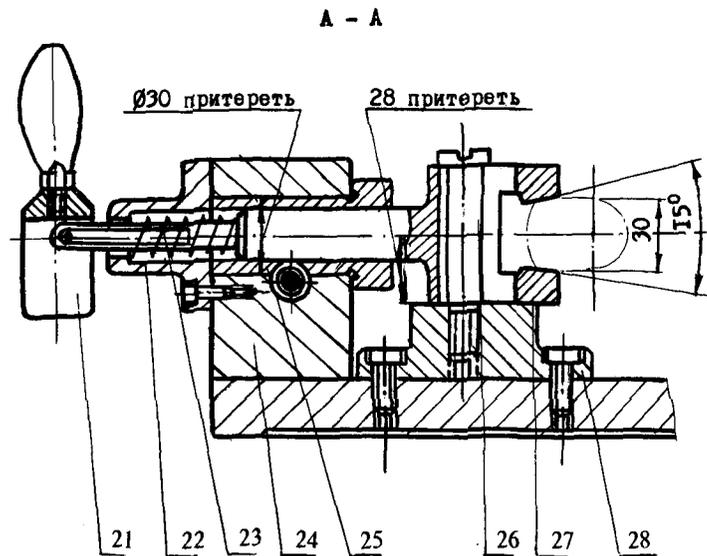


Схема измерения

Рис. 3.14. Приспособление для контроля смещения шпоночных канавок
(разрезы А - А и В - В на рис. 3.12):

21 – рукоятка, 22 – крышка, 23 – пружина, 24 – стойка, 25 – втулка, 26 – винт, 27 – призма,
28 – подставка, 29 – винт

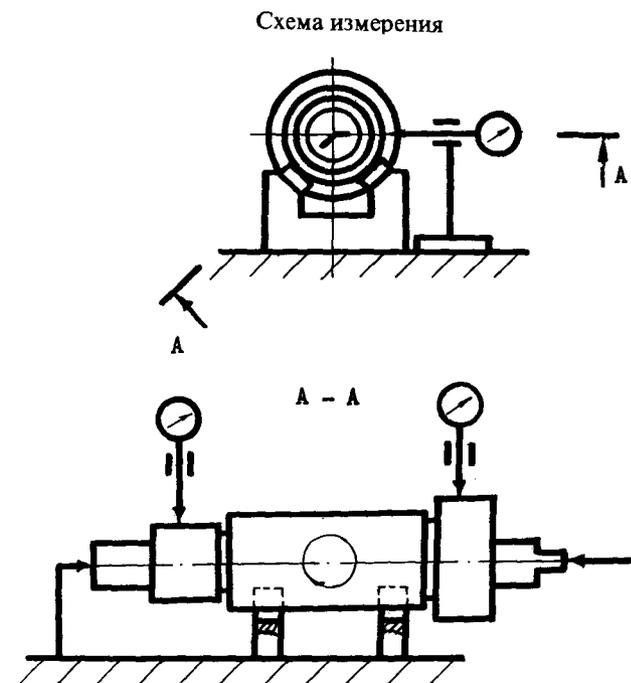
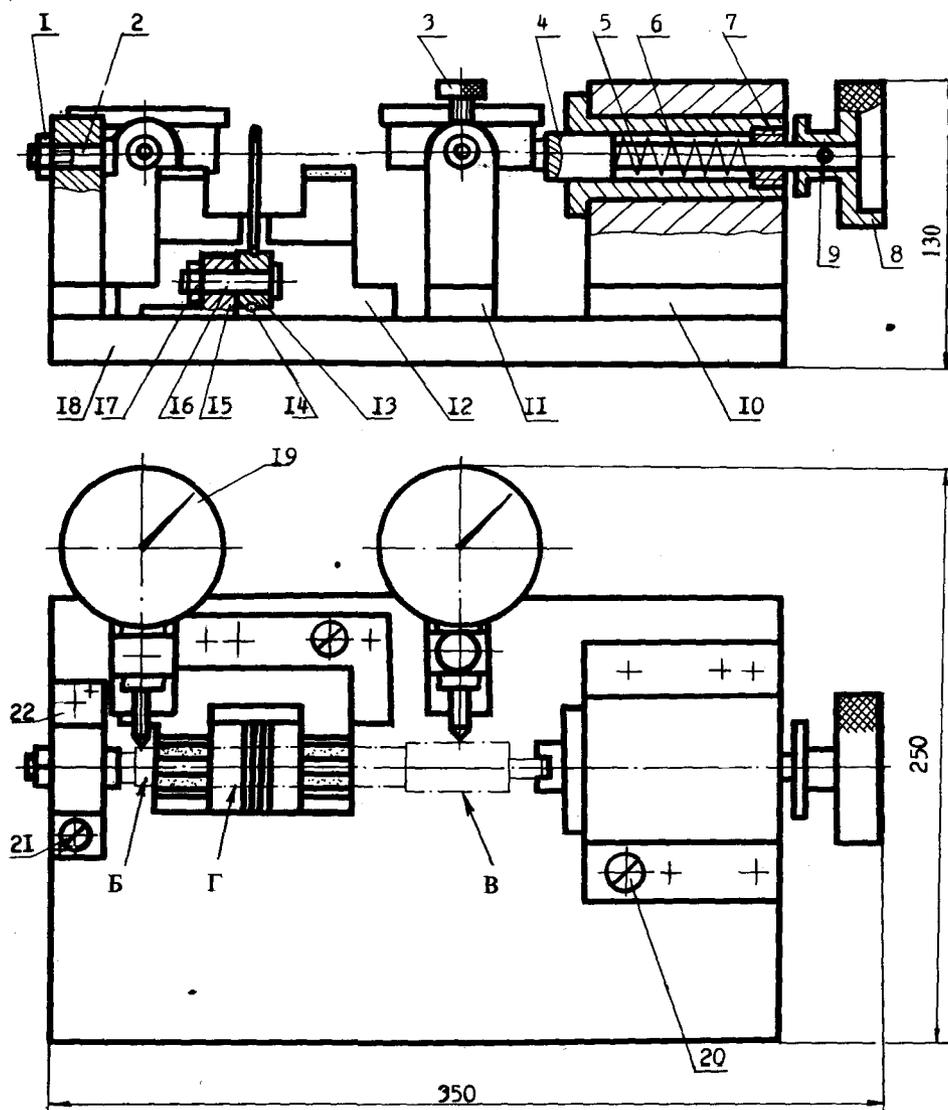


Рис. 3.15. Приспособление для контроля радиального биения:

- 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

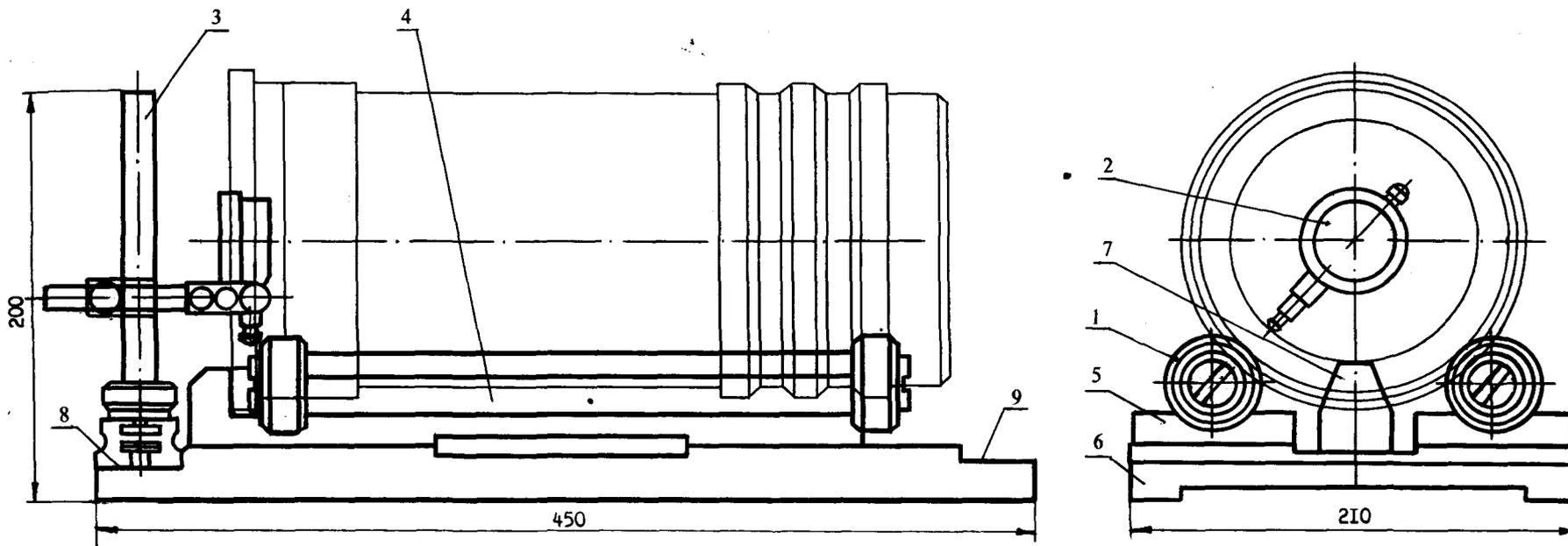


Рис. 3.16. Приспособление для проверки радиального биения отверстия в гильзах:

1 – ролик, 2 – ИГ, 3 – штатив, 4 – ось, 5 – корпус, 6 – плита, 7 – упор, 8, 9 – площадка

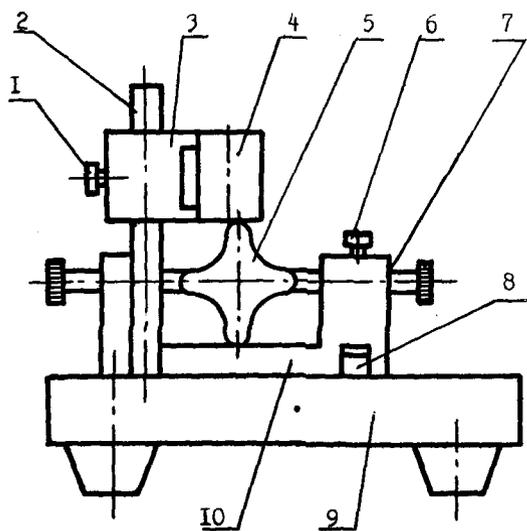


Рис. 3.17. Приспособление для проверки лекальных линейек:
 1 – винт, 2 – стойка, 3 – направляющая, 4 – зеркало, 5 – лекальная линейка, 6 – винт, 7 – вставка, 8 – планка, 9 – плита, 10 – зажим

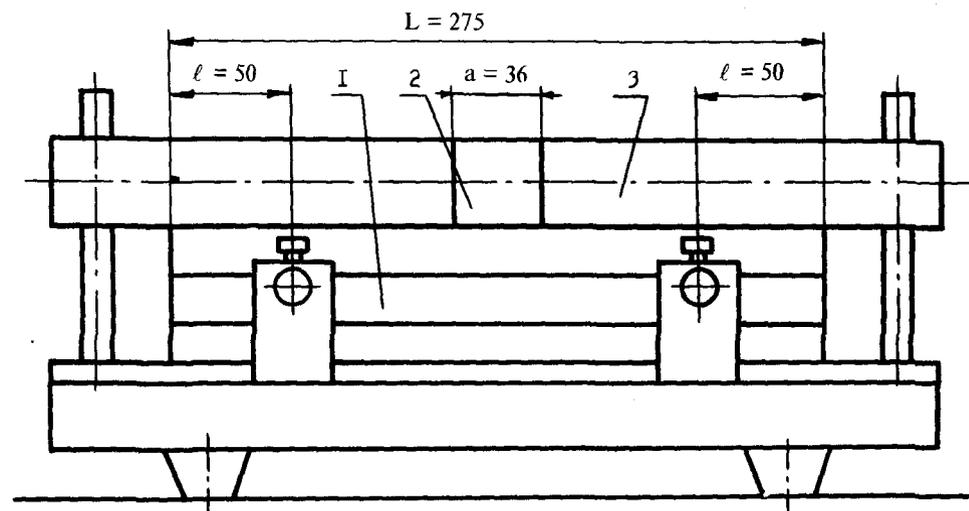


Рис. 3.18. Общая схема проверки лекальной линейки:
 1 – лекальная линейка, 2 – зеркало, 3 – направляющая

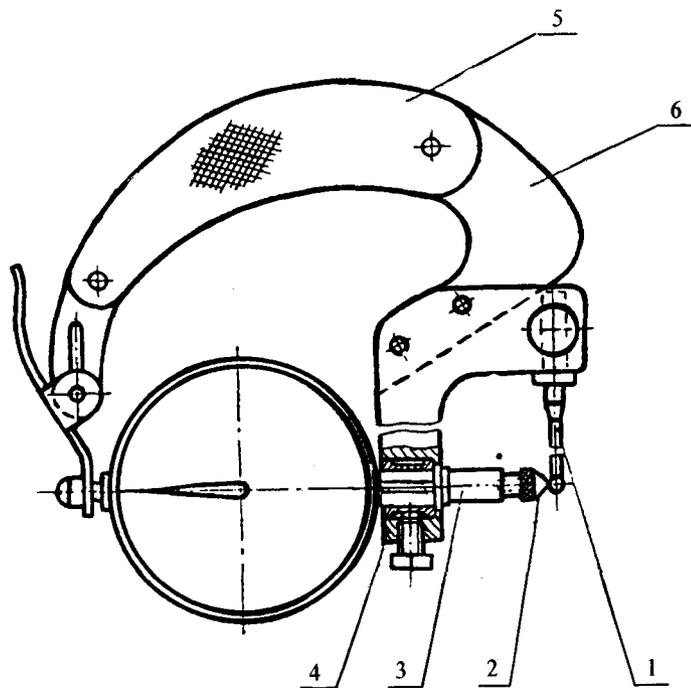


Рис. 3.19. Приспособление для измерения толщин стенок распорных трубок:
 1 – ножка, 2 – наконечник, 3 – стержень, 4 – угольник, 5 – щека, 6 – скоба

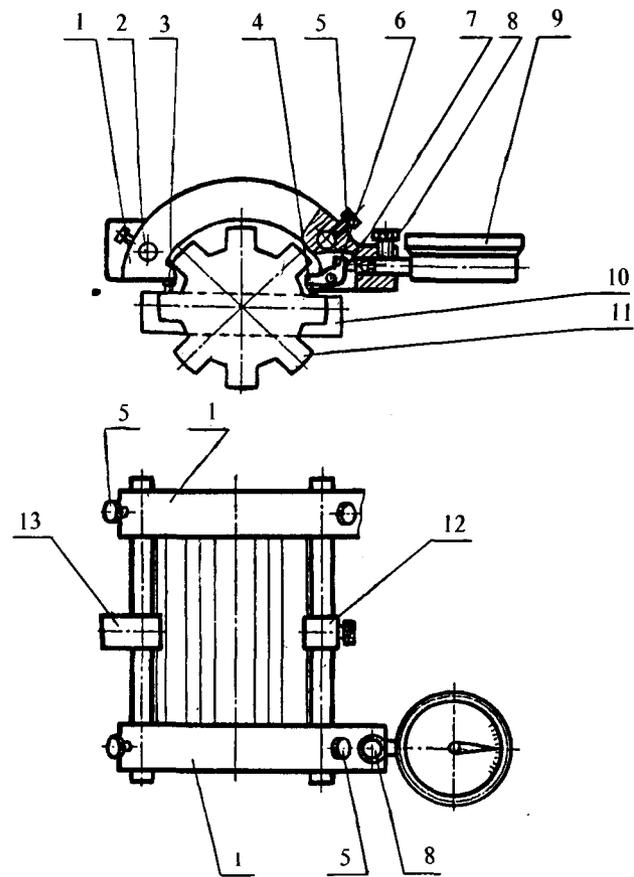


Рис. 3.20. Приспособление для контроля шлицев вала:
 1 – полукольцо, 2 – стяжка, 3 – опорный контакт, 4 – контакт, 5 – винт, 6 – рычаг, 7 – контакт, 8 – винт, 9 – ИГ, 10 – образец, 11 – шлиц, 12 – рычаг, 13 – противовес

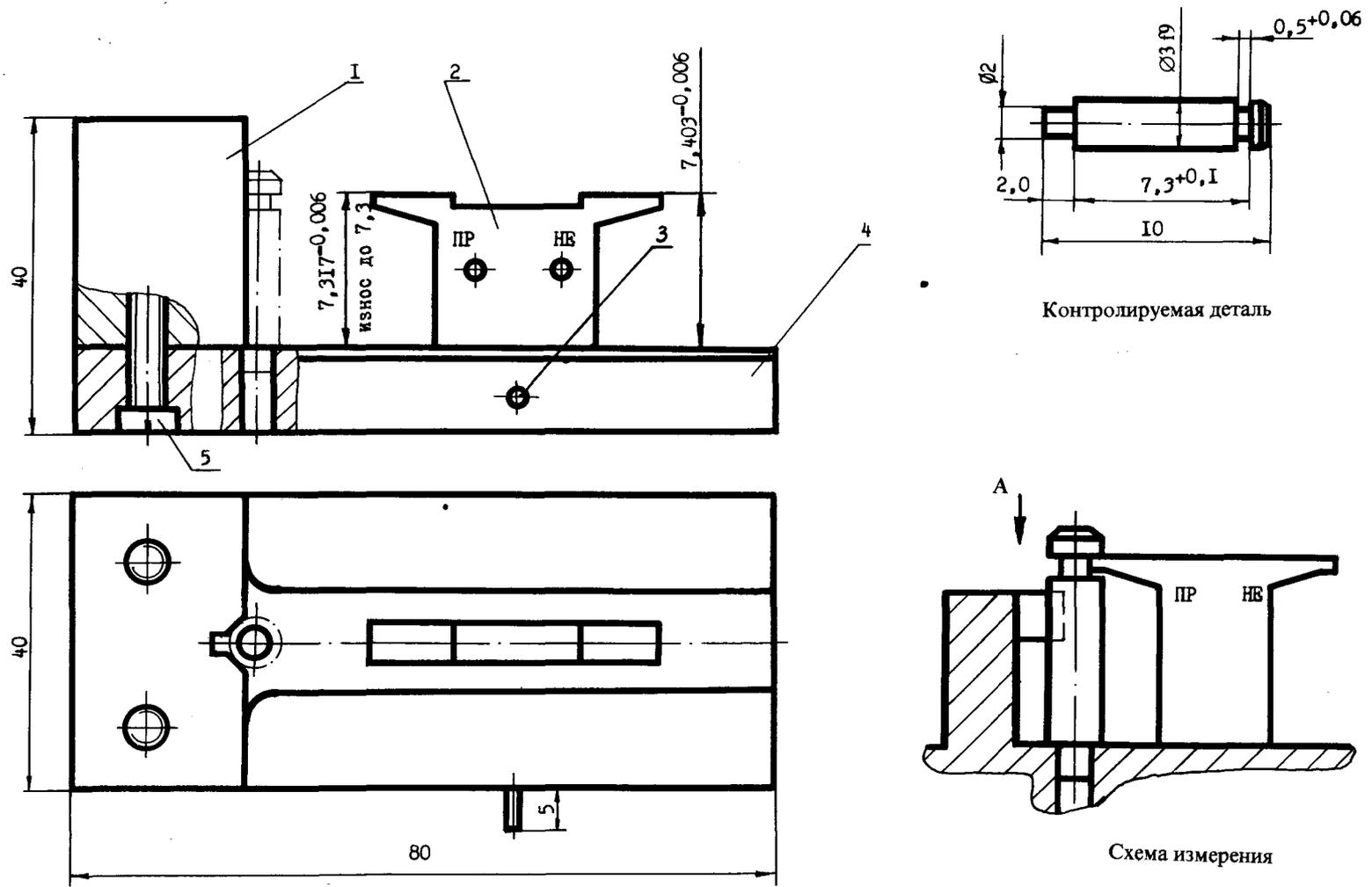


Рис. 3.21. Приспособление для контроля линейного размера:

1 – стойка, 2 – калибр, 3 – упор, 4 – основание, 5 – винт

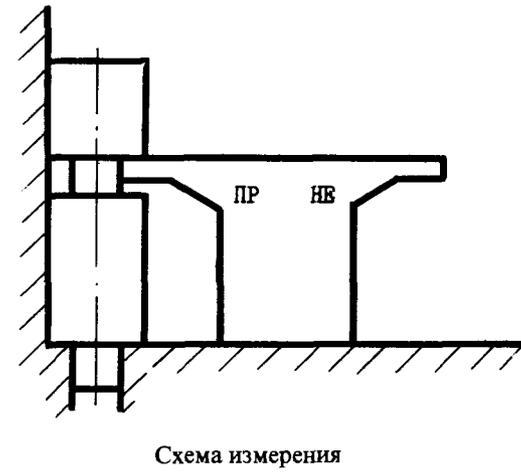
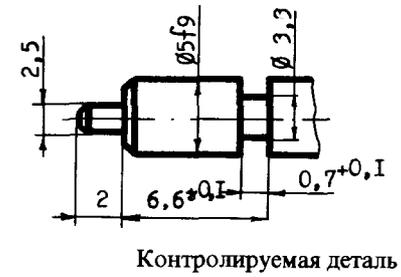
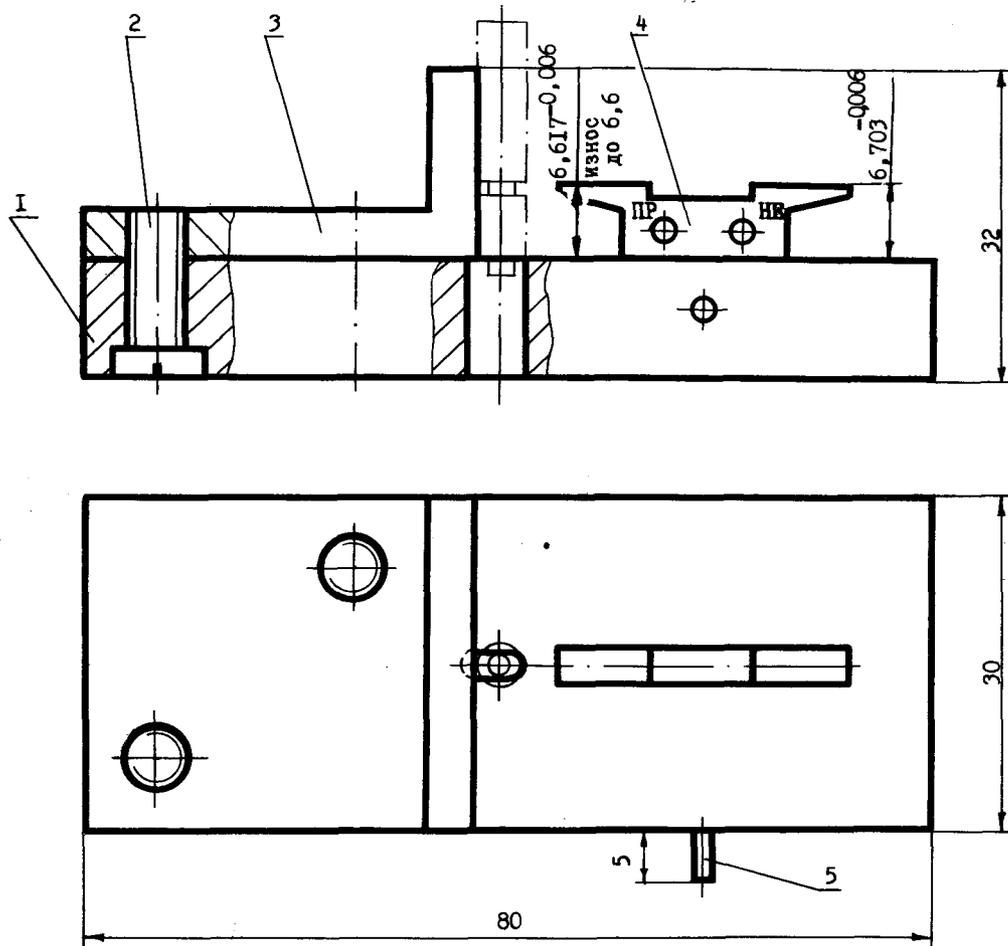
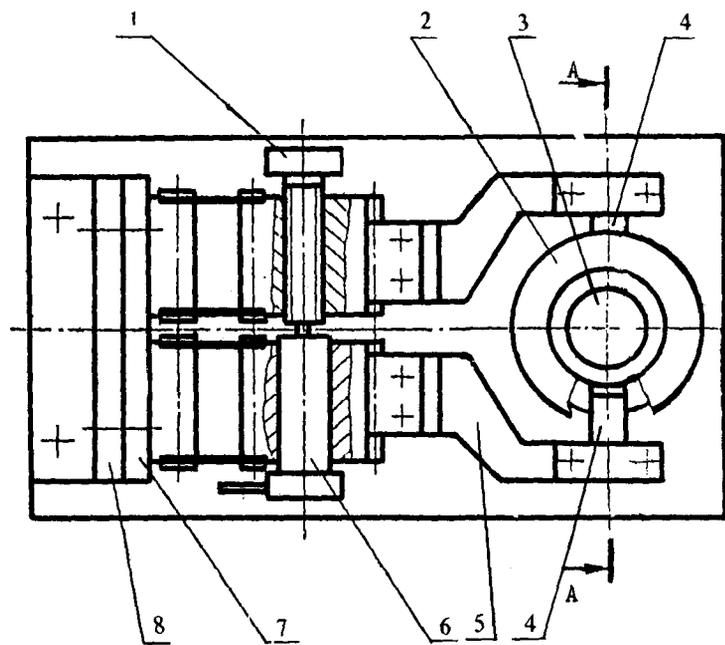


Рис. 3.22. Приспособление для контроля длины шейки вала:
 1 – основание, 2 – винт, 3 – стойка, 4 – калибр, 5 – упор



A - A  90°

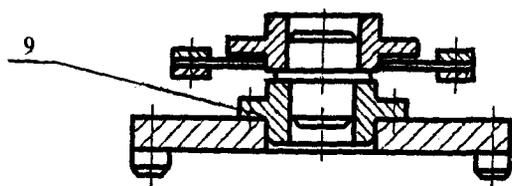


Рис. 3.23. Приспособление для контроля точных цилиндрических поверхностей:

1 – винт, 2 – деталь, 3 – палец, 4 – наконечник, 5 – ножка, 6 – индуктивный преобразователь, 7 – скоба, 8 – стойка, 9 – гнездо

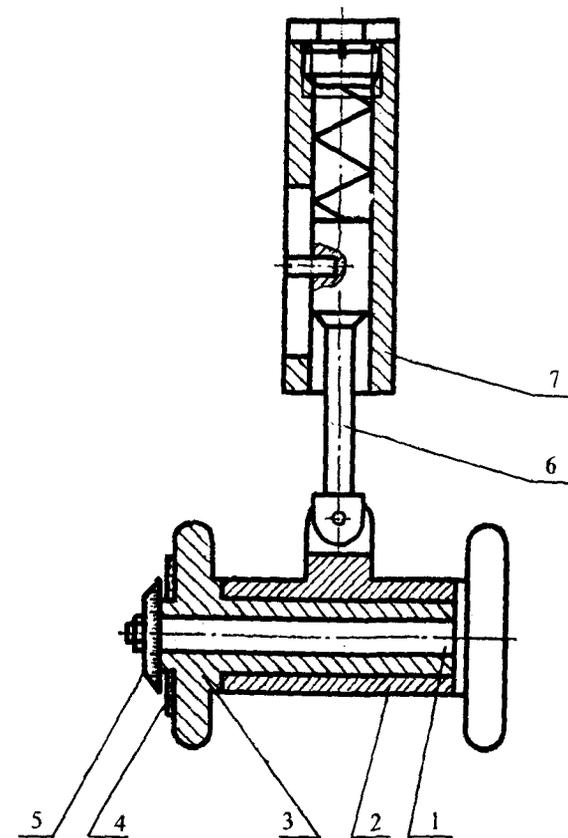


Рис. 3.24. Устройство для контроля конусов:

1 – ролик, 2 – втулка, 3 – ролик, 4 – шкала, 5 – шайба - указатель, 6 – вал, 7 – втулка

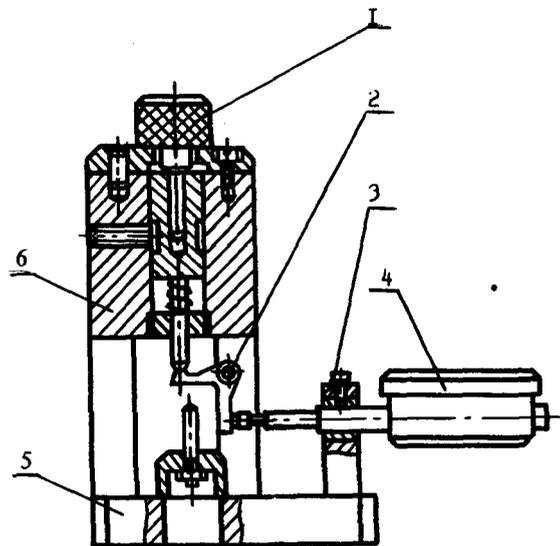


Рис. 3.25. Приспособление для контроля двух линейных размеров деталей типа валиков:
1 – эталон, 2 – Г-образный рычаг, 3 – стойка, 4 – ИГ, 5 – основание, 6 – корпус

Рис. 3.26. Приспособление для контроля резьб:
1 – ИГ, 2 – крышка, 3 – механизм сведения, 4 – ручка, 5 – крышка, 6 – корпус, 7 – пружина, 8 – ползун, 9 – раздвижной калибр

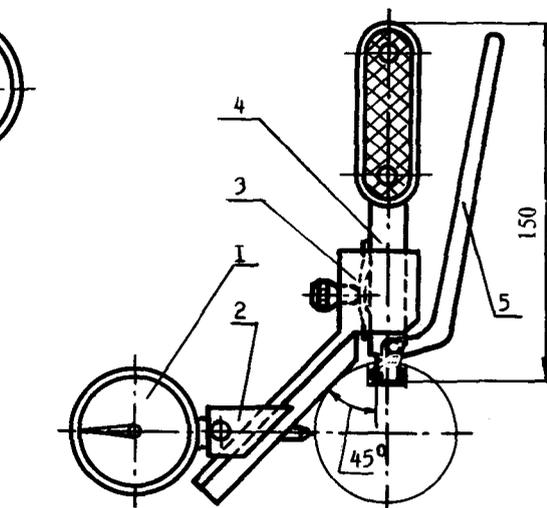
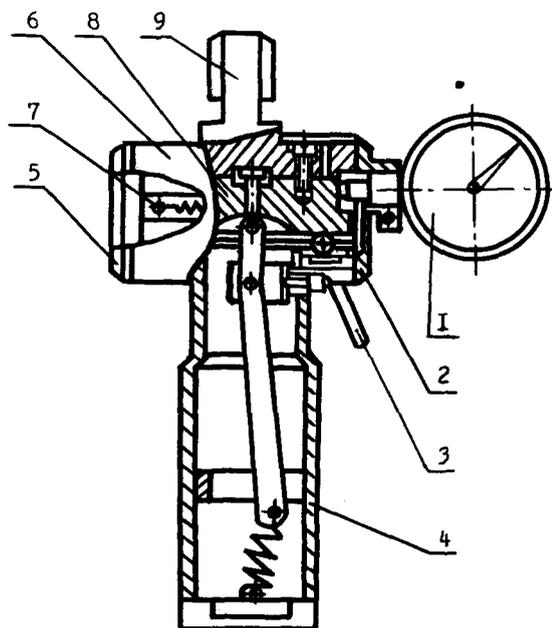


Рис. 3.27. Приспособление для контроля смещения шпоночного паза:
1 – ИГ, 2 – ползун, 3 – каретка, 4 – корпус, 5 – рычаг

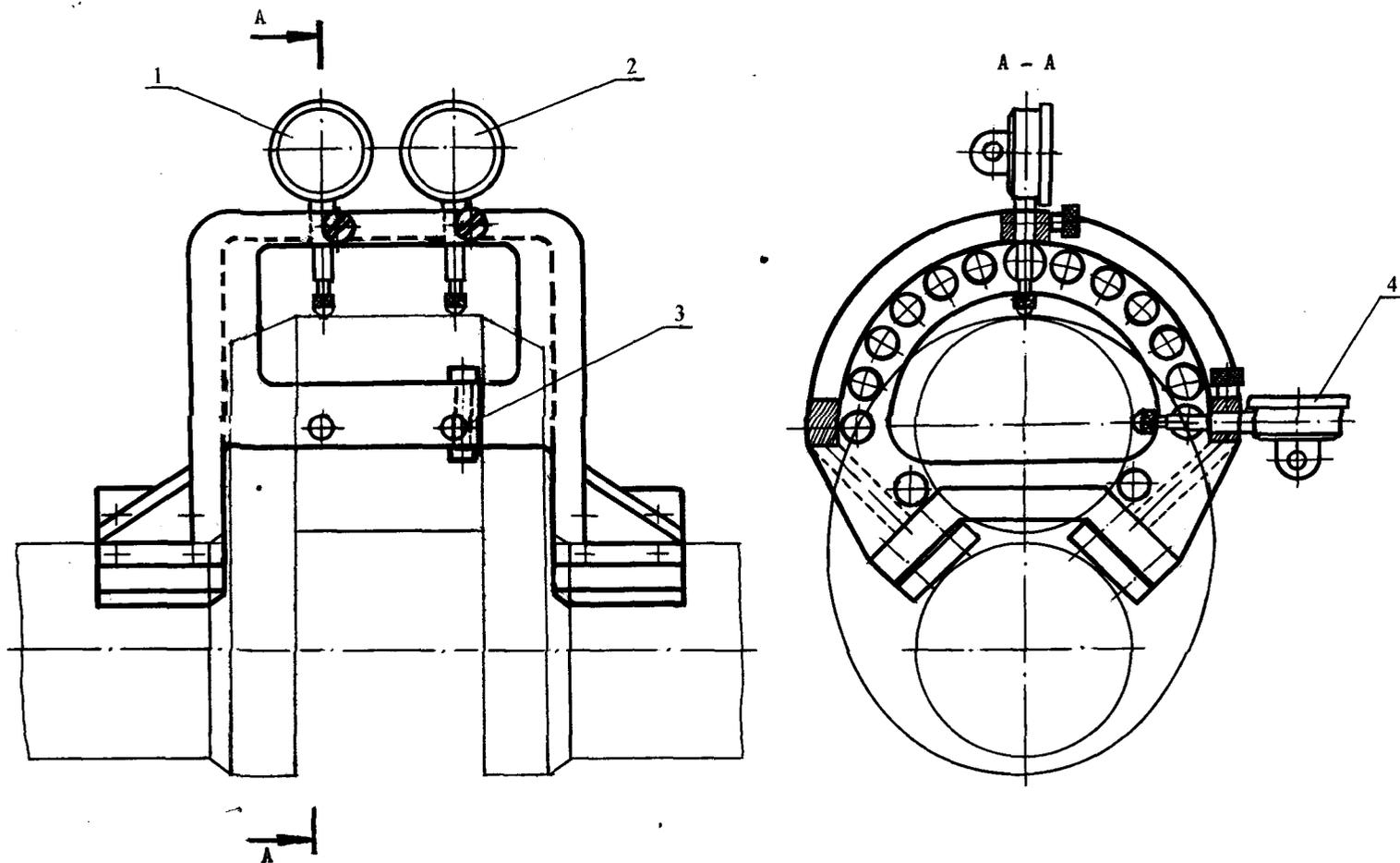


Рис. 3.28. Приспособление для контроля отклонений от параллельности шеек коленчатого вала:
 1, 2 – ИГ, 3 – упор, 4 – ИГ

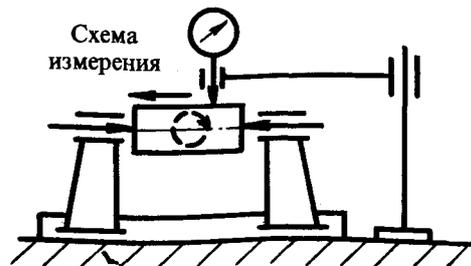
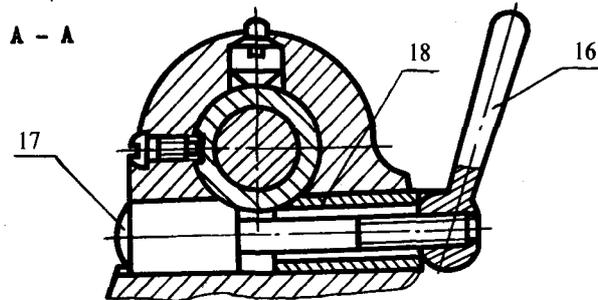
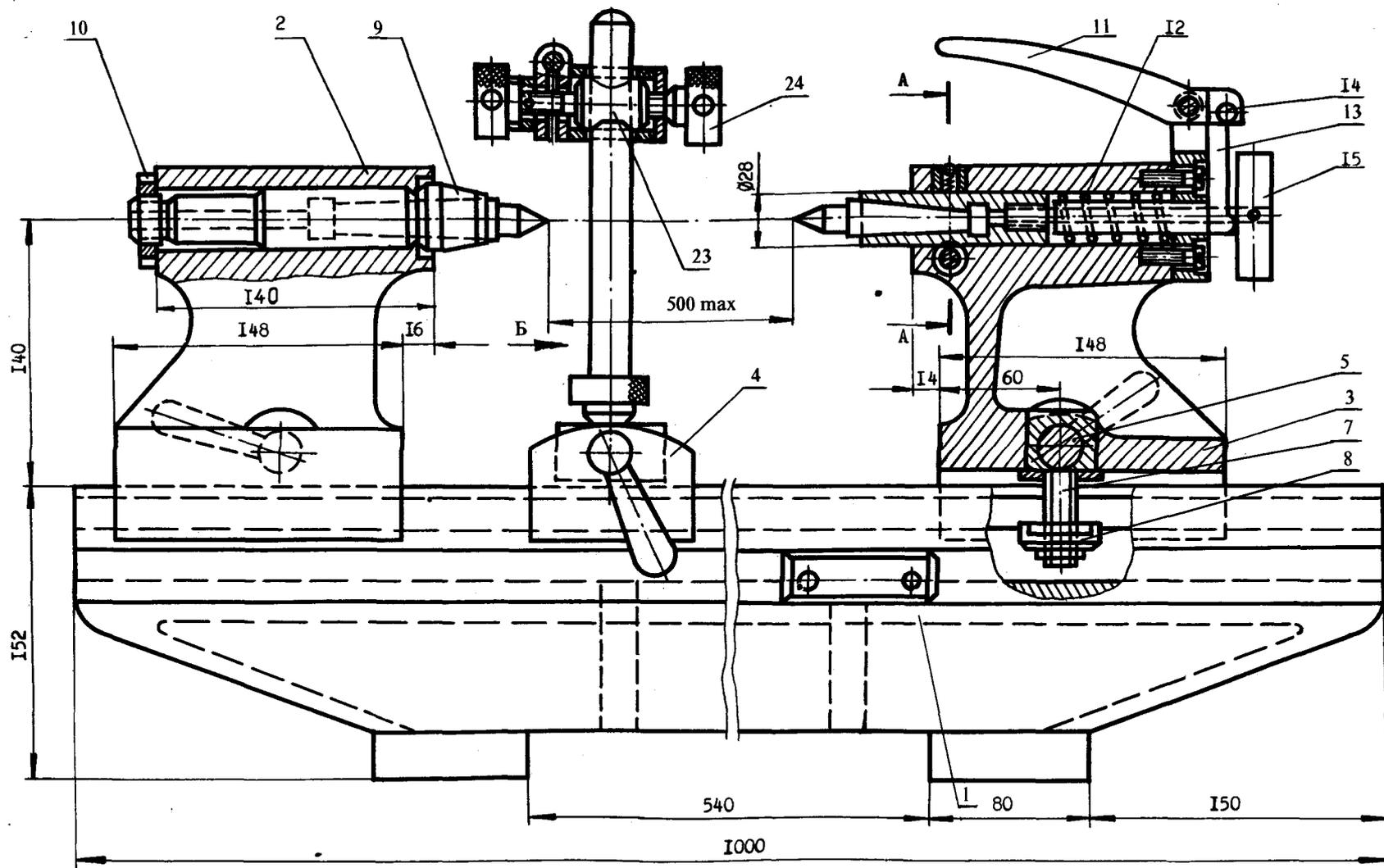


Рис. 3.29. Универсальное приспособление для контроля валов:

- 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,

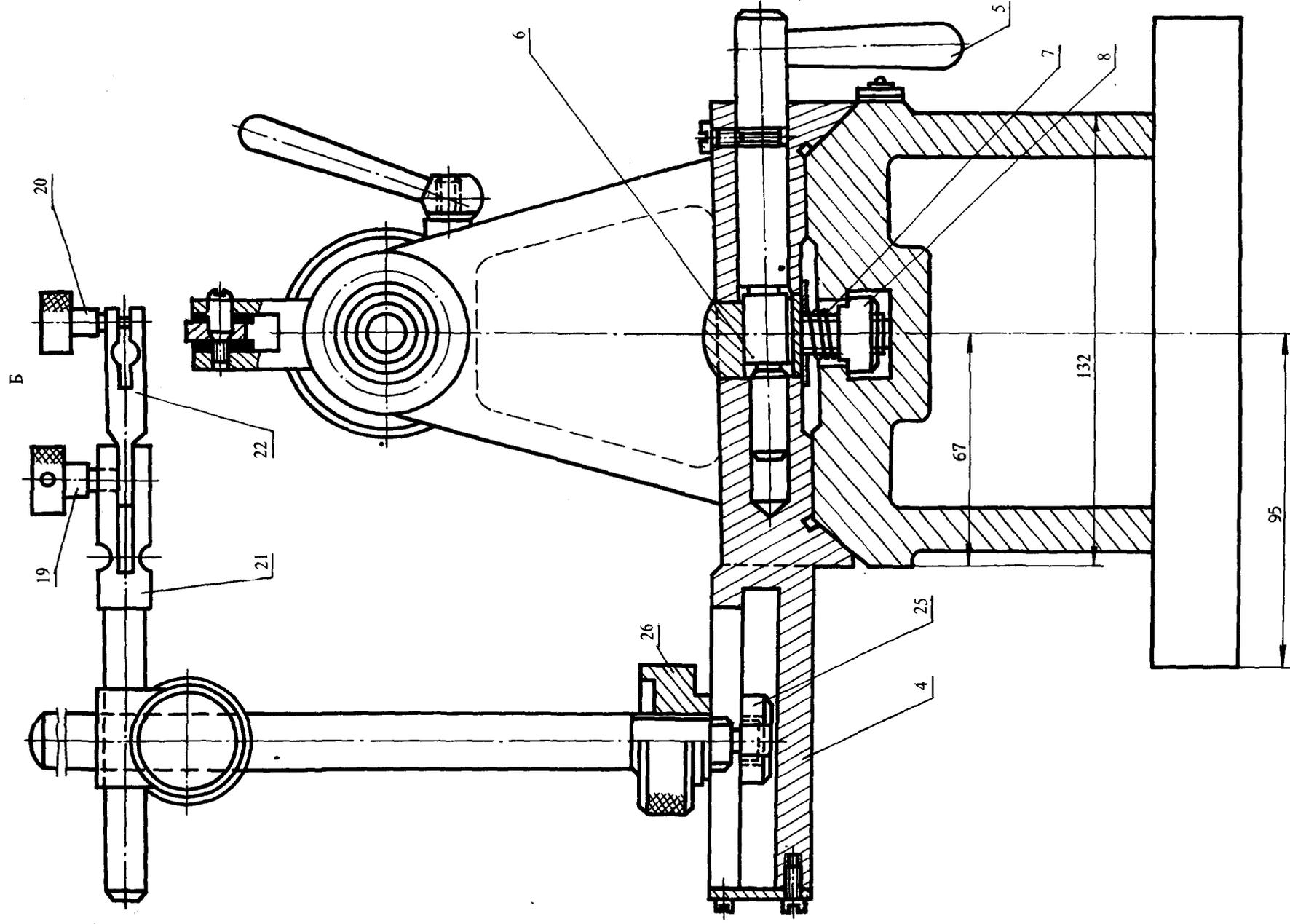


Рис. 3.30. Универсальное приспособление для контроля валов (вид Б на рис. 3.29):

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

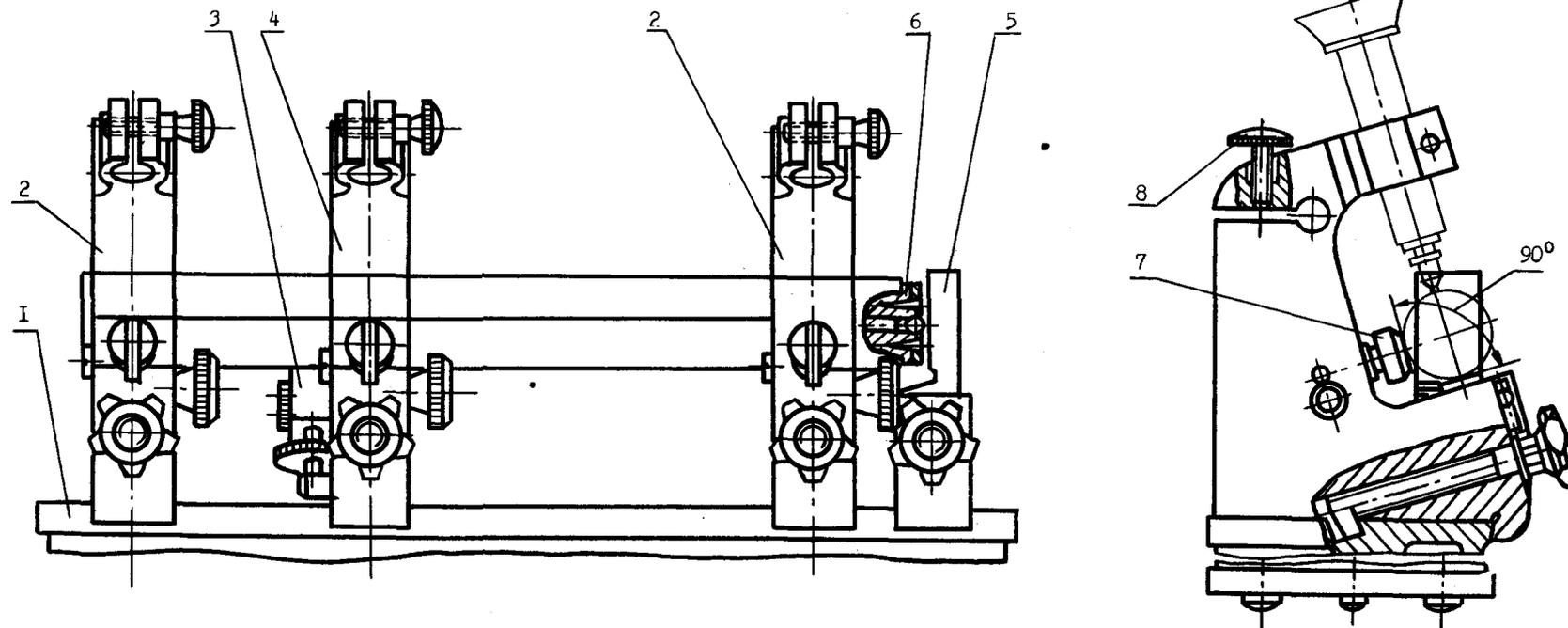


Рис. 3.31. Приспособление для контроля отклонений от круглости и профиля продольного сечения валов:

1 – основание, 2 – неподвижная стойка, 3 – ползун, 4 – подвижная стойка,
5 – подставка - упор, 6 – вставка, 7 – опора, 8 – винт

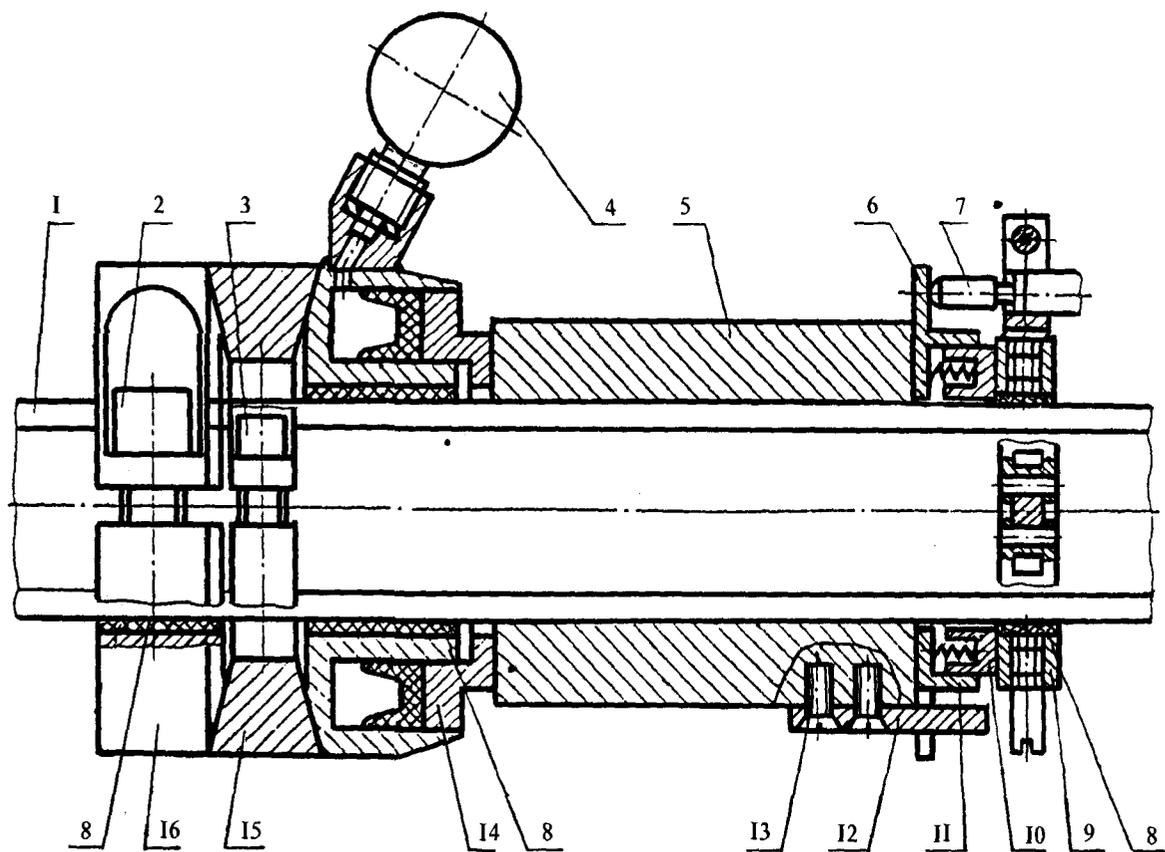


Рис. 3.32. Приспособление для контроля шариковых пар:
 1, 2, 3 – винт, 4 – манометр, 5 – корпус, 6 – упор - стакан, 7 – ИГ,
 8 – втулка, 9 – держатель, 10 – полукольцо, 11 – пружина,
 12 – планка, 13 – винт, 14 – поршень, 15 – хомут, 16 – кольцо

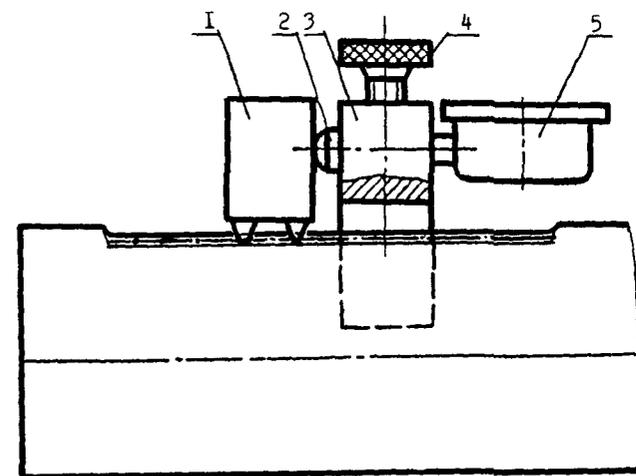


Рис. 3.33. Приспособление для контроля отклонений
 от перпендикулярности:
 1 – эталон, 2 – опора, 3 – призма, 4 – винт, 5 – ИГ

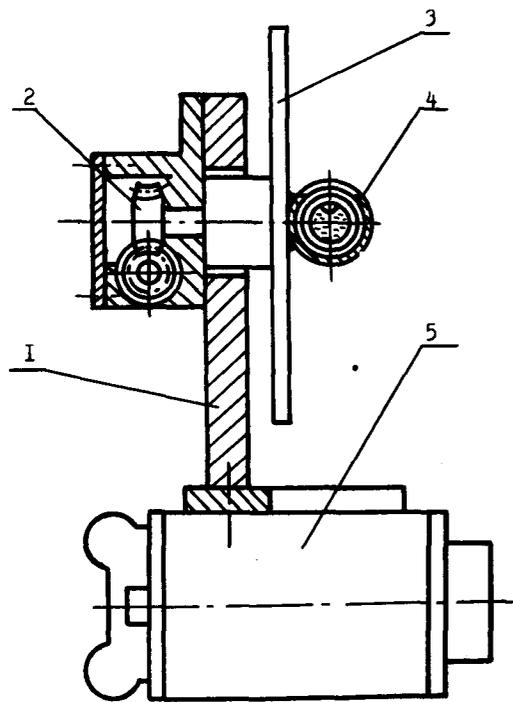


Рис. 3.34. Универсальное приспособление для измерения отклонений от симметричности:
1 – корпус, 2 – червячное колесо, 3 – диск, 4 – уровень, 5 – ролик

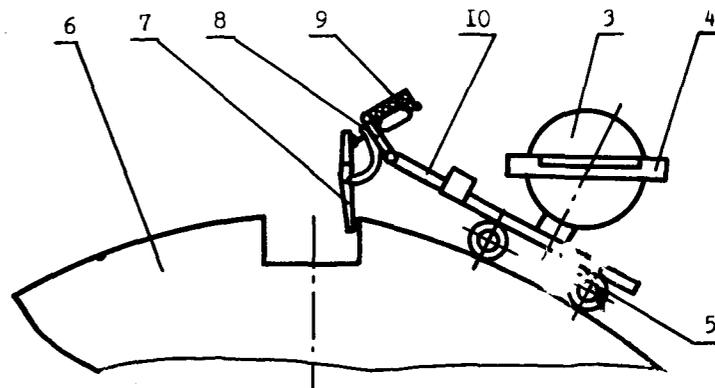


Рис. 3.35. Универсальное приспособление для измерения отклонений от симметричности:

3 – диск, 4 – уровень, 5 – ролик, 6 – контролируемая деталь, 7 – рычажный контакт, 8 – стержень, 9 – ИГ, 10 – стержень

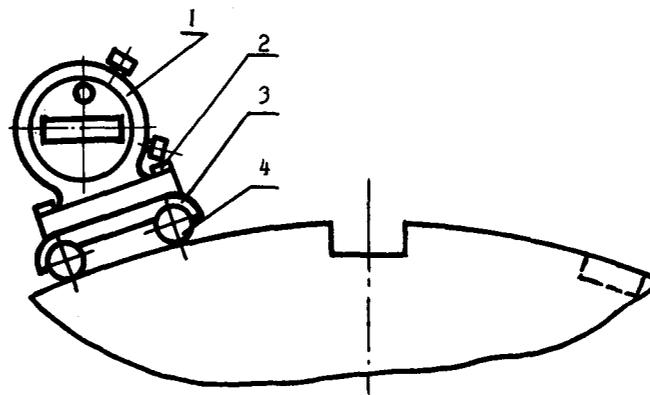


Рис. 3.36. Приспособление для контроля шпоночных пазов:

1 – квадрант, 2 – прихват, 3 – корпус, 4 – магнитная опора

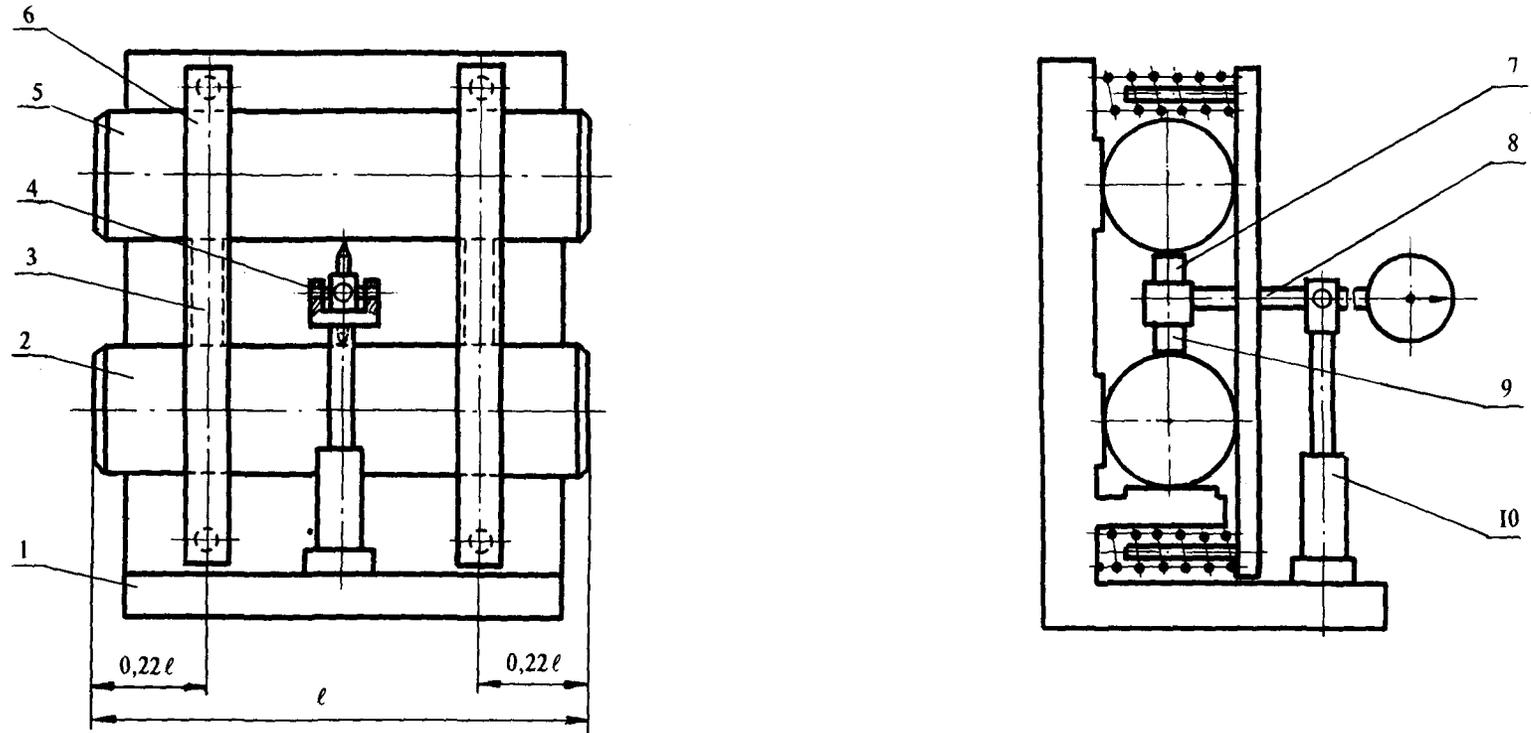


Рис. 3.37. Приспособление для контроля отклонения от прямолинейности:
 1 – корпус, 2 – измеряемая деталь, 3 – мера длины, 4 – центр, 5 – измеряемая деталь,
 6 – планка, 7 – подвижный контакт, 8 – нутромер, 9 – неподвижный контакт

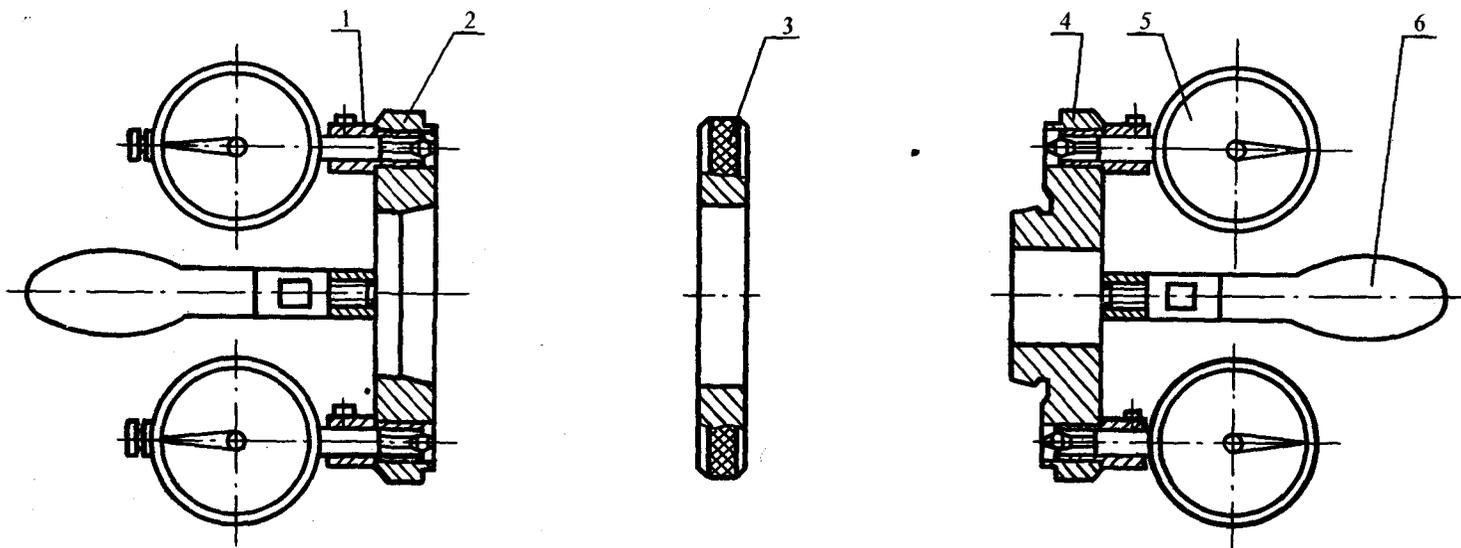


Рис. 3.38. Приспособление для контроля конусных посадочных поверхностей фланцев шпинделей:

1 – держатель, 2 – калибр - кольцо, 3 – кольцо, 4 – калибр - пробка, 5 – ИГ, 6 – рукоятка

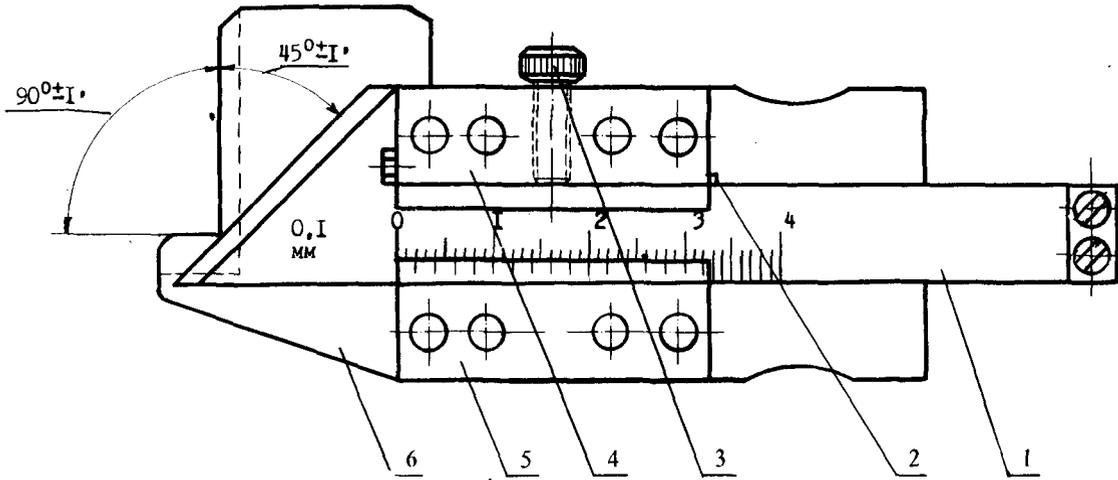


Рис. 3.39. Шаблон для контроля фасок:
 1 – линейка, 2 – пружина, 3 – винт, 4, 5 – планка, 6 – корпус

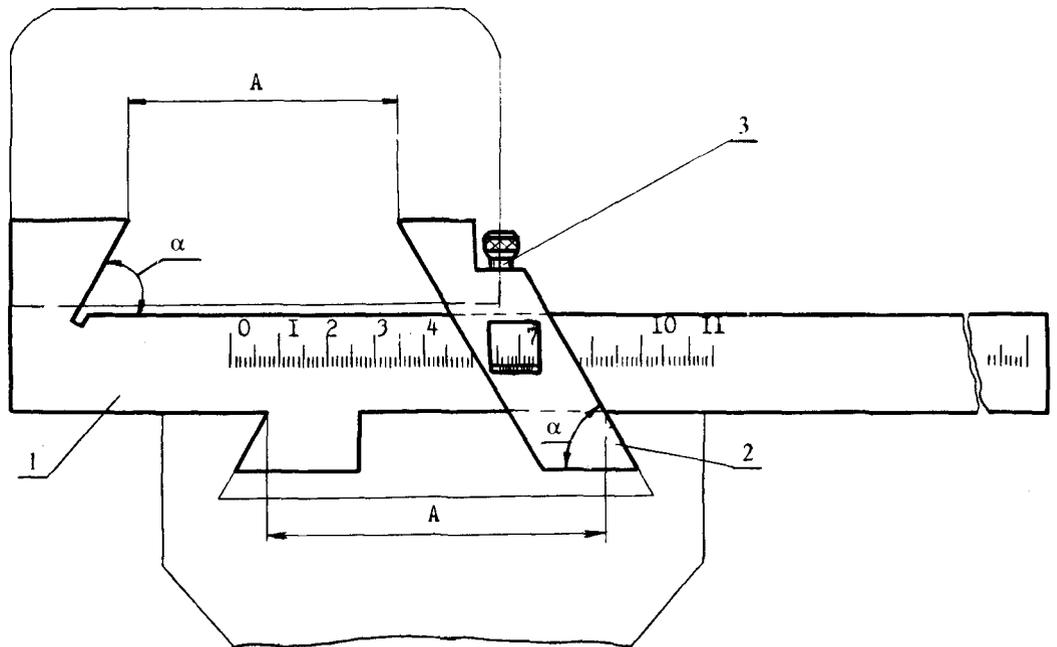


Рис. 3.40. Штангенциркуль со специальными губками:
 1 – линейка, 2 – движком, 3 – зажимной винт

Рис. 3.44. Кинематическая схема унифицированного передаточного механизма:
 1 – триб, 2 – зубчатое колесо, 3, 4 – триб, 5 – зубчатое колесо, 6 – зубчатая рейка

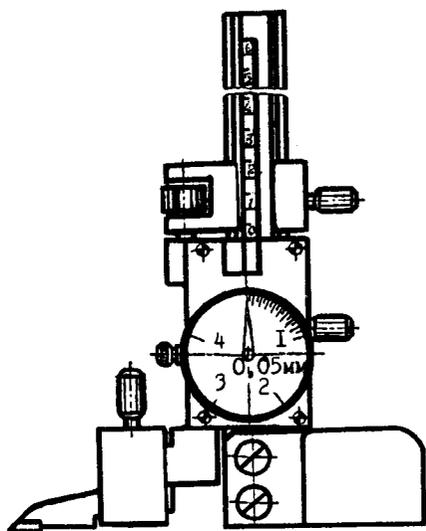
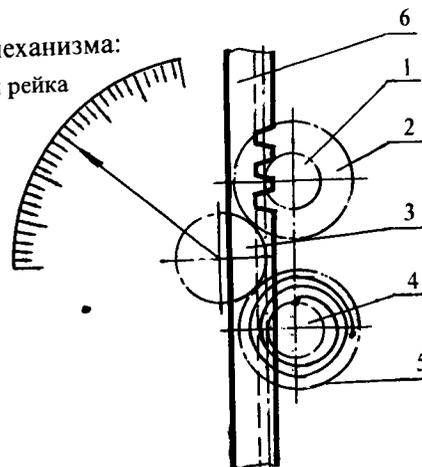


Рис. 3.41. Штангенрейсмус

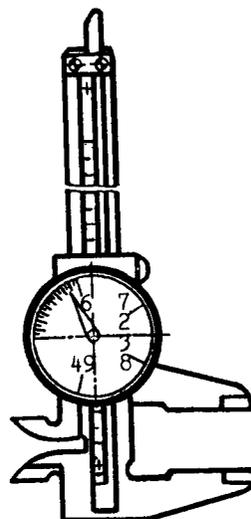


Рис. 3. 42. Штангенциркуль

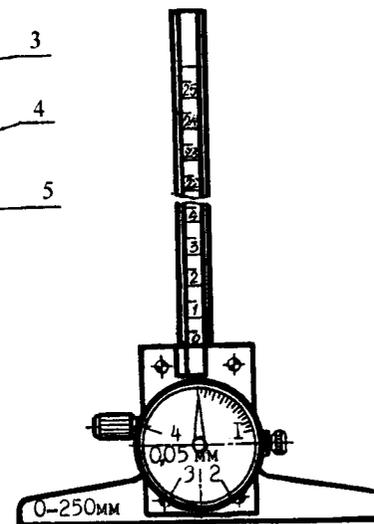


Рис. 3. 43. Штангенглубиномер

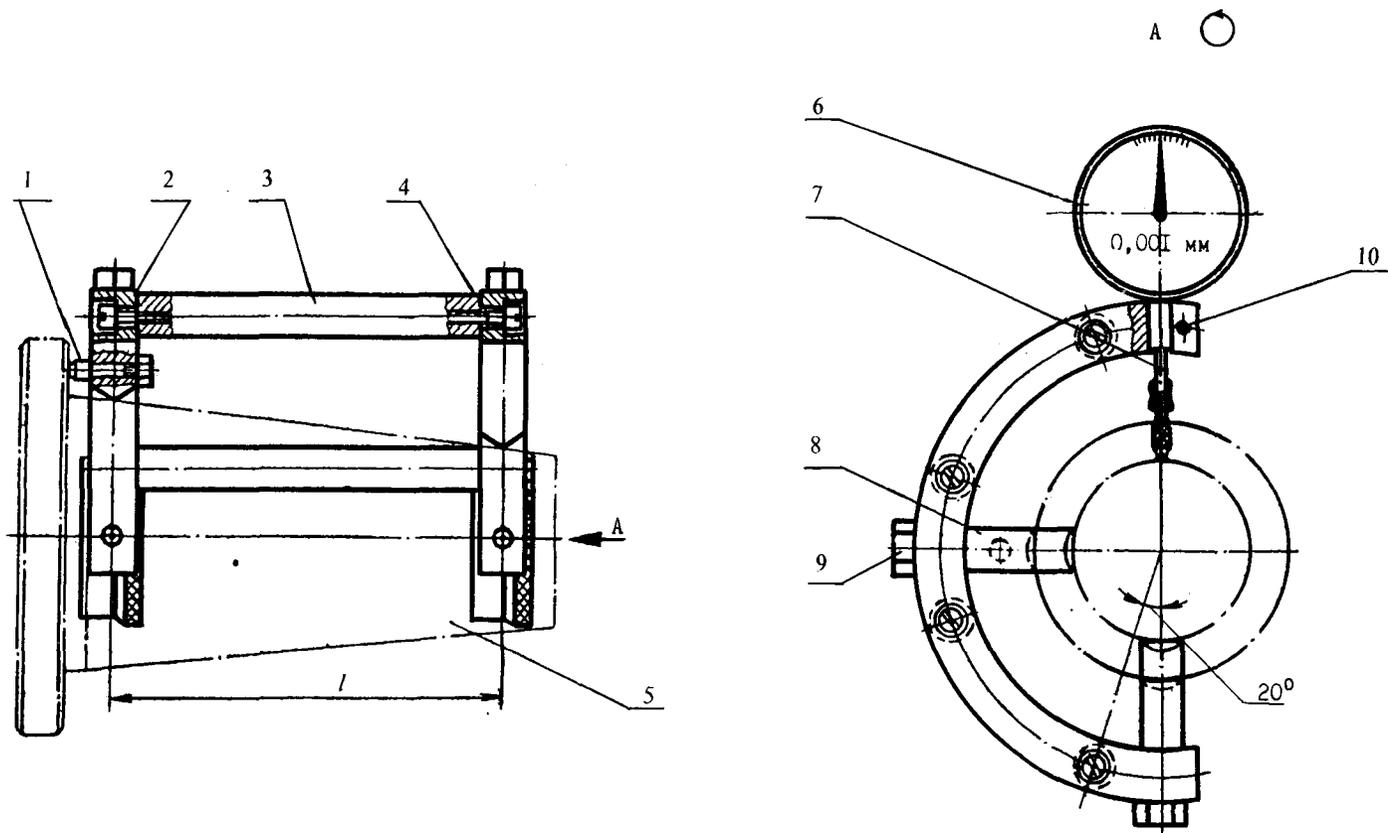


Рис. 3.45. Приспособление для контроля конусности:

1 – упор, 2 – полукольцо, 3 – стяжка, 4 – винт, 5 – эталонная деталь, 6 – ИГ, 7, 8 – контакт, 9 – гайка, 10 – винт

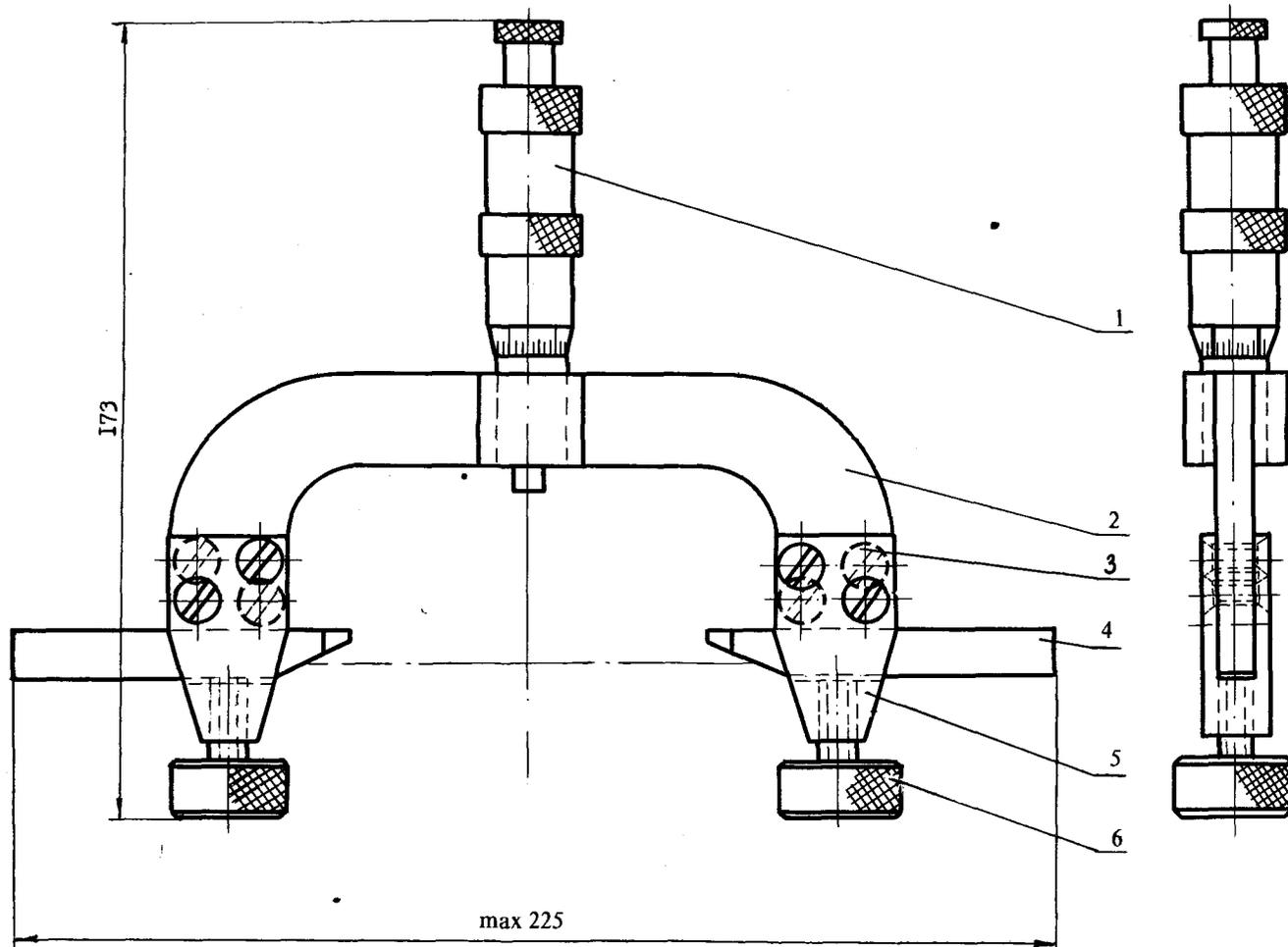


Рис. 3.46. Калибр для проверки положения двух шпоночных пазов на валах:
 1 – микрометр, 2 – скоба, 3 – винт, 4 – фиксатор, 5 – вилка, 6 – винт

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 $R_a = 2,5 \dots 0,63$ мкм, параметр шероховатости поверхностей

главных отверстий $R_a = 1,25 \dots 0,16$ мкм, а для ответственных деталей - до $R_a = 0,08$ 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 линейек, 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, пассивметры, микрометры, штангенциркули - 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.

4.1. Приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности осей отверстия блока цилиндров ДВС

По техническим условиям отклонение от перпендикулярности осей цилиндров (деталь - блок цилиндров двигателя внутреннего сгорания) к оси отверстий под подшипники коленчатого вала

пускается не более 0,01 - 0,02 мм на длине 100 мм. Такую проверку можно осуществить двумя методами:

- а) измерением отклонения от перпендикулярности осей цилиндров к оси отверстий для подшипников;
- б) измерением отклонений от перпендикулярности осей отверстий для подшипников к оси каждого цилиндра.

На рис. 4.1 представлено контрольное приспособление для того метода измерений. Корпус 9 приспособления закрепляют на стойке 3 с двумя разнесенными призмами и устанавливают на правку 1. Последнюю вводят в две конусные втулки 2 и 4, устанавливаемые в крайние отверстия для подшипников.

Приспособление на оправке может свободно поворачиваться. Поворот ограничивается штифтом 11, чем обеспечивается определенное его положение в блоке.

Приспособление в осевом направлении перемещается на оправке до соприкосновения упора 6 со стенкой цилиндра. В этой плоскости расположен подвижный измерительный стержень 5, связанный через рычаг и стержень 10 с измерительным стержнем ИГ 8. Измерительный стержень 5 расположен на расстоянии А от упора. На этой длине определяют отклонение от перпендикулярности образующей цилиндра к оси отверстия под подшипники.

Для измерения отклонения от перпендикулярности при соприкосновении упора 6 и измерительного стержня 5 с образующей С цилиндра отмечают показание ИГ 8. Так как стрелка ИГ 8 по станovu не настраивается, фиксируют ее положение на любом делении. Затем приспособление с поворотом на 180° вторично устанавливают в цилиндр до соприкосновения упора и измерительного стержня с противоположной образующей DE цилиндра и вновь отмечают показание ИГ 8. Если образующие цилиндра имеют отклонение от перпендикулярности (например, на величину α) к оси отверстия для подшипников под коленавал, то измерительный стержень переместится на эту же величину.

При первой установке приспособления и перемещении стержня 5 до соприкосновения с образующей такого цилиндра фиксируют первое показание "а" ИГ 8, затем при второй установке приспособления и соприкосновении измерительного стержня с противоположной образующей цилиндра фиксируют второе показание "а" ИГ 8. После этого определяют разность показаний ИГ 8, которая будет равна удвоенной величине отклонения от перпендикулярности (Δ_{\perp}) оси цилиндра к оси отверстий для подшипников,

$$\Delta_{\perp} = a - (-a) = 2a.$$

При оценке действительного отклонения от перпендикулярности оси цилиндров к оси отверстий для подшипников под коленчатый вал необходимо показания ИГ 8 поделить пополам.

При этом методе измерения погрешности формы цилиндров не оказывают влияния на результаты показаний приспособления.

На результаты показаний приспособления также не оказывает влияния конусность цилиндра [2].

4.2. Приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности оси отверстия к торцу

Для точной установки крышек, картеров и т. п. в корпусных деталях необходимо обеспечить перпендикулярность торцов к оси отверстий. Отклонение от перпендикулярности допускается, например, не более 0,05 - 0,1 мм на длине 100 мм и проверяется контрольным приспособлением (рис. 4.2, а).

Приспособление состоит из плиты 6 с выточкой под ИГ 4, которая крепится на плите винтом 5. На плите закреплена винтами 7 и зафиксирована штифтами 3 державка 2, несущая упор 1. Державкой 2 приспособление вводится в отверстие контролируемого корпуса, но предварительно приспособление настраивается по эталону (рис. 4.2, в) и положение стрелки ИГ фиксируют на ноль.

Далее приспособление устанавливается так, чтобы упор 1 коснулся стенки корпуса при плотном прилегании плиты 6 к торцу корпуса. Деталь считается годной, если при повороте детали на один - два оборота, максимальное отклонение стрелки ИГ не превышает величину допуска, указанную на чертеже детали.

4.3. Приспособление для контроля отклонения от параллельности оси отверстия к плоскости

Для контроля отклонения от параллельности оси отверстия под подшипники червяка к плоскости разъема корпуса червячного

редуктора можно использовать контрольное приспособление (рис. 4.3).

Оно состоит из основания 1, на котором смонтированы две стойки 2 с планками 3 с помощью винтов 4 и штифтов 5. На планках расположены и закреплены винтами 6 кронштейны 7, в которых установлены ИГ 8. В отверстие контролируемого корпуса вставляется оправка 9. Ориентация корпуса в рассматриваемом приспособлении осуществляется с помощью упоров 10, 11, 12, которые выполнены съёмными с целью переналадки для контроля других корпусов.

Настроенные по эталонной детали или мерным плиткам ИГ покажут отклонение от параллельности оси отверстия относительно торцевой плоскости корпуса на длине L.

Приспособление разработано в Орловском НИИЛегмаш, входящим в УНПЦ Орел ГТУ и внедрено в АО "Завод им. Медведа".

4.4. Калибр - пробка двухступенчатая

Калибр - пробка (рис. 4.4) двухступенчатая предназначена для проверки отклонения от соосности двух отверстий $\varnothing 185 \text{ H9} (+0,115)$ и $\varnothing 125 \text{ H7} (+0,04)$ контролируемого корпуса.

Она изготовлена в виде двухступенчатого диска 4 с рабочими кольцами 1 и 5, установленными на первом по посадке соответственно $\varnothing 175 \text{ H7/m6}$ и $\varnothing 115 \text{ H7/m6}$. Технологическая база при изготовлении калибра - пробки в виде двух центровочных отверстий выполнена во втулках 4, закрепленных винтами 7.

Для удобства использования калибра - пробки в работе на нем установлена ручка 2, прикрепленная винтами 3. Взаимное отклонение от соосности цилиндрических поверхностей $\varnothing 184,941 -0,006$ и $\varnothing 124,996 -0,006$ калибра - пробки не более 0,01 мм.

Контролируемое отклонение от соосности двух отверстий $\varnothing 185 \text{ H9}$ и $\varnothing 125 \text{ H7}$ корпуса должно быть не более 0,08 мм.

Данный калибр относится к предельным. Он ограничивает размер контролируемых корпусов, распределяя их на две группы: годные и брак. Он не требует высокой квалификации контролера и значительно повышает объективность процесса контроля.

Применение подобных калибров целесообразно в крупносерийном и массовом производствах. Они используются не для опре-

деления числового значения контролируемого параметра, а для определения того, выходит ли величина контролируемого параметра за его допустимое значение или находится в пределах нормы.

4.5. Приспособление для контроля межцентрового расстояния

Приспособление (рис. 4.5) состоит из двух калибров: двухступенчатого диска 1 - калибра - пробки с рабочей поверхностью $\varnothing 160 -0,004$ и оправки - калибра 2, состоящей из двух рабочих щеек $\varnothing 35 -0,004$, которыми она базируется в контролируемом корпусе и, собственно, калибра 3, имеющего размеры $\text{HE } 16,084 -0,008$ и $\text{PR } 15,94 -0,008$. Калибр 3 вставлен в паз оправки 2 и неподвижно закреплен в нем с помощью двух заклепок 4. Предельный калибр ограничивает размер контролируемых корпусов, распределяя их на три группы: годные, брак вследствие перехода за верхнюю границу допуска и брак вследствие перехода за нижнюю границу.

Данное приспособление значительно повышает объективность процесса контроля.

Применение таких калибров целесообразно в крупносерийном и массовом производствах.

4.6. Приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности торца к оси отверстия и биения торца

Приспособление (рис. 4.6) состоит из калибра - пробки 5, предназначенной для отверстия контролируемого корпуса, рукоятки 2, стержня 6, на одном конце которого закреплена с помощью винта 7, шайбы 8 и гайки 9 ИГ 3. На противоположном конце стержня запрессован штифт 1. Стержень центральным отверстием притерт без люфта на сопрягаемой шейке рукоятки. Это обеспечивает вращение стержня на рукоятке без зазора, что важно для точности измерений при значительных размерах торцов корпусов.

Кроме того, рукоятка 2 неподвижно соединена с калибром пробкой 5 гайкой 4.

Отклонение от перпендикулярности торца к оси отверстия проверяют путем вращения стержня (один - два оборота) и максимальному показанию ИГ. Это показание будет соответствовать удвоенной величине отклонения от перпендикулярности торца к оси отверстия на участке D измерения.

Для определения торцового биения корпуса стержню также дается один - два оборота и по разности показаний ИГ определяют биение рабочей поверхности относительно оси отверстия.

Приспособление применяется в АО "Ливгидромаш".

4.7. Нутромер для внутренних канавок

На рис. 4.7 показан специальный нутромер для контроля внутренних канавок ($\varnothing 30 \dots \varnothing 60$ мм). Он состоит из верхней ножки 11, которая имеет с одной стороны рукоятку с другой - щуп, а в середине на ней крепятся: болт 5 с пружиной 6 и шайбой 7, винт - упор 4 с контргайкой 8 и ИГ 3 с винтом 9 для крепления последней. Шарнирно, с помощью оси 1, верхняя ножка соединена с нижней - 2, которая с одной стороны имеет резьбовое отверстие, для болта 5, с другой - щуп.

При изготовлении необходимо соблюсти равенство плеч: от оси 1, соединяющей нижнюю и верхнюю ножки, до щупов с одной стороны и до оси наконечника ИГ 3 с другой стороны. Для данной конструкции это размер - $100 \pm 0,005$ мм.

Нутромер настраивается по специальным настроечным кольцам или скобам.

Нутромер используется в Орловском АО "Текмаш".

4.8. Контрольные приспособления для проверки расстояния между осями отверстий

Малогабаритные корпуса часто имеют незначительные диаметры точных отверстий, а в ряде случаев со значительным отношением длины к диаметру. Это усложняет технологический процесс достижения требуемой точности обработки малогабаритных корпусов и вызывает необходимость сплошной их проверки на конечательной приемке.

Диаметры точных отверстий Б и В (рис. 4.8) обрабатывают по 7 - 8 квалитетам точности. Допуск на расстояние между осями отверстий назначают в пределах от $(\pm 0,025)$ до $(\pm 0,05)$ мм и проверяют на контрольном приспособлении (рис. 4.8).

Оправку 1 устанавливают в отверстие Б. Расстояние между осями отверстий проверяют ИГ 2 через рычаг 3. Предварительно стрелку ИГ 2 устанавливают на номинальный размер по эталону.

В основу контрольного приспособления положена планка 4, в пазу которой шарнирно на оси 5 закреплен рычаг 3. На одном конце рычага прикреплен твердосплавный щуп 6, на другом имеются подпятник, контактирующий с наконечником ИГ 2, и резьбовое отверстие с винтом 7. Винт и пружина 8 создают измерительный натяг и ограничивают ход рычага. ИГ 2 закреплена на планке во втулке 9 винтом 10. Оправка 1 закреплена в пазу планки винтом 11.

В зависимости от требуемой точности измерения и допусков на диаметры отверстий посадочные места оправки 1 выполняют цилиндрические или с верхней конусной ступенью. Последние при незначительных диаметрах точных отверстий (10 - 15 мм) в корпусных деталях позволяют измерять межосевое расстояние с минимальной погрешностью.

Приспособление разработано в Ливенском АО "Промприбор".

4.9. Приспособление для контроля отклонений от параллельности и плоскостности поверхностей

Оно состоит из основания 1 (рис. 4.9), к верхней плоскости которого предъявляется повышенное требование к отклонению от плоскостности - не более $0,01 / 100$. С помощью винтов 2 на основании смонтированы две стойки 4 для установки в них ИГ 6. Крепление ИГ осуществляется через разрезные втулки 5 винтами 7, кроме того, для базирования контролируемого корпуса на описываемом приспособлении на основании закреплены винтами 2 две планки 3.

Поверхности контролируемого корпуса считаются параллельными, если показания ИГ на крайних точках поверхности Б не превышает заданного значения (для данных деталей, см. схему из-

мерения, это не более 0,2 мм). Настройка ИГ на номинальное значение производится по эталону или концевым мерам длины.

На приспособлении можно измерить отклонение от плоскостности, используя при этом методы измерения отклонений от прямолинейности [1]. Для этого необходимо провести измерение отклонений в сечениях 0, 1', 2', 3', 4' и А', В', С'. Далее: а) приведением измеренных отклонений к базовой плоскости; или б) по наибольшему отклонению в одном из сечений - сделать выводы о годности корпуса.

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.

Биеие 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.

Приспособление внедрено в Ливенском АО "Ливгидромаш".

4.11. Контрольное приспособление для проверки расстояния между осями отверстий

Контроль отклонения от параллельности осей в общей плоскости (ЕРА_x) можно осуществить с помощью приспособления (рис. 4.11), которое состоит из индикаторной скобы 1 и двух оправок 2. Оправки устанавливают в отверстия контролируемой детали.

Расстояние между осями отверстий проверяют ИГ 3 через рычажную передачу, которая состоит из плитки 4, двух плоских пружин 5 и 6, четырех планок 7 и винтов 8. Рычажная передача предохраняет ИГ от ударов и преждевременного износа.

Предварительно стрелку ИГ 3 устанавливают на номинальный размер калибром 9, на который устанавливается индикаторная скоба.

В зависимости от требуемой точности измерения и допусков на диаметры отверстий посадочные места оправок выполняют цилиндрическими или с верхней конусной ступенью 10. Последние при незначительных диаметрах точных отверстий (10 - 15 мм) в

корпусных деталях позволяют измерять отклонение от параллельности осей с минимальной погрешностью.

Приспособление применяется для контроля межосевого расстояния лопасти счетчика ЛЖ 100 - 8.

4.12. Контрольное приспособление для измерения отклонения от параллельности плоскостей

Существуют различные методы измерения отклонения от параллельности плоскостей:

- а) координатно - измерительным прибором с трехкоординатной измерительной машиной;
- б) по разности расстояний ИГ и поверочной плитой: плоскопараллельной пластиной, плоской пластиной, без пластины;
- в) по углу наклона плоскопараллельной пластиной, плоской пластиной, без пластины: кругломером, ИГ и поворотным столом с прецизионным вращением, ИГ и поверочной плитой;
- г) по углу наклона плоскопараллельной планкой или плоской планкой: ИГ и поверочной плитой, уровнем и поверочной плитой;
- д) по разности расстояний двухточечным измерительным прибором для измерения диаметров, например, для наружных поверхностей - рычажная скоба; для внутренних поверхностей - нутромер с ИГ [1].

Представленное на рис. 4.12 приспособление для контроля отклонения от параллельности торцов в корпусе насоса (разработано в АО "Ливгидромаш"), основано на одном из вышеприведенных методов.

Рабочие поверхности А и Б корпусов подвергаются тонкому точению с $R_a = 0,16 \dots 0,63$ мкм, причем, отклонение от параллельности допускается в пределах $0,05 \dots 0,1$ мм.

На проверяемую поверхность А буртика корпуса устанавливается контрольное приспособление, состоящее из ступенчатого диска 1 и ИГ 3. Для удобства пользования имеется рукоятка 2. ИГ закрепляется на диске с помощью винта 4.

Для определения биения рабочих поверхностей корпуса диску дается один - два оборота. По разности показаний ИГ определяют биение рабочей поверхности Б относительно - А.

В технических условиях на изготовление приспособления необходимо указать: отклонение от плоскостности поверхности дис-

ка, контактирующей с поверхностью А корпуса, не более $0,01$ мм, т. е., примерно, 10% контролируемой величины.

4.13. Рычажная скоба для контроля отклонения от параллельности плоскостей

Контроль рычажной скобой (рис. 4.13) основан на методе измерения по разности расстояний двухточечным измерительным прибором для измерения диаметров [1].

Рычажная скоба состоит из рычага 2 с подпятником 5 и стойки 3, с закрепленной на ней с помощью винта 8, шайбы 6 и гайки 7 ИГ 4. Рычаг и стойка соединены неподвижно с помощью заклепки 1.

Отклонение от параллельности направляющих контролируемого корпуса (например, размер $50 h9 (-0,062)$) определяется как разность наибольшего "а" и наименьшего "в" расстояний между прилегающими плоскостями в пределах нормируемого участка.

Скоба разработана на Ашхабадском машиностроительном заводе.

4.14. Приспособление для контроля расстояния между внутренними торцами выточек

Контрольное приспособление (рис. 4.14) состоит из цилиндрической подставки 1, диаметр которой диктуется размером выточки контролируемого корпуса, стойки 2, которая с помощью винтов 3 крепится фланцем на подставке, специальной меры длины - эталона 4, ИГ 5 и ИГ 6, которые установлены на кронштейне 7 и закреплены во втулках 8 винтами 9.

ИГ имеют удлиненные измерительные стержни, перемещающиеся непосредственно по проверяемой плоскости внутреннего торца выточки корпуса. Удлиненные стержни позволяют удобно расположить ИГ для визуального наблюдения и предохранить ее от ударов и преждевременного износа.

Кронштейн притерт без люфта на верхней шейке стойки. Это обеспечивает вращение кронштейна на стойке без зазора, что важно для точности измерений при значительных размерах корпусов.

Для определения расстояния между рабочими внутренними торцами выточек необходимо ИГ настроить на номинальный размер по эталону 4. Затем, при снятом со стойке кронштейне, на подставку 1 устанавливают контролируемую деталь и только после этого устанавливают кронштейн с ИГ.

Рассматриваемое приспособление позволяет также измерить отклонение от параллельности этих торцов и проверить отклонение их от плоскостности по методу разности расстояний [1], при этом делают как можно большее число замеров каждой ИГ на своей окружности при прерывистом вращении кронштейна. Для определения параллельности торцов кронштейну с ИГ дается один - два оборота. По разности показаний ИГ определяют отклонение от параллельности рабочих торцов.

Приспособление применяется для контроля корпусов насосов ВЖУ 100 - 1,6.

4.15. Приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности оси отверстия к торцу

К торцам корпусных деталей, как указывалось выше, крепятся крышки, картеры, через отверстия которых проходят концы валов, крышки с гнездами для подшипников и др. Для точной их установки в корпусных деталях сложных конструкций необходимо обеспечить перпендикулярность этих торцов к оси отверстия для подшипников. Отклонение от перпендикулярности не более 0,05 - 0,1 мм на длине 100 мм - это требование одно из основных в технических условиях на обработку корпусов.

Такая проверка может осуществляться двумя методами: измерением отклонения от перпендикулярности торца к оси отверстия; измерением отклонения от перпендикулярности оси отверстия к торцу [2].

На рис. 4.15 представлено контрольное приспособление для второго метода измерений. Основание 1 приспособления устанавливают на измеряемом торце корпуса, таким образом, чтобы стойка 2, жестко закрепленная на основании и несущая упор 3 и ИГ 4, вошла в контролируемое отверстие корпуса. ИГ крепится на

стойке через переходную втулку винтом 6. Для удобства измерения на основании имеются рукоятки 5. Измерительный стержень ИГ расположен на расстоянии L от упора 3. На этой длине определяют отклонение от перпендикулярности образующей цилиндра к торцу корпуса.

Для измерения отклонения от перпендикулярности при соприкосновении упора 3 и измерительного стержня с образующей АВ цилиндра необходимо приспособление повернуть влево или вправо и отметить показания ИГ. Так как стрелка ИГ 4 настраивалась предварительно по эталону в виде кольца на номинальный размер, то показания ИГ дадут действительное отклонение от перпендикулярности оси отверстия к торцу на измеряемом расстоянии L.

4.16. Контрольное приспособление для проверки отклонения от перпендикулярности оси отверстия к внутреннему торцу

Приспособление (рис. 4.16) аналогично предыдущему, но имеет конструктивные особенности. Так как измеряемая деталь (корпус насоса ВЖУ 100 - 1,6) больших размеров, то приспособление имеет габариты 486 × 130 мм. Кроме того, в конструкцию введена рычажная передача. Базовой корпусной деталью, на которой монтируются все детали, является основание 1 в виде диска с плоско - параллельными торцами, причем к нижней поверхности, контактирующей с рабочим торцом детали, предъявляются повышенные требования к плоскостности ($\square 0,01$ мм). На диске смонтированы: сверху кронштейн 2, неподвижно закрепленный с помощью винтов 3, на котором через втулку 4 винтом 5 закреплена ИГ 6 и ограничительный упор 7, а также рукоятки 8 для удобства измерения; снизу - кронштейн 9, в пазу которого расположены оси 10, зафиксированных гайками 11, равноплечий рычаг 12, неподвижный упор 13 и пружина 14, создающая измерительное усилие. Рычаг, имеющий на одном конце подпятник 15, в центре втулку 16 и на другом конце измерительный шуп 17, предохраняет ИГ от ударов и преждевременного износа и позволяет произвести измерения на большом расстоянии.

Приспособление кронштейном 9 вводится в отверстие контролируемого корпуса и основанием 1 устанавливается на контролируемый торец, кроме того, смещается по торцу в поперечном направлении до соприкосновения упора 13 с внутренней поверхностью отверстия.

Измерительный шуп 17 расположен на расстоянии L (292 мм) от неподвижного упора 13. На этой длине определяют отклонение от перпендикулярности образующей цилиндра к торцу выточки.

При настройке стрелки ИГ на номинальный размер по кольцу - эталону, измерение производят на любой образующей цилиндра. Отклонение измерительного шупа, а следовательно, и стрелки ИГ, даст истинное значение отклонения от перпендикулярности оси отверстия относительно рабочего торца.

Если стрелка ИГ по кольцу - эталону не настраивается, то фиксируют ее положение на любом делении. Для измерения отклонения от перпендикулярности при соприкосновении упора 13 и измерительного шупа 17 с образующей Б цилиндра отмечают показание ИГ. Затем приспособление с поворотом на 180° вторично устанавливают в отверстие до соприкосновения прибора и измерительного шупа с противоположной образующей В цилиндра и вновь отмечают показание ИГ. После этого определяют разность показаний ИГ, которая будет равна удвоенной величине отклонения от перпендикулярности оси отверстия к торцу.

При оценке действительного отклонения необходимо показания ИГ поделить пополам.

При втором методе измерения погрешности формы отверстия не оказывают влияния на результаты показаний приспособления. На результаты показаний приспособления также не оказывает влияния конусность отверстия.

4.17. Контрольное приспособление для проверки расположения осей отверстий у корпусов с базированием на кулачковую оправку

Взаимное расположение осей отверстий между собой в некоторых корпусах по техническим условиям на их изготовление может быть следующее: а) расстояние L между осями отверстий выполняется с допуском $\pm 0,05 \dots \pm 0,1$ мм.

б) отклонение от параллельности осей отверстий допускается не более $0,03 - 0,05$ на $l = 100$ мм;

в) перекос осей отверстий допускается не более $0,04 - 0,06$ мм на $l = 100$ мм;

На рис 4.17 - 4.20 представлено контрольное приспособление с кулачковой оправкой для измерения расположения осей отверстий корпуса стойки металлокордовых машин. На этой оправке осуществляется также комплексное базирование корпусов.

Проверяемый корпус большим отверстием устанавливают на кулачковую оправку 1 с подвижным кулачком 2. Оправка монтируется в стойке 3, закрепленной на плите 4. Для закрепления корпуса на оправке шток 5 пневмоцилиндра 6 давит на шарик 7, который перемещает в радиальном направлении кулачок 2.

В малое отверстие корпуса устанавливают коническую оправку 8. Кулачковая оправка 1 поворота не имеет. В связи с этим корпус при базировании вместе с оправкой 8, плотно устанавливается на качающийся рычаг 9. В этом положении корпуса и производится разжатие кулачка 2 в большом отверстии. С оправкой 8 в горизонтальной плоскости соприкасается качающийся рычаг 10, который монтируется на перемещающемся плунжере 11. Отвод и подвод последнего производится рукояткой 12.

Расстояние между осями отверстий корпуса проверяют ИГ 13, отклонение от параллельности осей отверстий в корпусе - ИГ 14. Установка стрелок ИГ на нуль производится с помощью эталонной детали. Перекос осей отверстий проверяют ИГ 15 через прямую передачу 16 и рычажную передачу 9.

Приспособление разработано в Орел ГТУ и внедрено на ОСПАЗ.

4.18. Контрольное приспособление со ступенчатыми оправками

В некоторых корпусах допуск на расстояние N между осями отверстий под подшипники устанавливают в пределах $\pm 0,025 \dots \pm 0,05$ мм. Такой жесткий допуск необходим для обеспечения зазора между зубьями колес и правильного контакта между их профилями, валы которых устанавливаются в подшипниках в этих корпусах.

Контрольное приспособление [2] для измерения расстояния N между осями отверстий для подшипников в корпусных деталях показано на рис 4.21. Оправки 1 и 2 устанавливаются в контролируемые отверстия. На оправке 2 установлен корпус 4, в который вмонтирован рычаг 3, соприкасающийся с измерительным стержнем ИГ 5 (сечение А - А).

Для измерения расстояния между осями отверстий рычаг вторым плечом соприкасается с образующей оправки 2. Чтобы определить расстояние N между осями отверстий, стрелку ИГ предварительно устанавливают на нулевое деление с помощью калибра 6. Последний торцами Б устанавливается на торцы В корпуса 4. Для определения расстояния N корпусу 4 вместе с ИГ на оправке дается поворот до получения минимального показания. По отклонению стрелки ИГ от нуля определяется действительное расстояние N между осями отверстий для подшипников.

Диаметры оправок 1 и 2 выполняются на 0,01 - 0,02 мм меньше минимального диаметра отверстий в контролируемом корпусе. Последние, как указывалось, выполняются с допуском 0,02 - 0,035 мм. Следовательно, между оправками и отверстиями контролируемого корпуса возможен существенный зазор.

Между тем, точность показаний приспособления непосредственно зависит от величины зазора между оправками и отверстиями контролируемого корпуса. Чтобы компенсировать эту погрешность, ступенчатые оправки выполняются с тремя ступенями 6, 7, 8 с интервалом через 0,01 мм.

В ряде случаев вместо ступенчатых оправок применяются контрольные приспособления с коническими или разжимными головками.

Измерительный стержень ИГ 5 находится в плоскости А - А приспособления, расположенной на незначительном расстоянии от торца контролируемого отверстия корпуса. В связи с этим отклонение от параллельности осей отверстий оказывает несущественное влияние на точность измерения расстояния между ними.

4.19. Контрольное приспособление для измерения расстояния между отверстиями с пересекающимися осями

Контроль точных отверстий с пересекающимися осями в корпусных деталях сложных конструкций (блоки цилиндров, корпуса червячных редукторов и др.) представляет определенную трудность. Диаметры отверстий проверяют предельными калибрами или нутромерами с ИГ. Отклонение от соосности отверстий проверяют удлиненным калибром (рис. 4.4), выполненным на 0,01 мм меньше минимального диаметра отверстия. Расстояние L между осями пересекающихся отверстий проверяют контрольным приспособлением (рис. 4.22), которое устанавливают в отверстие В корпуса [2].

Измерительный стержень ИГ 1, монтируемый в оправке 2, соприкасается с торцом стержня 3, который перемещается рычагом 4. Второе плечо рычага соприкасается с оправкой 5, установленной в отверстие В корпуса.

Для измерения расстояния L стрелку ИГ предварительно устанавливают на нуль калибром 6. На нижнем торце оправки 2 приспособления находится площадка, расположенная вдоль плеча рычага 4. На нее устанавливают калибр. Площадку располагают таким образом, чтобы настройка стрелки ИГ на нуль по калибру соответствовала бы номинальному расстоянию L .

Оправку 2 в отверстия устанавливают по двум выступам "а" и "б", выполненным как одно целое с ней. Длина выступов выполнена по длине отверстия Б. Выступы оправки плотно прижимаются к образующим отверстий Б двумя шариками 7, которые отжимаются пружинками 8. При такой конструкции устраняется влияние зазора между оправкой и отверстием Б корпуса на измерение расстояния L .

При установке необходимо, чтобы ось Г - Г оправки располагалась параллельно оси оправки 5, установленной в отверстиях В корпуса. Для этого оправку 2 приспособления необходимо правильно установить на торце Т корпуса.

4.20. Приспособление для проверки отклонения от перпендикулярности оси отверстия к прилегающему торцу

Измерение (рис. 4.23) происходит на радиусе R (в рассматриваемом приспособлении $R = 100$ мм). Пробки 1 и 2 имеют небольшую конусность (0,06 - 0,07 мм на диаметре $D = 100$ мм) для выбора зазора при колебаниях размера отверстия в корпусе. На верхней части оправки 3 с помощью ступицы 4 установлен рычаг 5, в котором закреплена ИГ 6. Ступица рычага притерта без люфта на оправке. Это обеспечивает вращение рычага на оправке без зазора, что важно для точности измерений при значительных диаметрах измерения R .

Для определения биения торца корпуса рычагу дается один - два оборота. По разности показаний ИГ определяют отклонение от перпендикулярности торца относительно оси отверстия на длине $2R$.

С целью технологичности изготовления и ремонта пробки на оправке выполнены съемными.

4.21. Калибр - пробка пневматическая для проверки диаметра и конусности отверстия

Диаметры отверстий корпусов, выполненных по 7 - 8 классам точности, можно проверить пневматическими приборами низкого давления с ценой деления 0,001 мм.

Контрольный калибр - пробка для проверки диаметра и конусности отверстия (рис. 4.24) представляет собой пустотелую пробку 1, присоединенную к пневматическому поплавковому прибору, имеющему две шкалы (например, БВ - 2029 или модели 09601 ТУ 2 - 034 - 211 - 84, [1]). На пробке установлены два сопла 2 и 3 для проверки диаметра отверстия и два сопла 4 и 5 для проверки конусности. Сопла соединены между собой каналами и трубками рез штуцера 6 и 7. Для удобства изготовления и ремонта пробка выполнена составной из трех деталей: рукоятки 8, диска 9 и пробки

Градуировку шкал пневмоприбора в соответствии с принятой ценой деления производят опытным путем с помощью эталонных

колец, диаметр которых выполняется по предельным диаметрам измерительных отверстий корпусов. Расстояние между торцами сопел пробки обычно выполняется на 0,03 - 0,05 мм меньше минимального диаметра отверстия.

Для расчета погрешности измерений можно воспользоваться методикой [3].

4.22. Приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности плоскостей

На рис. 4.25 показано приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности торца к плоскости основания. Оно состоит из коромысла 3, постоянных опор 4, основания 5 с опорами 6, стойки 1 с ИГ 2.

Для определения величины отклонения от перпендикулярности устройство устанавливают на плоскость проверяемой детали поверхностью В до соприкосновения торца детали с поверхностью А. Шкалу ИГ устанавливают на нуль, после чего приспособление переустанавливают на плоскость проверяемой детали поверхностью Б.

Отклонение от перпендикулярности торца относительно поверхности равно половине величины разности показания ИГ [4].

4.23. Приспособление для контроля внутреннего линейного размера

На рис. 4.26 показано приспособление для контроля размера ($41 \pm 0,1$) от торца А корпуса до внутренней торцевой поверхности цилиндрической выточки [5].

Корпус устанавливают до упора на шлифованную поверхность стойки 2, укрепленной на основании 1. ИГ 9 закреплена винтом 7 в разрезной втулке 8 стойки 6. Измерительное усилие и показания передаются на наконечник ИГ шупом 4, который расположен в резьбовой втулке 3 и поджат пружиной 5 к одной из проверяемых поверхностей детали корпуса.

ИГ головку устанавливают на ноль по эталону. Приспособление простое по конструкции и позволяет быстро и с высокой точностью определить действительную величину отклонения.

4.24. Приспособление для контроля параметров гофрированных оболочек

Прочность и надежность гофрированных оболочек, используемых в качестве гибкого элемента в компенсаторах, металлических рукавах и сильфонах, зависит от параметров профиля гофр и качества их изготовления.

На рис. 4.27, а показано приспособление в виде инструмента для измерения высоты гофр h [б]. Оно представляет собой микрометрический винт 1, на котором закрепляют винтом 2 стакан 3. На ползуне 4 установлен сухарь 5, в котором запрессована игла 6 диаметром 0,6 ... 0,7 мм. Сменная втулка 7 создает направление и жесткость иглы.

Меритель настраивают относительно плоскости А, которой он устанавливается на гладкую плиту, затем выдвигают иглу до того момента, пока не послышится щелчок трещетки винта 1. Это показание микрометра является началом отсчета. Затем меритель устанавливают плоскостью А на вершины соседних гофр и также выдвигают иглу. Высота h равна разности показаний при настройке микрометра и измерении высоты гофр.

На рис. 4.27, б показан инструмент для измерения шага t , радиусы вершины R_1 и впадины R гофр. На микрометрическом винте 1 закреплен винтом 2 стакан 3. На ползуне 4 свободно установлена губка 5, перемещающаяся в пазу стакана с минимальным трением. К дну стакана винтом 9 крепится неподвижная губка 7, которая в угловом положении фиксируется пазом стакана. Между губками 5 и 7 установлена пружина 8, которая не дает губке 5 соскальзывать с ползуна. Пружина центрируется головками винтов 6 и 9 с таким усилием, чтобы при соприкосновении губок не было слышно щелчков трещетки винта.

Для измерения параметров гофр губки устанавливают так, чтобы между ними размещалось два гофра (как показано на рис. 4.27, б). Затем губки сводят вращением винта 1 до тех пор, пока не послышится щелчок трещетки. При этом показание микрометра соответствует значению "а". После этого губки раздвигают так,

чтобы в них разместился один гофр, и сводят до появления щелчка трещетки. Это показание микрометра соответствует размеру "б". Затем сводят губки до соприкосновения и получают показание микрометра "в". С учетом этих показаний рассчитывают геометрические параметры профиля гофр по формулам:

$$t = a - б,$$

$$R_1 = \frac{б - в}{2},$$

$$R = \frac{б - в}{2} - S,$$

где S - толщина стенки оболочки.

4.25. Приспособление для контроля дугового профиля

Резцы с дуговым профилем применяются для нарезания конических зубчатых колес с круговыми зубьями с помощью плоского производящего колеса со сферической производящей поверхностью, а также для нарезания конических колес с зацеплением М. Л. Новикова.

Резец (рис. 4.28) закрепляют в державке 1. Каретки 5 и 10 приспособления могут перемещаться в горизонтальной плоскости во взаимноперпендикулярных направлениях [7]. Перемещения осуществляются при помощи винтов 6 и 11 и пружин 8 и 12 по призматическим направляющим, между которыми установлены шарики 7 и 9. Эти перемещения необходимы для установки центра вращения ИГ 3 на определенные координаты относительно базовых поверхностей резцедержавки или носика резца. ИГ устанавлена в поворотной державке 2 по специальному калибру таким образом, чтобы расстояние от наконечника ИГ до оси вращения державки равнялось радиусу дугового профиля резца. Координаты центра вращения ИГ устанавливают также с помощью специальных установочных калибров и ИГ 3.

Радиус профиля и его расположение относительно базовых поверхностей проверяют после установки и закрепления резца в приспособлении поворачиванием державки за рукоятку 4. При

правильном профиле стрелка ИГ должна показывать на нуль. Точность измерения деления ИГ до 2 мкм.

4.26. Приспособление для контроля межосевого расстояния

Оно состоит из плиты 1 (рис. 4.29, а), в которую на контролируемом межосевом расстоянии ($25 \pm 0,1$ мм) запрессованы втулки 4 и 5 под калибры 2 и 3. Контроль межосевого расстояния производится путем наложения контролируемой детали на плиту и введения в отверстия двух калибров 2 и 3 (рис. 4.29, б).

Рассматриваемое приспособление с предельными калибрами проверяет размер контролируемых деталей, распределяя их на две группы: годные и брак. Конструкция приспособления проста в изготовлении и удобна в эксплуатации.

Применение подобных приспособлений с предельными калибрами целесообразно в крупносерийном и массовом производстве. Их используют не для определения числового значения контролируемого параметра, а для определения того, выходит ли величина контролируемого параметра за допустимое значение его или находится в пределах допуска на размер.

На рис. 4.29, в показана схема измерения.

4.27. Приспособление для контроля расположения отверстий в рамах

Оно состоит из двух самостоятельно устанавливаемых Г-образных щек 1 (рис. 4.31) с вваренными в них кондукторными

втулками 2, 3, 4 (рис. 4.30). При контроле в отверстия $\varnothing 45$ Н7 и $\varnothing 50$ Н7 щек и отверстия контролируемой рамы устанавливают калибр - пробки 5, а в остальные отверстия щек вставляют четыре калибра - пробки 6.

С помощью рассматриваемого приспособления проверяют размеры контролируемых рам, распределяя их на две группы: годные и брак.

Применение такого приспособления с предельными калибрами также целесообразно в крупносерийном и массовом производствах.

Список литературы

1. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А. А. Панов, В. В. Аникин, Н. Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А. А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.
2. Каплунов Р. С. Контроль качества деталей типовых групп. Издательство стандартов, 1977. - 200 с.
3. Цидулко Ф. В. Выбор параметров пневматических приборов размерного контроля. М., Машиностроение. 1973. - 178 с.
4. Задевалов Г. Я. Контролирующее приспособление // Машиностроитель. - 1985. - № 3. - С. 15.
5. Русских Н. В. Приспособление для контроля внутреннего линейного размера // Машиностроитель. - 1985. - № 6. - С. 44 - 45.
6. Пономарев Г. П., Лукин Б. Ю. Инструмент для измерения параметров профиля гофр // Машиностроитель. - 1986. - № 11. - С. 22.
7. Бадаев А. М. Приспособление для контроля дугового профиля резцов // Машиностроитель. - 1985. - С. 35.

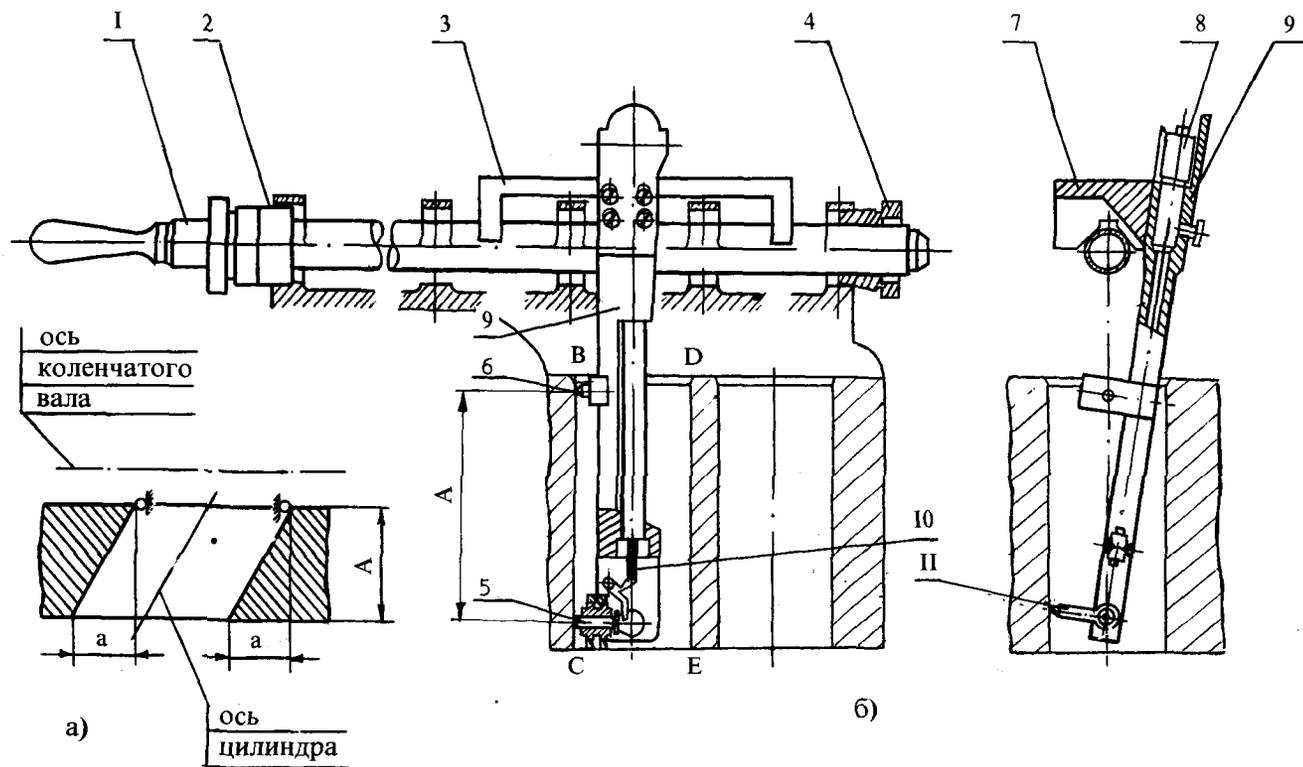


Рис. 4.1. Приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности осей отверстия блока цилиндров ДВС:

1 – оправка, 2 – втулка, 3 – стойка, 4 – втулка, 5 – измерительный стержень, 6 – упор,
 7 – кронштейн, 8 – ИГ, 9 – корпус, 10 – стержень, 11 – штифт

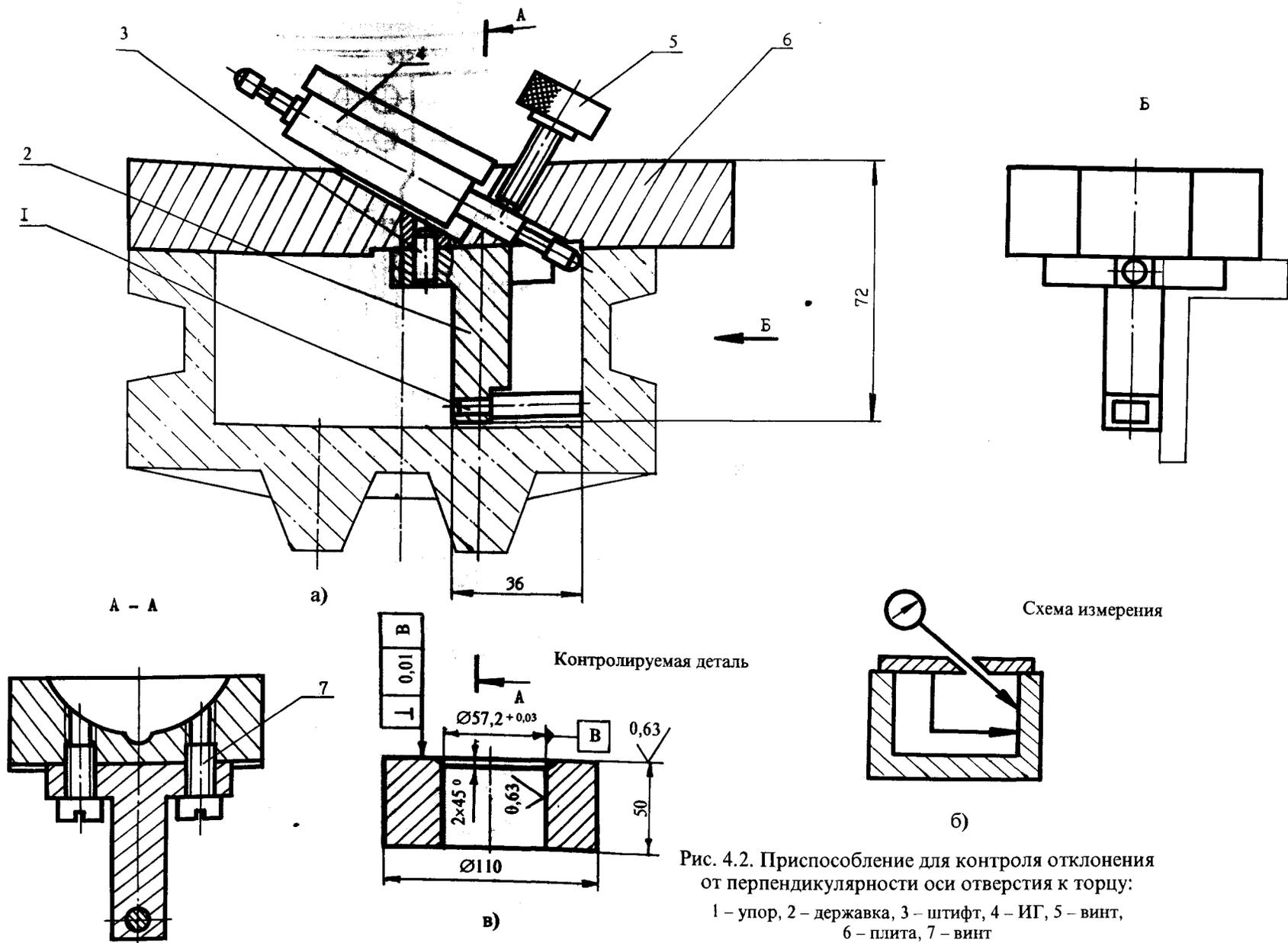


Рис. 4.2. Приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности оси отверстия к торцу:

1 – упор, 2 – державка, 3 – штифт, 4 – ИГ, 5 – винт,
 6 – плита, 7 – винт

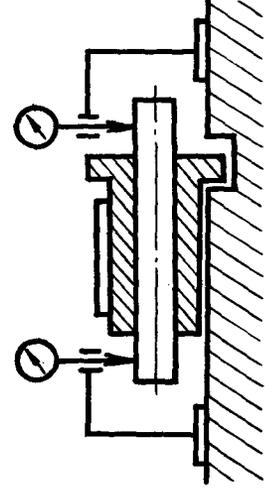
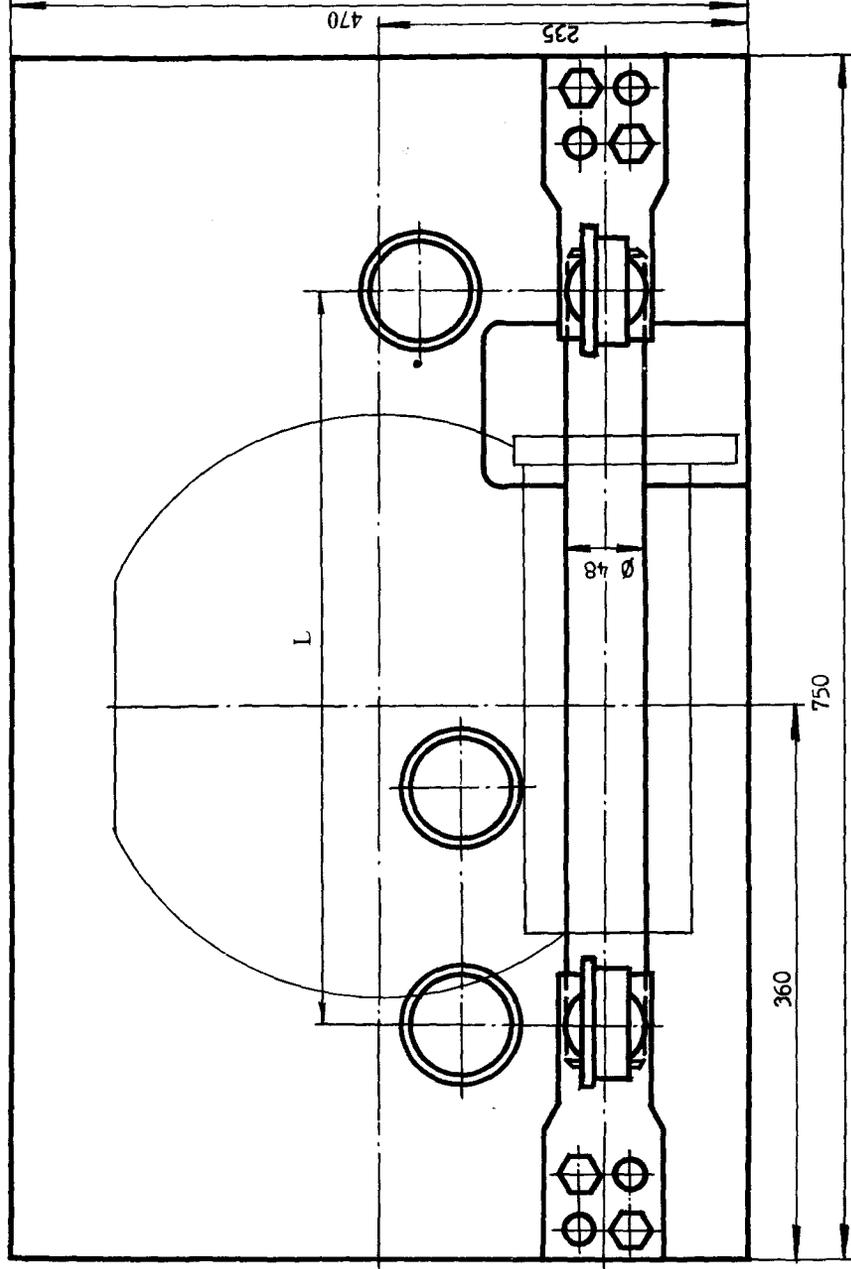
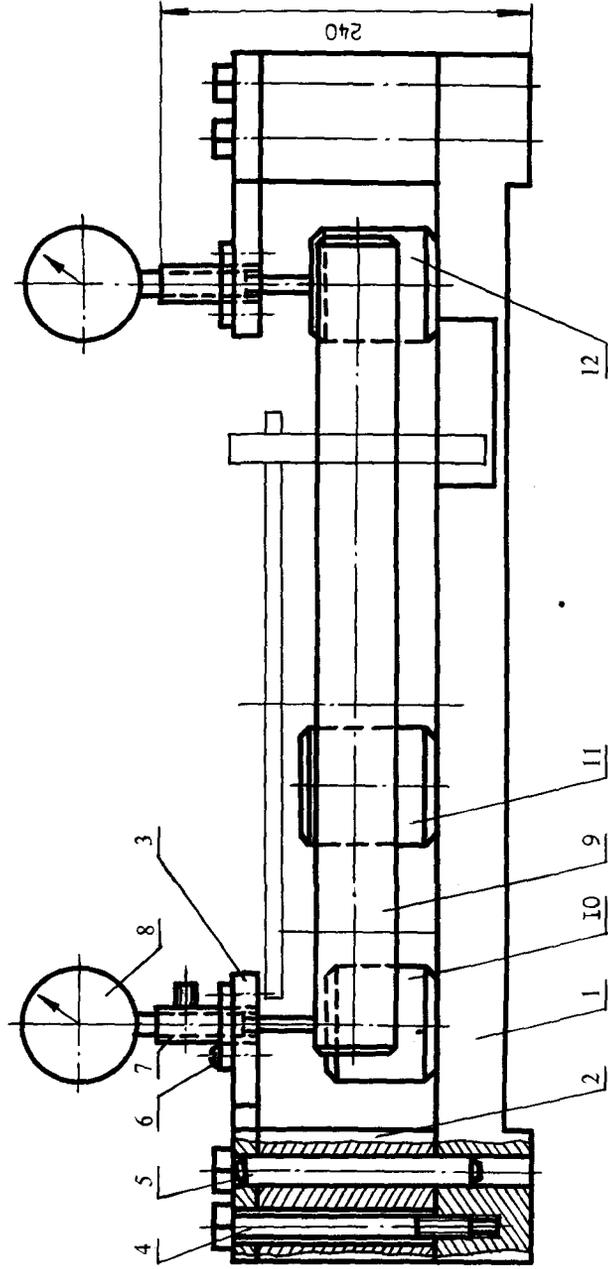


Схема измерения

Рис. 4.3. Приспособление для контроля отклонения от параллельности оси отверстия к плоскости:
 1 – основание, 2 – стойка, 3 – планка, 4 – винт, 5 – штифт, 6 – винт, 7 – кронштейн, 8 – ИГ, 9 – оправка, 10, 11, 12 – упор

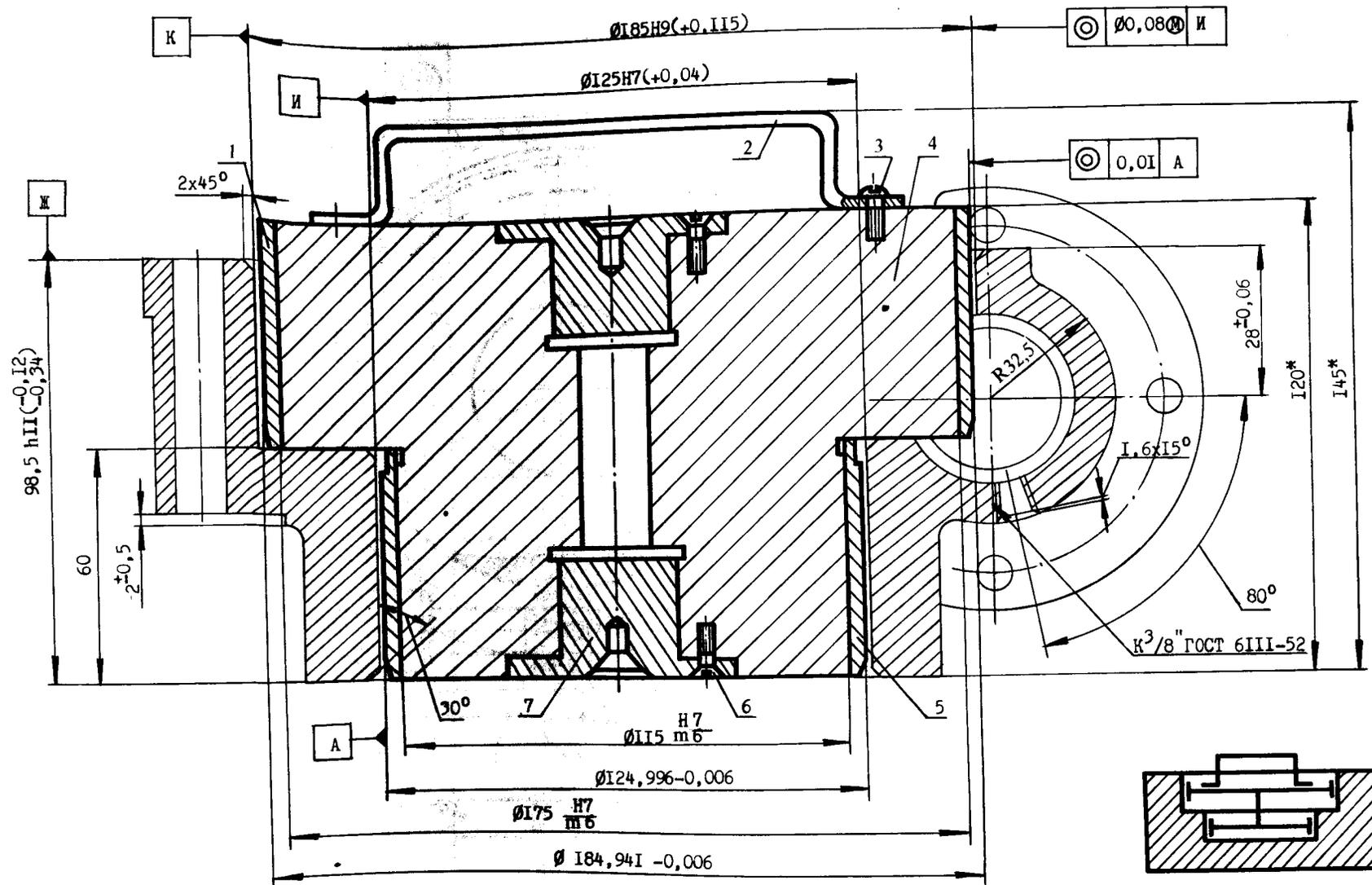


Рис. 4.4. Калибр - пробка двухступенчатая:
 1 – кольцо, 2 – ручка, 3 – винт, 4 – втулка, 5 – кольцо,
 6 – винт, 7 – центровочное отверстие

Схема измерения

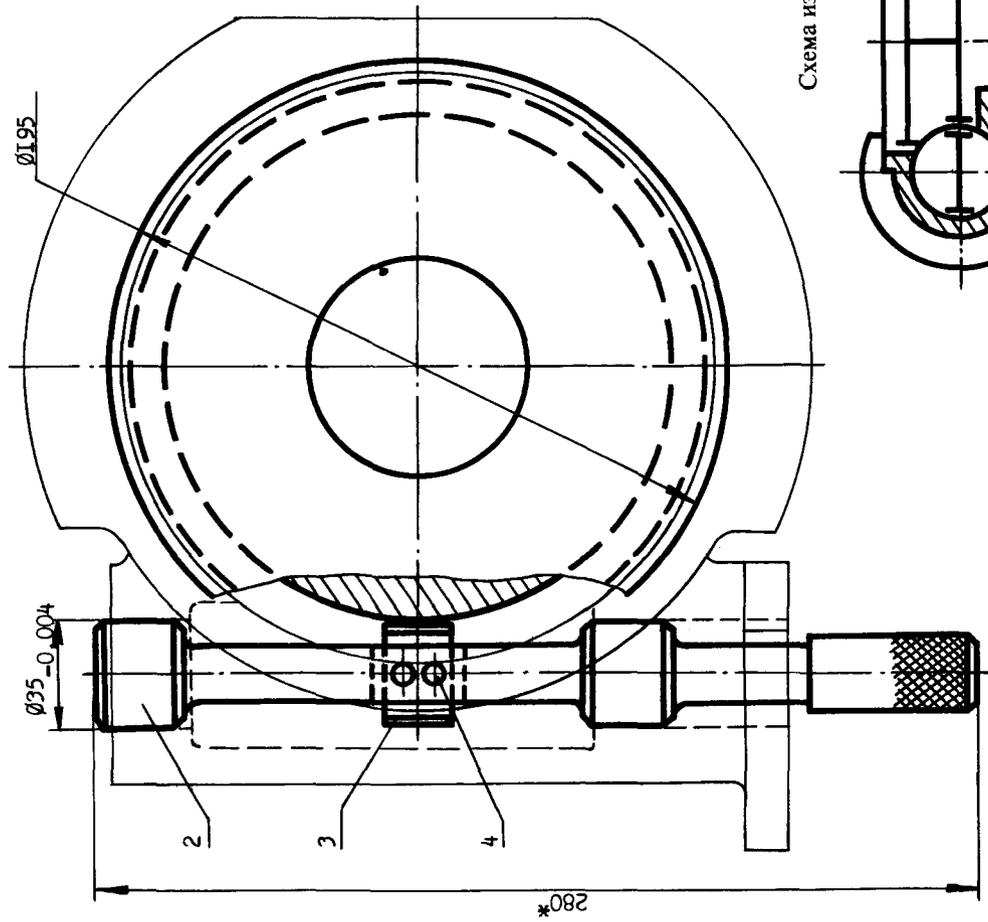
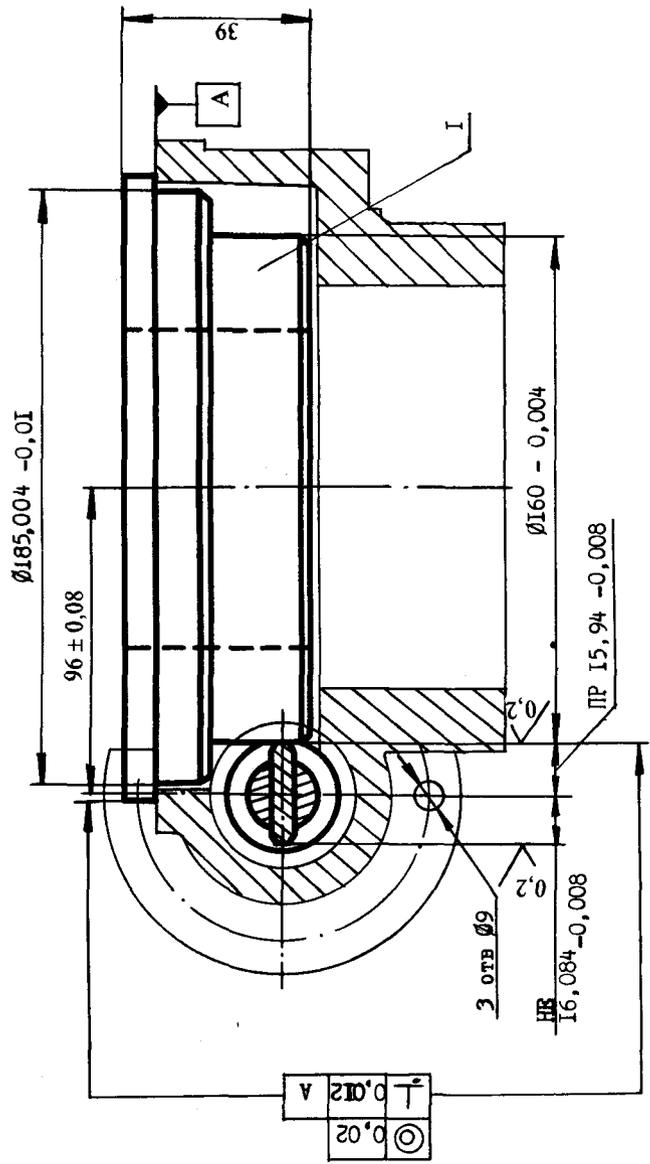


Рис. 4.5. Приспособление для контроля межцентрового расстояния:

1 - диск, 2 - оправка, 3 - калибр, 4 - заклепка

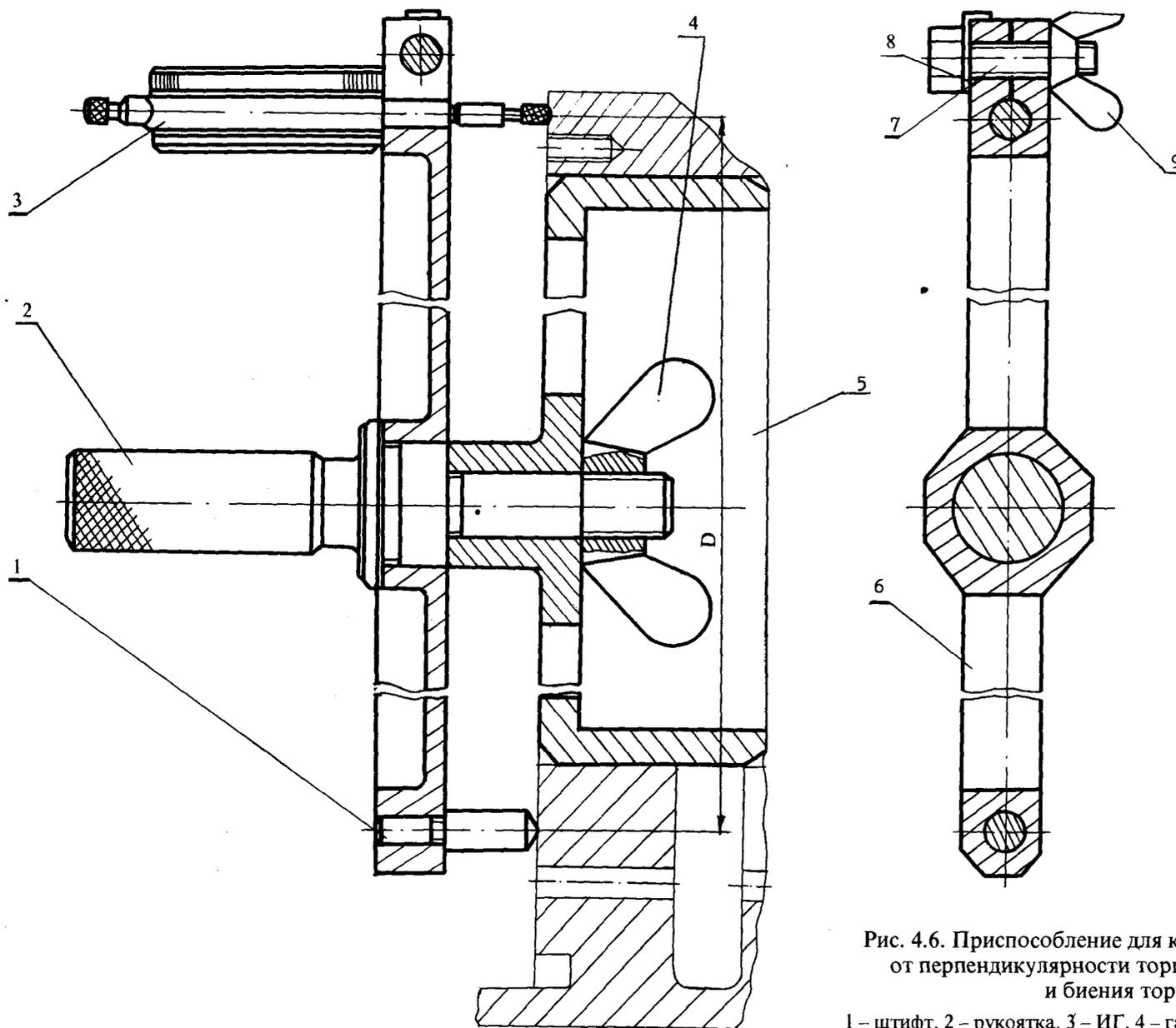


Рис. 4.6. Приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности торца к оси отверстия и биения торца:

1 – штифт, 2 – рукоятка, 3 – ИГ, 4 – гайка, 5 – калибр - пробка, 6 – стержень, 7 – винт, 8 – шайба, 9 – гайка

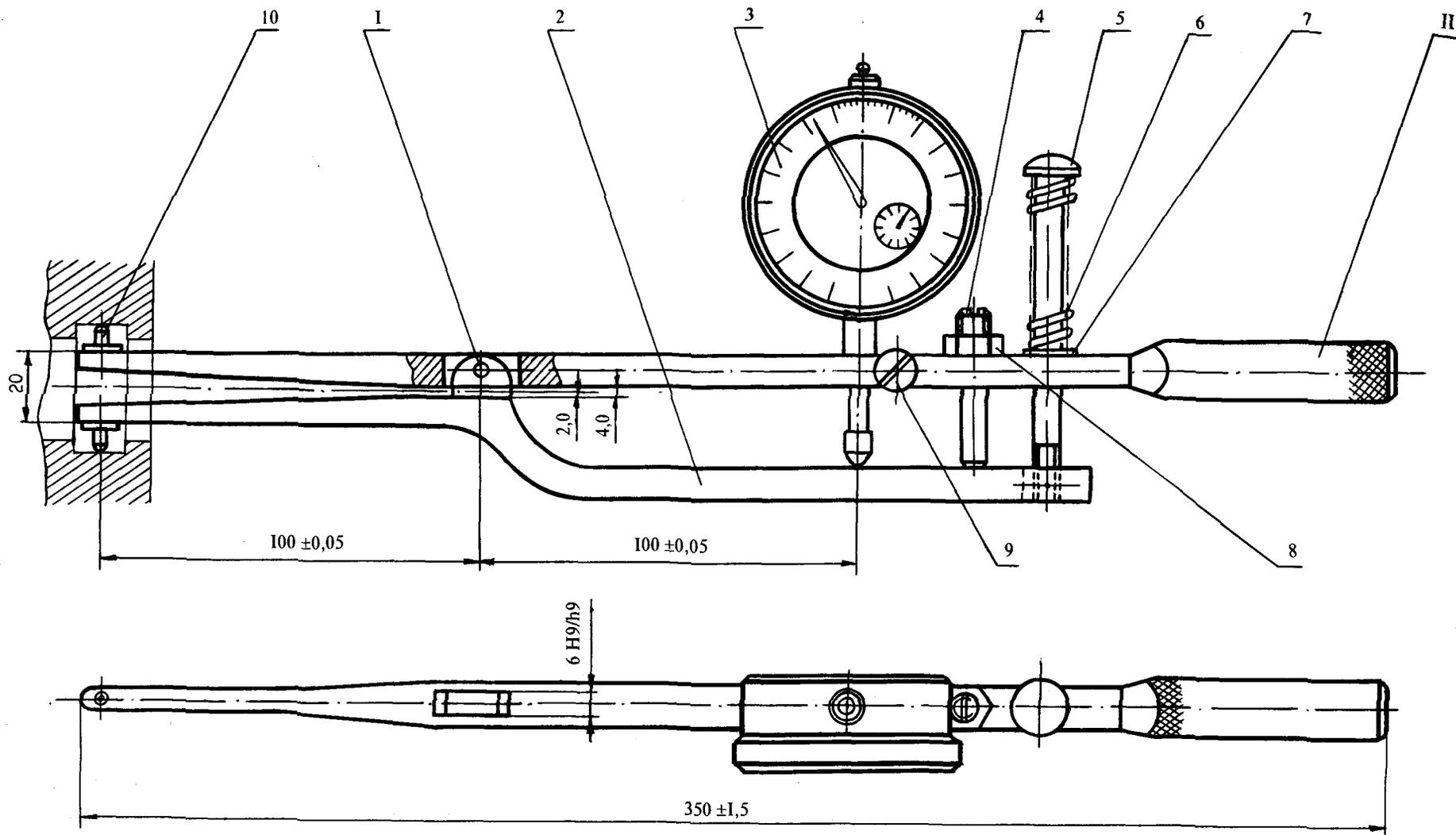


Рис. 4.7. Нутромер для внутренних канавок:
 1 – ось, 2 – нижняя ножка, 3 – ИГ, 4 – винт - упор, 5 – болт, 6 – пружина,
 7 – шайба, 8 – контргайка, 9 – винт, 10 – наконечник, 11 – верхняя ножка

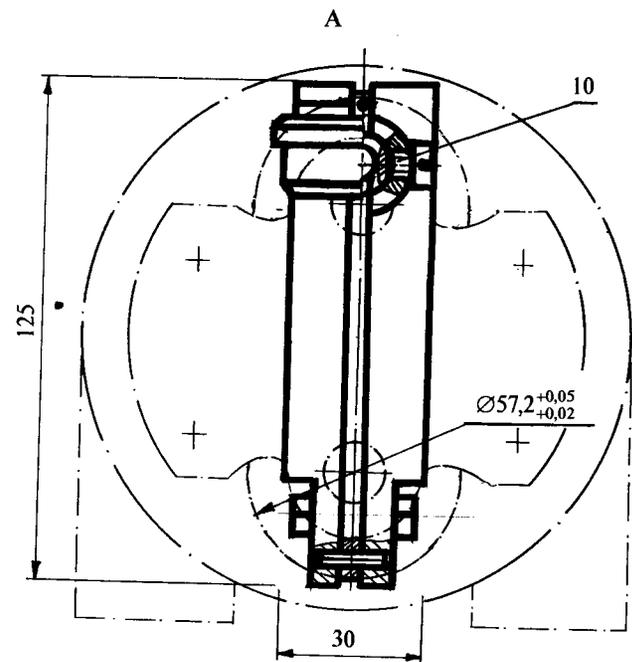
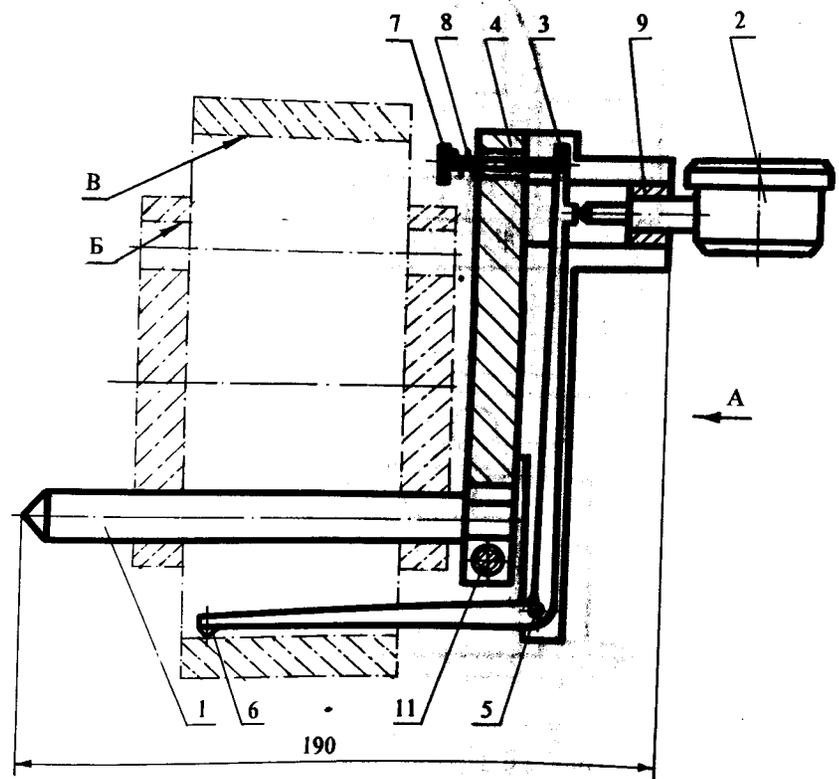


Схема измерения

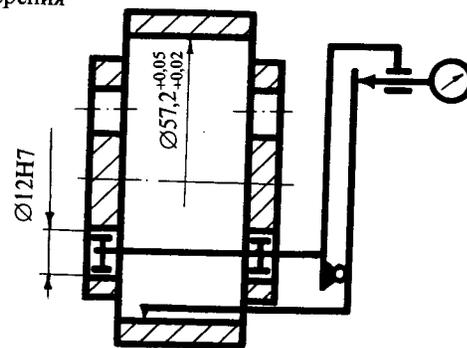


Рис. 4.8. Контрольные приспособления для проверки расстояния между осями отверстий:
 1 – оправка, 2 – ИГ, 3 – рычаг, 4 – планка, 5 – ось, 6 – щуп, 7 – винт, 8 – пружина, 9 – втулка, 10, 11 – винт

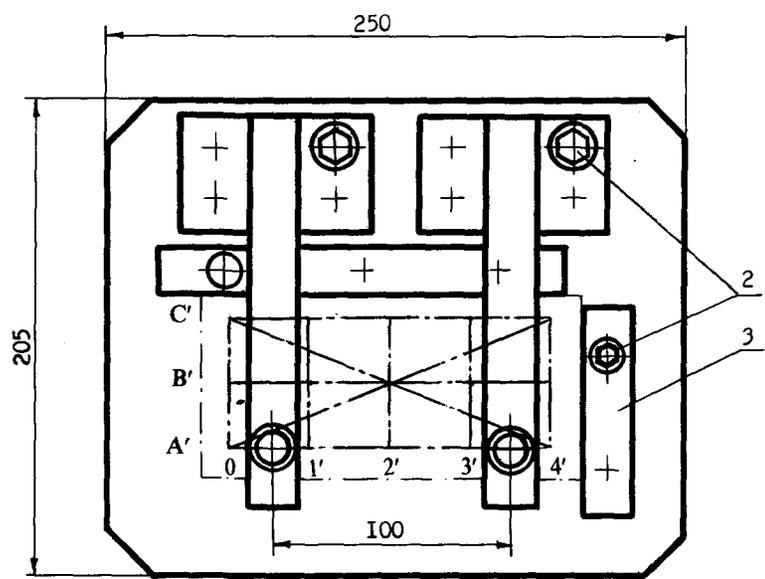
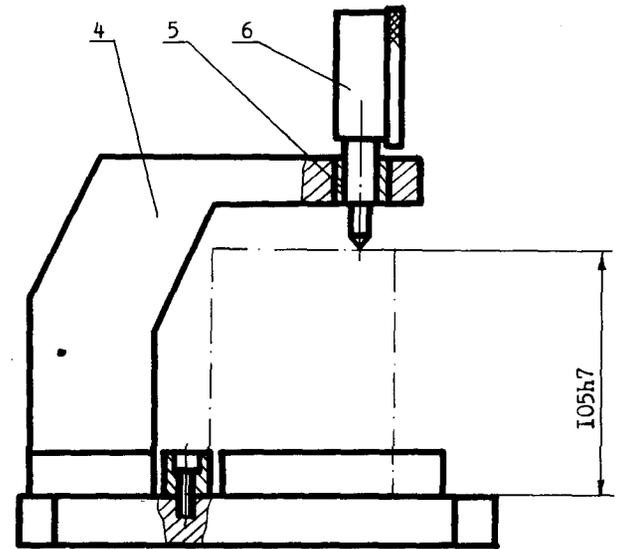
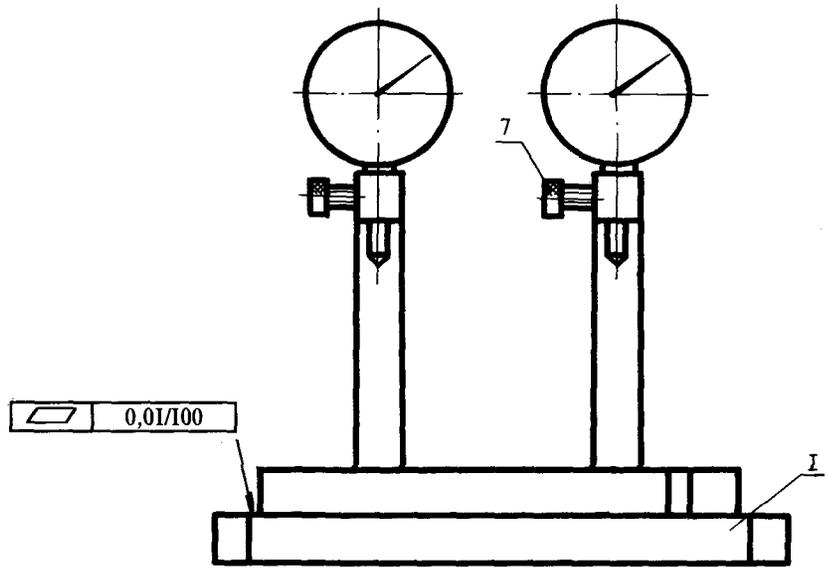


Схема измерения

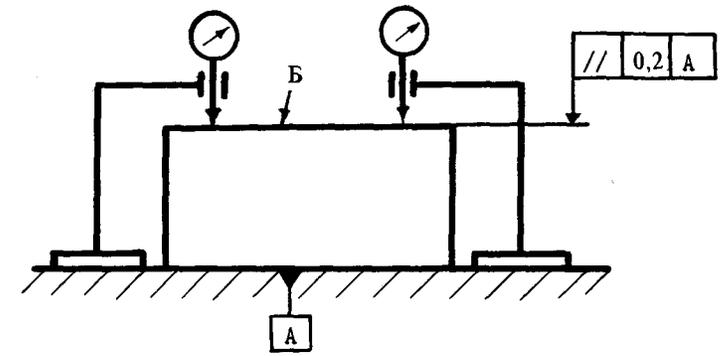


Рис. 4.9. Приспособление для контроля отклонений от параллельности и плоскостности поверхностей:

- 1 – основание, 2 – винт, 3 – планка, 4 – стойка,
- 5 – втулка, 6 – ИГ, 7 – винт

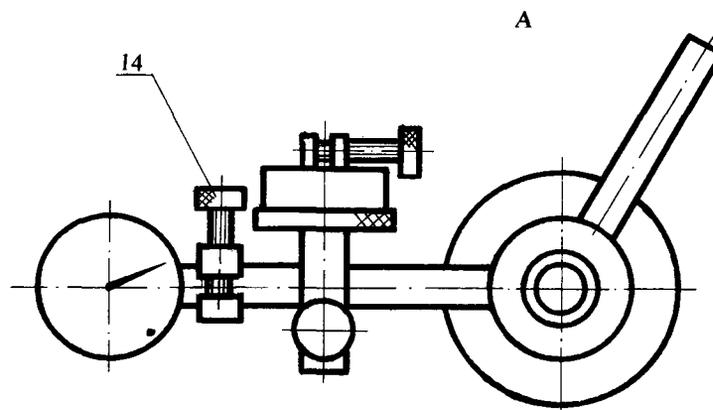
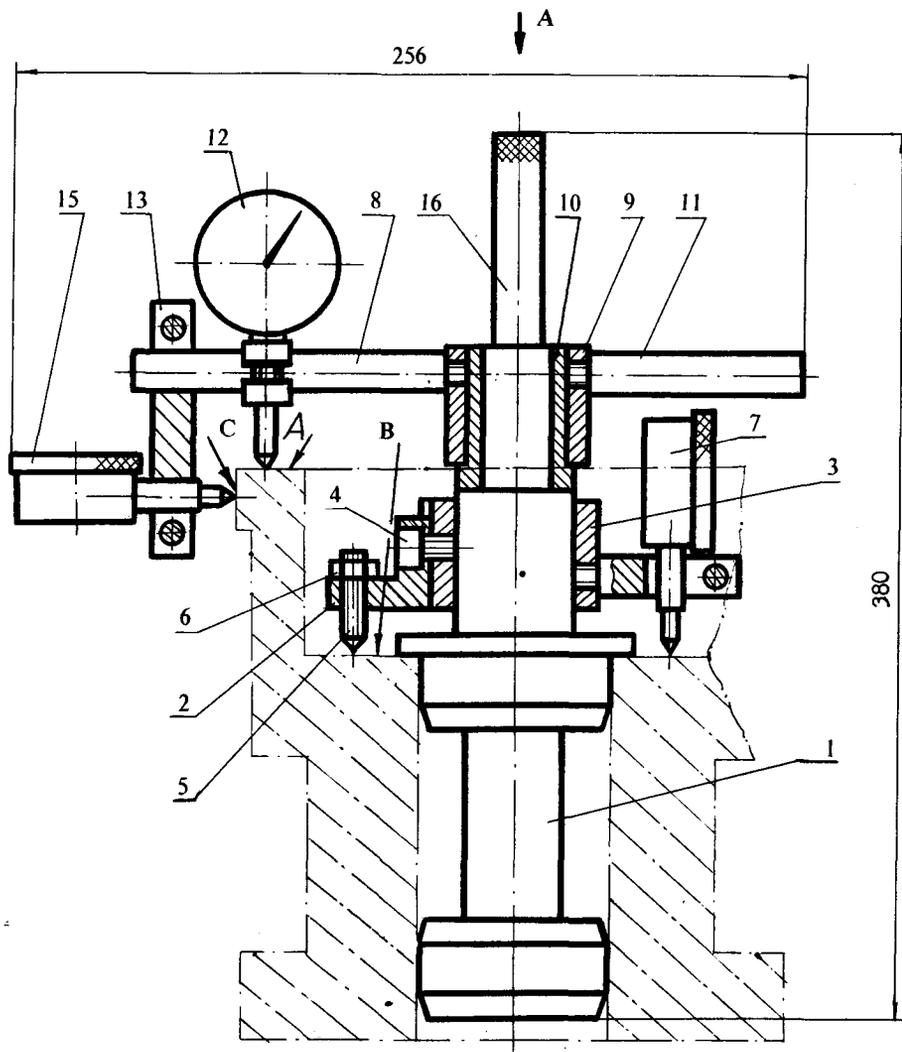


Схема измерения

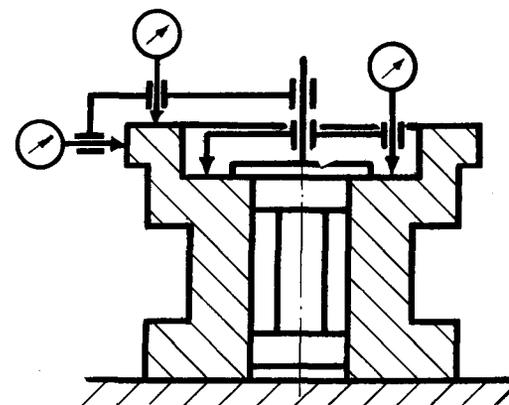
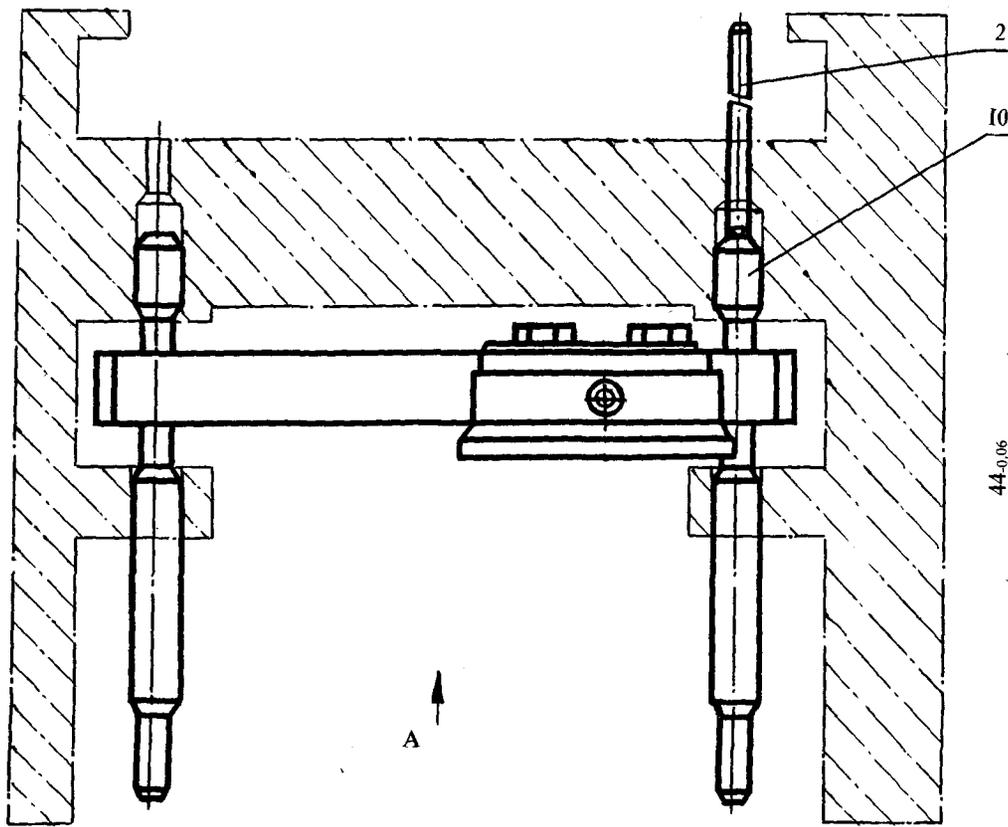


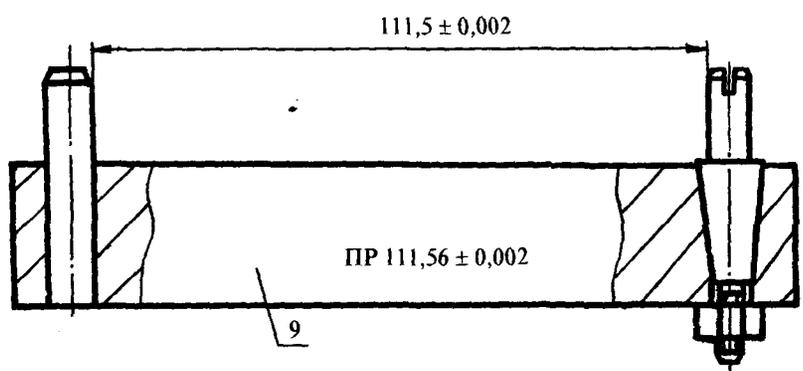
Рис. 4.10. Многомерное приспособление для контроля торцового и радиального биения у корпуса насоса:

- 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



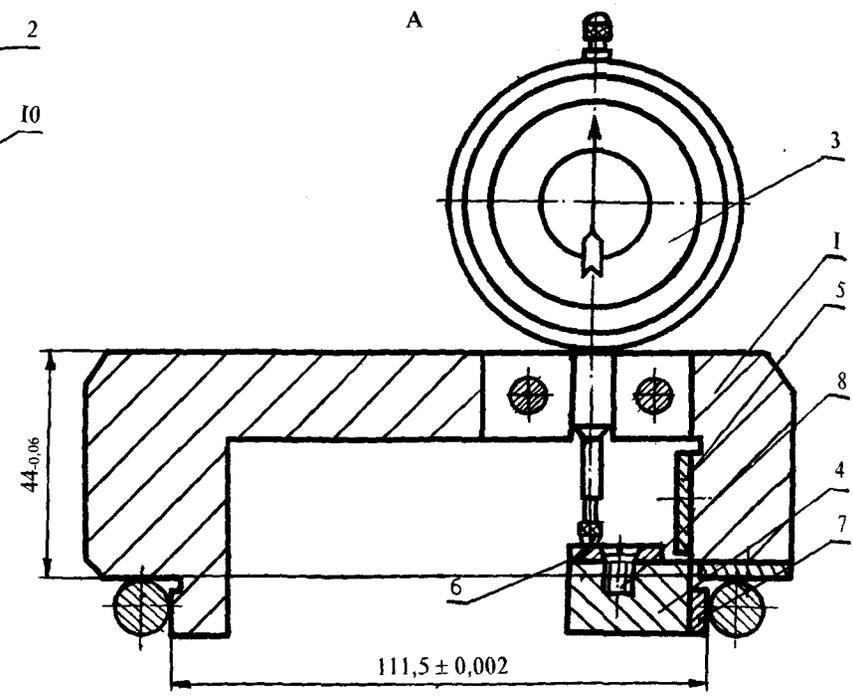
A ↑

a)

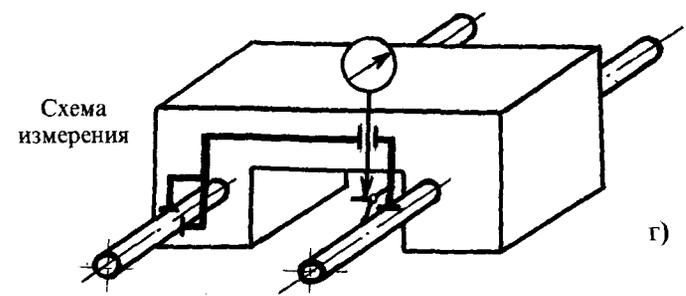


ПР 111,56 ± 0,002

б)



в)



г)

Рис. 4.11. Контрольное приспособление для проверки расстояний между осями отверстий:

- 1 – скоба, 2 – оправка, 3 – ИГ, 4 – плитка, 5, 6 – пружина,
- 7 – планка, 8 – винт, 9 – калибр, 10 – конусная ступень

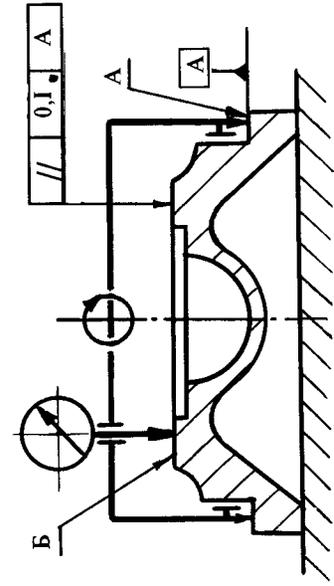
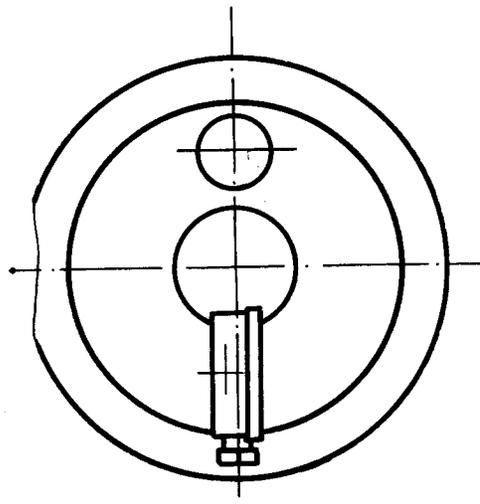
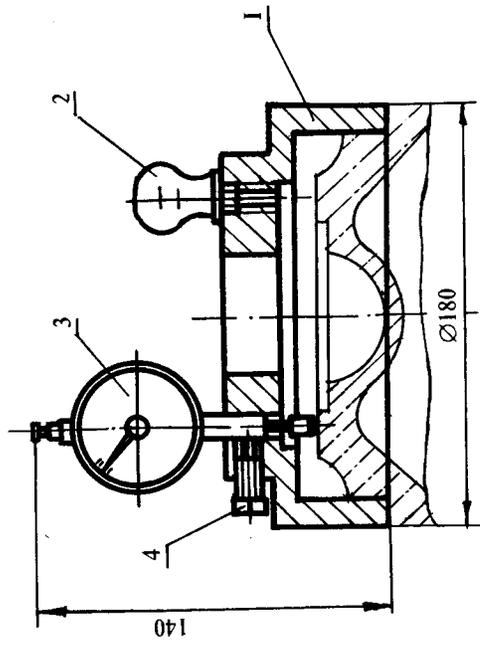


Рис. 4.12. Контрольное приспособление для измерения отклонения от параллельности плоскостей:

1 – диск, 2 – рукоятка, 3 – ИГ, 4 – винт

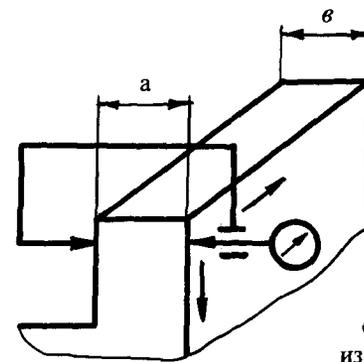
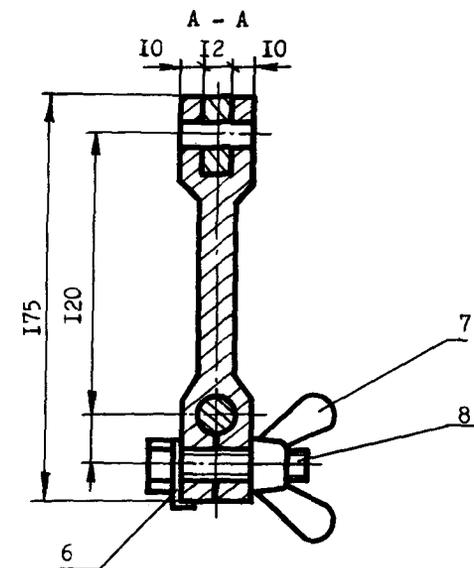
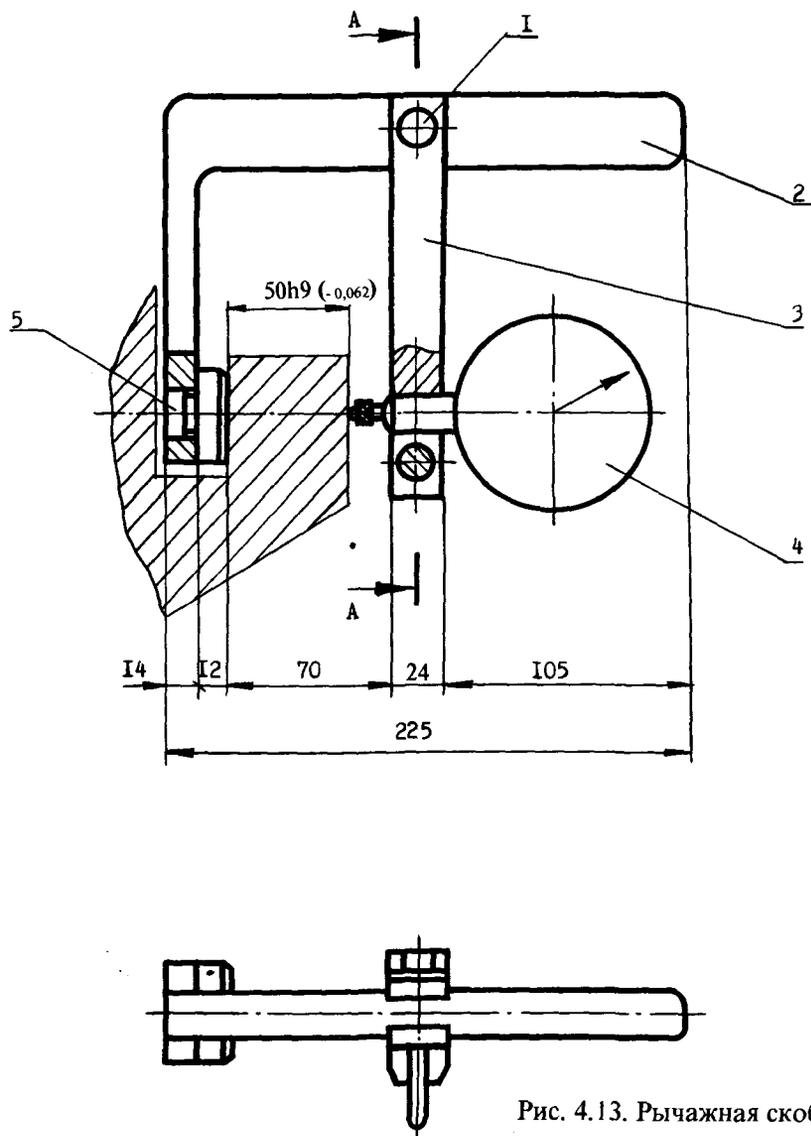


Схема измерения

Рис. 4.13. Рычажная скоба для контроля отклонения от параллельности плоскостей:
1 – заклепка, 2 – рычаг, 3 – стойка, 4 – ИГ, 5 – подпятник, 6 – шайба, 7 – гайка, 8 – винт

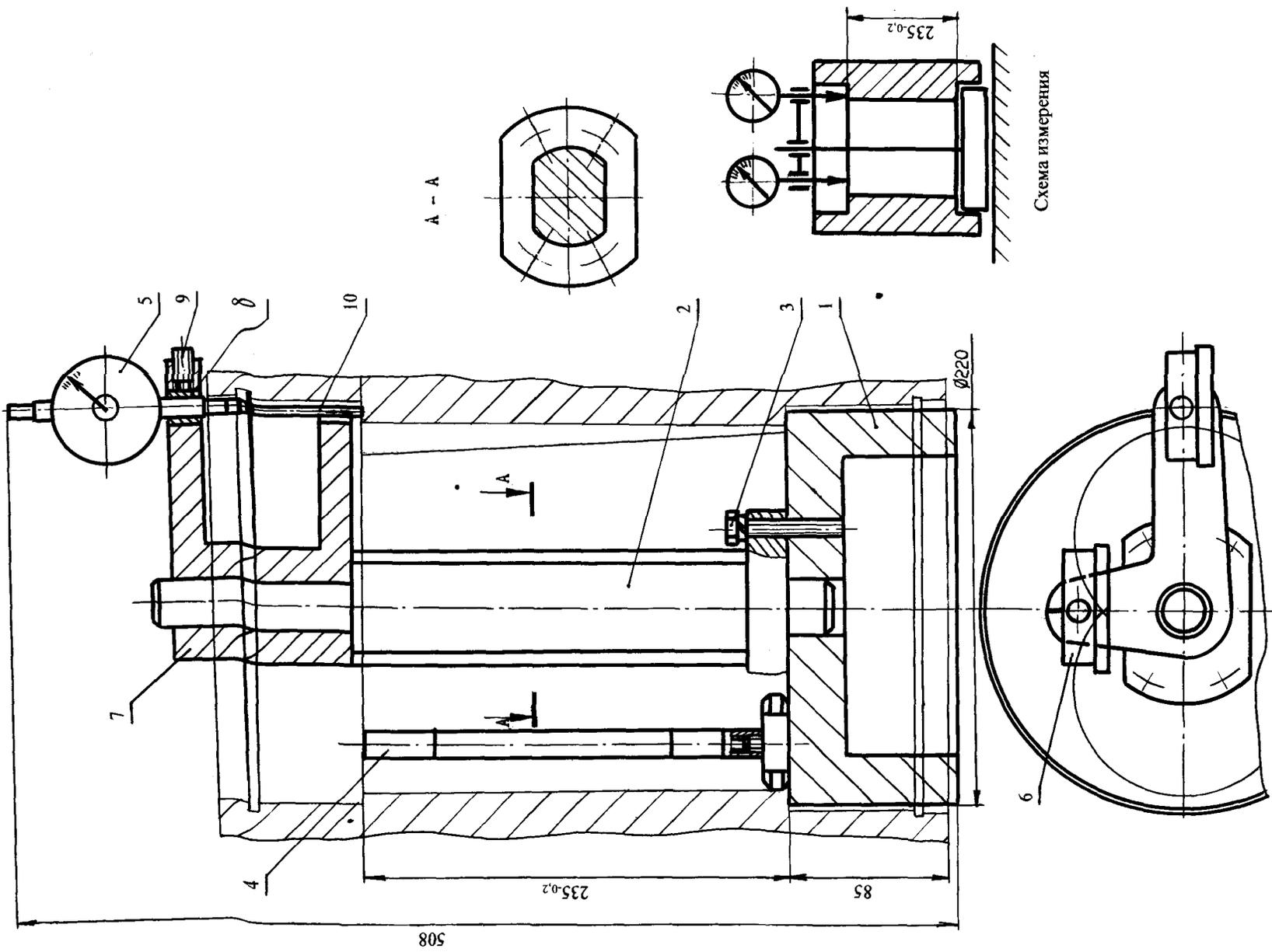


Рис. 4.14. Приспособление для контроля расстояния между внутренними торцами выточек:

- 1 – стержень, 2 – стойка, 3 – винт, 4 – эталон, 5, 6 – ИГ, 7 – кронштейн,
- 8 – втулка, 9 – винт, 10 – стержень

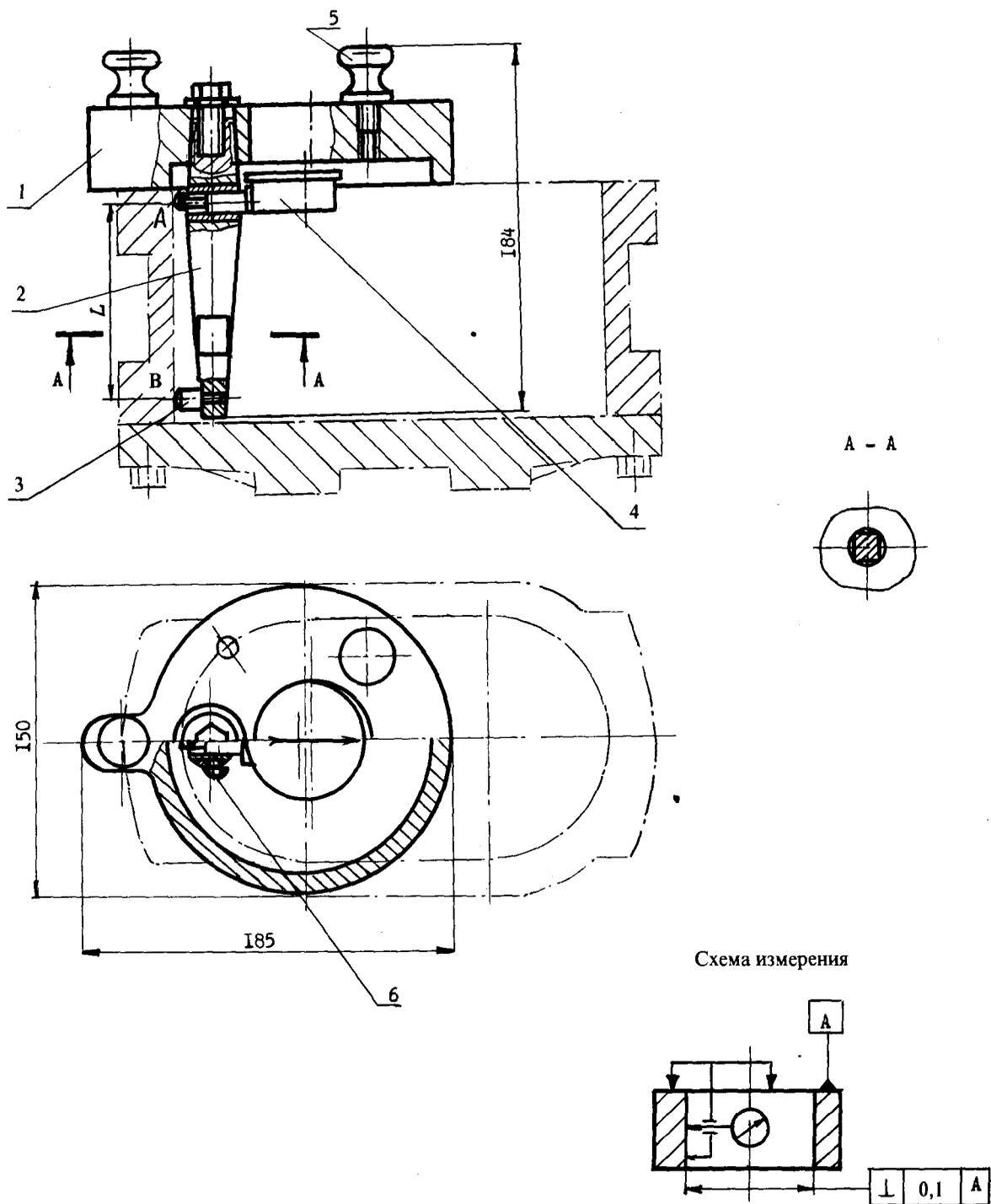


Рис. 4.15. Приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности оси отверстия к торцу:

1 – основание, 2 – стойка, 3 – упор, 4 – ИГ, 5 – рукоятка, 6 – винт

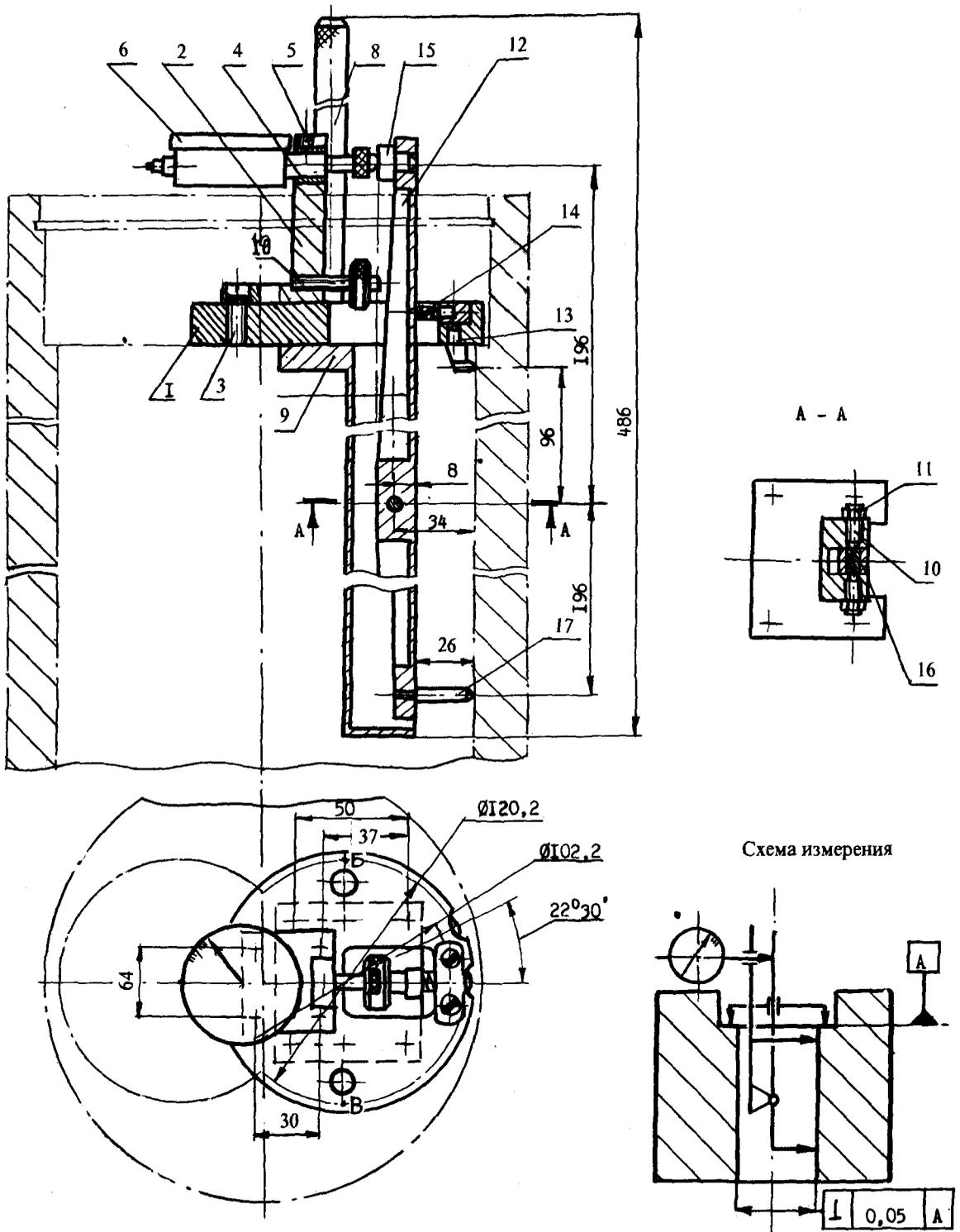


Рис. 4.16. Контрольное приспособление для проверки отклонения от перпендикулярности оси отверстия к внутреннему торцу:

- 1 – основание, 2 – кронштейн, 3 – винт, 4 – втулка, 5 – винт, 6 – ИГ, 7 – упор, 8 – рукоятка, 9 – кронштейн, 10 – ось, 11 – гайка, 12 – рычаг, 13 – упор, 14 – пружина, 15 – подпятник, 16 – втулка, 17 – шуп

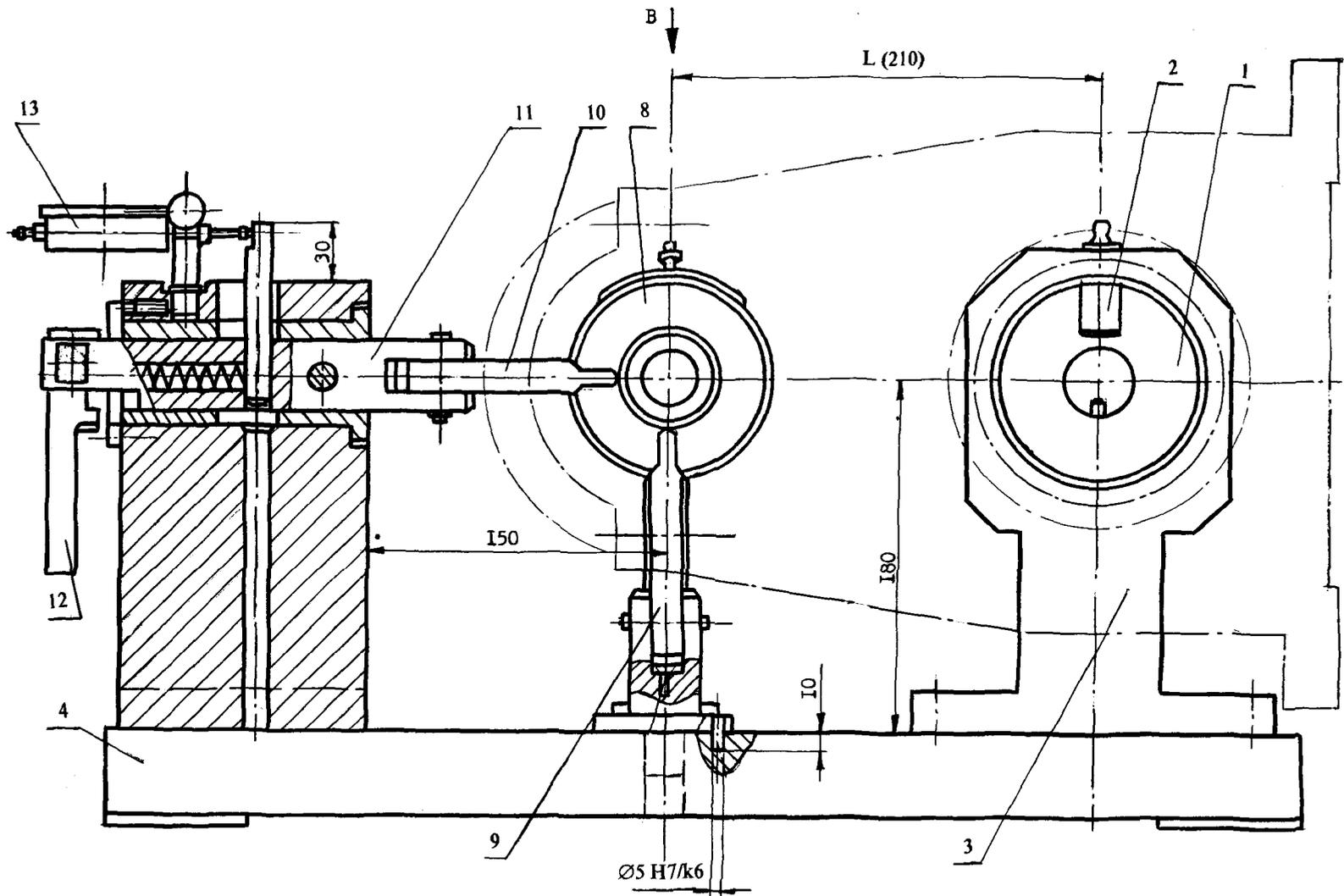


Рис. 4.17. Контрольное приспособление для проверки расположения осей отверстий у корпусов с базированием на кулачковую оправку:

1 – оправка, 2 – кулачок, 3 – стойка, 4 – плита, 8 – оправка, 9, 10 – рычаг,
11 – плунжер, 12 – рукоятка, 13 – ИГ

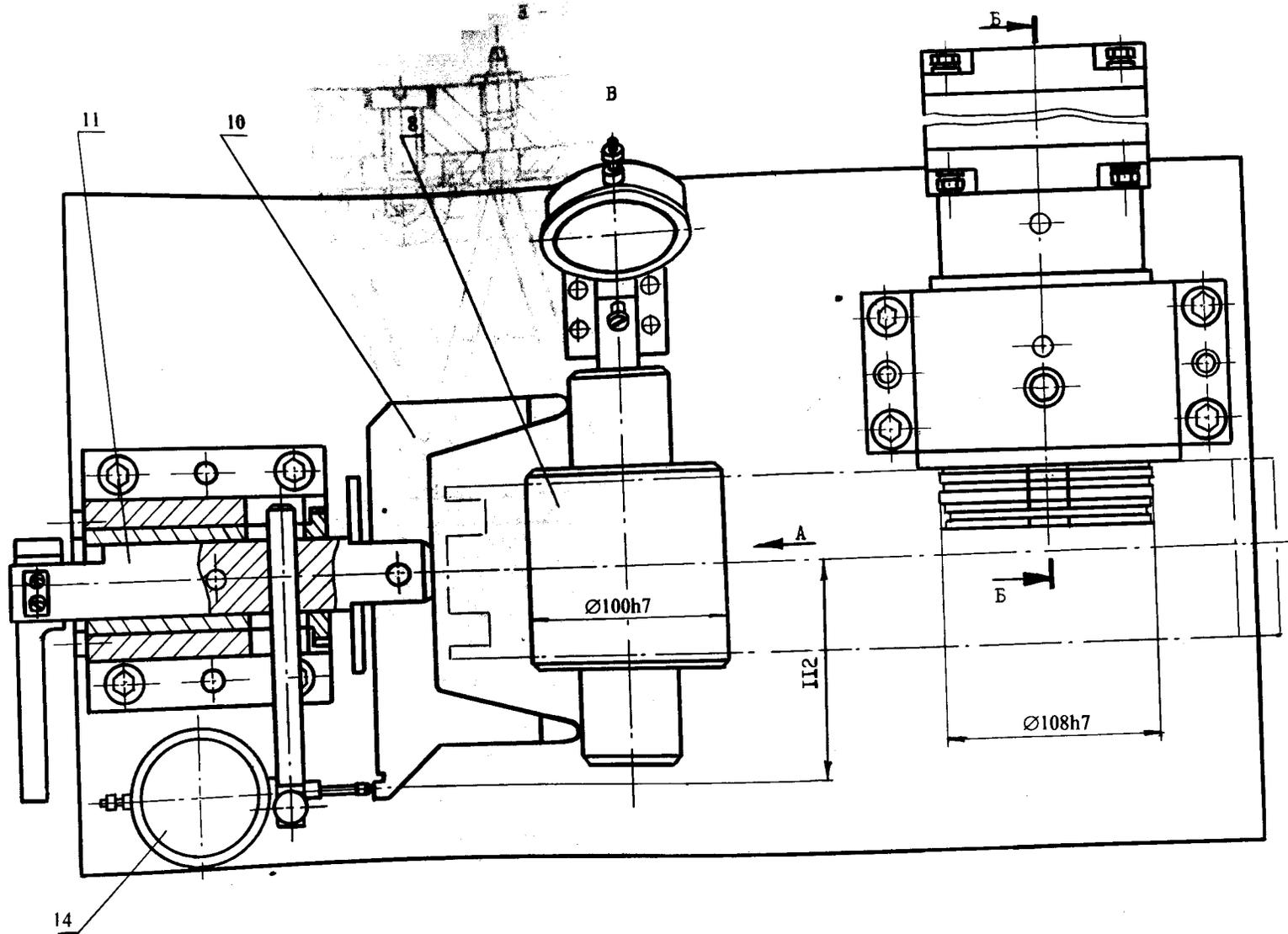


Рис. 4.18. Контрольное приспособление для проверки расположения осей отверстий у корпусов с базированием на кулачковую оправку (вид В на рис. 4.17):

8 – оправка, 10 – рычаг, 11 – плунжер, 14 – ИГ

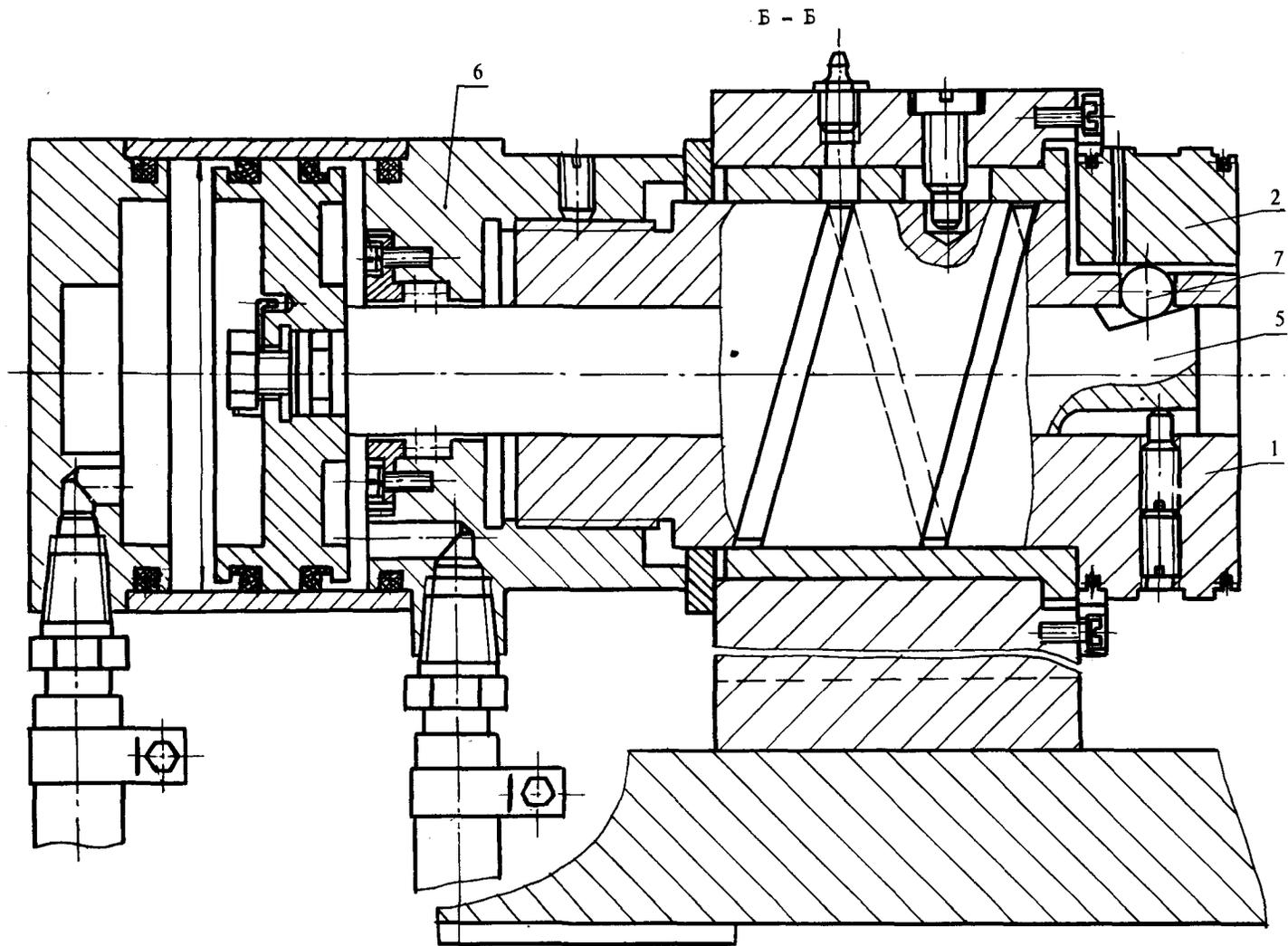


Рис. 4.19. Контрольное приспособление для проверки расположения осей отверстий у корпусов с базированием на кулачковую оправку (разрез Б - Б на рис. 4.18):

1 – оправка, 2 – кулачок, 5 – шток, 6 – пневмоцилиндр, 7 – шарик

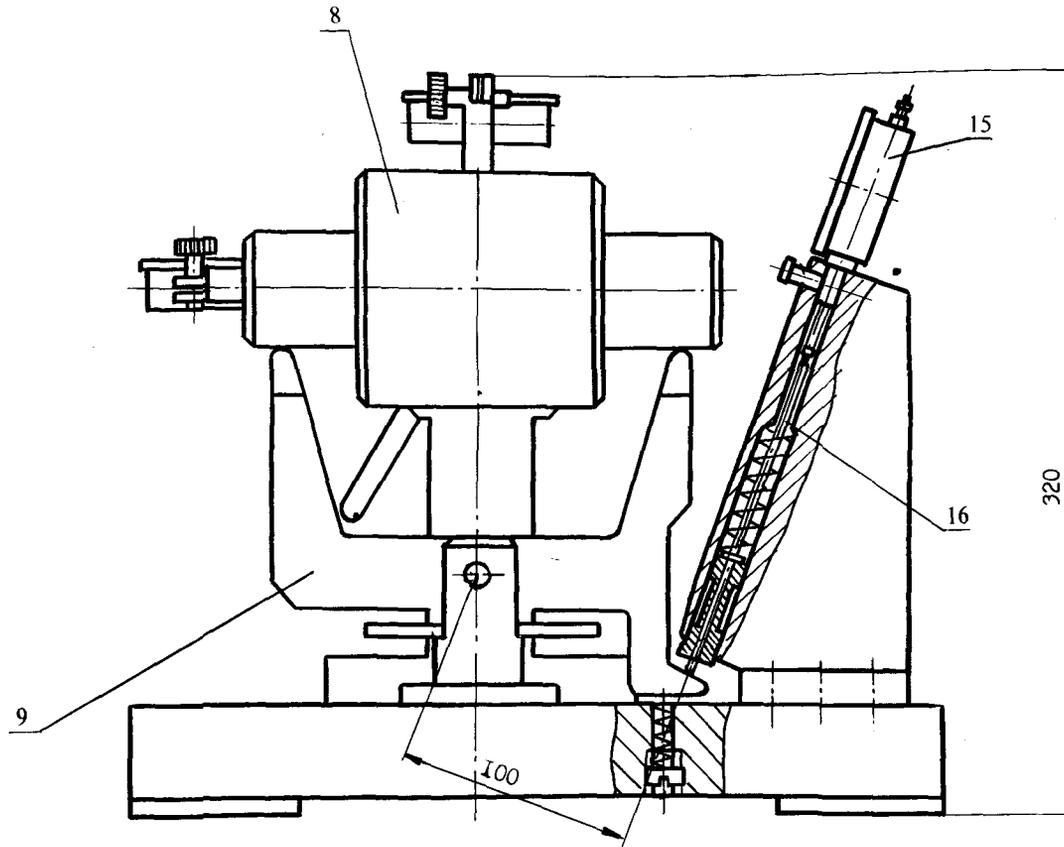


Рис. 4.20. Контрольное приспособление для проверки расположения осей отверстий у корпусов с базированием на кулачковую оправку (вид А на рис. 4.18):

8 – оправка, 9 – рычаг, 15 – ИГ, 16 – прямая передача

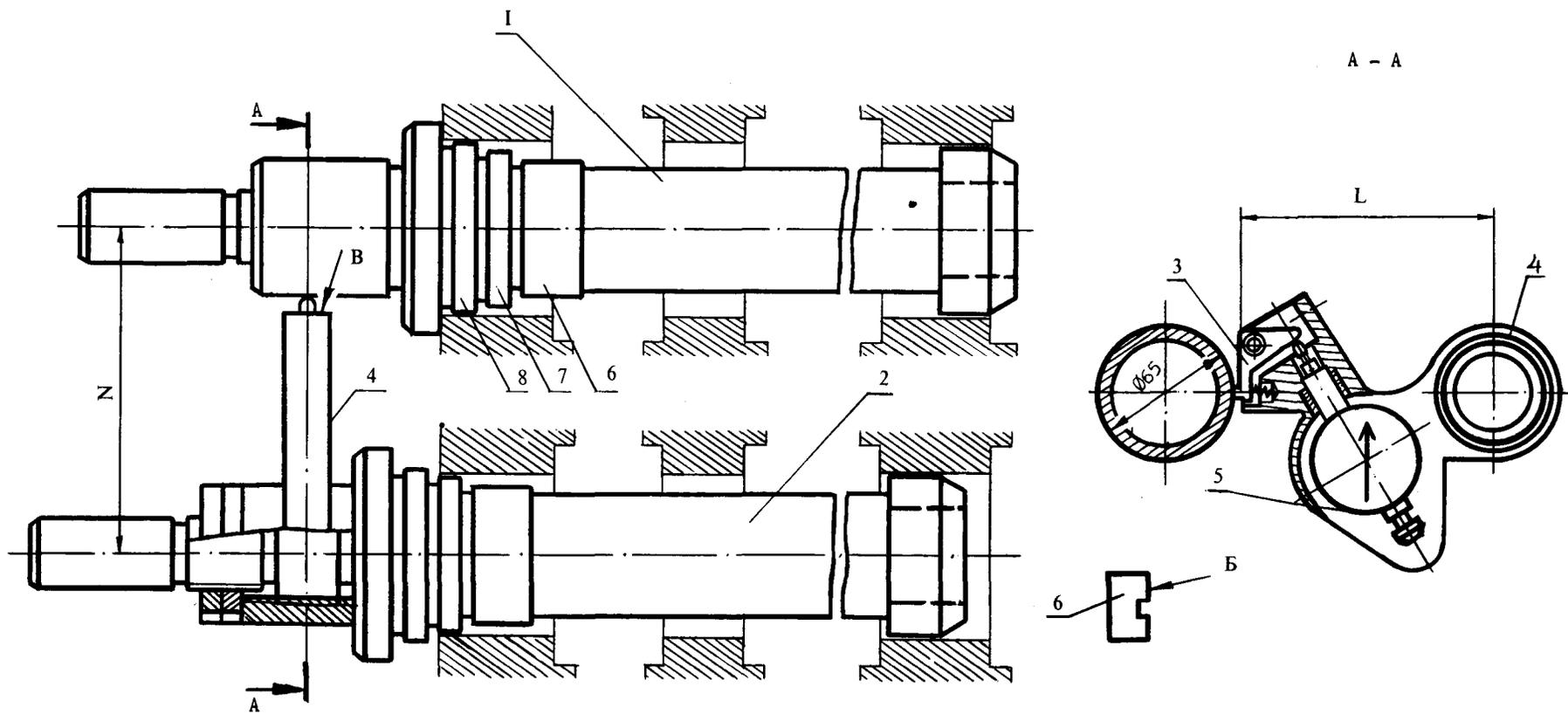


Рис. 4.21. Контрольное приспособление со ступенчатыми оправками:
 1, 2 – оправка, 3 – рычаг, 4 – корпус, 5 – ИГ, 6 - 8, – ступени оправки

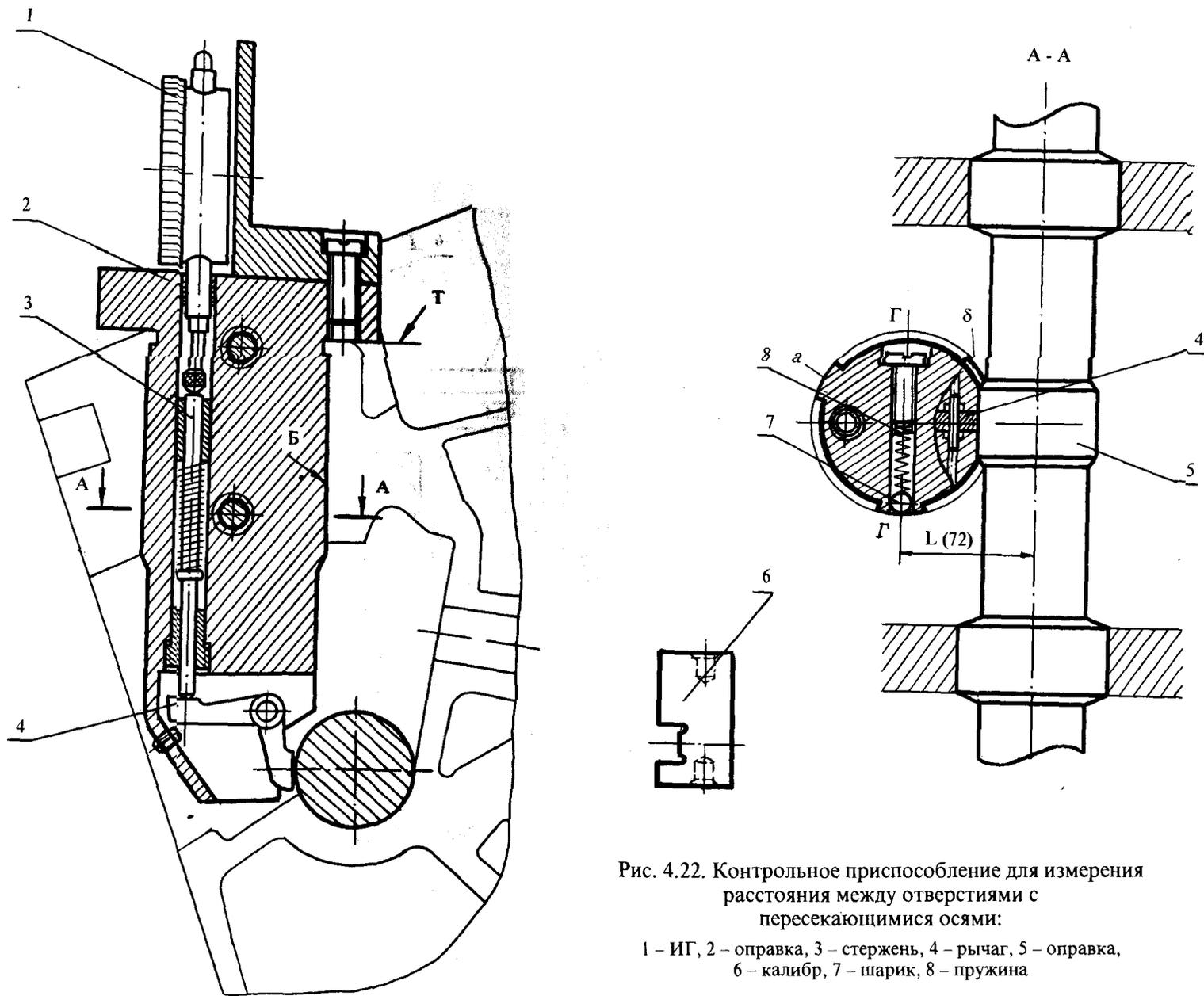


Рис. 4.22. Контрольное приспособление для измерения расстояния между отверстиями с пересекающимися осями:

1 – ИГ, 2 – оправка, 3 – стержень, 4 – рычаг, 5 – оправка,
6 – калибр, 7 – шарик, 8 – пружина

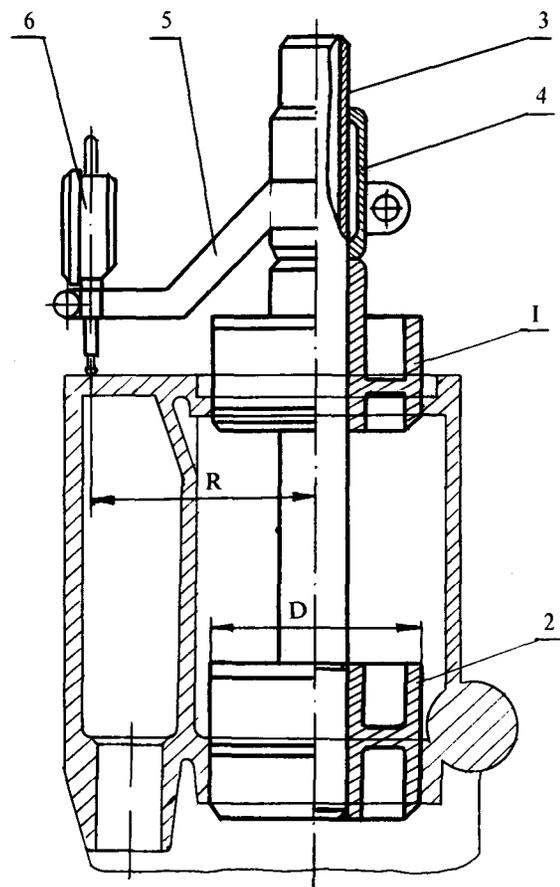


Рис. 4.23. Приспособление для проверки отклоне
от перпендикулярности оси отверстия
к прилегающему торцу:
1, 2 – пробка, 3 – оправка, 4 – ступица, 5 – рычаг, 6 – ИГ

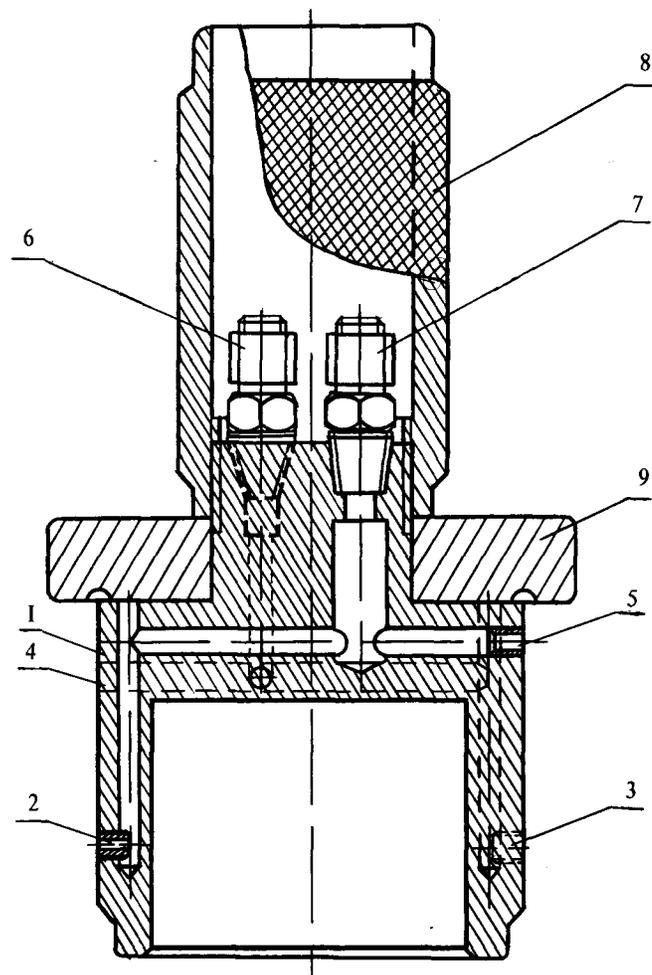


Рис. 4.24. Калибр - пробка пневматическая для проверки
диаметра и конусности отверстия:
1 – пробка, 2 - 5 – сопло, 6, 7 – штангенциркуль, 8 – рукоятка, 9 – диск

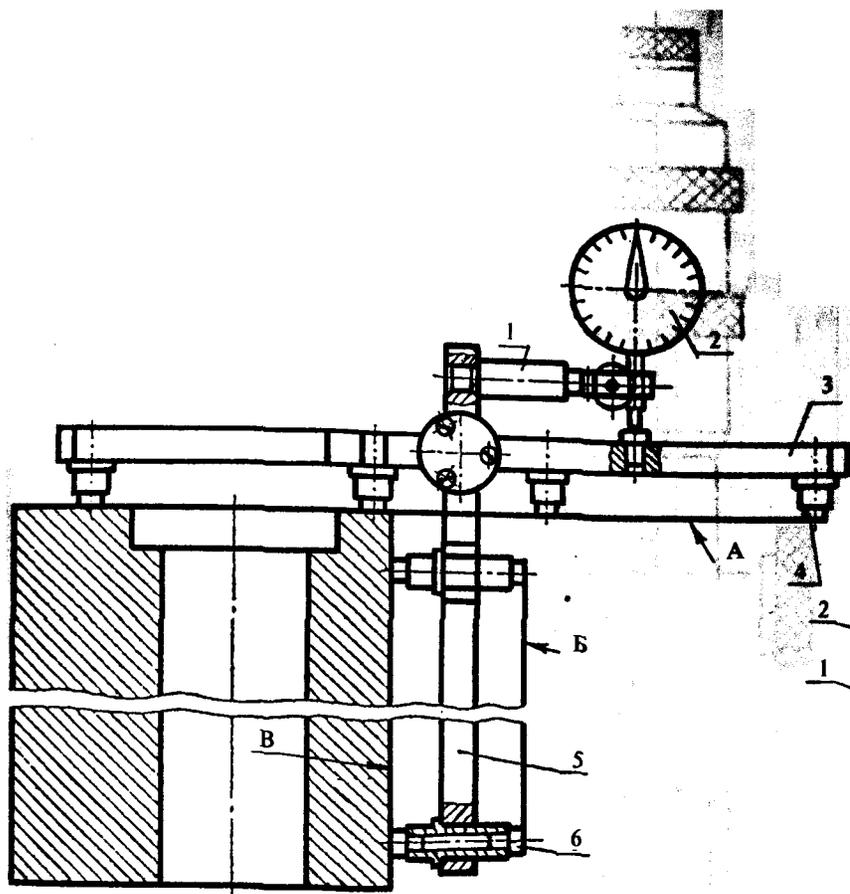


Рис. 4.25. Приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности плоскостей:

1 – стойка, 2 – ИГ, 3 – коромысло, 4 – опора, 5 – основание, 6 – опора

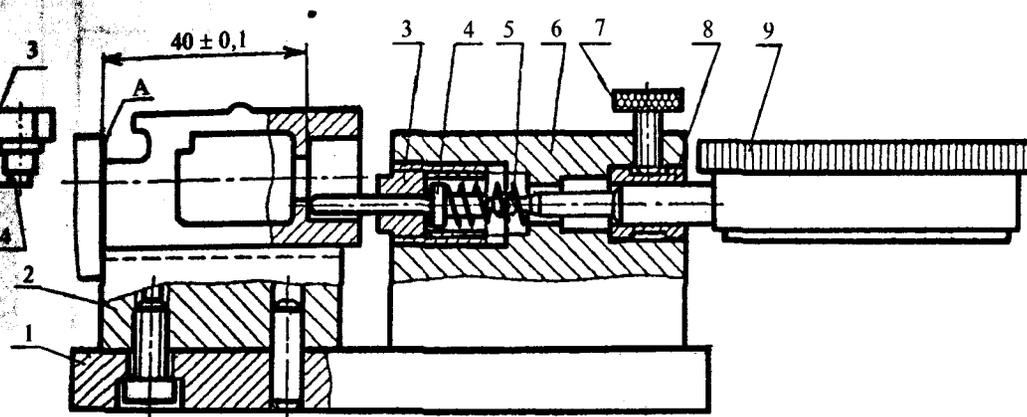


Рис. 4.26. Приспособление для контроля внутреннего линейного размера:

1 – основание, 2 – стойка, 3 – втулка, 4 – шуп, 5 – пружина, 6 – стойка, 7 – винт, 8 – втулка, 9 – ИГ

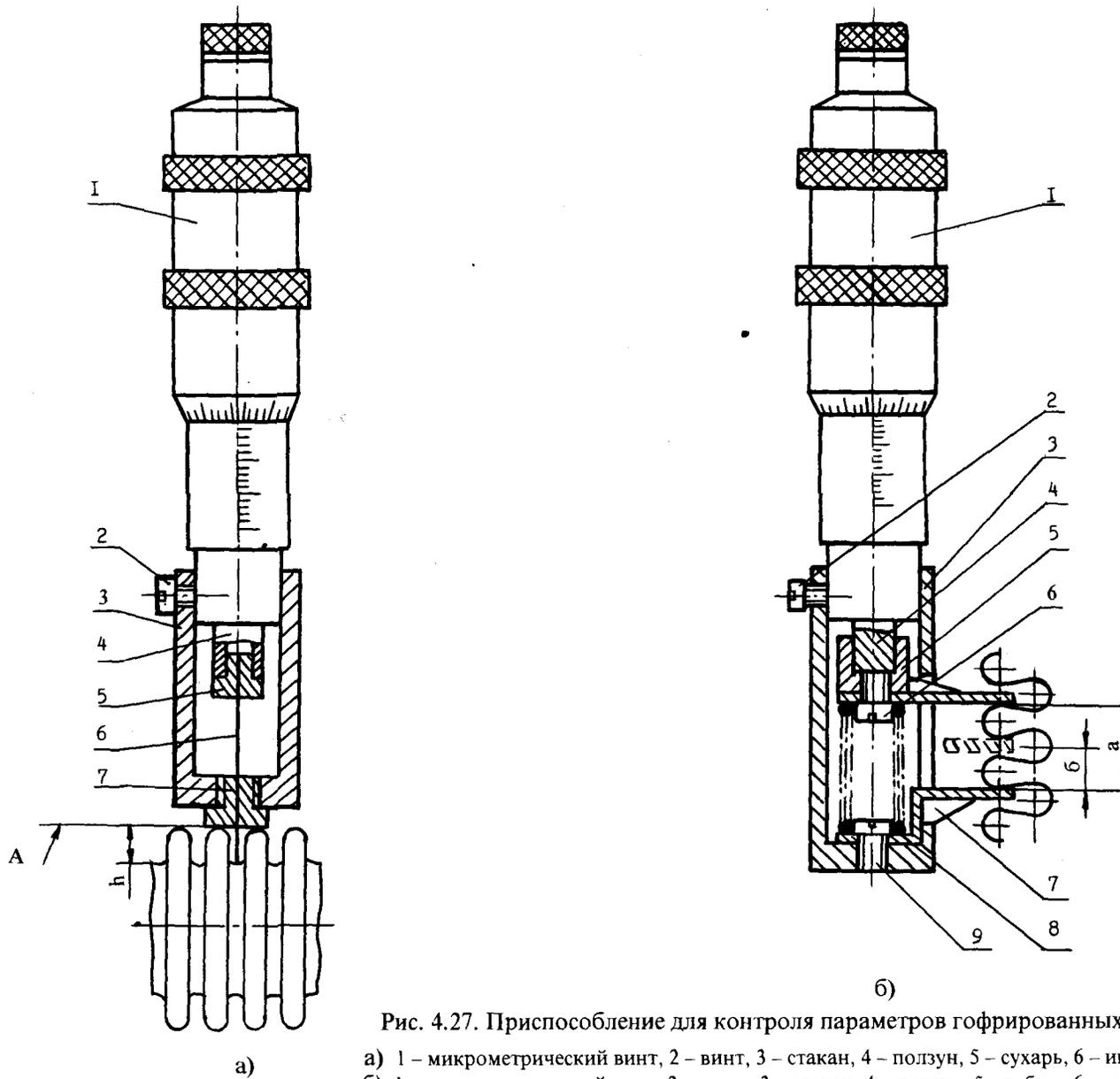


Рис. 4.27. Приспособление для контроля параметров гофрированных оболочек:

- а) 1 – микрометрический винт, 2 – винт, 3 – стакан, 4 – ползун, 5 – сухарь, 6 – игла, 7 – втулка
 б) 1 – микрометрический винт, 2 – винт, 3 – стакан, 4 – ползун, 5 – губка, 6 – винт, 7 – губка, 8 – пружина, 9 – винт

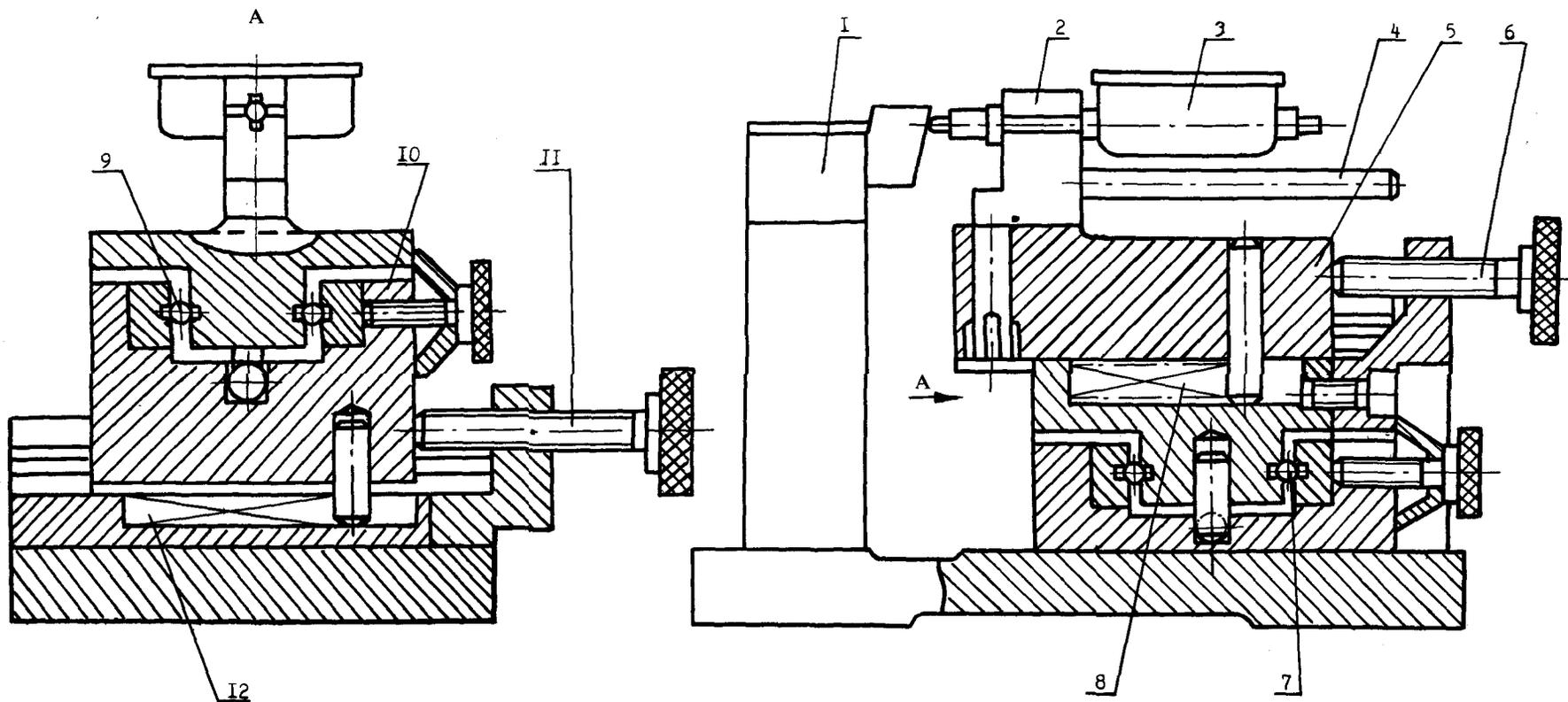


Рис. 4.28. Приспособление для контроля дугового профиля:
 1, 2 – державка, 3 – ИГ, 4 – рукоятка, 5 – каретка, 6 – винт, 7 – шарик,
 8 – пружина, 9 – шарик, 10 – каретка, 11 – винт, 12 – пружина

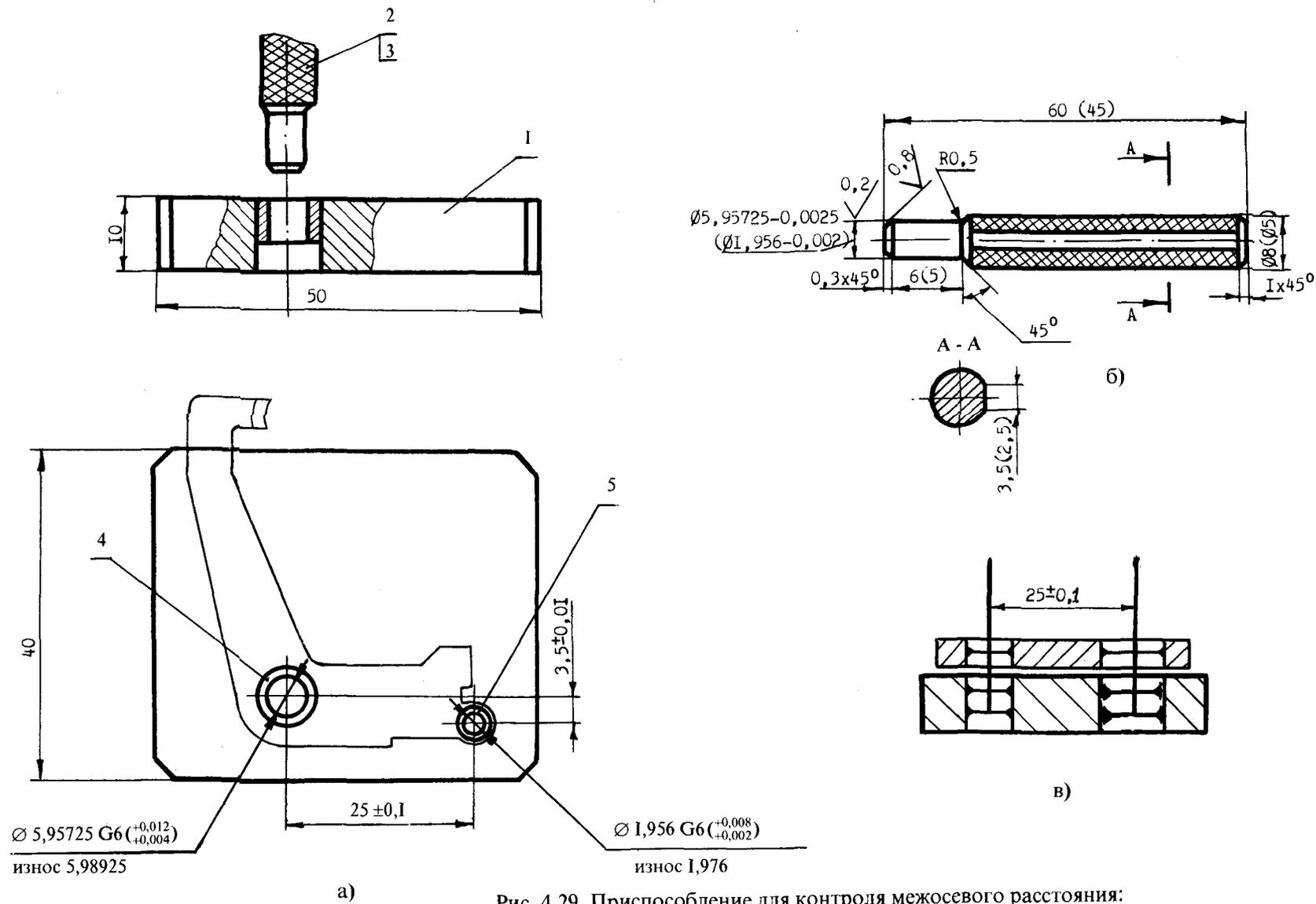


Рис. 4.29. Приспособление для контроля межосевого расстояния:

1 – плита, 2, 3 – калибр, 4, 5 – втулка

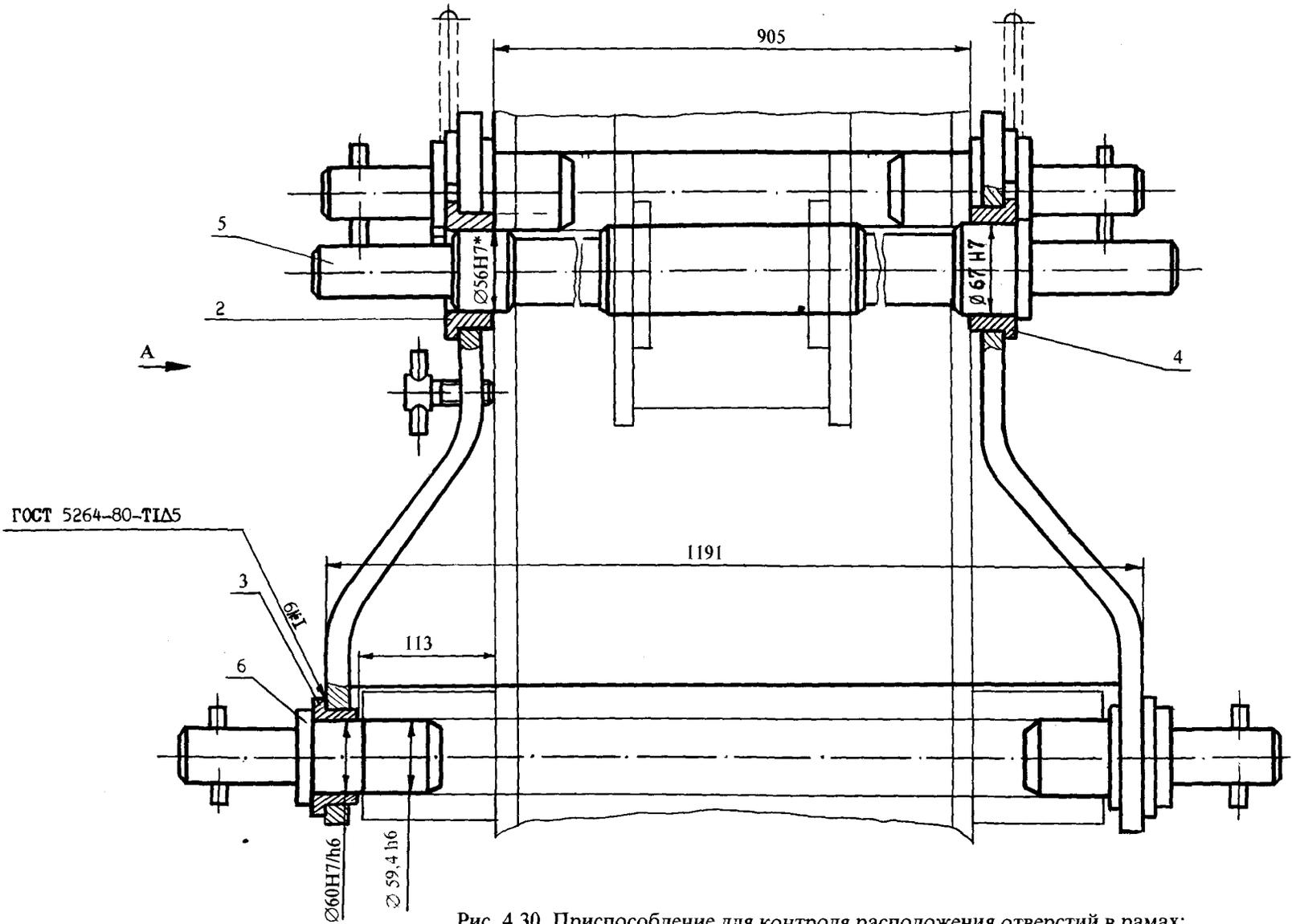


Рис. 4.30. Приспособление для контроля расположения отверстий в рамах:
 2 – 4 – кондукторная втулка, 5, 6 – калибр - пробка

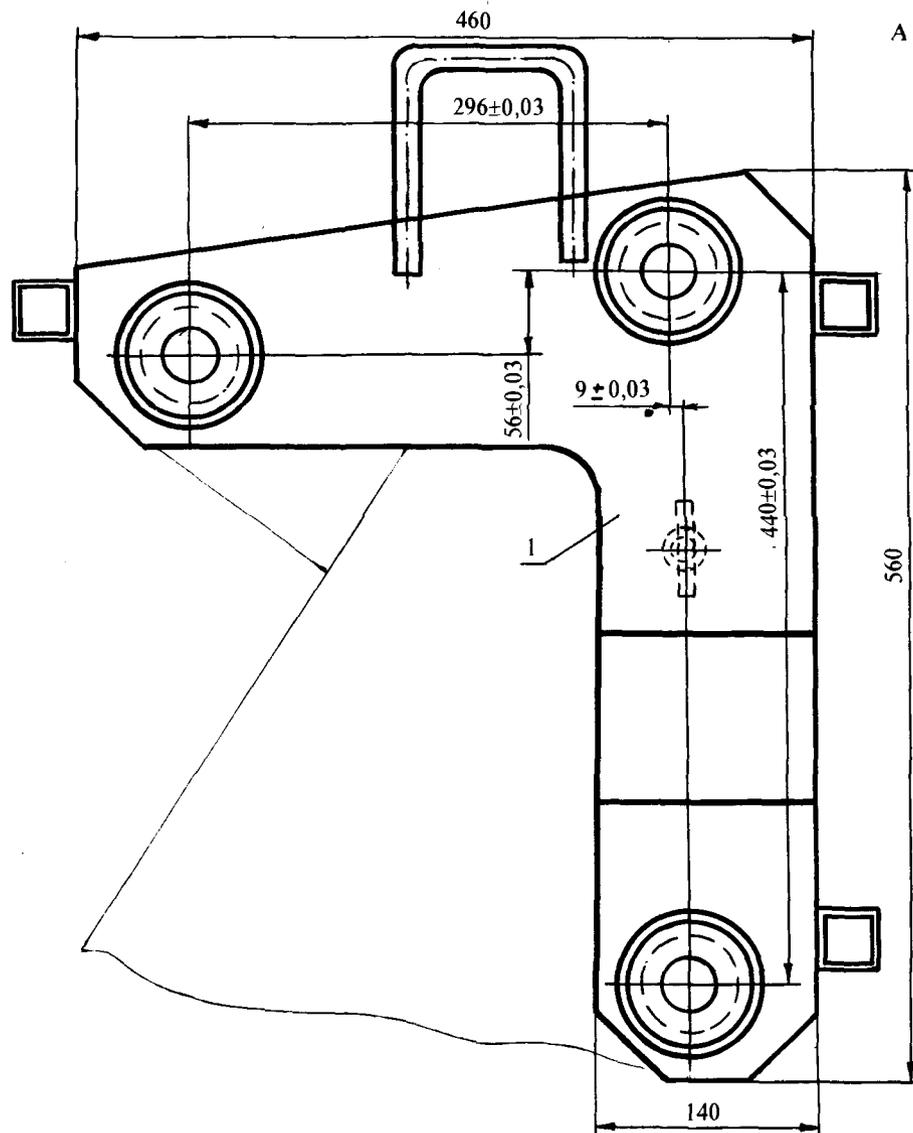


Рис. 4.31. Приспособление для контроля расположения отверстий в рамах (вид А на рис. 4.30):

1 – Г - образная щека

15. Специальные контрольно-измерительные приспособления

5.1. Приспособления для контроля желобов фасонного профиля

На рис. 5.1 показано приспособление для измерения желобов фасонного профиля [1]. Оно состоит из корпуса 1, штанги 2, плоской пружины 3, втулки 4, пружины сжатия 5, стопорного пальца 6, шарика-щупа 7 и хомутика 8. При измерении шарик 7 помещают в желоб 11 фасонного профиля. Удлиненные наконечники ИГ 9 и 10 контактируют с шариком плоскими щупами 12 и 13. При вращении измеряемого диска шарик перемещается одновременно в двух направлениях (по осям X и Y). ИГ, установленные перпендикулярно друг к другу, регистрируют величины радиально-го и торцового биения желоба. В зависимости от точности ИГ можно измерить правильность формы желоба с точностью до 0,1 мкм.

Данное приспособление может быть использовано, например, в подшипниковой промышленности для измерения доводочных кольцевых канавок в шародовочных станках.

5.2. Приспособление для контроля отклонений от соосности при двустороннем растачивании отверстий

На рис. 5.2 показано приспособление для контроля отклонений от соосности при двустороннем растачивании отверстий в корпусных деталях, например, на агрегатном расточном станке [2]. Пробку 1 с деталью поворачивают вокруг вертикальной оси ОО в призме 2. К верхнему концу пробки 3 подводят опорную ножку подвижного в горизонтальной плоскости звена 4 и измерительный наконечник закрепленной на нем ИГ 5. Ножка и ИГ расположены на расстоянии l друг от друга вдоль оси пробки 3. К противоположному торцу звена 4 подводят ИГ 6, закрепленную в неподвиж-

ной универсальной стойке 7. При повороте детали вокруг оси ОО удвоенное смещение “ e_c ” оси пробки 3 в плоскости А-А опоры звена 4 (на длине L) фиксируется ИГ 6. Если пробки только несоосны, а перекося отсутствует, то стрелка ИГ 5, не отклоняется, так как последний перемещается вместе с опорой звена 4. При перекося e_n оси пробки 3 относительно оси ОО его удвоенная величина (на длине l) фиксируется ИГ 5. Угол α перекося осей определяется по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = e_n / l.$$

По результатам измерения этой детали, например, корректируется установка расточных головок на агрегатном расточном станке.

5.3. Приспособление для контроля размеров эксцентриковых роликов

На рис. 5.3 показано приспособление для контроля размеров эксцентриковых роликов муфт свободного хода (а. с. 284322). Наиболее ответственной деталью муфты является эксцентриковый ролик 1. Упорные поверхности его образованы радиусами r_1 и r_2 из центров O_1 и O_2 , расположенных друг от друга на расстоянии “ e ”.

Для одновременного измерения этих величин предназначен данный прибор, где на верхней плите 2 закреплена цанга 4, в которой с помощью гайки 5 зажимается неподвижная измерительная призма 6, выполненная в виде цилиндрического стержня со скосами под углом 2α . В неподвижной призме имеется отверстие, ось которого лежит в плоскости симметрии угла 2α . В отверстии зажата ИГ 7, связанная с измеряемой поверхностью ролика через цилиндрический щуп 8. На нижней плите 3 закреплены направляющие, вдоль которых может перемещаться подвижная призма 9 с углом 2α . Влево, в направлении ИГ 12, она перемещается вручную при нажатии на толкатель 10, а вправо - под действием пружины 11. Величина перемещения подвижной призмы, ограничиваемого с обеих сторон гайками, измеряется головкой 12. В расточке подвижной призмы установлен цилиндрический щуп 13 так-

же, как в неподвижной призме. Диаметр головки шупа выбирается таким, чтобы при максимальном перемещении подвижной призмы он не выходил из контакта с опирающимся в него измерительным стержнем ИГ 14, закрепленной на нижней плите. Перед началом измерений прибор настраивают по цилиндрическому калибру, устанавливаемому в призмах 6 и 9, и все три ИГ устанавливают в нулевое положение. Измерение производят следующим образом.

Нажатием на толкатель 10 перемещают влево призму 9 и устанавливают на нее эксцентриковый ролик 1 и зажимают последний между призмами 6 и 9. В общем случае, когда оба радиуса r_1 и r_2 отличаются от радиуса R калибра, при зажатии эксцентрикового ролика между призмами все три ИГ отклоняются от нуля. Согласно расчетной схеме (рис. 5.3, б) выведены формулы [3] для определения параметров эксцентриковых роликов с помощью данного прибора

$$\begin{aligned} r_1 &= R - a z_1; \\ r_2 &= R - a z_2; \\ e &= \sqrt{c(z_1 + z_2)^2 + z_3^2}, \end{aligned}$$

где z_1, z_2, z_3 - соответственно показания ИГ 14, 7 и 12 (см. рис. 5.3, а); $a = \sin \alpha / (1 - \sin \alpha)$ и $c = 1 / (1 - \sin^2 \alpha)^2$ - постоянные приспособления.

При настройке по калибру призмы устанавливаются на определенном расстоянии между их вершинами

$$2b = 2R / \sin \alpha.$$

Применение приспособления позволяет контролировать ролики, в которых рабочие участки цилиндрических поверхностей находятся в любом положении относительно линии, проходящей через центры этих поверхностей.

5.4. Приспособление для контроля угла подъема и смещения витков у плоских резьбонакатных плашек

На рис. 5.4 показано приспособление для измерения угла подъема и смещения витков у плоских резьбонакатных плашек.

Корпус 1 прибора представляет собой угольник, на горизонтальной плоскости которого расположены на шариковых направляющих два суппорта 2 и 3, перемещающихся во взаимно перпендикулярных направлениях. Верхний суппорт 3 снабжен стойкой с движком 4. Последний соединен с кронштейном 5, имеющим равноплечий рычаг 6; один конец рычага касается наконечника ИГ 7, а в другой конец вставлен наконечник 8. На вертикальной плоскости корпуса расположена синусная линейка 9, которую при помощи блока 10 концевых мер можно установить на заданный угол подъема витков. В линейку 9 запрессован упорный штифт 11. Проверяемая плашка устанавливается на линейке 9 боковой базовой стороной так, чтобы ее нижняя плоскость была прижата к вертикальной поверхности корпуса 1, а торец - к упорному штифту 11. Наконечник 8 рычага вводится во впадину витков плашки, и при перемещении вдоль нее нижнего суппорта 2 стрелка ИГ показывает отклонение угла подъема витков.

Последовательной проверкой подвижной и неподвижной плашек, по разности показаний ИГ определяется величина смещения витков на 1/2 шага в комплекте. При этом между торцом подвижной плашки и упором 11 необходимо установить набор концевых мер, равной половине разности длин подвижной и неподвижной плашек. По разности показаний ИГ определяется непрямолинейность витков, которая может возникать из-за деформаций при термообработке. Приспособление позволяет повысить точность и снизить трудоемкость контроля плашек [4].

5.5. Штангенциркуль с измерительной головкой для настройки УСП

На рис. 5.5 показан штангенциркуль с ИГ для настройки УСП. Он состоит из стандартного штангенциркуля с приваренными специальными губками. Неподвижная губка 1 представляет

бой пластину с бобышкой, в которой сделано коническое отверстие для установки вставки 7, последняя крепится винтом 4. Вставки сменные и изготовлены следующих размеров $\varnothing 12h6$; $\varnothing 18h6$; $\varnothing 26h6$; $\varnothing 35h6$, т. е. согласно размерам ширины пазов УСП. Подвижная губка 2 представляет собой Г-образную пластину, которая одним торцом приварена к подвижной рамке 3 штангенциркуля. Другой торец губки имеет отверстие и паз для крепления ИГ 6 болтом 5.

При контроле при сборке УСП неподвижная губка с помощью вставки вставляется в паз УСП и щуп ИГ покажет величину измеряемого размера.

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 - перекос.

Приспособления настраивают с помощью эталона.

5.7. Приспособление для контроля тарельчатых пружин

На рис. 5.7 и 5.8 показано устройство, позволяющее оценивать и регулировать усилие зажима комплекта тарельчатых пружин в станках с ЧПУ. В процессе эксплуатации металлорежущих станков (в частности, станков с ЧПУ), имеющих механизмы автоматического зажима инструментов в шпинделе, возникают ситуации, когда инструмент выпадает из конусного отверстия шпинделя из-за поломки тарельчатых пружин или недостаточного их натяга.

Чрезмерный натяг тарельчатых пружин также приводит к их поломки и даже к отрыву хвостовиков оправок.

Для своевременного выявления и устранения таких неисправностей необходимо систематически контролировать усилие зажима комплекта тарельчатых пружин, которое должно соответствовать требованиям, указанным в паспорте станка или полученным расчетным путем.

На рис. 5.8 представлено универсальное приспособление, позволяющее оценивать состояние механизма зажима без разборки узла и осуществлять регулирование механизма (при его разборке), создавая регламентные натяги тарельчатых пружин при зажиме инструментов на станках различных моделей. Приспособление содержит гидродинамометр, состоящий из манометра 1, поршня 2 и цилиндра 3, которые установлены с оправкой 4 на штоке 5 и поджаты гайкой 7. В отверстие штока вворачивают хвостовик 6 рабочей оправки. Универсальность приспособления достигается благодаря сменным оправкам 4 и штокам 5. Оправка может быть изготовлена из рабочей оправки для закрепления инструмента, в которой выполняют отверстие для штока.

Гидродинамометр позволяет развивать усилие зажима до 36 кН. При использовании приспособления в его полости с маслом создают давление до 0,05 МПа. Далее в штоке закрепляют съемный хвостовик рабочей оправки соответствующего станка, а затем регулируют размер L (рис. 5.7) от основания контрольного цилиндра 2 до головки хвостовика 4. С этой целью приспособление 1 устанавливают в конусное отверстие контрольного цилиндра 2, который находится на поставке 3, стоящей на контрольной плите (на рисунке не показана). Размер L , измеряемый штангенрейсмусом 5, должен быть равен соответствующему размеру (с допуском $\pm 0,1$ мм) на рабочей оправке. При несовпадении размеров нужная величина

достигается с помощью мерных шайб из тонкой фольги, которые устанавливают между опорными торцами хвостовика 6 и штока 5 (см. рис. 5.7). Затем включают механизм зажима инструментов на разжим и в конус шпинделя станка вставляют до упора приспособление. При включении зажима хвостовик приспособления автоматически захватывается зажимом (цангой или сухарями) и выдерживается в этом положении в течение 1 ... 2 мин. При этом по манометру оценивают натяг тарельчатых пружин контролируемого механизма. Допускаются отклонения от регламентного усилия $\pm 10\%$.

Приспособление можно использовать на расточных, фрезерных станках и обрабатывающих центрах. Его применение позволяет предотвратить аварии, сократить простой станков и повысить качество регулирования механизма зажима инструмента.

5.8. Приспособление для измерения конусов инструментальных оправок

На рис. 5.9 показано приспособление для измерения конусов инструментальных оправок [5]. Оно отличается тем, что упор 1 выполнен регулируемым в поперечном направлении, что повышает точность измерения. Упор расположен в корпусе 4, который при настройке устройства на нуль по эталонному конусу с отверстием может перемещаться по двум стяжкам 2. После настройки на нуль устройство устанавливают на измеряемую инструментальную

оправку и поджимают к ней неподвижными измерительными контактами. При этом упор 1 входит в отверстие под затяжной клин, а устройство перемещают вдоль измеряемой оправки до соприкосновения упора с торцевой поверхностью этого отверстия. Винтом 5 упор перемещают в поперечном направлении, добиваясь наименьшего показания ИГ и фиксируют упор 1 в этом положении гайкой 3.

Эту операцию повторяют несколько раз, чтобы убедиться в достоверности полученных результатов.

Список литературы

1. Малахов А. Ф. Приспособления для контроля желобов фасонного профиля // Станки и инструмент. - 1974. - № 1. - С. 40.
2. Мухин А. В. Приспособления для контроля отклонений от соосности отверстий // Станки и инструмент. - 1974. - № 5. - С. 40.
3. Новиков В. А. Приспособления для контроля размеров эксцентриковых роликов // Станки и инструмент. - 1974. - № 9. - С. 25 - 26.
4. Ильичев Н. Я. и Кригер Ф. М. Приспособление для контроля угла подъема и смещения витков у плоских резьбонакатных плашек // Станки и инструмент. - 1971. - № 9. - С. 40.
5. Андрианов И. И. Приспособление для измерения конусов инструментальных оправок // Машиностроитель. - 1984. - № 3. - С. 21.

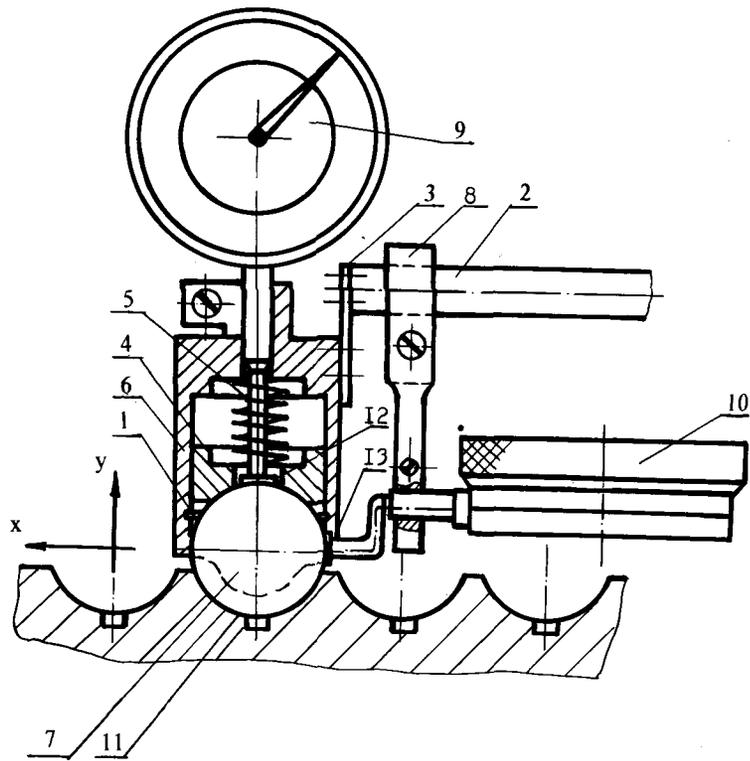


Рис. 5.1. Приспособление для контроля желобов фасонного профиля:

1 – корпус, 2 – штанга, 3 – пружина, 4 – втулка, 5 – пружина,
6 – кольцо, 7 – щуп, 8 – хомут, 9, 10 – ИГ, 11 – желоб,
12, 13 – щуп

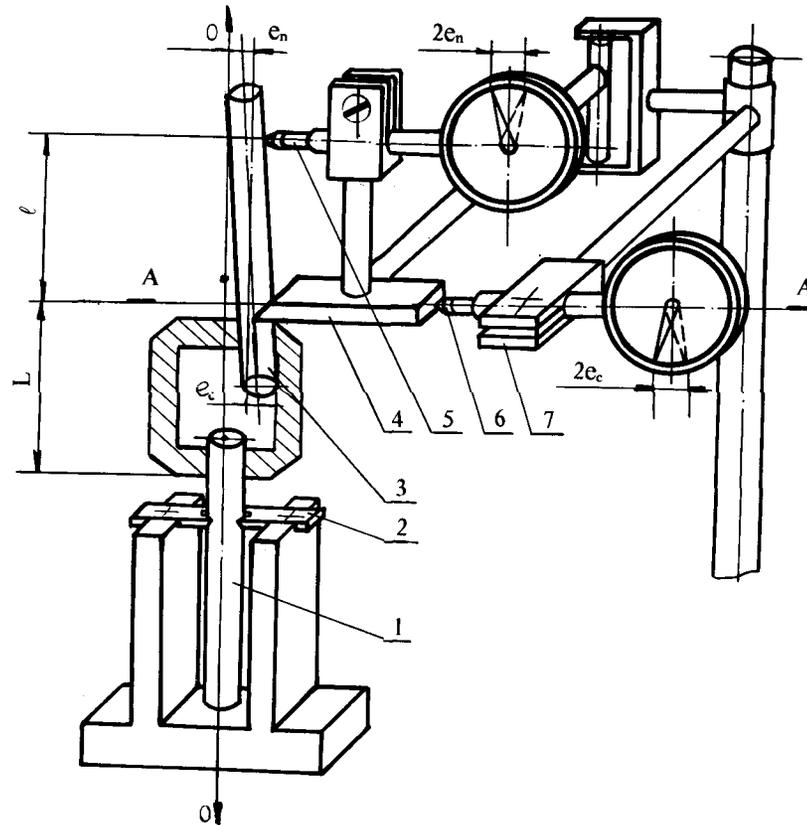


Рис. 5.2. Приспособление для контроля отклонений от соосности при двустороннем растачивании отверстий:

1 – пробка, 2 – призма, 3 – пробка, 4 – звено, 5, 6 – ИГ, 7 – стойка

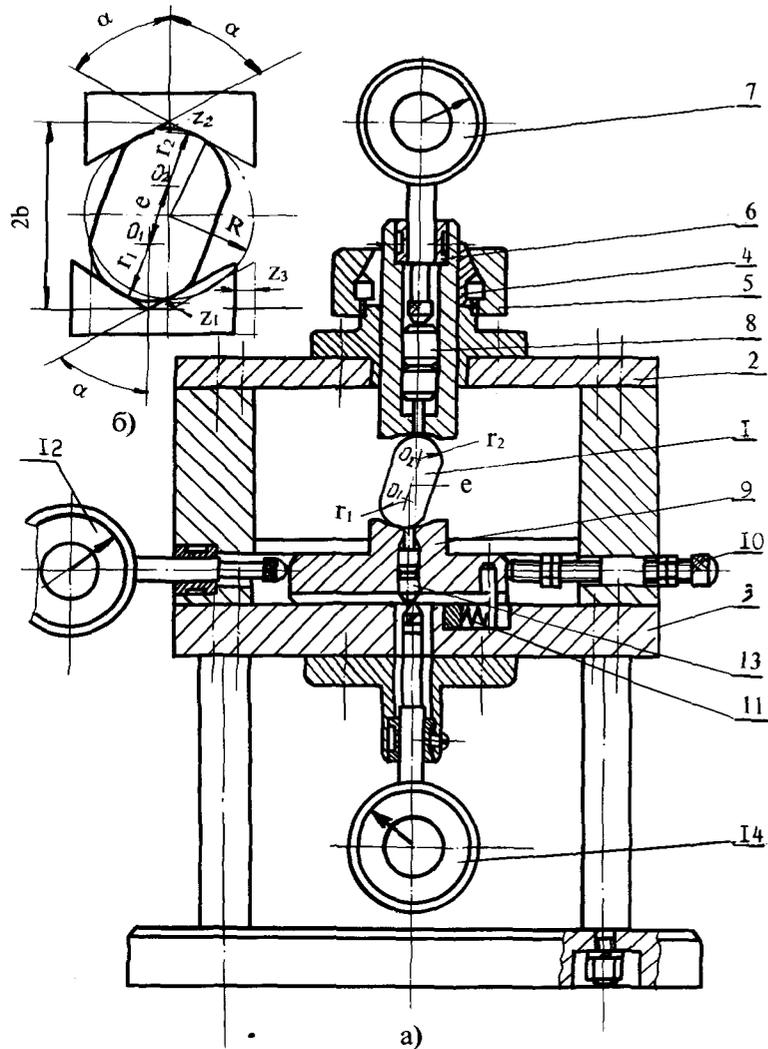


Рис. 5.3. Приспособление для контроля размеров эксцентриковых роликов:

- 1 – эксцентриковый ролик, 2 – верхняя плита, 3 – нижняя плита, 4 – цапга, 5 – гайка, 6 – призма, 7 – ИГ, 8 – шуп, 9 – призма, 10 – толкатель, 11 – пружина, 12 – ИГ, 13 – шуп, 14 – ИГ

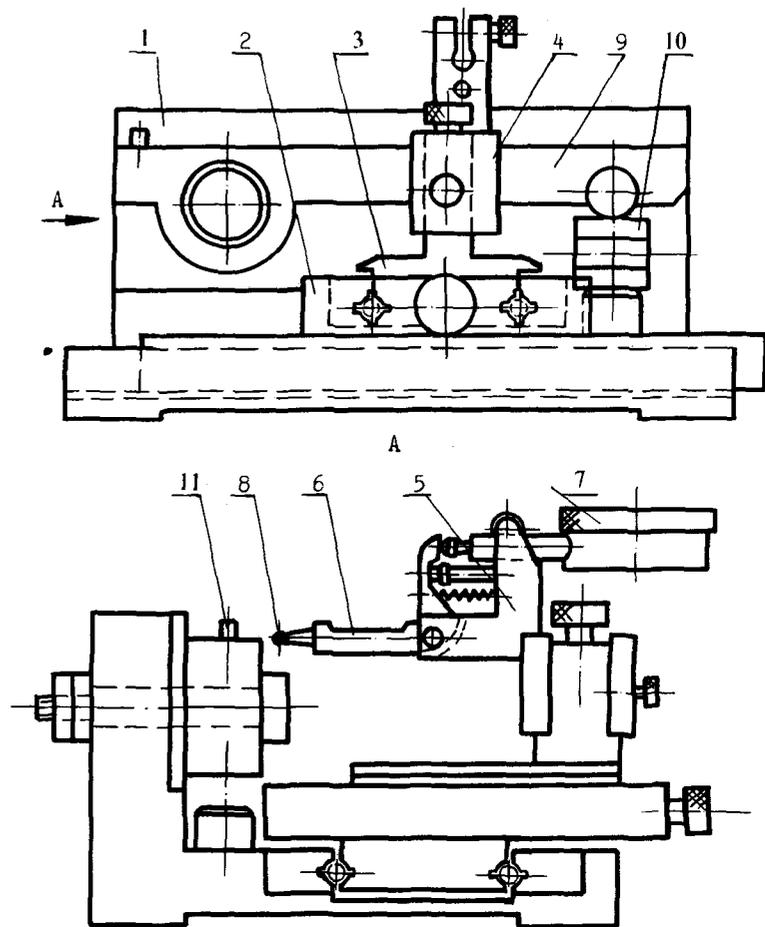
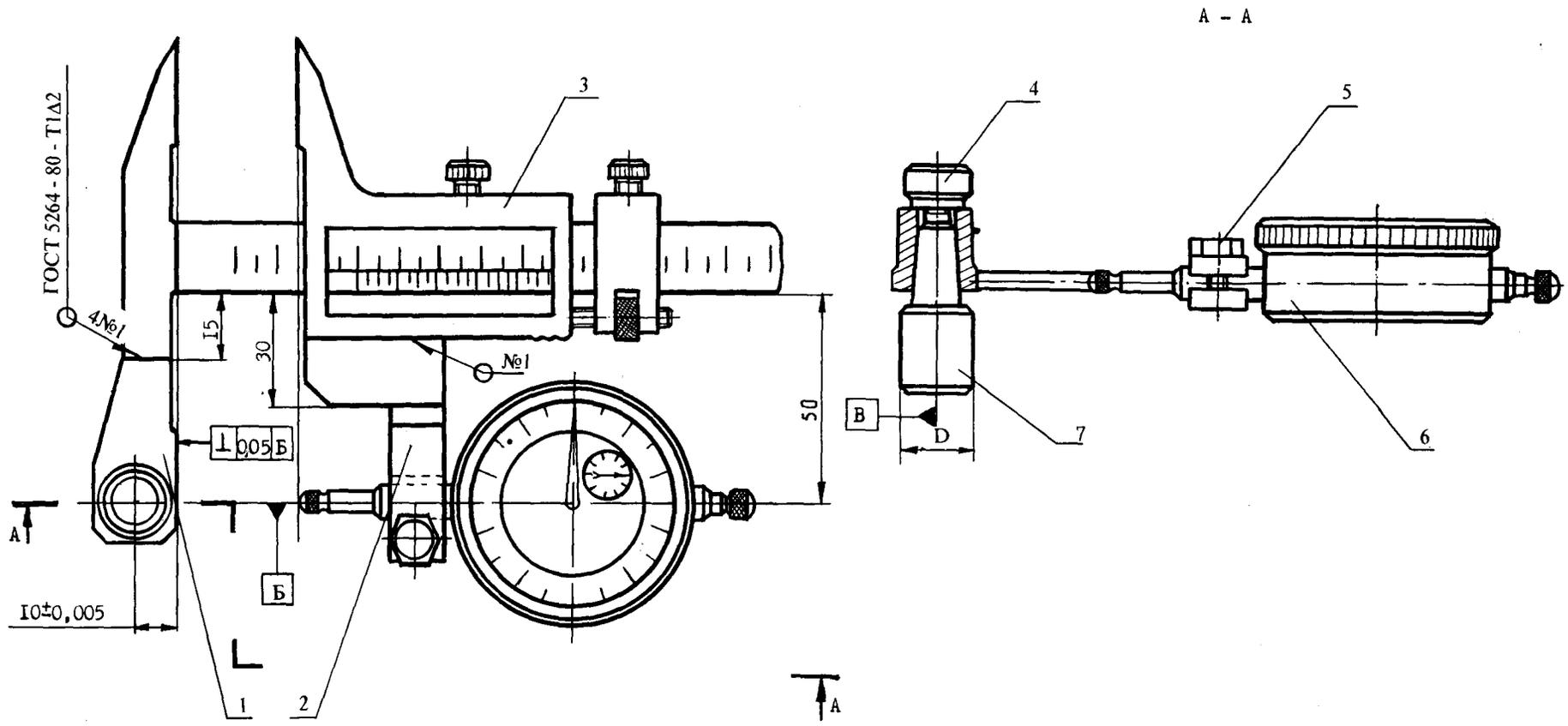


Рис. 5.4. Приспособление для контроля угла подъема и смещения витков у плоских резьбонакатных плашек:

- 1 – корпус, 2, 3 – суппорт, 4 – движок, 5 – кронштейн, 6 – рычаг, 7 – ИГ, 8 – наконечник, 9 – синусная линейка, 10 – блок, 11 – штифт



• Рис. 5.5. Штангенциркуль с измерительной головкой для настройки УСП:
 1 - неподвижная губка, 2 - подвижная губка, 3 - рамка, 4 - винт, 5 - болт, 6 - ИГ, 7 - вставка

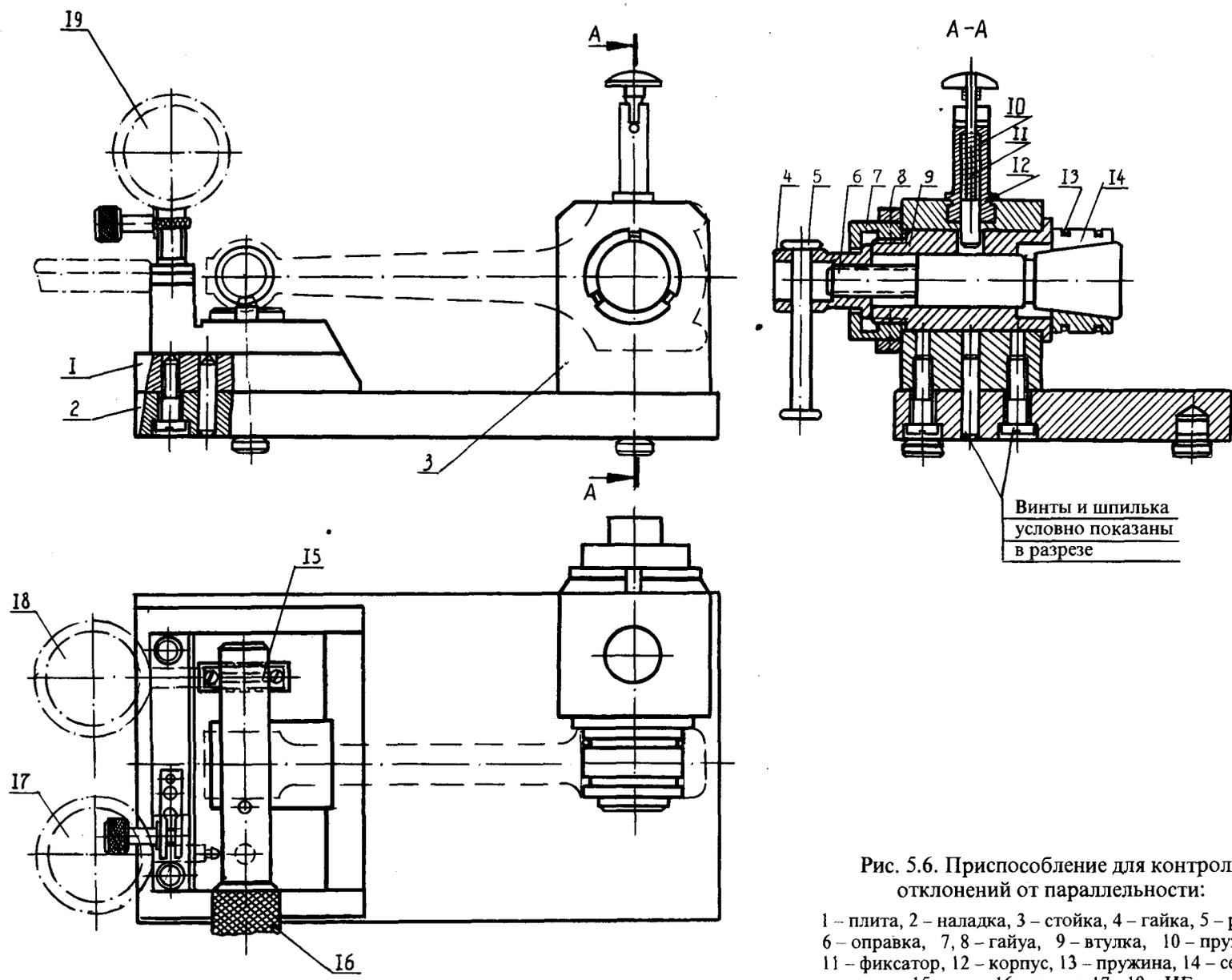


Рис. 5.6. Приспособление для контроля отклонений от параллельности:

- 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

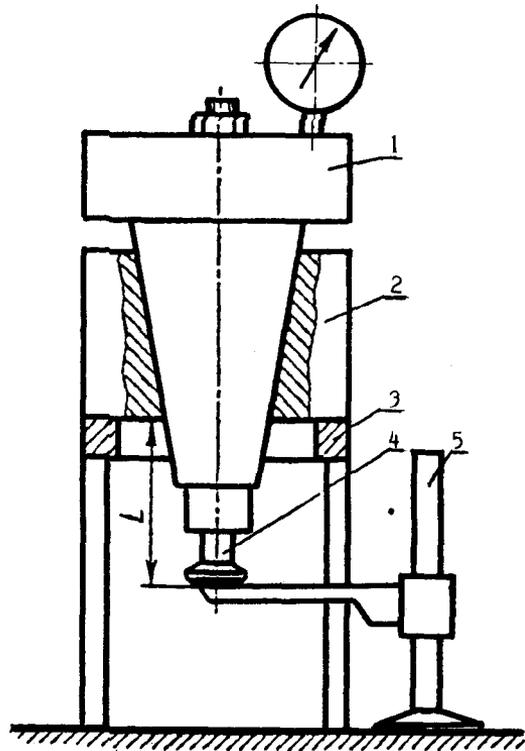


Рис. 5.7. Приспособление для контроля тарельчатых пружин:

1 – приспособление, 2 – контрольный цилиндр, 3 – подставка,
4 – хвостовик, 5 – штангенрейсмус

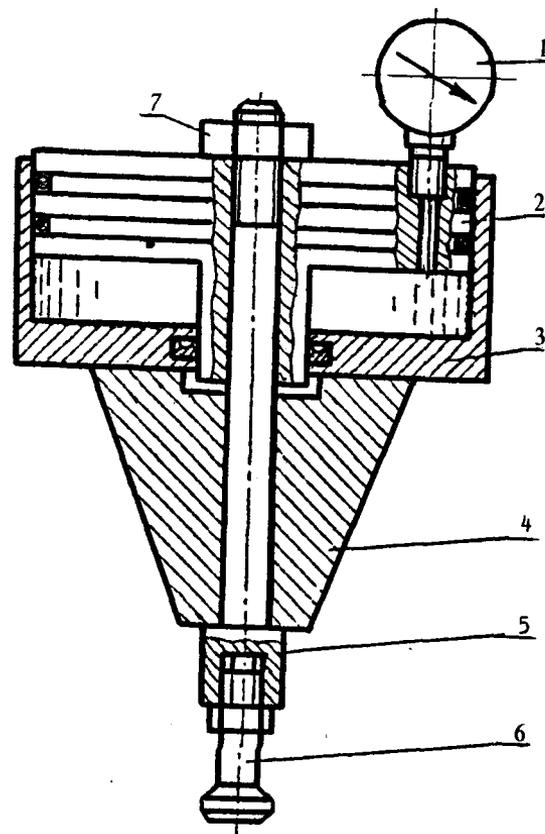


Рис. 5.8. Динамометрическое устройство приспособления для контроля тарельчатых пружин:

1 – манометр, 2 – поршень, 3 – цилиндр, 4 – оправка,
5 – шток, 6 – хвостовик, 7 – гайка

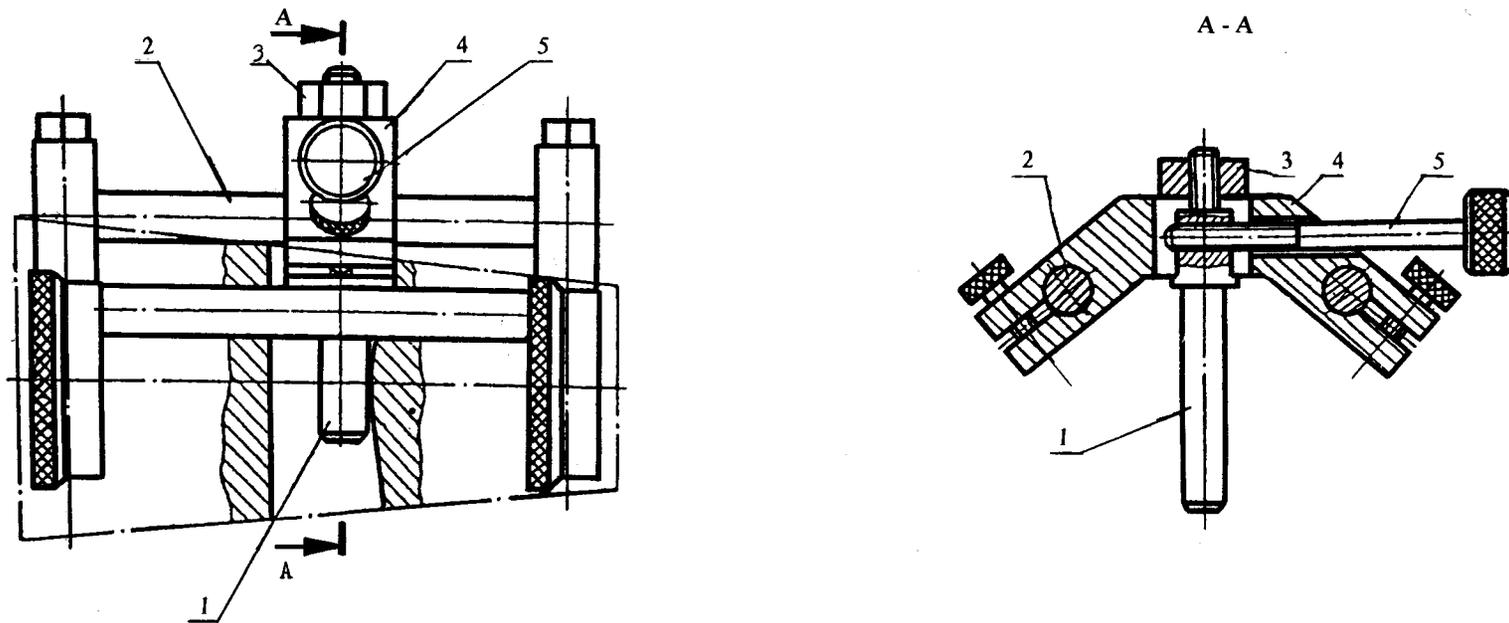


Рис. 5.9. Приспособление для измерения конусов инструментальных оправок:

1 – упор, 2 – стяжка, 3 – гайка, 4 – корпус, 5 – винт

6. Устройства активного контроля

6.1. Устройство активного контроля с магазинной автоматической сменой приборов контроля

На рис. 6.1 показано устройство активного контроля размеров [1]. Существующие схемы использования приборов на станках с ЧПУ предполагают наличие индивидуального привода для их ввода в зону обработки, что усложняет конструкцию, загромождает рабочую зону и снижает технологические возможности станка. В данном устройстве (а. с. 861046) с магазинной системой использования приборов активного контроля, в котором использован принцип построения системы автоматической смены инструментов с магазином, этот недостаток устранен.

Механизм ввода, выполненный в виде манипулятора, позволяет захватывать измерительные приборы из магазина, вводить их в рабочую зону и возвращать их в магазин по окончании контрольных операций. Кронштейн шарнирно соединен с основанием 8, а магазин 4 закреплен на каретке 9, которая с помощью электродвигателя 1 и передачи винт-гайка 2 перемещается по направляющим относительно основания. Приборы 5, размещенные в магазине, удерживаются в нем захватами. Механизм ввода 10 в зону обработки представляет собой гидроцилиндр, на штоке которого установлен управляемый захват 12, взаимодействующий в процессе работы с базирующим хвостовиком 13 захватываемого прибора. Механизм ввода имеет возможность позиционирования относительно торцов шлифовального круга, что необходимо для контроля конусности обрабатываемых поверхностей. Для этого корпус гидроцилиндра закрепляется на каретке 11, которая перемещается по круглым направляющим с помощью гидроцилиндра 3.

При вводе в зону обработки вначале происходит позиционирование магазина относительно механизма ввода. В это время шток гидроцилиндра ввода с захватом находится в крайнем верхнем положении. После этого с помощью гидроцилиндра 6 основание 8 поворачивается относительно кронштейна 7. Одновременно осуществляется захват прибора и выдвигание механизма захвата в крайнее нижнее положение, после чего основание возвращается в

исходное положение и прибор опускается на обрабатываемую деталь 14.

Возможны различные конструктивные варианты использования магазинной системы. При выборе конструкции следует учитывать следующие основные факторы: освобождение рабочей зоны станка, время, затрачиваемое на ввод и вывод приборов, точность ввода приборов в зону и параметры, влияющие на точность измерений.

Необходимо отметить, что использование автоматической магазинной системы на круглошлифовальных станках позволяет эффективно применять для контроля размеров узкодиапазонные приборы повышенной точности.

6.2. Подводящее устройство системы активного контроля для плоского шлифования

На рис. 6.2 и 6.3 показана система активного контроля для плоского шлифования, состоящая из измерительного устройства, отсчетно-командного устройства мод. БВ-6119 и ручного двухходового крана управления [2].

Измерительное устройство включает в себя настольную скобу со специальными измерительными наконечниками, индуктивный преобразователь мод. БВ-6067, устройство фиксирования измерительных наконечников, подводящее устройство, узел крепления измерительного устройства на столе станка.

В качестве настольной скобы могут быть использованы двухконтактные скобы мод. БВ-3152, БВ-3152-40, БВ-3153-80, БВ-3153-125. При использовании пневматической скобы бесконтактный пневмодатчик заменялся на индуктивный преобразователь. Настольные скобы указанных моделей, а также отсчетно-командное устройство, индуктивный преобразователь и двухходовой ручной кран выпускаются серийно промышленностью, что значительно облегчает изготовление системы. Подводящее устройство подводит измерительную скобу 2 (рис. 6.2) к контролируемой детали 1, а затем возвращает ее в исходное положение, освобождая рабочую зону при удалении обработанных деталей и установке на магнитной плите партии заготовок.

Устройство состоит из гидравлического цилиндра 3, в котором перемещается поршень 4. На штоке поршня закреплена планка

10, на которой установлены колонки 6, регулируемый упор 11, направляющий поршень 7. Колонку охватывает кронштейн 5 с измерительной скобой. Направляющий стержень пропущен через бронзовую втулку 9, установленную в корпусе цилиндра, что предохраняет измерительную скобу от поворота вокруг оси поршня при ее перемещении. Точная фиксация скобы в измерительной позиции осуществляется благодаря прижатию сферического наконечника регулируемого упора к граням призмы 8, расположенной на корпусе цилиндра.

Подводящее устройство установлено на стойках 12 и 15 узла крепления измерительного устройства на столе станка. Стойки расположены на основании 16, которое крепится к столу 14 станка с помощью болтов 13. Головки болтов располагаются в Т-образных пазах стола станка. При установке на столе станка мод. 3Б722 основание располагается на приливе, имеющемся рядом с площадкой для плиты, а при установке на станке мод. 3Г71М основание крепится на продолжении площадки для плиты. При возвратно-поступательном движении поршня масло в гидроцилиндр поступает от гидросистемы станка через штуцер и каналы, имеющиеся в стойках узла крепления.

Измерительная двухконтактная скоба оснащена специальными измерительными наконечниками 18 и 19 (рис. 6.3), выполненными из немагнитного материала (латуни). Для обеспечения точечного контакта в наконечники завальцованы шарики $\varnothing 4 \dots \varnothing 5$ мм. Наконечники крепятся с помощью винтов к подвижным губкам скобы. Нижний наконечник 18 расположен в пазу сечением 10×10 мм, специально выфрезерованном на рабочей поверхности электромагнитной плиты 17. Этим обеспечивается свободный доступ измерительного наконечника 18 к установочной поверхности контролируемой детали. Верхний измерительный наконечник 19 касается обрабатываемой поверхности детали. Точки контакта измерительных наконечников с деталью располагаются на одной вертикальной линии, измеряя непосредственно размер детали. При обработке на плоскошлифовальном станке деталей партиями за одну установку управление станком осуществляется по результатам измерения одной детали из партии, которая в данном случае установлена над пазом. Измерение всех деталей партии в процессе обработки признано нецелесообразным, поскольку информация о взаимном отклонении их размеров в установленной партии не может быть реализована средствами активного контроля.

С целью безударного привода измерительных наконечников к контролируемой детали в системе предусмотрено устройство фиксации измерительных наконечников. Оно работает следующим образом. После установки и закрепления на плите 17 детали с последней снимается припуск. Измерительная скоба периодически подводится к обрабатываемой детали на измерительную позицию поворотом рукоятки крана в фиксированное положение "Измерение". При этом поток масла из нагнетающей магистрали поступает в правую полость гидроцилиндра 3 (рис. 6.2), а из левой полости на слив.

В момент подвода скобы на измерительную позицию упор 20 (рис. 6.3) нажимает на конический шток 21 и отводит его вместе с поршнем*22 вправо. Наконечники 18 и 19 опускаются на деталь. Измерительный преобразователь вырабатывает сигнал, пропорциональный измеряемому размеру детали. Рабочий следит визуально за изменением размера по шкале прибора, встроенного в отсчетно-командный блок. Информация о действительном отклонении размера детали после отдельных поперечных ходов стола или шлифовальной бабки позволяет рабочему рационально управлять съемом припуска. Определив величину размера, рабочий отводит скобу от детали путем поворота ручки крана в положение "Отвод" и продолжает цикл шлифования до момента достижения заданного размера.

Для работы в автоматическом режиме можно заменить ручной кран управления на гидравлический золотник, перемещаемый электромагнитом. Управление электромагнитом осуществляется путем нажатия на концевой выключатель при поперечном перемещении шлифовальной бабки (или стола). Искажение сигнала, по которому осуществляется управление станком в автоматическом цикле, наблюдается из-за возникновения колебаний в момент опускания измерительных наконечников на контролируемую деталь, при реверсе стола, а также вследствие некачественной балансировки шлифовального круга. Наибольшие по величине искажения (до 25 мкм) возникают в момент реверса стола. Для исключения выдачи системой ложной команды на станок предусмотрено введение в нее устройства блокировки сигнала при реверсе стола. В промежутках между реверсами стола 6 (рис. 6.4) сигнал от индуктивного преобразователя, расположенного в измерительной скобе 8, поступает на отсчетно-командный блок 10 и передается через блок 11 и усилитель 12 на исполнительный механизм 1, подающий круг 2 на глубину. Осуществляется управление циклом шлифова-

детали 3. В моменты реверса кулачки 5 и 7, установленные на толе, нажимают на концевые выключатели 4 и 9, соединенные блоком 11, который прерывает подачу сигнала от отсчетно-командного блока на усилитель и подает сигнал, равный по величине сигналу, поступающему до реверса.

Проведенные исследования позволили установить, что причиной разных показаний прибора при многократном измерении детали-образца является поворот двухконтактной скобы относительно оси детали. Сократить разброс показаний с 5 до 2 мкм позволила модернизированная конструкция существующих подводящих устройств систем активного контроля. С этой целью в предлагаемом устройстве была предусмотрена установка второй призмы-ловителя и дополнительного упора.

Точность систем активного контроля часто нарушается из-за смещения уровня ее первоначальной настройки как в результате износа измерительных наконечников и тепловых деформаций, так и сбоя настройки, вызываемого случайными причинами. Эти явления в ряде случаев приводят к недопустимым погрешностям контроля.

Для повышения надежности систем предусматривается введение в нее контура поднастройки по детали-образцу. Перед началом работы систему настраивают на "нуль" по детали-образцу 4 (рис. 6.5). В ходе шлифования контролируют размер детали 1 с

помощью двухконтактной скобы 5. Электрический сигнал, пропорциональный контролируемому размеру, поступает от индуктивного преобразователя на отсчетно-командный блок 7, который подает соответствующие команды на управление станком. Скоба крепится на подводящем устройстве 6, которое отводит ее от детали в момент подхода к точке, в которой осуществляется контроль шлифовального круга. В отведенном состоянии наконечники 2 и 3 скобы контактируют с деталью-образцом 4. Сигнал, пропорциональный ее размеру, поступает на отсчетно-командный блок. В случае, если его величина превышает допустимое отклонение от начального уровня настройки, отсчетно-командный блок подает команду на прекращение работы станка, загорается сигнальная лампочка 8 "Вызов наладчика".

Список литературы

1. Подрезов В. П. и Подрезов А. П. Устройство активного контроля с магазинной автоматической сменой приборов // Машиностроитель. - 1986. - № 5. - С. 36 - 37.
2. Кузьмичев Г. М., Москвичев Е. И. и Руднев О. Н. Подводящее устройство системы активного контроля для плоского шлифования // Машиностроитель. - 1986. - № 8. - С. 17 - 18.

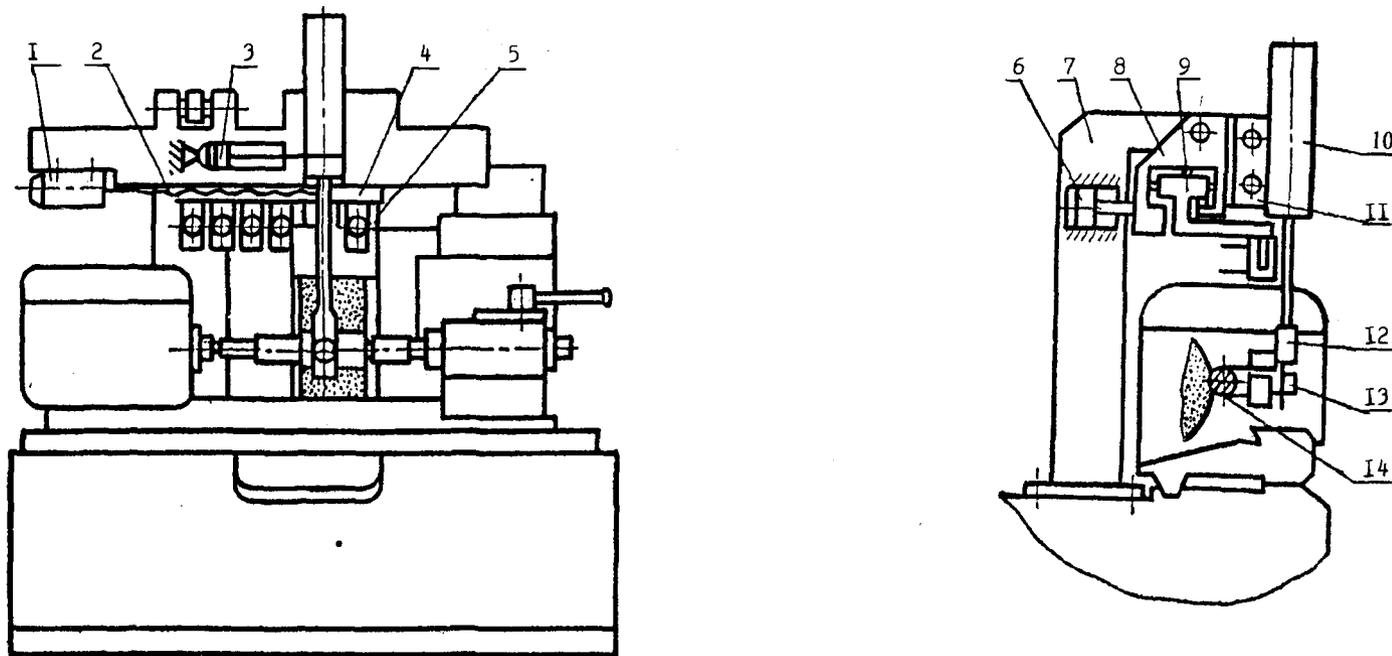


Рис. 6.1. Устройство активного контроля с магазинной автоматической сменой приборов контроля:

- 1 – электродвигатель, 2 – передача винт - гайка, 3 – гидроцилиндр, 4 – магазин,
 5 – приборы, 6 – гидроцилиндр, 7 – кронштейн, 8 – основание, 9 – каретка,
 10 – механизм ввода, 11 – каретка, 12 – захват, 13 – хвостовик,
 14 – обрабатываемая деталь

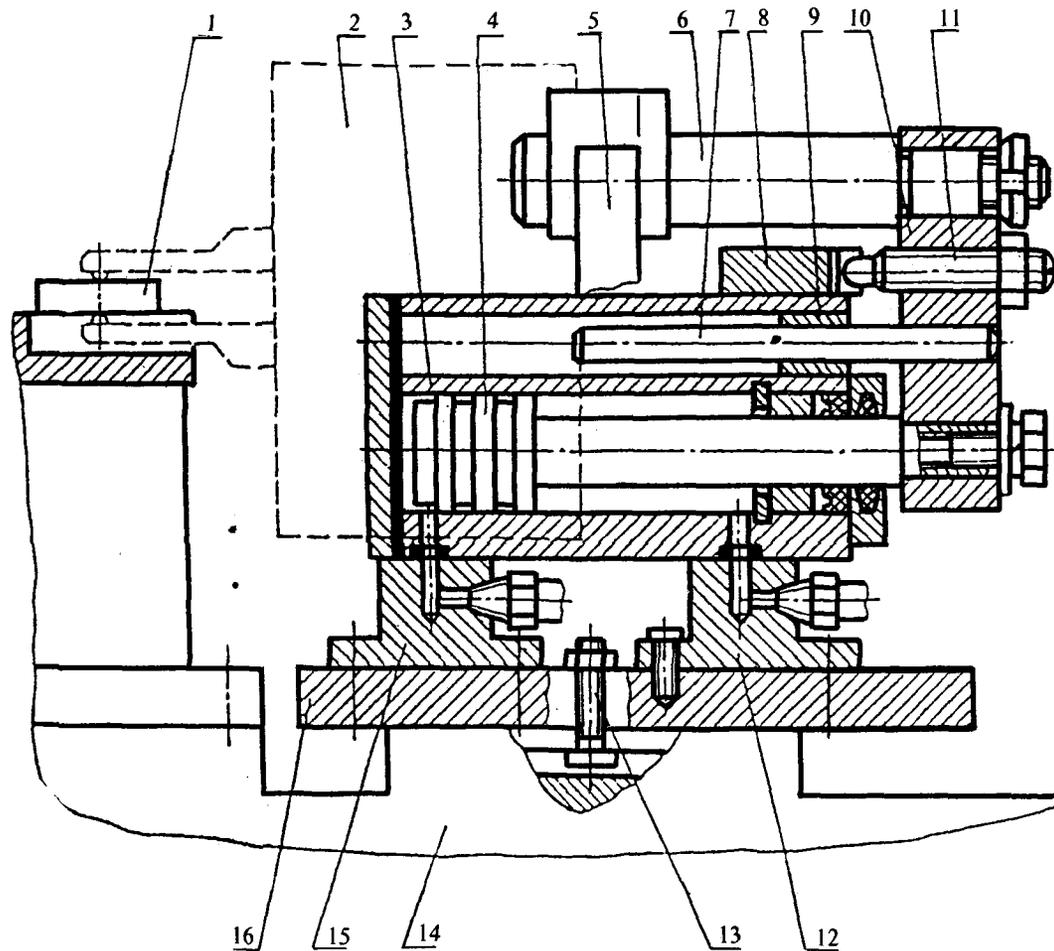
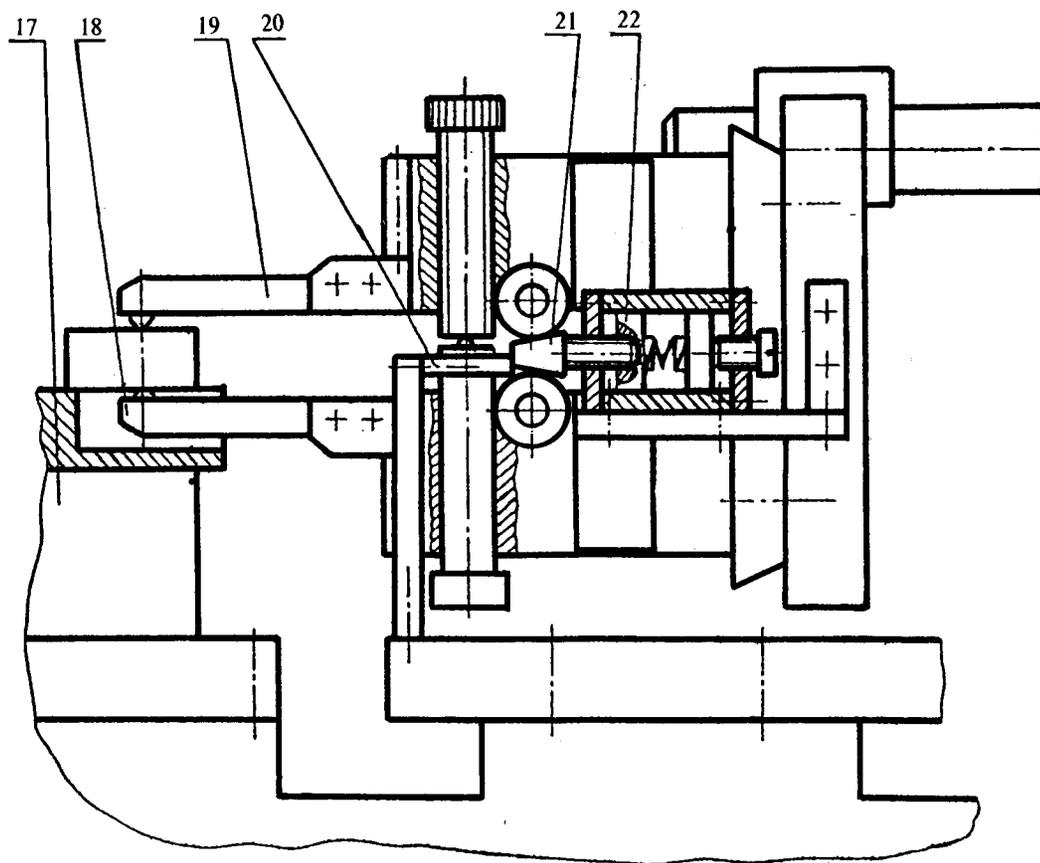


Рис. 6.2. Подводящее устройство системы активного контроля для плоского шлифования:

1 – деталь, 2 – измерительная скоба, 3 – гидравлический цилиндр, 4 – поршень, 5 – кронштейн,
 6 – колонки, 7 – поршень, 8 – призма, 9 – втулка, 10 – планка, 11 – упор, 12 – стойка, 13 – болт,
 14 – стол, 15 – стойка, 16 – основание



• Рис. 6.3. Измерительная двухконтактная скоба подводящего устройства системы активного контроля для плоского шлифования:

17 – плита, 18, 19 – наконечник, 20 – упор, 21 – шток, 22 – поршень

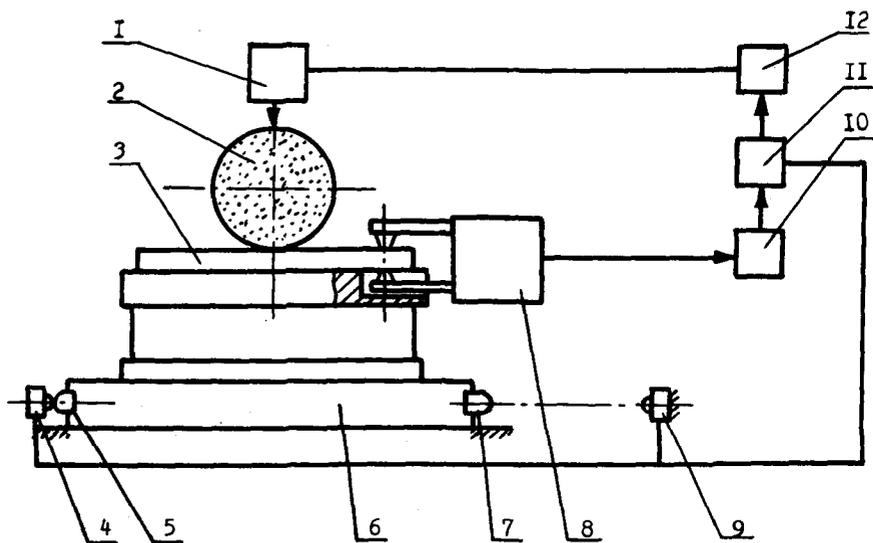


Рис. 6.4. Блок - схема системы активного контроля для плоского шлифования с устройством блокировки:

- 1 - деталь, 2 - подающий круг, 3 - деталь,
 4 - концевой выключатель, 5 - скоба, 6 - стол,
 7 - концевой выключатель, 8 - измерительная
 скоба, 9 - концевой выключатель,
 10 - отсчетно - командный блок,
 11 - блок, 12 - усилитель

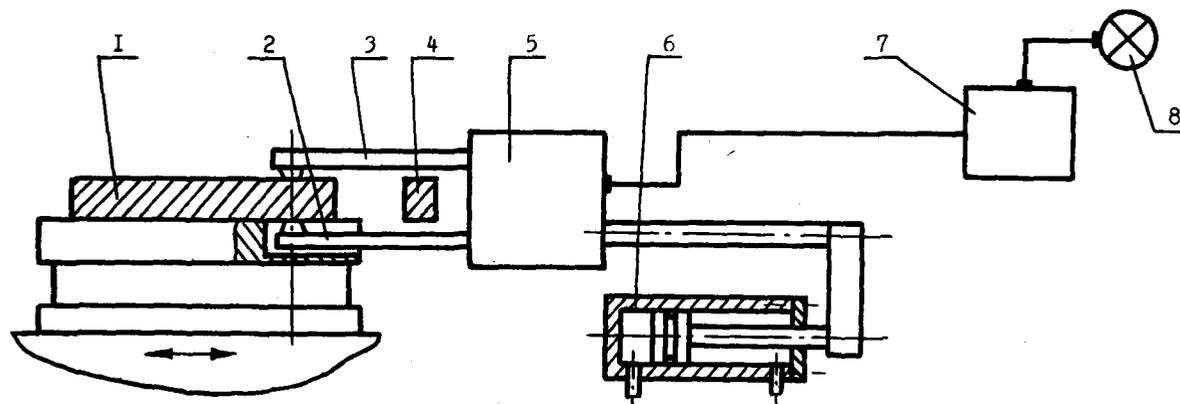


Рис. 6.5. Система активного контроля для плоского шлифования с контуром поднастройки:

- 1 - контролируемая деталь, 2 и 3 - наконечники, 4 - деталь - образец, 5 - двухконтактная скоба,
 6 - подводящее устройство, 7 - отсчетно - командный блок, 8 - сигнальная лампочка

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Краткие сведения по метрологическому обеспечению изготовления изделий	4
1.1. Общие положения	4
1.1.1. Основные термины и определения	4
1.1.2. Виды контроля	5
1.1.3. Классификация средств контроля	7
1.1.3.1. Типы средств контроля линейных размеров	7
1.2. Методические основы проектирования процессов и операций технического контроля	8
1.2.1. Анализ исходных данных для проектирования	8
1.2.2. Классификация, выбор и группирование объектов контроля по метрологическим признакам	9
1.2.3. Выбор действующего типового процесса ТК или поиск аналога единичного процесса ТК	9
1.2.4. Составление технологического маршрута процесса технического контроля	9
1.2.5. Выбор контролируемых параметров	10
1.2.6. Разработка технологических операций ТК	10
1.2.6.1. Определение объема контроля	10
1.2.6.2. Выбор схем контроля	11
1.2.6.3. Выбор метода и средств контроля	11
1.2.6.4. Расчет точности операций контроля	15
1.2.6.5. Расчет экономической эффективности вариантов процессов (операций) ТК	15
1.2.7. Оформление документации на процессы (операции) ТК	15
1.2.7.1. Разработка технологических карт ТК	15
1.2.7.2. Выполнение эскизов операций ТК	16
1.2.7.3. Разработка документации результатов контроля	16
1.3. Методические основы по проектированию специальных средств технического контроля	18
1.3.1. Выбор базовой конструкции	18

1.3.1.1. Контрольно-измерительные приспособления	18
1.3.1.2. Основные требования к КИП	18
1.3.1.3. Классификация КИП	18
1.3.2. Проектные расчеты СК	19
1.3.2.1. Установление приемочных границ	19
1.3.2.2. Погрешность измерения универсальными СИ	19
1.3.2.3. Основные составляющие погрешности измерений	19
1.3.2.3.1. Погрешности, зависящие от средств измерений $\Delta_{СИ}$	19
1.3.2.3.2. Погрешности, зависящие от установочных мер $\Delta_{ум}$	19
1.3.2.3.3. Погрешности, зависящие от измерительного усилия	19
1.3.2.3.4. Погрешности от температурных деформаций Δ_1	21
1.3.2.3.5. Специфические погрешности при измерении внутренних размеров	21
1.3.2.3.6. Погрешности, зависящие от оператора. (субъективные погрешности)	21
1.3.3. Задачи расчета КИП на точность	23
1.3.4. Графическое изображение СК	23
Список литературы	23
2. Контрольно-измерительные приспособления для дисков	25
2.1. Контрольное приспособление для проверки торцового и радиального биений	25
2.2. Контрольное приспособление для проверки отклонения от соосности	25
2.3. Приспособление для проверки торцового биения	26
2.4. Контрольное приспособление для проверки биения ступицы и торца	26
2.5. Контрольное приспособление для проверки радиального биения выточки	26
2.6. Приспособление для контроля биения торцов к оси отверстия	27
2.7. Приспособление для контроля отклонения от соосности	27

2.8. Групповое контрольное приспособление для проверки торцового биения	28
2.9. Контрольное приспособление для ступенчатого диска	28
2.10. Приспособление для контроля отклонения от соосности двух отверстий и биения торца.....	29
2.11. Приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности внутренней цилиндрической поверхности торцу и отклонения от соосности двух отверстий разного диаметра	29
2.12. Приспособление для контроля отклонения от параллельности плоскостей	30
2.13. Приспособление для контроля радиального биения проточки в отверстии	30
2.14. Контрольное приспособление для проверки биения торцов у дисков с коническим отверстием	30
2.15. Съёмное контрольное приспособление для проверки биения торца	30
2.16. Приспособление для контроля радиального биения и отклонения от соосности отверстий	31
2.17. Контрольное приспособление для проверки торцового и радиального биений диска с базированием на оправку в центрах	31
2.18. Съёмное контрольное приспособление для проверки отклонения от перпендикулярности торца относительно оси резьбового отверстия	31
2.19. Приспособления - вставки для контроля формующих гнезд в пресс-формах	32
2.20. Контрольное приспособление для проверки отклонения от перпендикулярности труднодоступного торца	32
2.21. Приспособление для контроля отклонения от соосности ступенчатого отверстия.....	32
2.22. Приспособление для контроля расположения отверстий	32
2.23. Штангенциркуль со специальными губками	33
2.24. Штангенциркуль со специальной скобой	33

2.25. Приспособление для контроля наружного контура конических колес	33
2.26. Штангенциркуль для измерения конусов	33
2.27. Измерение углов внутренних конусов	34
2.28. Прибор для контроля угла профиля	34
2.29. Дисковый нутромер для внутренних конусов	35
2.30. Пневматический прибор для контроля внутренних конусов	35
2.31. Приспособление для контроля угла в дисках с конусным отверстием	36
2.32. Приспособление для контроля линз	36
2.33. Прибор для измерения внутреннего конуса	36
2.34. Приспособление для контроля отклонения от прямолинейности	37
2.35. Калибр для контроля конусного отверстия	37
2.36. Приспособление для контроля отклонений от перпендикулярности торца относительно центрального отверстия диска	37
2.37. Глубиномер для контроля расчетного диаметра шкива	37
Список литературы	38

3. Контрольно-измерительные приспособления для валов

3.1. Контрольное приспособление для проверки отклонения от симметричности шпоночных канавок	74
3.2. Контрольное приспособление для проверки торцового биения	75
3.3. Приспособление для контроля длины ступеней	75
3.4. Приспособление для контроля шлицевого отверстия	75
3.5. Многомерное приспособление для контроля линейного расположения шеек валов	76
3.6. Приспособление для контроля радиального и торцового биений	76
3.7. Приспособление для контроля винтов	77

3.8. Приспособление для контроля торцового биения	77
3.9. Приспособление для проверки отклонения от цилиндричности гладких валов	78
3.10. Контрольное приспособление для проверки отклонения от параллельности шлицев валов	78
3.11. Приспособление для контроля смещения шпоночных канавок	79
3.12. Приспособление для контроля радиального биения	79
3.13. Приспособление для проверки радиального биения отверстия в гильзах	80
3.14. Приспособление для проверки лекальных линейек	80
3.15. Приспособление для измерения толщин стенок распорных трубок	81
3.16. Приспособление для контроля шлицев вала	81
3.17. Приспособление для контроля линейного размера... ..	81
3.18. Приспособление для контроля длины шейки вала	82
3.19. Приспособление для контроля точных цилиндрических поверхностей	82
3.20. Устройство для контроля конусов	82
3.21. Приспособление для контроля двух линейных размеров деталей типа валиков	83
3.22. Приспособление для контроля резьб	83
3.23. Приспособление для контроля смещения шпоночного паза	83
3.24. Приспособление для контроля отклонений от параллельности шеек коленчатого вала	83
3.25. Универсальное приспособление для контроля валов	84
3.26. Приспособление для контроля отклонений от круглости и профиля продольного сечения валов	84
3.27. Приспособление для контроля шариковых пар	85
3.28. Приспособление для контроля отклонений от перпендикулярности	85
3.29. Универсальное приспособление для измерения отклонений от симметричности	86
3.30. Приспособление для контроля шпоночных пазов	86

3.31. Приспособление для контроля отклонения от прямолинейности	86
3.32. Приспособление для контроля конусных посадочных поверхностей фланцев шпинделей	87
3.33. Шаблон для контроля фасок	87
3.34. Штангенциркуль со специальными губками	88
3.35. Инструменты с отсчетом показаний по круговой шкале	88
3.36. Приспособление для контроля конусности	88
3.37. Калибр для проверки положения двух шпоночных пазов на валах	88

Список литературы	89
-------------------------	----

4. Контрольно-измерительные приспособления для корпусных деталей

4.1. Приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности осей отверстия блока цилиндров ДВС	122
4.2. Приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности оси отверстия к торцу.....	123
4.3. Приспособление для контроля отклонения от параллельности оси отверстия к плоскости	123
4.4. Калибр-пробка двухступенчатая	124
4.5. Приспособление для контроля межцентрового расстояния	124
4.6. Приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности торца к оси отверстия и биения торца	124
4.7. Нутромер для внутренних канавок	125
4.8. Контрольные приспособления для проверки расстояния между осями отверстий	125
4.9. Приспособление для измерения отклонений от параллельности и плоскостности поверхностей	125
4.10. Многомерное приспособление для контроля торцового и радиального биения у корпуса насоса	126
4.11. Контрольное приспособление для проверки рас-	

стояния между осями отверстий	126
4.12. Контрольное приспособление для измерения отклонения от параллельности плоскостей	127
4.13. Рычажная скоба для контроля отклонения от параллельности плоскостей	127
4.14. Приспособление для контроля расстояния между внутренними торцами выточек	127
4.15. Приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности оси отверстия к торцу	128
4.16. Контрольное приспособление для проверки отклонения от перпендикулярности оси отверстия к внутреннему торцу	128
4.17. Контрольное приспособление для проверки расположения осей отверстий у корпусов с базированием на кулачковую оправку	129
4.18. Контрольное приспособление со ступенчатыми оправками	129
4.19. Контрольное приспособление для измерения расстояния между отверстиями с пересекающимися осями	130
4.20. Контрольное приспособление для проверки отклонения от перпендикулярности оси отверстия к прилегающему торцу	131
4.21. Калибр-пробка пневматическая для проверки диаметра и конусности отверстия	131
4.22. Приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности плоскостей	131
4.23. Приспособление для контроля внутреннего линейного размера	131
4.24. Приспособление для контроля параметров гофрированных оболочек	132
4.25. Приспособление для контроля дугового профиля	132
4.26. Приспособление для контроля межосевого расстояния	133
4.27. Приспособление для контроля расположения отверстий в рамах	133

Список литературы	133
-------------------------	-----

5. Специальные контрольно-измерительные приспособления

5.1. Приспособления для контроля желобов фасонного профиля	163
5.2. Приспособление для контроля отклонений от соосности при двустороннем растачивании отверстий	163
5.3. Приспособление для контроля размеров эксцентрик-роликов	163
5.4. Приспособление для контроля угла подъема и смещения витков у плоских резьбонакатных плашек	164
5.5. Штангенциркуль с измерительной головкой для настройки УСП	164
5.6. Приспособление для контроля отклонений от параллельности	165
5.7. Приспособление для контроля тарельчатых пружин	165
5.8. Приспособление для измерения конусов инструментальных оправок	166

Список литературы	166
-------------------------	-----

6. Устройства активного контроля

6.1. Устройство активного контроля с магазинной автоматической сменой приборов контроля	173
6.2. Подводящее устройство системы активного контроля для плоского шлифования	173

Список литературы	175
-------------------------	-----

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Степанов Юрий Сергеевич
Афонасьев Борис Иванович
Схиртладзе Александр Георгиевич
Щукин Александр Евгеньевич
Ямников Александр Сергеевич

АЛЬБОМ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

ИБ N 7741

Лицензия ЛР № 080003 от 15.08.91

Редактор И. Н. Жесткова

Художественный редактор	А. Н. Дерли
Технический редактор	М. Ф. Селеменев
Корректор	Л. Н. Михеева

Сдано в набор 15. 07. 97. Подписано в печать 17. 09. 97.

Формат 60x90 $\frac{1}{8}$. Усл. печ. л. 23.

Уч.- изд. л. 24,21. Тираж 1000 экз.

Заказ N5729.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство "Машиностроение".
Россия, 107076, Москва, Стромынский пер., 4

Отпечатано с готового оригинал - макета в тип. "Труд"
Комитета по печати, полиграфии и СМИ адм. Орл. области.
Россия, 302000, Орел, ул. Ленина, 1.