



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ПЕРМСКОГО КРАЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ПЕРМСКИЙ ТЕХНИКУМ
ПРОМЫШЛЕННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
им. Б.Г. ИЗГАГИНА»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
по учебной дисциплине
ОП 04. Технические измерения**

Профессия 15.01.29 Контролер качества в машиностроении

Пермь, 2024

Методические указания по выполнению практических работ для студентов, обучающихся по профессии 15.01.29 Контроль качества в машиностроении по учебной дисциплине ОП 04. Технические измерения.

Организация-разработчик: государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Пермский техникум промышленных и информационных технологий им. Б.Г. Изагина»

Содержание

Введение	3
1. Основные термины и определения	4
2. Измерение и контроль размеров универсальными приборами	5
Практическая работа 1. Измерение размеров детали и определение их годности штангенинструментами	5
Практическая работа № 2. Измерение размеров детали и определение их годности микрометрическими инструментами	10
Практическая работа № 3 Контроль концевыми плоскопараллельными мерами длины	15
Практическая работа № 4. Контроль точности размеров гладких валов рычажной скобой	18
Практическая работа №5. Контроль углов и конусов	21
Практическая работа №6. Контроль конуса Морзе	26
Практическая работа №7. Контроль конусов методом двух роликов	31
Практическая работа №8 Контроль конусов шариками косвенным методом измерения	34
Приложения	
Приложение 1. Форма титульного листа отчета	36
Приложение 2. Справочные материалы	37
1. Допуски размеров	
2. Схема расположения и обозначения основных отклонений валов и отверстий в ЕСДП	
3. Значения основных отклонений валов и отверстий	
4. Допуски и отклонения калибров	
5. Нормальные углы и допуски углов	
6. Конусы инструментальные	
7. Подшипники радиальные и радиально-упорные	
8. Допуски торцевого и радиального биений	
Список литературы	51

Введение

Методические указания для выполнения практически- работ подготовлены в соответствии с содержанием основной профессиональной образовательной программы по профессии 15.01.29 Контролер качества в машиностроении для учебной дисциплины ОП 04. Технические измерения.

Методические указания предусматривают выбор измерительных инструментов и методик контроля для оценки качества измеряемых деталей и приемки деталей. Порядок расположения практических работ предполагает соблюдения принципа «от простого к сложному».

Структура описания Практической работы построена по одной схеме: в начале – описание принципа действия прибора и схемы измерения, затем – порядок выполнения работы, в завершении – заключение о годности. Такой порядок действий формирует профессиональное мышление будущих контролеров и способствует лучшему усвоению лекционного материала.

Практические работы выполняются в лаборатории Технических измерений, где на рабочие столы перед занятиями выставляются измерительные приборы и контролируемые детали.

Каждый студент выполняет свою практическую работу по индивидуальному заданию. За отведенное время ему необходимо выполнить работу, оформить отчет и защитить (ответить на вопросы преподавателя о выполняемых действиях) их преподавателю в конце занятия.

К выполнению практических работ допускаются подготовленные студенты, то есть заранее ознакомившиеся с теоретической частью, последовательностью выполнения практических работ и подготовившие формы отчета с необходимыми таблицами, рисунками и другими пояснениями. В результате выполнения практических работ студент должен получить практический навык использования средств измерений, применяемых в машиностроении.

Схемы и рисунки должны выполняться с помощью карандаша, линейки и циркуля или с использованием машинной графики. Текст в отчете может быть рукописным или печатным, то есть требования по оформлению отчета аналогичны требованиям по оформлению пояснительной записки.

После выполнения цикла практических работ студент способен самостоятельно выбрать средство и метод измерения для контроля гладких цилиндрических, конических, угловых, резьбовых деталей, зубчатых колес, погрешностей формы, взаимного расположения и шероховатости поверхностей. Он может обосновать свой выбор, сравнивая величину допуска контролируемой детали с пределами измерения и погрешностью выбранного средства. Студент производит по ним заключение о качестве контролируемых деталей.

1. Основные термины и определения

Основой обеспечения качества машиностроительной продукции являются технические измерения и контроль. Измерения применяются для входного и выходного контроля, а также для управления технологическим процессом.

Основные термины и определения в области измерений приведены в нормативном документе РМГ 29-99 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология».

Технические измерения – это измерения линейных и угловых величин, проводимые по стандартизованным методикам с допускаемой погрешностью измерения. Они являются частью **метрологии** – науки об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности при измерении длин и углов.

Измерение – совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины.

Единство измерений – состояние измерений, характеризующееся тем, что их результаты выражаются в узаконенных единицах, размеры которых в установленных пределах равны размерам единиц, воспроизводимых первичными эталонами, а погрешности результатов измерений известны и с заданной вероятностью не выходят за установленные пределы.

Эталон – средство измерений, предназначенное для воспроизведения и хранения единицы и передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений и утвержденное в качестве эталона в установленном порядке.

Средство измерений – техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

Результат измерения – значение величины, полученное путем ее измерения

Точность средства измерений – характеристика качества средства измерений, отражающая близость его погрешности к нулю. Чем меньше погрешность, тем точнее средство измерений.

2 Измерение и контроль размеров универсальным приборами

По назначению приборы делятся на:

Универсальные – предназначенные для измерения однородных физических величин различных объектов (например, приборы для измерения линейных размеров вне зависимости от конструкции детали);

Специальные – используемые для измерения параметров однотипных изделий (например, размеров резьбы или зубчатых колес).

По принципу действия, положенному в основу измерительной системы, приборы подразделяются на механические, оптические, оптико-механические, электронные, пневматические и др.

Самые первые измерительные приборы были механические. И в настоящее время они лидируют по распространенности в связи с их простотой и надежностью.

Во многих случаях название прибора определяется конструкцией измерительного механизма (преобразователя). Универсальные приборы с механической измерительной системой для измерений линейных размеров деталей делятся на штангенприборы, микрометрические, рычажно-зубчатые, пружинные измерительные приборы и т.д.

Практическая работа № 1.

Измерение размеров детали и определение годности штангенинструментами

1. Цель работы

Изучение устройства штангенциркулей и приобретения навыков по их использованию для измерения и определения годности деталей.

2. Краткая теоретическая часть

К штангенинструментам относятся измерительные приборы с неподвижной основной шкалой, нанесенной на штанге, и с дополнительной подвижной шкалой, называемой нониусом и служащей для отсчета дробной части деления основной шкалы. Они предназначены для измерения наружных и внутренних размеров и разметки деталей.

Штангенциркули (Рисунок 1.1) являются одними из наиболее распространенных измерительных приборов. Их выпускают несколько типов.

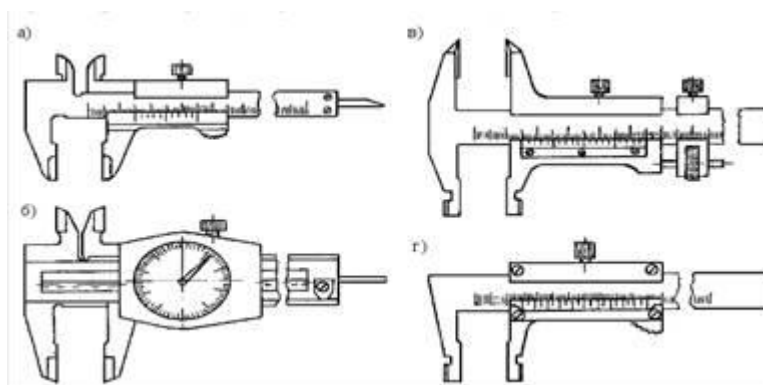


Рисунок 1.1. Штангенциркули

Штангенциркули ШЦ-I 0-125 0.1 ГОСТ 166-80 (рис. 1.1, а) предназначен для измерения наружных и внутренних размеров при помощи двухсторонних измерительных губок 1 и 2, а также размеров уступов при помощи измерительной планки 4.

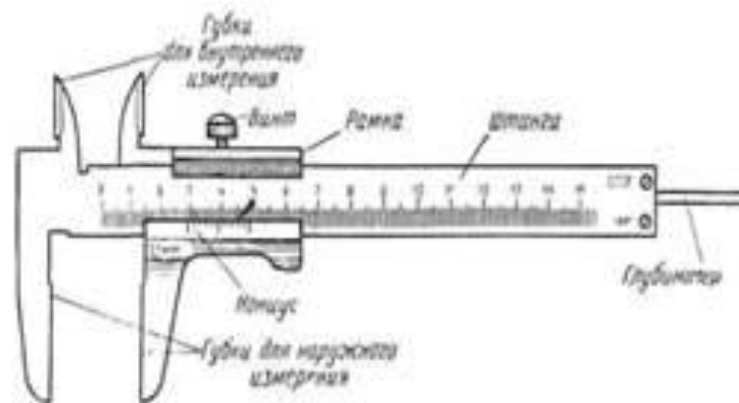


Рисунок 1.2 Устройство штангенциркуля ШЦ-I 0-125 0.1 ГОСТ 166-80

Он состоит из штанги, на конце которой имеется неподвижная губка. Подвижная губка перемещается по штанге вместе с нониусной шкалой. При снятии отсчетов подвижная губка стопорится винтом.

Для более удобного снятия отсчета со шкал, штангенинструменты, в том числе и штангенциркули типа ШЦ-I, 0-125 0.1 ГОСТ 166-80 оснащаются стрелочными отсчетными устройствами с применением реечно-зубчатой передачи (рис. 1.1,б).

Штангенциркуль типа ШЦ-II 0-200 0.05 ГОСТ 166-80 (рис. 1.1,в) – с двухсторонними губками предназначен для измерения наружных и внутренних размеров, а также для разметки деталей. Для плавного (точного) перемещения подвижной губки, что особенно необходимо для установления требуемого размера при разметке, эти штангенциркули оснащаются механизмом микроподачи. Плавное перемещение рамки обеспечивается микрометрической парой и хомутиком. При использовании микрометрической пары винтом стопорится хомут и вращением гайки перемещается рамка вдоль штанги.

Штангенциркуль типа ШЦ-III, 0-250 0.02 ГОСТ 166-80 предназначенный для измерений больших размеров, представлен на рис. 1.1,г. В отличие от штангенциркуля ШЦ-III-0-200 0.05 ГОСТ 166-80 у него односторонние губки и отсутствует механизм микроподачи, эти штангенциркули могут иметь пределы измерения до 4000 мм.

При измерении внутренних размеров штангенциркулями ШЦ-II и ШЦ-III к отсчету показаний по шкалам необходимо прибавить толщину губок, маркируемую на них (обычно она 10 мм).

Погрешность измерения штангенциркулями при измерении размеров до 500 мм обычно равна удвоенному отсчету по нониусу. Например, для штангенциркуля с отсчетом по нониусу 0,05 мм, погрешность измерения будет составлять 0,05 мм.±

Пример простейшей шкалы нониуса, позволяющей отсчитывать показания через 0,1 мм, Отрезок L (длина нониуса), равный девяти делениям основной шкалы, то есть 9 мм, разделен на 10 равных частей (рис. 1.2,а).

Способы определения показаний штангенциркуля

По нониусу штангенциркуля определяют доли миллиметра измеряемых деталей. На рисунке 1.3 ниже (положение – а), показано устройство нониуса. Это шкала, разделенная на 10 равных частей. Длина нониуса равна 19 мм.

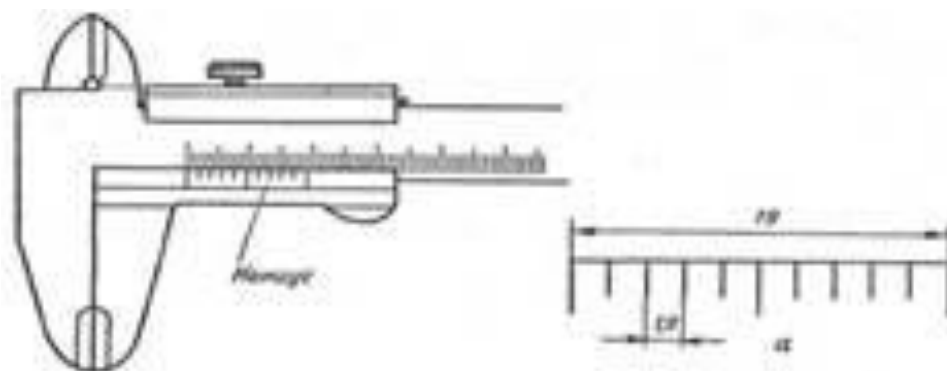


Рисунок 1.3 Устройство нониуса штангенциркуля

Таким образом, каждое деление нониуса равно 1,9 мм, то есть на 0,1 мм меньше двух миллиметровых делений штанги. Когда губки штангенциркуля сомкнуты, нулевое (начальное) и последнее деления нониуса совпадают соответственно с нулевым и девятнадцатым делениями штанги. Остальные деления нониуса и штанги не должны совпадать. Измеряют штангенциркулем следующим образом. Целые миллиметры отсчитывают по делениям штанги

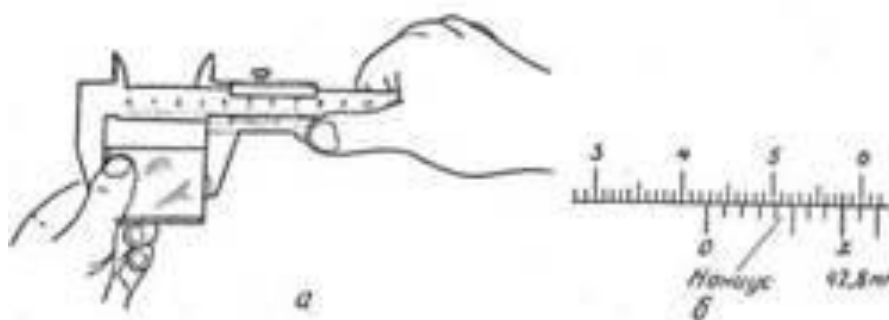


Рисунок 1.4 Прием измерения штангенциркулем (а) и подсчет по нониусу (б)

В данном примере (Рисунок 1.4) нулевое деление нониуса находится между целыми величинами (42 и 43 мм) шкалы штанги. Число целых миллиметров на штанге в нашем примере 42.

Затем необходимо определить какое деление нониуса совпадает с делением штанги.

Порядковый номер совпавшего деления нониуса показывает число десятых долей миллиметра — в нашем случае восьмое деление. Размер измеряемой детали (рисунок выше положение - б) составляет 42,8 мм.

Методика выполнения работы

3.1. Исходные данные

Измерительные приборы – штангенциркули разных типов, изображенные.

Измеряемое или контролируемое изделие — деталь ведущий валик

3.2. Порядок проведения работы

1. Получить деталь и выполнить ее эскиз. На эскизе указать все необходимые размеры.
2. Выбрать необходимый штангенинструмент.
3. Пользуясь формулами $b = a/n = (g \cdot L + a)(n' \cdot a)$, определить отсчет по нониусу и модуль штангенинструментов.

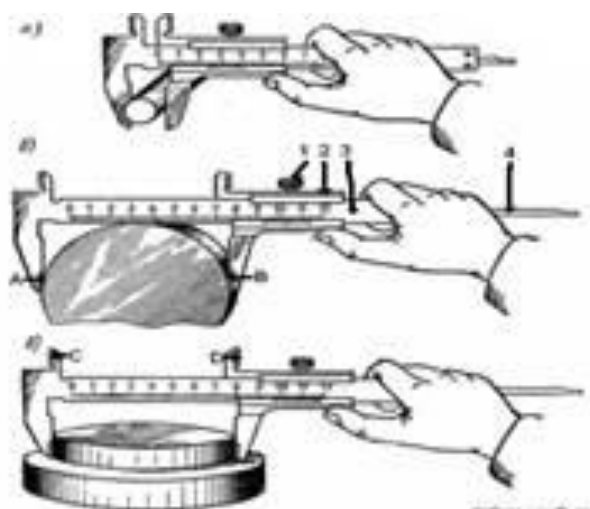


Рисунок 1.5 Методика контроля

4. Определить действительные значения размеров. В случае, если для измерения используется штангенциркуль ШЦ-II, необходимо:

- открепить подвижную губку и хомутик, (Рисунок 1.5) передвинуть их вдоль штанги и расположить рамку так, чтобы измеряемую деталь можно было установить между измерительными поверхностями губок;
- добиться плотного прилегания поверхностей обеих губок к поверхностям измеряемого размера, в этом положении закрепить подвижную губку;
- сняв штангенциркуль с детали, отсчитать показания по шкале штанги и по нониусу. При измерении внутренних размеров к полученному размеру следует прибавить размер толщины губок.

5. Проставить на эскизе детали действительные размеры.

6. Дать заключение о годности детали, если она выполнена по 14 качеству.

7. Оформить отчет по прилагаемой форме.

Форма отчета

1. Наименование работы				
2. Цель работы				
3. Данные о приборах				
Модель				
Отсчет по нониусу, мм	$b=a/n=$			
Модуль нониуса	$= (gL+a) / (n'a)=$			
Пределы измерения, мм				

Погрешность измерения, мм				
4. Эскиз детали с размерами				
5. Заключение о годности				

Тема Измерение размеров детали и определение годности микрометрическими инструментами

1. Цель работы

Изучение устройства микрометрических приборов и приобретение навыков по их использованию для измерения деталей.

2. Краткая теоретическая часть

К микрометрическим приборам относятся микрометры, микрометрические нутромеры и микрометрические глубиномеры.

Микрометром называется измерительное средство с корпусом в виде скобы с двухточечной схемой измерения, в котором перемещение одной из точек обеспечивается с помощью резьбовой пары – винта и гайки.

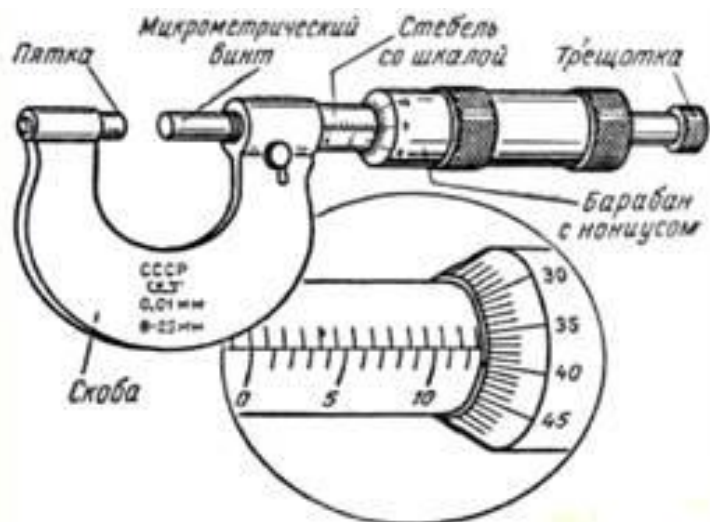


Рис. 2.1. Микрометр

Микрометр (рис. 2.1) состоит из скобы 1 с запрессованной в нее пяткой 2 с измерительной плоскостью и стебля 3. Микрометрический винт 5 ввернут в микрометрическую гайку стебля, а его цилиндрическая часть со второй измерительной плоскостью направляется точным отверстием в левой части стебля. Микровинт 5 соединен с барабаном 6 колпачком 7, в нем имеется отверстие, в которое вставлен подпружиненный зуб 8, упирающийся во впадину торцевой зубчатой поверхности трещотки 9.

При вращении трещотки 9 через подпружиненный зуб 8 микровинту 5 передается определенный крутящий момент, необходимый для обеспечения измерительного усилия в пределах 5...9 Н. Стопор 4 служит для фиксации микровинта в нужном положении относительно скобы.

Все микрометрические приборы основаны на применении принципа преобразования угловых перемещений в линейные при помощи винтовой пары с точным шагом, поэтому их отсчетное устройство состоит из двух шкал: продольной и круговой. Шаг микрометрического винта всегда равен 0,5 мм.

Продольная шкала, деления которой нанесены вдоль риски на стебле, состоит из двух частей. По нижней части отсчитываются целые миллиметры, а по верхней – половины миллиметра. Указателем для отсчета по этой шкале является торец конуса барабана 6.

Круговая шкала из 50 делений на конической части барабана служит для отсчета долей оборота винта. Указателем для отсчета по этой шкале служит продольная риска на стебле 3. Поворот микрометрического винта с барабаном на одно деление соответствует перемещению торца этого винта на одну пятидесятую его шага, т.е. на $0,5/50=0,01$ мм, где 0,5 мм – шаг резьбы. Следовательно, цена деления шкалы таких микрометрических приборов равна 0,01 мм. На рис. 2.4 показан отсчет равный 6,65 мм.

Микрометры общего назначения с плоскими измерительными пятками для измерения размеров до 600 мм выпускаются с пределами измерения 0...25, 25...50, ..., 575...600 мм, через каждые 25 мм и имеют погрешность измерения не более 0,01 мм.

В настоящее время используются цифровые микрометры.

Измерительный механизм цифрового микрометра состоит из микровинта и оптоэлектронного преобразователя с выводом информации на жидкокристаллический дисплей. Общий вид цифрового микрометра показан на рис. 2.2.

Измерительное усилие у цифровых микрометров обеспечивается с помощью фрикционного или храпового механизма.

Снимать отсчет с цифрового микрометра значительно удобнее, чем с обычного: установка нуля осуществляется простым нажатием клавиши.

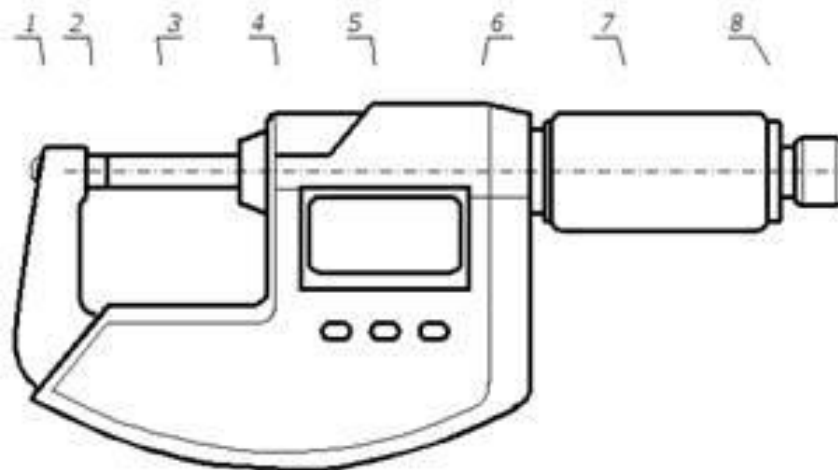


Рисунок. 2.2. Цифровой микрометр

На рисунке 2.2 цифрами обозначены: 1 – скоба микрометра; 2 – неподвижная измерительная пятка; 3 – микрометрический винт; 4 – корпус микрометра из теплоизолирующей пластмассы; 5 – жидкокристаллический дисплей; 6 – кнопки управления; 7 – ручка храпового механизма; 8 – ручка ускоренной подачи.

Цифровые микрометры имеют дискретность отсчета 0,001 мм и пределы измерения 0-25, 25-50, 50-75 и т.д., самый крупный микрометр имеет пределы измерения 475-500 мм. Пределы допускаемой погрешности у цифровых микрометров колеблются от 3-4 мкм у малых типоразмеров и до 13-15 мкм у больших типоразмеров.

Микрометрический нутромер служит для измерения внутренних размеров гладких изделий (рис. 2.3).

Прибор состоит из микрометрической головки (рис. 2.3,а), наконечника (рис. 2.6,б) и сменных удлинителей (рис. 2.6,в). В микрометрической головке к микрометрическому винту 5, имеющему измерительную поверхность 9, при помощи колпачка 8 присоединен барабан 7. Микрометрический винт ввинчивается в микрометрическую гайку 6 и центрируется по калиброванному отверстию в стебле 3. В нужном положении микровинт 5 может быть закреплен стопорным винтом 4.

Рис. 2.3. Микрометрический нутромер

На наружной цилиндрической поверхности стебля 3 нанесены деления на расстояниях, равных шагу микрометрического винта 0,5 мм. В левой части стебля 3 запрессована пятка 1 со второй измерительной поверхностью, а также нарезана внутренняя резьба 2. В эту резьбу ввинчивают либо наконечник, без которого вообще нельзя производить измерения, или удлинители, предназначенные для увеличения пределов измерения нутромера.

Удлинитель (рис. 2.3,в) состоит из стержня 10 определенной длины (13, 25, 50 мм), установленного в трубке 12, и пружины 11, необходимой для обеспечения постоянного давления

при свинчивании удлинителя с микрометрической головкой. Комбинация удлинителей в сочетании с микрометрической головкой и наконечником позволяет изменять пределы измерения от 75 до 175 мм.

0,006 мм.±В отличие от микрометра погрешность нутромера несколько больше из-за отсутствия устройства, обеспечивающего постоянство измерительного усилия. Пределы допускаемых погрешностей микрометрического нутромера зависят от измеряемого размера. Для размеров до 125 мм пределы допускаемой погрешности

Микрометрический глубиномер (рисунок 2.4) служит для измерения глубины отверстий, пазов, высоты уступов и т.п.

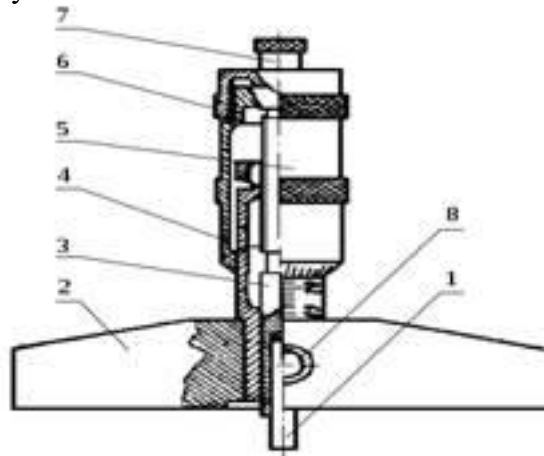


Рисунок 2.4. Микрометрический глубиномер

Устройство. Он состоит из основания 2 с запрессованным в нем стеблем 4, микрометрического винта 3 со сменным измерительным стержнем 1, барабана 5, колпачка 6 с трещоткой 7 и стопора 8.0,005мм.±Измерительными поверхностями микрометрического глубиномера являются нижняя плоскость основания 2 и торец сменного измерительного стержня 1. Микрометрические глубиномеры выпускают с четырьмя сменными измерительными стержнями, что обеспечивает пределы измерения от 0 до 150 мм. Глубиномеры выпускают двух классов точности – 1 и 2-го. Пределы допускаемой погрешности глубиномера 2-го класса точности с диапазоном измерения 0...100 мм не должны превышать

Методика выполнения работы

3.1. Исходные данные

Измерительные приборы – микрометр, микрометрический нутромер, микрометрический глубиномер.

Измеряемое или контролируемое изделие – деталь.

3.2. Порядок проведения работы

1. Получить деталь и выполнить ее эскиз. На эскизе указать все необходимые размеры.

2. Выбрать необходимый микрометрический инструмент.

3. Определить действительные значения размеров.

3.1. Наружные размеры деталей измеряются гладким микрометром (рис. 2.1). Перед измерением проверить правильность установки микрометра на ноль. 3.1.1 Произвести вращение барабана с помощью трещотки (стопор отпущен)

3.1.2 Обеспечить контакт измерительных плоскостей.

Примечание: При проверке микрометра с пределами измерения 25...50 мм и более между измерительными плоскостями должны располагаться установочные или концевые меры.

3.1.3 Произвести трехкратное прощелкивания трещотки

3.1.4 Закрепить микровинт стопором и проверить совпадение нулевого штриха круговой шкалы

барабана с продольной риской на стебле, а в случае несовпадения установить на нуль в следующей последовательности:

3.1.5 Отсоединить барабан от микровинта:

3.1.5.1 Произвести удерживание барабана за накатанную поверхность;

3.1.5.2 Слегка отвернуть колпачок 7;

3.1.5.3 Повернуть отсоединенный барабан 6 до совпадения нулевого штриха круговой шкалы с продольной риской на стебле 3;

3.1.5.4 Удерживая микрометр за барабан, затянуть колпачок до отказа;

3.1.6 Отпустить стопор, повернуть барабан против часовой стрелки на 1...2 оборота;

3.1.7 Проверить правильность установки на нуль. В случае необходимости повторить установку.

После установки микрометра на ноль произвести измерения наружных размеров детали.

3.2. Внутренние размеры измеряются микрометрическим нутромером (рис. 2.3).

3.2.1 Вначале проверить установку микрометрической головки на ноль.

3.2.1.1 Прикрепить при помощи винта в вертикальном положении установочную скобу размером 75 мм к торцу коробки прибора:

3.2.1.2 Привернуть наконечник к микрометрической головке;

3.2.1.3 Отпустить стопорный винт 4;

3.2.1.4 Нутромер ввести между поверхностями скобы;

3.2.1.5 Произвести вращение микровинта и добиться контакта с измерительными плоскостями скобы;

3.2.6 Слегка покачивая прибор, отыскать кратчайшее расстояние;

3.2.7 Закрепить стопорный винт.

Примечание: Если нулевое деление барабана не совпадает с продольной риской, то, отпустив колпачок 8, освободить барабан 7 (при отвертывании колпачка микрометрическую головку следует держать только за барабан), а затем повернуть барабан до совпадения нулевого деления с продольной риской и закрепить;

3.2.8. Проверить правильность установки.

В случае необходимости привернуть к микрометрической головке удлинитель.

Ввести нутромер в отверстие и выполнить измерение. При измерении, покачивая нутромер, установить его по диаметру (максимальное показание).

3.3. Измерение уступов осуществляется микрометрическим глубиномером (рис. 2.4).

3.3.1 Перед измерениями проверить правильность установки глубиномера на нуль.

3.3.1.1 Вставить измерительный стержень с пределами измерения 0...25 мм;

3.3.1.2 Установить основание измерительной поверхностью на проверочную плиту и, слегка прижимая к плите;

3.3.1.3 Перемещать микровинт с помощью трещотки до касания измерительного стержня с поверхностью плиты;

3.3.1.3 Закрепить микровинт стопором 8 и в этом положении

3.3.1.4 Проверить совмещение нулевого штриха на барабане с продольной риской на стебле (рис. 9); в случае несовпадения штриха и риски настроить глубиномер на нуль.

3.3.1.5 Для этого, придерживая микрометрический глубиномер за барабан 5, отвернуть колпачок 6 (1...2 оборота) и отсоединить конус барабана от конуса микрометрического винта (нажать на барабан в направлении основания).

3.3.1.6 Повернуть барабан относительно стебля так, чтобы нулевой штрих совпадал с продольной риской на стебле.

3.3.1.7 В этом положении соединить барабан с микровинтом колпачком 6. 3.3.1.8. Отпустить стопор 8,

3.3.1.9 Проверить правильность настройки; при необходимости повторить настройку.

В том случае, если размер уступа больше 25 мм, заменить в гнезде микровинта измерительный стержень.

Для измерения размера уступа необходимо основание глубиномера установить на одну из наиболее доступных и удобных измерительных плоскостей и при помощи трещотки добиться контакта со второй измерительной плоскостью.

4. Проставить на эскизе детали действительные размеры.
5. Дать заключение о годности детали, точность изготовления задается преподавателем.
6. Оформить отчет по прилагаемой форме.

Форма отчета

1. Наименование работы					
2. Цель работы					
3. Данные о приборах					
Наименование					
Цена деления, мм					
Пределы измерения, мм					
Погрешность измерения, мм					
4. Эскиз детали с размерами					
5. Заключение о годности					

Практическая работа № 3

Тема «Контроль деталей концевыми плоскопараллельными мерами длины»

1 Теоретические сведения

Концевые меры длины – это однозначные меры, размер которых образован противоположными измерительными поверхностями.

Особенность КМД заключается в том, что их противоположные измерительные грани расположены на исключительно точном расстоянии и имеют высокую плоскостность и обладают весьма малой шероховатостью. Эти свойства обеспечивают одинаковое для данной меры расстояние между измерительными поверхностями в любом месте, т. е. длины перпендикуляров (рабочий размер плитки), опущенных из любой точки одной измерительной поверхности на другую, одинаковы у данной меры (Рисунок 3.1). Рабочим размером плиток является их срединная длина, равная высоте перпендикуляра АВ, опущенного из середины верхней измерительной плоскости на плоскость Q, к которой плитка притерта своей противоположной измерительной плоскостью. Таким образом, номинальное значение измерительного размера плиток $L = AB$.



Рисунок 3.1 – Плитка из набора КМД

17

Конструкция всех КМД практически одинакова – это пластины с двумя противоположными плоскопараллельными измерительными поверхностями. КМД выпускаются размерами от 0,1 до 1000 мм:

- от 0,1 до 100 мм изготавливают цельными;
- свыше 100 мм – с двумя отверстиями для соединения стяжками.

Материалом для изготовления КМД служат стали и твердые сплавы. Износостойкость концевых твердосплавных мер в десятки раз выше износостойкости стальных мер.

Точность плиток определяется точностью изготовления (значением допуска) и точностью аттестации (предельной погрешностью определения действительных размеров плиток при аттестации). Плитки подразделяют:- по точности изготовления на четыре класса (в порядке убывания точности) 0, 1, 2, 3; для мер, находящихся в эксплуатации, устанавливают дополнительные классы 4



Рисунок 3.2 Набор плиток КМД

по точности аттестации на пять разрядов (в порядке убывания точности 1, 2, 3, 4, 5). Концевые меры поставляются в специальных футлярах в виде наборов. Выпускают наборы из 116, 87, 42 и менее плиток с разными измерительными размерами. Аттестация плиток по разрядам способствует повышению точности измерений.

Плоскопараллельные концевые меры (Рисунок 3.2) длины являются основным средством обеспечения единства мер в машиностроении. Они служат для передачи линейного размера от эталона до изделий в производстве и обеспечивают хранение единицы длины на предприятиях. Применяются для градуировки измерительных приборов и инструментов, а также для точных измерений, разметочных работ, наладки станков. Для получения заданных размеров из плиток составляют блоки путем взаимной притирки нескольких плиток (рекомендуется не более четырех). Например, на рисунке 3.3 показан блок из четырех плиток, образующий размер 17,105 мм. Крайние две тонкие плитки предохраняют от повреждения внешние измерительные плоскости блока.

Для измерения высоты или глубины пазов, наружных размеров, выполнения разметки и в других случаях плитки используют с различными приспособлениями (державки, боковины, центры и пр.)

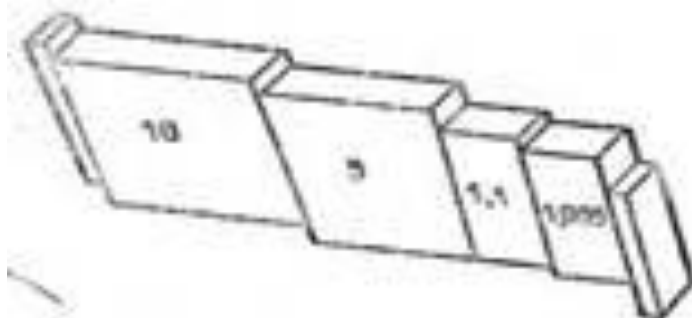


Рисунок 3.3 Блок плиток размер 17,105 мм

Процесс притирки показан на рисунке 3.4. Хорошая притираемость плиток объясняется силами молекулярного сцепления, возникающими благодаря высокой чистоте обработки и покрытию измерительных плоскостей тончайшей (не более 0,2 мкм) пленкой смазки. Притертые плитки настолько надежно сцепляются, что разъединить их можно только с помощью сдвигающих усилий.

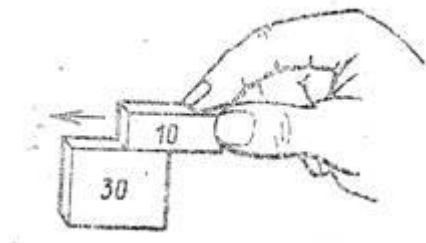


Рисунок 3.4 Процесс притирки плиток

Применение плоскопараллельных концевых мер

При проверке скобы (Рисунок 3.5) блок концевых мер требуемого размера вводят между проверяемыми плоскостями и проверяют плотность сопряжения. При наличии зазора или чрезмерно плотного соединения изменяется размер блока мер и проверка производится повторно. Действительным размером скобы будет являться тот блок, который удерживается собственной массой, но при уменьшении на 1 мкм выпадает.

При проверке инструментальной погрешности микрометра сопоставляют его показания с размерами блоков мер. При определении линейных размеров малых зазоров используют метод световой щели, сравнивая определяемые величины с образцами просвета. Если источник освещения расположен сзади щели, невооруженным глазом можно определить величину 0,002 мм.

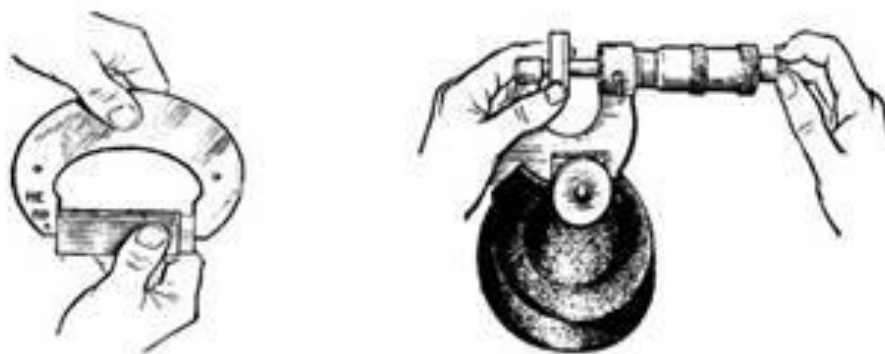


Рисунок 3.5 – Применение концевых мер длины

2 Цель работы:

- 1.1 Ознакомиться с набором концевых плоскопараллельных мер длины.
- 1.2 Научиться рассчитывать и собирать блоки концевых мер длины и проводить контроль деталей для определения годности.

3 Задание

- 2.1 Рассчитать блок плиток для контроля износа калибра-скобы.

4 Методические указания по выполнению практической работы

- 4.1 Выписать размер проходного изношенного калибра-скобы. Этот размер для калибров с квалитетами с 6 по 14 необходимо округлить размер до числа, кратного 0,5 мкм.
- 4.2 Подобрать плитки из предложенного набора, применяя правило составления блоков,
- 4.3 Оформить расчет, как указано в примере на размер 17,105 мм.
- 4.4 Графически изображаем блок собранных плиток.
- 4.5 Произвести контроль проходной стороны калибр скобы.
- 4.6 Сделать вывод об использовании собранного блока плиток по отношению к калибру

Контрольные вопросы 1. Что такое плоскопараллельные концевые меры длины и какова область их применения?

2. Что такое классы и разряды концевых мер и чем они характеризуются?
3. Какие дополнительные принадлежности выпускаются для более широкого применения плоскопараллельных концевых мер?
4. Какие существуют наборы концевых мер

Практическая работа № 4. Контроль точности размеров гладких валов рычажной скобой

1. Теоретическая часть

Скобой с отсчетным устройством называется измерительное средство с корпусом в виде скобы и двухточечной схемой измерения, у которой перемещение одной из точек определяется с помощью стрелочного отсчетного устройства (измерительной головки).

Скоба с отсчетным устройством обязательно настраивается на измеряемый размер с помощью концевых мер длины и измерение производится **дифференциальным методом**.

Скобы со встроенным отсчетным устройством типа СР обычно имеют встроенный рычажно-зубчатый механизм. У скоб со сменной отсчетной головкой типа СИ в торец подвижной пятки устанавливают рычажно-зубчатую головку или индикатор часового типа.

Скобы типа СИ изготавливают для размеров: $\pm 0,14$ мм. Скобы типа СР изготавливают для измерения размеров до 150 мм через 25 мм с ценой деления шкалы 2 мкм и диапазоном показаний до 70 мкм, $\pm$ до 50 мм с ценой деления 0,001 мм и диапазоном показаний

У этих скоб переставная пятка может устанавливаться на 50 мм, а для некоторых типоразмеров скоб дается по две или три переставных пятки, а, следовательно, диапазон измерения у одной скобы составляет соответственно 50, 100 и 150 мм.

Измерительные усилия скоб в зависимости от типоразмеров находятся в пределах 500 – 1000 сН с колебаниями 150-250 сН.

Погрешность измерения скобами с отсчетным устройством состоит из погрешностей:

- отсчетного устройства,

- возникающих при настройке концевых мер длины,

- из-за отклонения от плоскопараллельности измерительных пяток,

- из-за нагрева корпуса скобы руками оператора,

- вызванных разным положением скобы и детали в пространстве при настройке и работе,

- вследствие недостаточной жесткости корпуса скобы и измеряемой детали.

При работе на всем диапазоне показаний погрешность измерения скобами типа СР может быть обеспечена от 4 до 25 мкм, а при работе на участке шкалы в пределах 10 делений соответственно 2-5 мкм.

Для скоб типа СИ погрешность измерения может колебаться от 1,5 мкм (для диапазона измерений до 50 мм) до 50 мкм (для диапазона 500-1000 мм).

Скоба типа СИ модели 01102 с диапазоном измерения от 0 до 25 мм (Рисунок 4.1) состоит из корпуса 8, в котором перемещается подвижная пятка 7, связанная с рычажно-зубчатым механизмом отсчетного устройства 9.

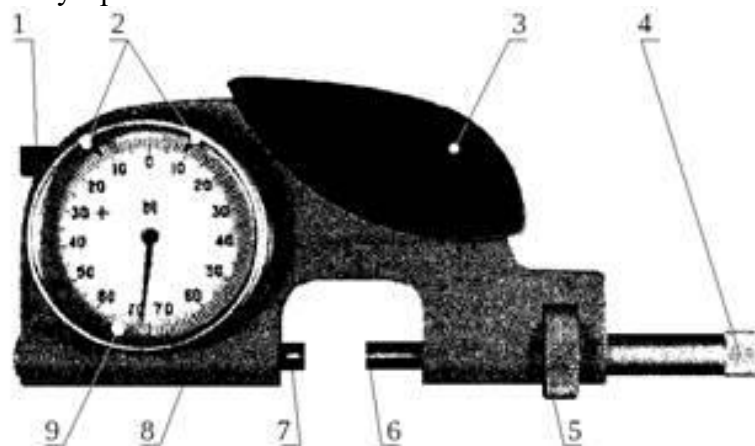


Рисунок 4.1. Рычажная скоба модели 01102

Регулируемая пятка 6 перемещается с помощью гайки 5, которая фиксируется колпачком

4. Указатели предельных размеров перемещаются по окружности индикатора. Арретир 1 используется для обеспечения установки контролируемых изделий между измерительными пятками. Для уменьшения погрешностей из-за тепловых деформаций от рук оператора предусмотрены теплоизолирующие накладки 3, за которые необходимо держать прибор во время измерения. Подобные скобы широко применяются для точного измерения линейных размеров дифференциальным методом в условиях массового и серийного производства.

2. Цель работы

Изучение устройства рычажных скоб и приобретение навыков по их использованию при контроле деталей и определении годности.

3. Методика выполнения работы

3.1. Исходные данные

Измерительные приборы – рычажная скоба.

Измеряемое или контролируемое изделие – гладкий вал.

3.2. Порядок проведения работы

1. В соответствии с указанным преподавателем номинальным размером и предельными отклонениями, пользуясь таблицами ПЗ.1, П5.1, П5.2 построить схему расположения поля допуска детали «вал» (Рисунок 4. 2.).

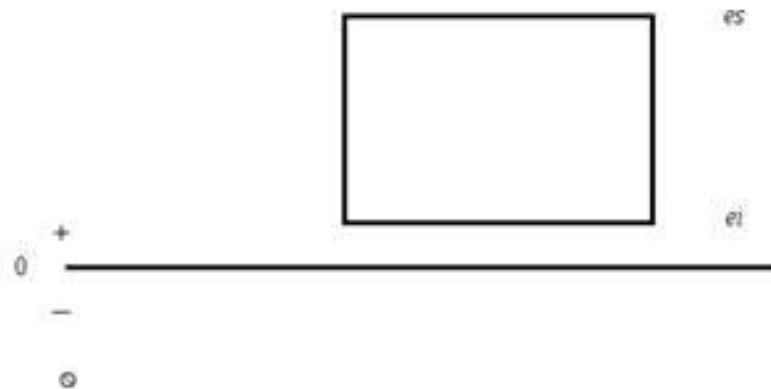


Рисунок 4.2. Схема расположения поля допуска вала

2. Набрать блок плоскопараллельных концевых мер длины соответствующий номинальному значению размера вала.

3. Выбрать рычажную скобу, так чтобы ее пределы измерения позволяли измерить размер контролируемых деталей.

4. Настроить скобу. Для этого поместить блок концевых мер между измерительными поверхностями (Рисунок 4.1) подвижной 7 и регулируемой 6, слегка отвернув предварительно колпачок 4. Вращая регулировочную гайку 5 добиться, чтобы стрелка отсчетного устройства 9 совместилась с нулевым делением шкалы. Проверить правильность настройки, несколько раз нажав на арретир 1, стрелка должна устойчиво возвращаться в ноль. В этом положении регулируемую пятку застопорить колпачком 4.

Выставить указатели пределов допуска 2, так чтобы они соответствовали предельным отклонениям контролируемого вала.

5. Измерить детали скобой. При введении детали между измерительными пятками скобы пользоваться арретиром 1. Держать скобу за теплоизоляционную прокладку 3 для уменьшения погрешности измерения из-за влияния тепла рук оператора.

6. Занести данные измерений всех деталей в отчет. При этом отклонения деталей, попавшие внутрь отмеченной указателями пределов допуска зоны, заносить в раздел годных, а отклонения, попавшие вне указанной зоны, заносить в разделы исправимого или неисправимого брака.

7. Дать заключения о годности.

8. Оформить отчет по работе согласно прилагаемой форме.

Форма отчета

1. Наименование работы			
2. Цель работы			
3. Данные о приборе			
Наименование			
Цена деления, мкм			
Пределы измерения, мм			
Диапазон показаний, мкм			
Погрешность измерения, мкм			
4. Данные о детали			
Наименование			
Номинальный размер, мм			
Обозначение на чертеже			
Предельные отклонения, мкм			
Предельные размеры, мм			
5. Результаты измерений, мкм			
Годные детали	Негодные детали		
	Исправимый брак	Неисправимый брак	
7. Заключение о годности			

1. Теоретическая часть

Измерения углов угломерами.

Универсальный угломер с нониусом (ГОСТ 5378-66) предназначен для измерения угловых размерами и разметки деталей с точностью до $2'$. Для измерения углов от 0 до 90° на подвижную линейку устанавливается дополнительный угольник. Измерение углов от 90° до 180° проводится без добавочного угольника.

Угломером транспортирным УМ (Рисунок.5.1, а) измеряют наружные углы от 0 до 180° . Основанием этого угломера служит транспортир 7 со шкалой, имеющей цену деления 1° ; в центре транспортира расположена ось 10, на ребре транспортира укреплен неподвижная измерительная линейка 5. На оси 10 поворачивается сектор 5 вместе с подвижной линейкой 9, нониусом 8, а также стопор 4.

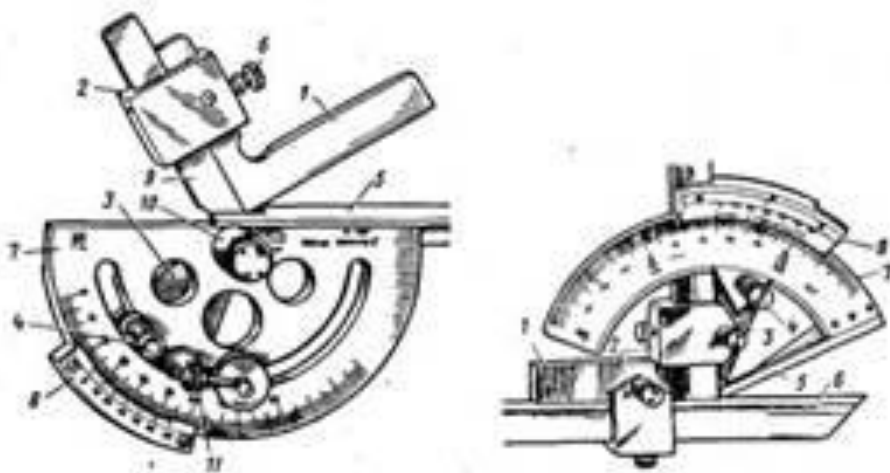


Рисунок 5.1 Угломер транспортирный типа УМ

Если нужно измерить наружный угол в пределах от 0 до 90° , то собирается весь комплект угломера, для чего на подвижную линейку 9 надевают державку 2 со съемным угольником 1 и винтом зажима 6. Для плавности подвода к нужному положению угломер снабжен микроподачей 11. Если нужно измерить наружный угол в пределах от 90 до 180° , то, освободив зажим 6, снимают угольник 1.

Угломером универсальным УН (рис.5.1, б) измеряют как наружные углы от 0 до 180° , так и внутренние углы от 130 до 180° .

Основанием этого угломера служит сегмент 7 со шкалой, имеющей цену деления 1° . На сегменте 7 укреплен подвижная измерительная линейка 5, а по его внешней дуге перемещается сектор 3 с нониусом 8, имеющим величину отсчета $2'$; на секторе 3 расположен стопор 4. Для увеличения диапазона измерения к сектору 3 державками 2 может присоединяться съемный угольник 1 и съемная линейка 6.

Подготовка к измерению

Студенты должны получить от руководителя заданный номинальный размер измеряемого угла и его предельные отклонения и занести их в отчетный бланк;

Получить измеряемую деталь и протереть чистой тканью поверхности, образующие измеряемый угол.

По величине номинального угла детали подобрать дополнительные части к угломеру, которые требуются для измерения заданного угла.

Угломер и дополнительные части к нему протереть чистой тканью, в особенности тщательно поверхности измерительных линеек.

Угломер и дополнительные части собрать в требуемый комплект, состав которого зависит от типа измеряемого угла и его номинального размера.

2.Сборка комплектов транспортирного угломера УМ для измерения наружных углов от 0 до 90°.

Порядок сборки:

2.1 Надеть державку 2 с дополнительным угольником 1 на линейку сектора 2.2 Произвести поворот сектор 3 в крайнее левое положение

2.2.1 Придвинуть угольник 1 вплотную к линейке 5 основания так, чтобы его свободная сторона прилегала своей измерительной поверхностью без просвета к измерительной поверхности линейки основания, следя при этом, чтобы нулевые штрихи шкал основания и нониуса были совмещены;

2.3 Закрепить зажим 6 державки 2 так, чтобы не сместить нулевые штрихи шкалы основания и нониуса.

Комплектом для измерения наружных углов от 90 до 180° является сам транспортирный угломер без дополнительных частей.

3.Сборка комплектов универсального угломера УН для измерения наружных углов от 0 до 50°. (Рисунок 5.2)

Порядок сборки:

3.1 Установить угломер

3.1.1 Поставить сектор 3 вершиной угла к себе;

3.1.2 Произвести вращение микроподачи

3.1.3 Произвести поворот основание (сегмент) 7 до совмещения нулевых штрихов шкал основания и нониуса 8 и зажимают стопор угломера

3.1.4 Надеть державку 2 на короткую сторону угольника так, чтобы соединительные отверстия совпали, а отверстие без резьбы было сверху; затем скрепляют державку и угольник соединительным винтом.

3.1.5 Вставить съемную линейку 6 в державку;

3.1.5.1 Произвести вывинчивание винта зажима державки на 3—4 оборота и ввести съемную линейку 6 в державку 2 скошенным торцом так, чтобы ее узкое ребро прилегало к стороне угольника 1 и закрепляют линейку 6 зажимом.

3.1.6 Надеть другую державку на сектор 3,

3.1.7 Взять угломер за сегмент 7 нониусом к себе, сектором 3 от себя и 3.1.7.1 Надеть державку на сектор так, чтобы соединительные отверстия совпали и отверстия без резьбы были бы сверху;

3.1.7.2 Скрепить державку 2 с сектором 3 соединительным винтом.

3.1.8 Вставить угольник в державку

3.1.9 Произвести вывинчивание винт зажима державки на 3—4 оборота и ввести в державку угольник 1 длинной стороной так, чтобы ее внешняя измерительная поверхность прилегала к сектору 3, продвигают угольник до контакта узкого ребра съемной линейки 6 без просвета с измерительной поверхностью подвижной линейки 5.

3.4.2 В этом положении закрепить зажимом угольник 1 в державке 2.

3.2 Комплект для измерения наружных углов от 50 до 140°.

Порядок сборки:

3.2.1 Надеть державку 2 на сектор 3

3.2.2 Закрепить ее.

3.2.3 Вставить угольник в державку, не доводя его вершины до острия сектора 3 на длину, зависящую от контура измеряемой детали

3.2.4 Закрепить зажимом державки 2 угольник 1.

Примечание: если короткая сторона угольника в условиях измерения не вписывается в контур измеряемой детали, то в державку 2 вместо угольника 1 на секторе 3 вводят съемную линейку б,

22

так чтобы узкое ребро этой линейки прилегало к измерительной поверхности сектора 3.

3.3 Комплект для измерения наружных углов от 140 до 180° и внутренних углов от 130 до 180°.

Порядок сборки:

3.3.1 Надеть державку 2 на сектор 3

3.3.2 Закрепить ее;

3.3.2.1 Ввести в державку 2 угольник 1 длинной стороной так, чтобы вершина угольника совместилась с вершиной сектора 3; закрепляют угольник 1 зажимом державки 2.

Измерение внутренних углов от 40 до 130° выполняют универсальным угломером без дополнительных частей.

Измерение углов.

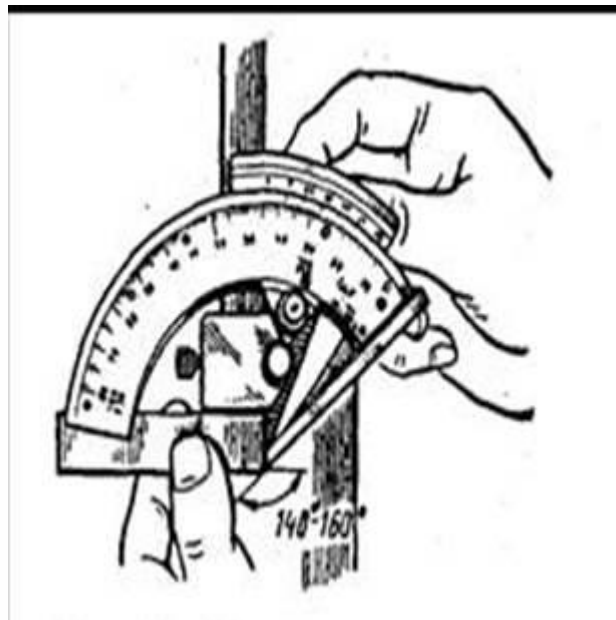


Рисунок 5.2 Измерение внутреннего угла детали универсальным угломером

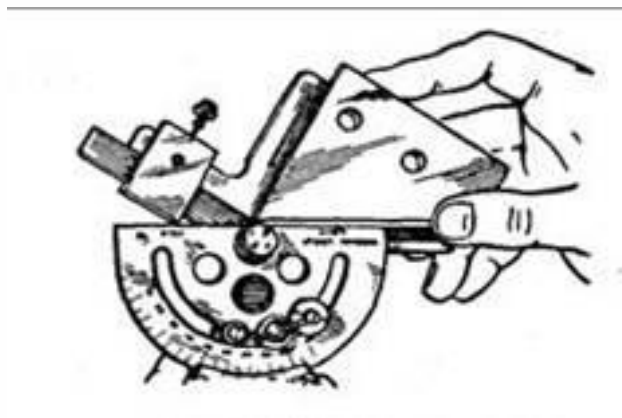


Рисунок 5.3 Измерение наружного угла детали транспортирным угломером

3.4 Установить угломер на измеряемой детали

3.4.1 Взять угломер в левую руку и поднять его на уровень глаз

3.4.2 Правой рукой наложить деталь на угломер и, наблюдая «на просвет» взаимное положение поверхностей, образующих угол детали, и поверхностей линеек угломера, поворотом микроподачи подогнать линейки угломера до совпадения их углов и поверхностей с углами и поверхностями детали.

23

3.4.3 Закрепить стопор 4 угломера и снять деталь с угломера.

3.5 Снять показание угломера по шкалам основания 7 и нониуса 8, пользуясь тем же методом, что и при чтении показания штангенциркуля.

3.6 Повторить действия п. 1 и 2 еще два раза, устанавливая угломер каждый раз заново по углу детали и снимая заново каждое показание, записывая их на отдельном листке.

4. Подсчитать и записать среднее показание a , на отдельном листке. Определить действительный размер угла с детали, для чего среднее показание a_0 пересчитать по таблице на с. Полученное значение действительного размера угла C_4 записать в графу отчетного бланка:

Цель работы: Научить измерять углы и конусы в деталях;

Определять годность угловых размеров и конусов. Приобретение навыков работы со средствами измерений.

Задачи: 1. Измерить заданные углы детали угломером.

2. Дать заключение о годности детали по каждому из контролируемых параметров.

3. Измерить угол конуса.

4. Дать заключение о годности детали по контролируемому параметру.

Приборы и приспособления: Универсальный угломер, штатив с индикатором часового типа.

Объект контроля: многогранная призма, деталь с наружной конической поверхностью.

Порядок выполнения работы.

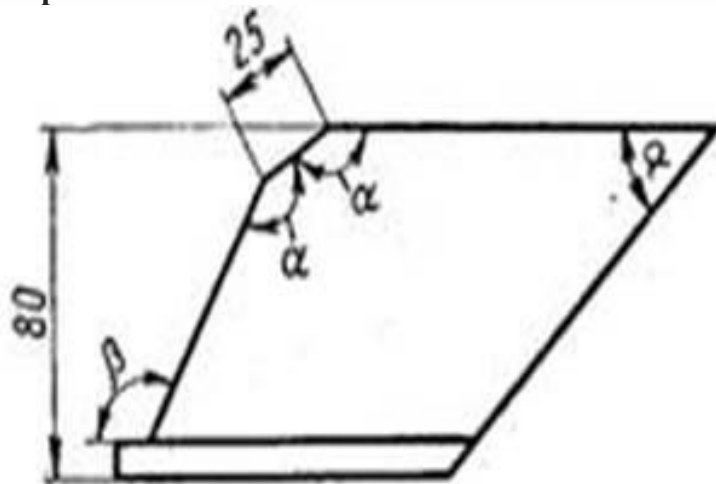


Рисунок 5.4 Эскиз детали

29

При измерении наружных и внутренних углов универсальным угломером

1. Определить на глаз значение измеряемых углов

2. Собрать угломер по необходимой схеме.

3. Затем несколько отпустить стопорный винт и, пользуясь головкой зубчатой передачи, добиваются плотного прилегания измерительных плоскостей к детали.

4. Закрепить винт и произвести отсчет.

Измерение конусов.

Для измерения конусов используют синусную линейку (Рисунок 5.5), которая представляет собой шлифованный брусок прямоугольного сечения с двумя цилиндрическими роликами или

шариками на концах. Выпускают синусные линейки трех типов I - без опорной плиты; II — с опорной плитой; III - с двумя опорными плитами и двойным наклоном. Ролики расположены на строго определённом расстоянии один от другого, обычно 100 мм или 200 мм между центрами роликов.

24

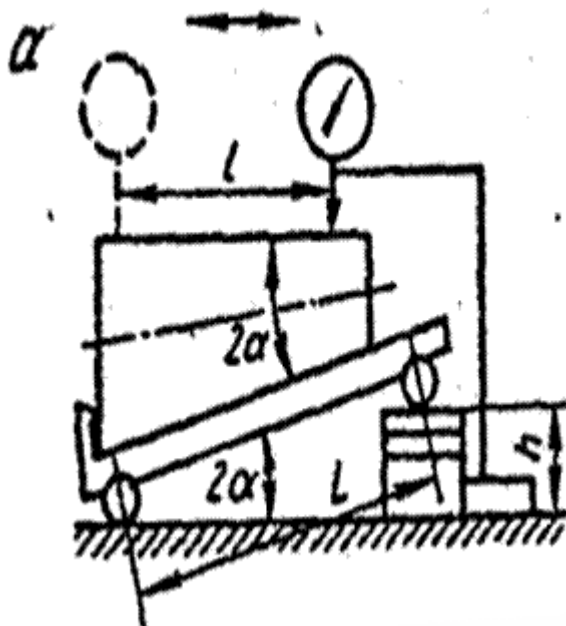


Рисунок 5.5 Контроль синусной линейкой

Линейку располагают на плите и под один из роликов вставляют блок концевых мер размером h . Высоту блока рассчитывают по формуле:

$$h = L \cdot \sin \alpha,$$

где L — расстояние между осями роликов, установленных по концам линейки;

α — угол, на который требуется установить линейку.

30

Столик устанавливают на проверочной плите под заданным углом с помощью блока плиток. Углом наклона синусной линейки определяют их соотношение

$$\sin \alpha = \frac{h}{L}.$$

по формуле:

Содержание отчёта.

1. Изучить устройство универсальных угломеров.
2. Выполнить отчёты заданных углов.
3. Вычертить эскиз изделия и указать величину углов.
4. Изучить устройство синусной линейки.
5. Выполнить замеры заданных углов.
6. Выполнить расчёт угла изделия.
7. Вычертить эскиз установки для измерения угла с помощью синусной линейки.
8. Дать выводы о погрешности измерения углов и конусов.

Контрольные вопросы.

1. Устройство, принцип действия, правила пользования угломером.
2. Устройство, принцип действия, правила пользования индикатором часового типа.
3. Типы синусных линеек.

4. Типы угломеров.
5. Порядок измерения углов.
6. Порядок измерения конусов.

Практическая работа №6.

Тема Измерение углов и конусов детали Конус Морзе

Краткая теоретическая часть Контроль углов осуществляют угольниками, угловыми мерами, коническими калибрами, механическими и оптическими угломерами, синусными линейками и другими средствами. Наибольшее распространение среди них получили нониусные угломеры, которые имеют съемный угольник и поэтому с их помощью можно измерять углы до 0 до 180°; нониус угломера принципиально не отличается от нониуса штангенциркуля.

Косвенные - тригонометрические - методы измерения углов нашли довольно широкое применение. Измерение проводят двумя роликами расположенными на плите

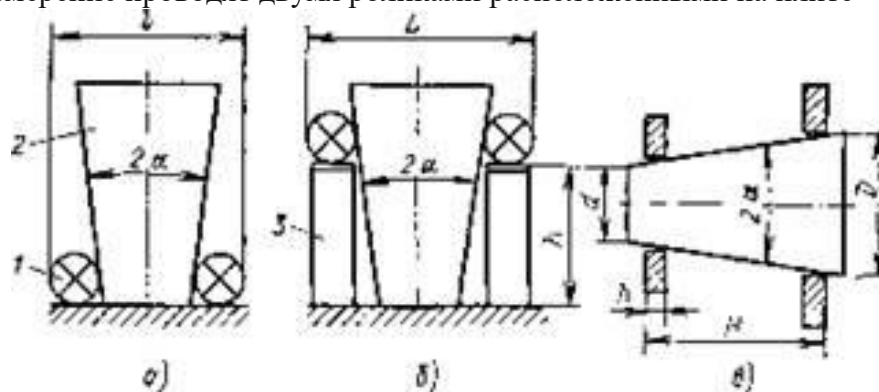


Рисунок 6.1 Измерение конуса роликами

Угол наружного конуса 2 (Рисунок 6.1,а) можно измерить двумя роликами , определив размеры при расположении их на плите и L (Рисунок 6.2, б) на высоте г, подложив блоки 3 из концевых мер: $\operatorname{tg} \alpha = (L - l) / (2g)$.

При использовании двух калиброванных колец (рис. 6.1 , в): $\operatorname{tg} \alpha = (D-d) / [2 \{H-g\}]$.

Угол внутреннего конуса можно измерить двумя шариками с разными диаметрами: $\sin \alpha = - (D - d) / [2 \{H + h\} - \{D - d\}]$ или двумя шариками равными диаметрами с проволочкой с известным диаметром (рис. 50,6): $51_{\text{па}} = r / [2 \{H - g\}]$.

Для контроля применяются плоскосткопараллельные концевые меры длины, которые предназначены для переноса размера единицы длины на изделие (при разметке), проверки и настройки средств измерения (микрометров, калибр скоб и др. измерительных приборов), непосредственного измерения размеров изделий, приспособлений, при наладке станков и т.п. Одним из основных свойств концевых мер является прилипаемость, способность прочно соединяться между собой при прикладывании и надвигании одной меры на другую с некоторым давлением, что достигается благодаря очень низкой шероховатости измерительных поверхностей. Концевые меры комплектуются в наборе с количеством 7...12 плиток (Рисунок 6. 2.).

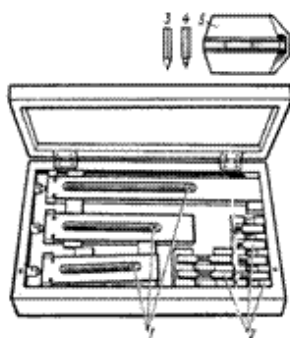


Рисунок 6.2 Набор концевых мер

26

Наиболее широко применяют наборы, состоящие из 87 и 42 концевых мер. Каждая плитка воспроизводит только один размер, который маркируется на одной из ее сторон. Для удобства использования концевых мер длины к ним выпускают наборы принадлежностей, в состав которых входят: основания – 5, плоскопараллельные, радиусные – 2, чертильные – 3, центровые боковички – 4, державки – 1 для крепления блоков концевых мер с боковичками. Составление блока концевых мер длины производят в соответствии с классом или разрядом плиток и размерами плиток, имеющихся в данном наборе.

Первоначально подбирают меньшую плитку (Рисунок 6.3), в размер которой входит последний десятичный знак и т.д

33

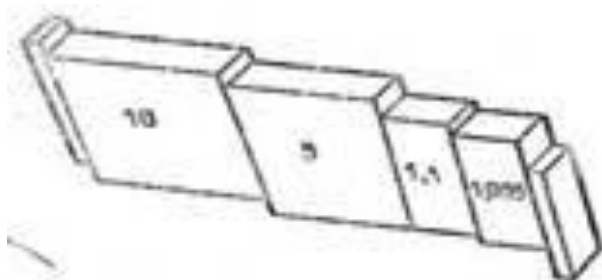


Рисунок 6.3 Подбор плиток

Пример использования ПКМД показан на **Рисунке 6.4**. Исправные и чистые плитки при составлении из них блока мер должны плотно прилегать одна к другой «слипаться» (притираться) поверочными поверхностями.

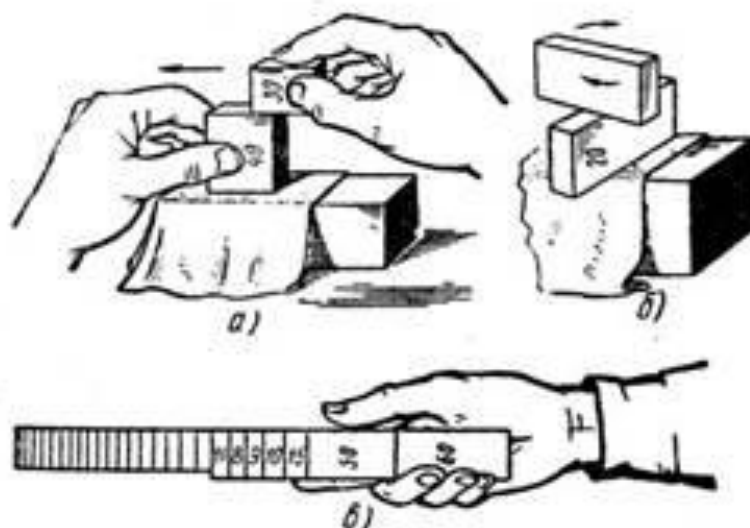


Рисунок 6.4 Наложение плиток
а) перемещение; б) – притирание; в) блок плиток

Методика притирки

1. Взять концевую меру длины за боковые поверхности
 2. Наложить её на притираемую плитку или блок так, чтобы измерительные плоскости совмещались примерно на половину длины
 3. Нажать на верхнюю плитку и надвигать её до полного контакта измерительных поверхностей.
- Вывод: если плитки при этом не разъединяются, то они считаются полностью притертыми (Рисунок 6.4, а).

27

Можно производить притирку концевых мер длины и способом, показанным на рисунке 6.4,б, Поместить плитки друг на друга крестообразно, а затем поворачивать до совмещения.

На рисунке 6.4, в показано правило составления блока мер (плиток).

Для этого сначала на бумаге сделать расчет, стараясь собрать нужный размер из наименьшего числа плиток, начиная от меньших размеров и заканчивая большим.

Например, размер **28,835** можно составить следующим образом:

$$1,005+1,23+1,6+5,0+20,0=28,835\text{мм}$$

Выполнение практической работы:

Цель: 1.1 Изучение методов контроля углов и конусов роликами; с применением блока концевых мер;

1.2 Изучение устройства роликов и блока концевых мер и приобретение навыков по их использованию для измерения деталей

1.3 Определение годности изделия.

2. Объект и средства измерения:

Объект измерения - переходная втулка с наружным метрическим конусом № 40 и внутренним конусом Морзе № 3.

Инструмент: 1) верстачные центры;

2) индикатор на стойке;

3) оправка или калибр - пробка с конусом № 3

Методика выполнения работы

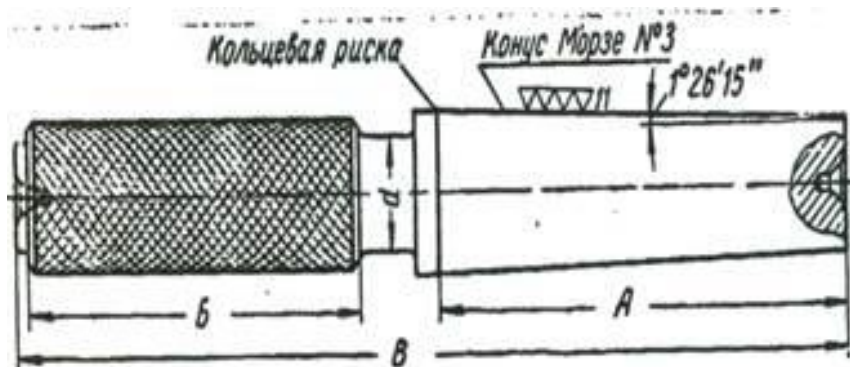
3.1. Исходные данные

Измерительные приборы

1.1 Поверочная плита;

1.2 Рамки;

- 1.3 Ролики;
- 1.4 Блок концевых мер;
- 3.2 Измеряемое или контролируемое изделие – деталь. Конус Морзе



Задание:

- 3.1 Произвести контроль конусной переходной втулки.
- 3.2 Произвести расчёт параметров.

Выполнение работы:

- 4.1 Выбрать средства измерения
- 4.2 Составить методику контроля.
- 4.3 Проверить по таблице конусности величину конусности.
- 4.4 Расчёт произвести на основании чертежа.
- 4.5 Проставить на эскизе детали действительные размеры.
- 4.6. Дать заключение о годности детали, если она выполнена по 14 квалитету.
- 4.7. Оформить отчет по прилагаемой форме.

28

5. Методика контроля:

- 5.1 Произвести контроль поверочной плиты.
- 5.2 Установить конусной калибр на поверочную плиту.
- 5.3 Определить конусность калибра:
- 5.4 Собрать блок концевых мер по размеру
- 5.5. Определить размер А по роликам и записать размер.
- 5.5.1 Установить рамки на блоки концевых мер.

Примечание: Рамки касаются конусной части калибра.

6. Произвести измерение по роликам.

6.1. Вычесть размер А из размера Б;

6.2. Рассчитать параметр: выполнить разность или, что тоже, расстояние между центрами роликов в обоих сечениях, разделить на высоту столбика; это и есть конусность.

7. Произвести контроль конусности по таблице для конуса Морзе № 3.

7.1 Конусность определяется $1: 19,922 = 0,050196$;

7.2 Угол А $1/2$ половина конуса = $1^{\circ}26'15''$,

Вывод: Если измеренная величина не равна значениям в таблице, то угол конусной детали не верен.

№ конуса Морзе	0	1	2	4
Конусность	$1: 19,212 = 0,05205$	$1: 20,048 = 0,04988$	$1: 20,020 = 0,04995$	$1: 19,922 = 0,050196$
Угол конуса (половина угла конуса)	$1^{\circ}29'26''$	$1^{\circ}25'44''$	$1^{\circ}25'49''$	$1^{\circ}26'15''$
Конусность	$1: 19,254 =$	$1: 19,002 =$	$1: 19,180 =$	

	0,051938	0,052626	0,052138	-
Угол конуса (половина угла конуса) № конуса	1 29' 15" 5	1 30' 25" 6	1 29' 35" 7	-

Форма отчета

1. Наименование работы				
2. Цель работы				
3. Данные о приборах				
Модель				
Расчет блока концевых иер	$b=a/n=$			
Погрешность измерения, мм				

29

Произвести расчет				
Определить угол конуса				
4. Эскиз детали с размерами				
5. Заключение о годности				

Практическая работа № 7.

Тема: Измерение конуса методом двух роликов

1. Цель работы Приобретение навыков по измерению инструментальных конусов методом двух роликов и определение годности деталей.

2. Краткая теоретическая часть

Конусностью детали C называется разность диаметров D и d в двух перпендикулярных к оси сечениях, отнесенная к расстоянию между этими сечениями L то есть $C = (D - d)/L \cdot \text{atg} \alpha = 2$



Рисунок. 7.1. Измерение конусности с помощью двух роликов

При определении конусности с помощью двух роликов (рис. 7.1) измеряют не диаметры D и d , а расстояние между роликами M и m .

В этом случае расстояние L устанавливается по плоскопараллельным концевым мерам длины. Очевидно, что при одинаковых диаметрах роликов:

$$D - d = M - m \text{ и } C = (M - m)/L .$$

Метод определения конусности с помощью двух роликов позволяет использовать приборы с плоскими измерительными наконечниками, например, гладкие микрометры или рычажные

скобы. Этот метод достаточно точный, что позволяет применять его для измерения инструментальных конусов.

3. Методика выполнения работы

3.1. Исходные данные

Измерительные приборы – штангенциркуль ШЦ1 0-125 0.1 гост 1066-80, микрометр МК 0-50 0.01 , поверочная плита, концевые меры длины, измерительные ролики.

Измеряемое изделие – оправки с инструментальным конусом.

3.2. Порядок проведения работы

1. Измерить штангенциркулем примерный наибольший диаметр конуса, получить у преподавателя степень точности конуса, и по таблице П.8.1 приложения определить номер конуса, номинальную конусность и величину $L_{\text{табл.}}$, на которой определяется конусность.

2. Проверить микрометром диаметры роликов и убедиться, что они равны.

3. Установить проверяемый конус на измерительную плоскость поверочной плиты (деталь удобнее всего устанавливать на угол плиты). Измерить микрометром расстояние M между образующими измерительных роликов установленных непосредственно на плиту и занести в отчет.

4. Набрать два блока концевых мер длины одинакового размера (рекомендуется брать размер $L_{\text{табл.}}$) и установить их так, как это показано на рис. 4.5,б. Установить измерительные ролики на верхние поверхности блоков концевых мер и измерить микрометром расстояние m , полученные данные записать в отчет.

Измерения m и M проводить не менее трех раз.

31

5. В соответствии с наибольшим диаметром конуса определить отклонения конусности в соответствии с указанной преподавателем степенью точности его изготовления. Предельные отклонения инструментальных конусов приведены в таблице П 8.1.

Табличное значение верхнего предельного отклонения $B_{\text{табл.}}$, заданного в микрометрах на длине $L_{\text{табл.}}$, необходимо пересчитать в безразмерное предельное отклонение конусности:

$$B = B_{\text{табл.}} / 1000 L_{\text{табл.}}$$

Пример схемы расположения поля допуска наружного конуса Морзе № 4 степени точности 7 приведен на рис. 7.2.

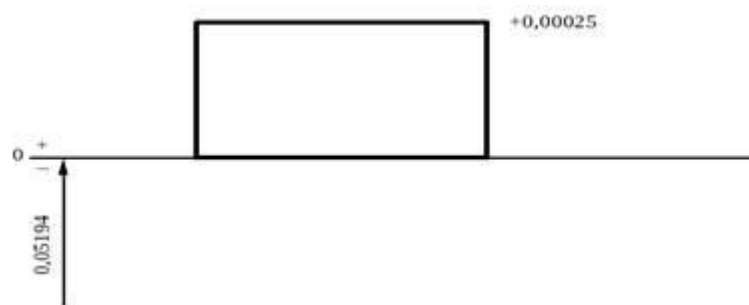


Рисунок 7.2. Поле допуска инструментального наружного конуса Морзе

38

5. Подсчитать действительное значение конусности C_x =Ди ее действительное отклонение от номинальной $C_x - C$, построить схему расположения поля допуска и дать заключение о годности конуса.

6. Составить отчет по работе согласно прилагаемой форме.

3.3. Форма отчета

1. Наименование работы	
2. Цель работы	
3. Данные о приборах	

Наименование			
Пределы измерения, мм			
Цена деления, мм			
Допускаемая погрешность, мм			
Диаметры роликов, мм			
4. Данные о конусе			
Степень точности конуса			
Наибольший диаметр, мм			
№ конуса			
Номинальная конусность			
$B_{\text{табл.}}$			
$B = B_{\text{табл.}}/1000L_{\text{табл}}$			
395. Схема измерения конусности	6. Результаты измерения		
	№	M	m
	1		
	2		
	Ср.		
$C = \frac{M_{\text{ср}} - m_{\text{ср}}}{L} = , \text{ где } L = \text{мм}$			
8. Заключение о годности			

Лабораторная работа №8

Тема: «Контроль конусов шариками косвенным методом измерения»

1. Цель:

- 1.1 Отработка умений и навыков по методике проведения контроля геометрических размеров детали согласно чертежа.
- 1.2 Выбор средств измерения

2. Условие:

Объект и средства измерения:

- 2.1 Конусный калибр-кольцо с внутренним конусом Морзе N2 3;
- 2.2 Чертеж;
- 2.3 Схема контроля.

Инструменты:

- 2.4 Плита поверочная
- 2.5 Штангенрейсмас
- 2.6 Стальной шарик диаметром 22

3. Задание:

- 3.1. Составить методику контроля размера внутреннего конуса.
- 3.2. Произвести расчёт.
- 3.3 Составить схему контроля.

4 Выполнение работы:

- 4.1 Составить методику контроля калибром.
- 4.2 Выбрать шарик.
- 4.3 Контроль поверочной плиты.
- 4.4 Расчётная часть.
- 5. Методика выполнения контроля конусным калибром
- 5.1 Выбрать конусный калибр;

- 5.2 Проверить по аттестату поверку средства контроля;
 5.2 Нанести на калибр краску;
 5.3 Поместить калибр в изделие;
 5.4 Повернуть калибр вокруг оси.

6. Методика контроля шариком:

- 6.1 Взять два калиброванных шарика диаметрами заданными на чертеже;
 6.2 Ввести попеременно шарики в коническое отверстие;
 6.3 Определить расстояние от наружной грани конуса до шариков.
 6.4 Произвести расчёт, применяя косвенный метод измерения.

7. Методика контроля поверочной плиты:

- 7.1 Взять индикатор на стойке;
 7.2 Поместить индикатор на плиту в заранее намеченных точках;
 7.3 Определить отклонение по индикатору.

8 Методика контроля детали:

- 8.1 Установить на поверочную плиту конусный калибр;
 8.2 Опустить шарик в отверстие со стороны большого диаметра;
 8.3 Определить диаметр D широкого отверстия:
 8.3.1. Определить размер K :
 8.3.1.1. Установить штангенрейсмас так, чтобы наконечник индикатора касался высшей точки шарика.
 8.3.1.2. Зафиксировать показания индикатора;

34

- 8.4. Передвинуть подвижную губку штангенрейсмаса так, чтобы наконечник индикатора с показанием нуль находился на верхнем торце изделия.
 8.5 Вычесть показания 4.3.1.1. – 4.4.
 8.6 Остаток равен K ;

Расчётная часть.

- 9 Определить размер AB :
 $AB = d\sqrt{2} - K$
 10 Определить по таблице угол $Y = 1/2$ угла конуса.
 11 Рассчитать размер угла, из треугольника OBC :
 $Угол = OB = BC \cdot \sin Y = d\sqrt{2} / 2 \sin Y$, так как $BC = d\sqrt{2}$
 12. Произвести расчёт конуса OA , из треугольника OAE
 $OA = OB + AB = \text{угол } d\sqrt{2} - K$
 13 Определить D по формуле $D = 20 A \cdot \tan Y$

Форма отчета

1. Наименование работы				
2. Цель работы				
3. Данные о приборах				
Модель				
Погрешность измерения, мм				

Произвести расчет				
Определить угол конуса				
4. Эскиз детали с размерами				
5. Заключение о годности				

35

Приложение 1.
Форма титульного листа отчета

ОТЧЕТ
о выполнении практической работы по дисциплине
ОП 04. Технические измерения

№ и наименование практической работы

Выполнил: студент гр. _____

(фамилия и.о.)

(дата)

Отметка за выполнение
практической работы:

Проверил преподаватель

(фамилия и.о.)

Пермь, 2024

Допуски размеров

Таблица ПЗ.13 значение допусков размеров, мкм

Номинальные размеры, мм	Квалитеты											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
До 3	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400
Св.3 до 6	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480
Св. 6 до 10	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580
Св. 10 до 18	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700
Св. 18 до 30	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840
Св. 30 до 50	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000
Св. 50 до 80	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200
Св. 80 до 120	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400
Св.120 до 180	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600
Св. 180 до 250	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850
Св. 250 до 315	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100
Св. 315 до 400	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300
Св. 400 до 500	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500

4. Схема расположения и обозначения основных отклонений валов и отверстий в есдп

	11	11	11	11			11	11											
				10		10	10	10											
			9	9	9	9	9	9									9		9
A			8	8	8	8	8	8							8	8			8
		B	7	7	7	7	7	7	7	7	7			7	7				z
						6	6	6	6	6	6	6	6	6				y	
						5	5	5	5	5	5	5	5	5			x		
							4	4	4	4	4						v		
																u			
																t			
					D										s				
						E								r					
													p						
												n							
0+						G	H	js, Js	k	m									
—							h		K	M									
						f						N							
												P							

Цифрами на схеме указаны поля допусков рекомендованного применения, в кружочки обведены поля допусков предпочтительного применения.

Значения основных отклонений валов и отверстий

Таблица П5.1 Значения основных отклонений валов, мкм (верхние отклонения со знаком «←»)

Номинальные размеры, мм	Обозначения полей допусков							
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>
До 3	270	140	60	20	14	6	2	0
Св. 3 до 6	270		70	30	20	10	4	
Св. 6 до 10	280	150	80	40	25	13	5	
Св. 10 до 18	290			95	50	32	16	
Св. 18 до 30	300	160	110	65	40	20	7	
Св. 30 од 40	310	170	120	80	50	25	9	
Св. 40 до 50	320	180	130					
Св. 50 до 65	340	190	140	100	60	30	10	
Св. 65 до 80	360	200	150					
Св. 80 до 100	380	220	170	120	72	36	12	
Св. 100 до 120	410	240	180					
Св. 120 до 140	460	260	200	145	85	43	14	
Св. 140 до 160	520	280	210					
Св. 160 до 180	580	310	230					
Св. 180 до 200	660	340	240	170	100	50	15	
Св. 200 до 225	740	380	260					
Св.225до250	820	420	280					
Св. 250 до 280	920	480	300	190	110	56	17	
Св. 280 до 315	1050	540	330					
Св. 315 до 355	1200	600	360	210	125	62	18	
Св. 355 до 400	1350	680	400					
Св. 400 до 450	1500	760	440	230	135	68	20	
Св. 400 до 500	1650	840	480					

Таблица П5.2 Значения основных отклонений валов, мкм (нижние отклонения со знаком «+»)

Номинальные размеры, мм	Обозначения полей допусков									
	<i>js</i>	<i>k</i>	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>u</i>	
До 3	Предельные отклонения = ±1/2 допуска	0	2	4	6	10	14	–	18	
Св. 3 до 6		1	4	8	12	15	19		23	
Св. 6 до 10			6	10	15	19	23		28	
Св. 10 до 18			7	12	18	23	28		33	
Св. 18 до 24			2	8	15	22	28	35	41	
Св. 24 до 30		2		9	17	26	34	43	48	
Св. 30 до 40								48	60	
Св. 40 до 50								54	70	
Св. 50 до 65				11	20	32	41	53	66	87
Св. 65 до 80		3					43	59	75	102
Св. 80 до 100		3	13	23	37	51	71	91	124	
Св. 100 до 120						54	79	104	144	
Св. 120 до 140		3	15	27	43	63	92	122	170	
Св. 140 до 160						65	100	134	199	
Св. 160 до 180						68	108	146	210	
Св. 180 до 200		4	17	31	50	77	122	166	236	
Св. 200 до 225						80	130	180	258	
Св.225до250						84	140	196	284	
			20	34	56					
Св. 250 до 280						94	158	218	315	
Св. 280 до 315						98	170	240	350	
Св. 315 до 355			21	37	62	108	190	268	390	
Св. 355 до 400						114	208	294	435	
Св. 400 до 450		5	23	40	68	126	232	330	490	
Св. 400 до 500						132	252	360	540	

Примечание:

Значения основного отклонения *k* приведены для квалитетов от 4 до 7. Значения

остальных отклонений в других качествах см. ГОСТ 25346-89

Значения основных отклонений отверстий, мкм (нижние отклонения со знаком «+»)

Номинальные размеры, мм	Обозначение полей допусков							
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
До 3	270	140	60	20	14	6	2	0
Св. 3 до 6			70	30	20	10	4	
Св. 6 до 10	280	150	80	40	25	13	5	
До 3	290		95	50	32	16	6	
Св. 18 до 30	300	160	110	65	40	20	7	
Св. 30 до 40	310	170	120	80	50	25	9	
Св. 40 до 50	320	180	130					
Св. 50 до 65	340	190	140	100	60	30	10	
Св. 65 до 80	360	200	150					
Св. 80 до 100	380	220	170	120	72	36	12	
Св. 100 до 120	410	240	180					
Св. 120 до 140	460	260	200	145	85	43	14	
Св. 140 до 160	520	280	210					
Св. 160 до 180	580	310	230					
Св. 180 до 200	660	340	240	170	100	50	15	
Св. 200 до 225	740	380	260					
Св.225до250	820	420	280					
Св. 250 до 280	920	480	300	190	110	56	17	
Св. 280 до 315	1050	540	330					
Св. 315 до 355	1200	600	360	210	125	62	18	
Св. 355 до 400	1350	680	400					
Св. 400 до 450	1500	760	440	230	135	68	20	
Св. 400 до 500	1650	840	480					

Таблица П5.4 Значения основных отклонений отверстий, мкм (верхние отклонения)

Номинальные размеры, мм	Обозначения полей допусков										
	<i>J_s</i>	<i>K6</i>	<i>K7</i>	<i>K8</i>	<i>M6</i>	<i>M7</i>	<i>M8</i>	<i>N6</i>	<i>N7</i>	<i>N8</i>	<i>N9</i>
До 3	Предельные отклонения = ±1/2 допуска	0	0	0	−2	−2	−2	−4	−4	−4	−4
Св. 3 до 6		+2	+3	+5	−1	0	+2	−5		−4	−2
Св. 6 до 10			+5	+6	−3		+1	−7	−3		
Св. 10 до 18			+6	+8	−4		+2	−9		−5	
Св. 18 до 24				+10			+4	−11		−7	
Св. 24 до 30							+5	−12	−8		
Св. 30 до 40		+3	+7	+12			+5	−14	−9	−4	
Св. 40 до 50							+6	−16	−10		
Св. 50 до 65		+4	+9	+14	−5		+8	−20	−12		
Св. 65 до 80			+10	+16	−6		+9	−22	−14		
Св. 80 до 100			+12	+20	−8		+11	−26	−16		
Св. 100 до 120		+13	+22	−9			−27	−17	−6		
Св. 120 до 140										+16	+25
Св. 140 до 160		+17	+28								
Св. 160 до 180							+18	+29			
Св. 180 до 200		+19	+30								
Св. 200 до 225				+20	+31						
Св. 225 до 250		+21	+32								
Св. 250 до 280				+22	+33						
Св. 280 до 315		+23	+34								
Св. 315 до 355				+24	+35						
Св. 355 до 400		+25	+36								
Св. 400 до 450				+26	+37						
Св. 400 до 500		+27	+38								

Значения основных отклонений отверстий, мкм (верхние отклонения со знаком «−»)

Номинальные размеры, мм	Обозначения полей допусков										
	<i>P6</i>	<i>P7</i>	<i>P8</i>	<i>P9</i>	<i>R6</i>	<i>R7</i>	<i>R8</i>	<i>S6</i>	<i>S7</i>	<i>T6</i>	<i>T7</i>
До 3	6	6	6	6	10	10	10	14	14	—	—
Св. 3 до 6	9	8	12	12	12	11	15	16	15	—	—
Св. 6 до 10	12	9	15	15	16	13	19	20	17	—	—
Св. 10 до 18	15	11	18	18	20	16	23	25	21	—	—
Св. 18 до 24	18	14	22	22	24	20	28	31	27	—	—
Св. 24 до 30										33	33
Св. 30 до 40	21	17	26	26	29	25	34	38	34	43	39
Св. 40 до 50										49	45
Св. 50 до 65	26	21	32	32	35	30	41	47	42	60	55
Св. 65 до 80					37	32	43	53	48	69	64
Св. 80 до 100	30	24	37	37	44	38	51	64	58	84	78
Св. 100 до 120					47	41	54	72	66	97	91
Св. 120 до 140	36	28	43	43	56	48	63	85	77	115	107
Св. 140 до 160					58	50	65	93	85	127	119
Св. 160 до 180					61	53	68	101	93	139	131
Св. 180 до 200	41	33	50	50	68	60	77	113	105	157	149
Св. 200 до 225					71	63	80	121	113	171	163
Св.225до250					75	67	84	131	123	187	179
Св. 250 до 280	47	36	56	56	85	74	94	149	138	209	198
Св. 280 до 315					89	78	98	161	150	231	220
Св. 315 до 355	51	41	62	62	97	87	108	179	169	257	247
Св. 355 до 400					103	93	114	197	187	283	273
Св. 400 до 450	55	45	68	68	113	103	126	219	209	317	307
Св. 400 до 500					119	109	132	239	229	347	337

Допуски и отклонения калибров

Таблица П6.1 Значения допусков и отклонений калибров, мкм (гост 24853-81)

Интервалы номинальных размеров, мм	Обозна- чения	Квалитеты допусков изделий					
		6	7	8	9	10	11
До 3	Z(Z ₁)	1 (1,5)	1, 5	2	5	5	10
	Y (Y ₁)	1 (1,5)	1, 5	3	0	0	0
	H (H ₁)	1,2 (2)	2	2 (3)	2 (3)	2 (3)	4
Св. 3 до 6	Z(Z ₁)	1,5 (2)	2	3	6	6	12
	Y (Y ₁)	1 (1,5)	1,5	3	0	0	0
	H (H ₁)	1,5 (2,5)	2,5	2,5 (4)	2,5 (4)	2,5 (4)	5
Св. 6 до 10	Z(Z ₁)	1,5 (2)	2	3	7	7	14
	Y (Y ₁)	1 (1,5)	1,5	3	0	0	0
	H (H ₁)	1,5(2,5)	2,5	2,5 (4)	2,5 (4)	2,5 (4)	6
Св.10 до 18	Z(Z ₁)	2 (2,5)	2,5	4	8	8	16
	Y (Y ₁)	1,5 (2)	2	4	0	0	0
	H (H ₁)	2 (3)	3	3 (5)	3 (5)	3 (5)	8
Св.18 до 30	Z(Z ₁)	2 (3)	3	5	9	9	19
	Y (Y ₁)	1,5 (3)	3	4	0	0	0
	H (H ₁)	2,5 (4)	4	4 (6)	4 (6)	4 (6)	9
Св.30 до 50	Z(Z ₁)	2,5(3,5)	3,5	6	11	11	22
	Y (Y ₁)	2 (3)	3	5	0	0	0
	H (H ₁)	2,5 (4)	4	4 (7)	4 (7)	4 (7)	11
Св.50 до 80	Z(Z ₁)	2,5 (4)	4	7	13	13	25
	Y (Y ₁)	2 (3)	3	5	0	0	0
	H (H ₁)	3 (5)	5	5 (8)	5 (8)	5 (8)	13
Св.80 до 120	Z (Z ₁)	3 (5)	5	8	15	15	28
	Y (Y ₁)	3 (4)	4	6	0	0	0
	H (H ₁)	4 (6)	6	6 (10)	6 (10)	6 (10)	15

Примечание: В скобках указаны отклонения для калибров скоб.

7. Нормальные углы и допуски углов

Таблица П7.1 Нормальные углы по гост 8908-81

¢15°0	¢30°2	°8	°20	°45	°75	°120
¢30°0	°3	°9	°22	°50	°80	°135
¢45°0	°4	°10	°25	°55	°85	°150
°1	°5	°12	°30	°60	°90	°180
¢30°1	°6	°15	°35	°65	°100	°270
°2	°7	°18	°40	°70	°110	°360

Таблица П7.2 Допуски углов (округление – ат) по гост 8908-81

Интервалы длин меньшей стороны угла, мм	Степень точности										
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
До 10	² 30 ϕ 2	ϕ 4	ϕ 6	ϕ 10	ϕ 16	ϕ 26	ϕ 40	$\circ$ 1	ϕ 40 $\circ$ 1	$\circ$ 2	$\circ$ 4
Св. 10 до 16	ϕ 2	ϕ 3	ϕ 5	ϕ 8	ϕ 12	ϕ 20	ϕ 32	ϕ 50	ϕ 20 $\circ$ 1	$\circ$ 2	$\circ$ 4
Св. 16 до 25	² 40 ϕ 1	30 ϕ 2	ϕ 4	ϕ 6	ϕ 10	ϕ 16	ϕ 26	ϕ 40	$\circ$ 1	$\circ$ 2	$\circ$ 2
Св. 25 до 40	² 20 ϕ 1	ϕ 2	ϕ 3	ϕ 5	ϕ 8	ϕ 12	ϕ 20	ϕ 32	ϕ 50	$\circ$ 1	$\circ$ 2
Св. 40 до 63	ϕ 1	40 ϕ 1	30 ϕ 2	ϕ 4	ϕ 6	ϕ 10	ϕ 16	ϕ 26	ϕ 40	$\circ$ 1	$\circ$ 2
Св. 63 до 100	² 50	20 ϕ 1	ϕ 2	ϕ 3	ϕ 5	ϕ 8	ϕ 12	ϕ 20	ϕ 32	$\circ$ 1	ϕ 20 $\circ$ 1
Св. 100 до 160	² 40	ϕ 1	40 ϕ 1	30 ϕ 2	ϕ 4	ϕ 6	ϕ 10	ϕ 16	ϕ 26	ϕ 40	ϕ 20 $\circ$ 1
Св. 160 до 250	² 32	² 50	20 ϕ 1	ϕ 2	ϕ 3	ϕ 5	ϕ 8	ϕ 12	ϕ 20	ϕ 40	ϕ 20 $\circ$ 1
Св. 250 до 400	² 26	² 40	ϕ 1	40 ϕ 1	30 ϕ 2	ϕ 4	ϕ 6	ϕ 10	ϕ 16	ϕ 20	ϕ 40

Конусы инструментальные

Таблица П8.1 Основные размеры и допуски

Конус	№	Примерный наибольший диаметр конуса, мм	Номинальная конусность	Базовая длина L , мм	Предельное отклонение угла конуса на базовой длине L , мкм				
					Степень точности				
					AT4	AT5	AT6	AT7	AT8
Морзе	0	9	0,05205	49	4	6	10	16	25
	1	12	0,04988	52	4	6	10	16	25
	2	18	0,04995	64	4	6	10	16	25
	3	24	0,05020	79	5	8	12	20	30
	4	31	0,05194	100	6	10	16	25	40
	5	44	0,05263	126	6	10	16	25	40
	6	63	0,05214	174	6	10	16	25	40

Метрический	4	4	0,05000	25	—	—	8	12	20
	6	6		35	—	—	10	12	25
	80	80		180	6	10	16	25	40
	100	100		212	8	12	20	30	50
	120	120		244	10	16	25	40	60
	160	160		308	10	16	25	40	60
	200	200		372	12	20	30	50	80

Примечания:

1. Для наружных конусов верхнее предельное отклонение B со знаком «+», нижнее $H=0$.

2. Для внутренних конусов нижнее предельное отклонение H со знаком «-», верхнее $B=0$.

9. Подшипники радиальные и радиально-упорные

Таблица П9.1 Подшипники радиальные и радиально-упорные

Предельные отклонения наружного диаметра в мкм										
Интервалы номинальных диаметров, мм	Класс точности									
	Нормальный					6				
	D _{Dmp}		V _{Dsp}		V _{Dmp}	D _{Dmp}		V _{Dsp}		V _{Dmp}
			серии диаметров					серии диаметров		
	В	Н	1,7	2(5), 3(6), 4		В	Н	1,7	2(5), 3(6), 4	
Св. 6 до 18	0	−8	8	6	6	0	−7	7	5	5
Св. 18 до 30	0	−9	9	7	7	0	−8	8	6	6
Св. 30 до 50	0	−11	11	8	8	0	−9	9	7	7
Св. 50 до 80	0	−13	13	10	10	0	−11	11	8	8
Св. 80 до 120	0	−15	19	11	11	0	−13	16	10	10
Св. 120 до 150	0	−18	2331	14	14	0	−15	1923	11	11
Св. 150 до 180	0	−25		19	19	0	−18		14	14
Интервалы номинальных диаметров, мм	Класс точности									
	5					4				
	D _{Dmp}		V _{Dsp}		V _{Dmp}	D _{Dmp}		V _{Dsp}		V _{Dmp}
			серии диаметров					серии диаметров		
	В	Н	1,7	2(5), 3(6), 4		В	Н	1,7	2(5), 3(6), 4	

Окончание табл. П9.1

Предельные отклонения внутреннего диаметра в мкм										
Интервалы номинальных диаметров, мм	Класс точности									
	Нормальный					6				
	D _{dmp}		V _{dsp}		V _{dmp}	D _{dmp}		V _{dsp}		V _{dmp}
			серии диаметров					серии диаметров		
	В	Н	1,7	2(5), 3(6), 4		В	Н	1,7	2(5), 3(6), 4	
Св. 10 до 18	0	−8	8	6	6	0	−7	7	5	5
Св. 18 до 30	0	−10	10	8	8	0	−8	8	6	6
Св. 30 до 50	0	−12	12	9	9	0	−10	10	8	8
Св. 50 до 80	0	−15	19	11	11	0	−12	15	9	9
Св. 80 до 120	0	−20	25	15	15	0	−15	19	11	11
Св. 120 до 180	0	−25	31	19	19	0	−18	23	14	14
Интервалы номинальных диаметров, мм	Класс точности									
	5					4				
	D _{dmp}		V _{dsp}		V _{dmp}	D _{dmp}		V _{dsp}		V _{dmp}
			серии диаметров					серии диаметров		
	В	Н	1,7	2(5), 3(6), 4		В	Н	1,7	2(5), 3(6), 4	
Св. 10 до 18	0	−5	4	4	3	0	−4	3	3	2
Св. 18 до 30	0	−6	5	5	3	0	−5	4	4	2,5
Св. 30 до 50	0	−8	6	6	4	0	−6	5	5	3
Св. 50 до 80	0	−9	7	7	5	0	−7	5	5	3,5
Св. 80 до 120	0	−10	8	8	5	0	−8	6	6	4
Св. 120 до 180	0	−13	10	10	7	0	−10	8	8	5

Таблица П10.1 Допуски торцевого биения

Интервал номинальных размеров, мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	МКМ											

до 10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
св. 10 до 16	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80
св. 16 до 25	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
св. 25 до 40	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120
св. 40 до 63	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
св. 63 до 100	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
св. 100 до 160	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
св. 160 до 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400

105

Примечание: при назначении допусков торцевого биения под номинальным размером понимается заданный номинальный диаметр или номинальный больший диаметр торцевой поверхности.

Таблица П10.2

Допуски радиального биения, мкм

Интервал номинальных размеров, мм															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	МКМ														
до 3	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5
св. 3 до 10	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6
св. 10 до 18	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8
св. 18 до 30	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1
св. 30 до 50	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2
св. 50 до 120	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6
св. 120 до 250	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2
св. 250 до 400	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5

Примечания:

1. Все допуски приведены в диаметральном выражении.

2. При назначении допусков радиального биения под номинальным размером понимается номинальный диаметр рассматриваемой поверхности.

Показатели точности метрических резьб

Таблица П11.1 Номинальные размеры метрических резьб по гост 24705-81

Наружный диаметр	Шаг P , мм	Средний диаметр d_2 и D_2	Угол ,	Наружный диаметр	Шаг P , мм	Средний диаметр d_2 и D_2	Угол ,
10	1,5	9,026	3,03	22	2,5	20,376	2,23
	1,25	9,188	2,48		2	20,701	1,76
	1	9,350	1,95		1,5	21,026	1,30
	0,75	9,513	1,44		1	21,350	0,85
12	1,75	10,863	2,94	24	3	22,051	2,48
	1,5	11,026	2,48		2	22,701	1,60
	1,25	11,188	2,04		1,5	23,026	1,19
	1	11,350	1,60		1	23,350	0,78
14	2	12,701	2,87	27	3	25,051	2,18
	1,5	13,026	2,10		2	25,701	1,42

	1,25 1	13,188 13,350	1,73 1,36		1,5 1	26,026 26,350	1,05 0,69
16	2 1,5 1 0,75	14,701 15,026 15,350 15,513	2,48 1,82 1,19 0,88	30	3,5 3 2 1,5	27,727 28,051 28,701 29,026	2,30 1,95 1,26 0,94

Допуски среднего диаметра болта Td2 по гост 16093-81, мкм

Наружный диаметр, мм	Шаг P, мм	Степень точности			
		6	7	8	9
св. 5,6 до 11,2	0,5	85	106	132	—
	0,75	100	125	160	—
	1	112	140	180	224
	1,25	118	150	190	236
	1,5	132	170	212	265
св. 11,2 до 22,4	0,5	90	112	140	—
	0,75	106	132	170	—
	1	118	150	190	236
	1,25	132	170	212	265
	1,5	140	180	224	280
	1,75	150	190	236	300
	2	160	200	250	315
	2,5	170	212	265	335
св. 22,4 до 45	0,75	112	140	180	—
	1	125	160	200	250
	1,5	150	190	236	300
	2	170	212	265	335
	3	200	250	315	400
	3,5	212	265	335	425
	4	224	280	355	450
	4,5	236	300	375	475

Примечание: допуски среднего диаметра гаек определяются умножением допуска среднего диаметра болта на коэффициент 1,32:

$$TD_2 = 1,32 \times Td_2$$

Основные отклонения среднего диаметра резьбовых изделий по гост 16093-81, мкм

Отклонение		Шаг P, мм											
		0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	4,5
esd ₂	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	g	-20	-22	-26	-28	-32	-34	-38	-42	-48	-53	-60	-63
	e	-50	-56	-60	-63	-67	-71	-71	-80	-85	-90	-95	-100
	d	—	—	-90	-95	-95	—	—	—	—	—	—	-132

							100	100	106	112	118	125	
EID_2	$\begin{matrix} H \\ G \end{matrix}$	0 +20	0 +22	0 +26	0 +28	0 +32	0 +34	0 +38	0 +42	0 +48	0 +53	0 +60	0 +63

Таблица П11.4

**Предельные отклонения угла наклона боковой стороны
профиля метрической резьбы калибров по ГОСТ 24997-81**

Степень точности резьбы	3-10					
Шаг резьбы P , мм	1	1,25	1,5	1,75	2; 2,5	3; 3,5
Предельные отклонения	$\phi 15 \pm$	$\phi 13 \pm$	$\phi 12 \pm$	$\phi 11 \pm$	$\phi 10 \pm$	$\phi 9 \pm$

Таблица П11.5

**Допуски шага метрической резьбы калибров
по ГОСТ 24997-81**

Степень точности резьбы	3-10		
Длина резьбы рабочей части калибра, мм	до 12	св. 12 до 32	св. 32 до 50
Допуск шага T_p , мкм	4	5	6

Таблица П11.6

**Допуски на величины, определяющие положение полей
допусков и предел износа метрических резьбовых проходных калибров-пробок ПР по
ГОСТ 24997-81, мкм**

Допуски среднего диаметра гаек T_{D2}	T_{pL}	Z_{pL}	W_{GO}
св. 24 до 50	6	0	8,0
св. 50 до 80	7	2	9,5
св. 80 до 125	9	6	12,5
св. 125 до 200	11	12	17,5
св. 200 до 315	14	16	21,0
св. 315 до 500	18	24	27,0

Примечания:

T_{pL} – допуск наружного и среднего диаметра резьбового проходного калибра-пробки;

Z_{pL} – расстояние от середины поля допуска T_{pL} резьбового проходного калибра-пробки до проходного (нижнего) предела среднего диаметра внутренней резьбы;

W_{GO} – величина средне допустимого износа резьбовых проходных калибров-пробок

Список используемой литературы

Основная:

1. *Зайцев С.А., Толстов А.Н.* Технические измерения: учеб. для студ. учреждений СПО / С.А. Зайцев, А.Н. Толстов. - 5-е изд., стер. - М.: Образовательно-издательский центр "Академия", 2023. - 368 с.
2. *Ильянков А.И.* Метрология, стандартизация и сертификация в машиностроении: Практикум: учеб. пособие для студ. учреждений СПО / А.И. Ильянков. - 2-е изд., стер. - М.: Образовательно-издательский центр "Академия", 2023. - 176 с.

Дополнительная:

1. *Анухин В.И.* Допуски и посадки. Учеб. пособие. 5-е изд. – СПб.: Изд-во Питер, 2008. – 207 с.
2. *Амосов И.С., Иванов О.А., Марков А.Л., Смирнов А.А.* Технические измерения. Учеб. пособие к лабораторным работам по курсам «Основы взаимозаменяемости и технические измерения» и «Измерительные инструменты и приборы». – Л: Изд-во ЛПИ им. М. И. Калинина, 1970 г. – 154 с.
3. Единая система допусков и посадок в машиностроении и приборостроении. Справочник: В 2 т. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательство стандартов 1989 г. Т.2 Контроль деталей – 208 с.
4. *Любомудров С.А., Тарасов С.Б., Степанов С.Н.* Метрологическое обеспечение производства: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 550 с.
5. *Марков Н.Н., Осипов В.В., Шабалина М.Б.* Нормирование точности в машиностроении: Учеб. 2-е изд. – М.: Высш. шк.; Издательский центр «Академия», 2001. – 305 с.
6. Метрология, стандартизация и сертификация. Лабораторный практикум по техническим измерениям. 2-е издание. Под ред. засл. деятеля науки РФ, д-ра техн. наук, проф. *С.Л. Мурашкина*. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 183 с.
7. *Палей М.А., Брагинский В.А.* Международные и национальные нормы взаимозаменяемости в машиностроении. Справочник-транслятор. – М.: Наука и техника, 1997. – 640 с.