



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Рубцовский индустриальный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
(РИИ АлтГТУ)

О.В. ХАХИНА

ВЫБОР УНИВЕРСАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Учебное пособие по дисциплинам «Метрология, стандартизация и сертификация», «Нормирование точности», «Допуски и посадки», «Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения» для студентов, обучающихся по образовательным программам УГСН 15.00.00 и 23.00.00 всех форм обучения

Рекомендовано Рубцовским индустриальным институтом (филиалом) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки образовательных программ УГСН 15.00.00 и 23.00.00 всех форм обучения

Рубцовск 2016

Хахина О.В. Выбор универсальных средств измерений. Учебное пособие по дисциплинам «Метрология, стандартизация и сертификация», «Нормирование точности», «Допуски и посадки», «Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения» для студентов всех форм обучения, обучающихся по основным профессиональным образовательным программам УГСН 15.00.00 и 23.00.00/ Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2016. – 67 с.

В учебном пособии рассмотрены вопросы применения в профессиональной деятельности ГОСТ 8.051-81 ГСИ. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм и РД 50-98-86 Методические указания. Выбор универсальных средств измерений линейных размеров до 500 мм (По применению ГОСТ 8.051-81). Пособие содержит примеры применения указанных нормативных документов для обоснованного выбора средств измерений, а также методические указания для выполнения лабораторной работы.

Рассмотрено и одобрено
на заседании НМС РИИ.
Протокол 8 от 22.12.2016г.

Рецензент: к.т.н, декан ФЗФО Э.С Маршалов

Содержание

1 Средства измерения	4
2 Выбор универсальных средств измерения линейных размеров деталей ...	6
2.1 Общие положения	6
2.2 Выбор универсальных средств измерения линейных размеров	8
3 Влияние погрешности измерения на результаты разбраковки при приемочном контроле	13
4 Определение приемочных границ	16
5 Лабораторная работа «Выбор универсальных средств измерений».....	18
5.1 Цель работы:	18
5.2 Методика выполнения работы.....	18
5.3 Пример выполнения работы	19
5.4 Оформление отчета.....	24
5.5 Контрольные вопросы	24
Список литературы	24
Приложение А	25
Приложение Б	51
Приложение В.....	63
Приложение Г	67

ВЫБОР УНИВЕРСАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

1 Средства измерения

Средство измерений (СИ) - техническое средство, предназначенное для измерений (*определение по 102-ФЗ от 26.06.2008г.*);

Средство измерений - техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные (установленные) метрологические характеристики (*определение по РМГ 29-2013*).

Несмотря на большое разнообразие конструкций СИ, все они обладают двумя признаками:

- вырабатывают сигнал (показание), несущий информацию о размере (значение) измеряемой величины;
- воспроизводят величину заданного (известного) размера.

Средства измерений можно классифицировать по следующим основным признакам: тип, вид и метрологическое назначение.

Тип - это совокупность средств измерений, имеющих принципиальную одинаковую схему, конструкцию и изготавливаемых по одним и тем же техническим условиям.

Вид - это совокупность типов средств измерений, предназначенных для измерений какой-либо одной физической величины.

По конструктивному исполнению СИ классифицируют следующим образом:

- меры;
- измерительные преобразователи;
- измерительные приборы;
- измерительные установки;
- измерительные системы.

Меры – СИ, предназначенные для воспроизведения и (или) хранения физической величины:

- однозначные (гиря, конденсатор постоянной емкости);
- многозначные (масштабная линейка, конденсатор переменной емкости).

Набор мер, конструктивно объединенных в единое устройство, называется магазином мер. К однозначным мерам можно отнести стандартные образцы (СО). Существует 2 вида стандартных образцов:

– СО состава – стандартный образец с установленными значениями величин, характеризующих содержание определенных компонентов в веществе;

– СО свойств – стандартный образец с установленными значениями величин, характеризующих физические, химические, биологические и др. свойства (образцы минералов Мооса).

Измерительные преобразователи (ИП) – СИ, служащие для преобразования измерительной величины в другую величину или сигнал

измерительной информации, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований.

По характеру преобразований различают аналоговые (АП), цифро - аналоговые (ЦАП), аналого – цифровые (АЦП).

По месту в измерительной цепи различают первичные и промежуточные преобразователи. Первичные – преобразователи, на которые непосредственно воздействует измеряемая физическая величина. Промежуточные – занимающие место в измерительной цепи после первичного преобразователя. Конструктивно обособленный первичный измерительный преобразователь, от которого поступают сигналы измерительной информации, является датчиком.

Измерительный прибор – СИ, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне. Прибор, как правило, содержит устройство для преобразования измеряемой величины и ее индикации в форме, наиболее доступной для восприятия.

Измерительная установка – совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей и других устройств, предназначенных для измерений одной или нескольких физических величин и расположенных в одном месте.

Измерительная система – совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого пространства с целью измерений одной или нескольких физических величин, свойственных этому пространству.

По метрологическому назначению все СИ подразделяются на два вида: рабочие и эталоны. Рабочие СИ предназначены для проведения технических измерений. По условиям применения они могут быть:

1. лабораторными, используемыми при научных исследованиях, медицинских измерениях;
2. производственными, используемыми для контроля характеристик технологических процессов, контроля качества готовой продукции, контроля отпуска товара;
3. полевыми, используемыми непосредственно при эксплуатации таких технических устройств, как самолеты, автомобили, речные и морские суда и т.д.

Эталон – высокоточные СИ, используются как средства передачи информации о размере единицы. Размер единицы передается «сверху вниз», от более точных СИ к менее точным «по цепочке»: первичный эталон – рабочий эталон 0-го разряда – рабочий эталон 1-го разряда ...- рабочее СИ. Эталон применяется для проведения поверки СИ, целью поверки, в свою очередь, является установление пригодности СИ к измерению.

Все средства измерений делятся на универсальные средства и средства специального назначения.

Универсальным называется средство измерений, предназначенное для измерений длин, углов в определенном диапазоне размеров изделий с разнообразной конфигурацией. Например, один и тот же прибор с

дополнительными приспособлениями (стойки, штативы и т. п.) может быть использован для измерения различных размеров. Эта особенность универсальных средств измерений способствует их широкому применению.

Специальным называется средство измерений, предназначенное для измерений специальных элементов у деталей определенной формы (например, калибры, приборы для измерения углов, параметров зубчатых колес и т. п.) или специальных параметров у деталей вне зависимости от ее геометрической формы (приборы для измерения шероховатости, отклонений формы и т. п.).

Средства измерений длин и углов в зависимости от физического принципа, положенного в основу построения измерительного преобразователя прибора, подразделяют на следующие группы: штриховые (имеют линейную или угловую шкалу и нониус - штангенинструменты, угломеры); микрометрические (основаны на использовании винтовой пары - микрометры); рычажно-механические (индикаторы часового типа, рычажные скобы и т. п.); рычажно-оптические (оптиметры); оптико-механические (проекторы, инструментальные микроскопы и т. п.); пневматические (основаны на применении сжатого воздуха); гидравлические; электрические и электронные; комбинированные (основаны на использовании различных принципов) и др.

Средства измерений специального назначения подразделяют на следующие группы: измерение формы и расположения поверхностей; измерения параметров шероховатости поверхности; измерения параметров резьбы; измерения параметров углов и конусов; измерений параметров зубчатых колес.

2 Выбор универсальных средств измерения линейных размеров деталей

2.1 Общие положения

Средства измерения (инструменты или приборы) выбирают с учетом их метрологических характеристик и экономических показателей. К последним относят: стоимость СИ; наработку до повторной настройки и до ремонта; трудоемкость настройки и процесса измерения; необходимую квалификацию оператора и др.

Необходимым условием правильного выбора универсального СИ является соответствие его метрологической характеристики следующим условиям:

- диапазон измерения СИ должен быть больше измеряемого размера;
- диапазон показаний СИ должен быть больше допуска измеряемого размера (T);
- предельная погрешность измерения с помощью выбранного СИ должна быть меньше допускаемой погрешности измерения δ .

Значения допускаемых погрешностей измерения δ (таблица 1) установлены в зависимости от допусков и номинальных размеров измеряемых изделий в ГОСТ 8.051-81 «Погрешности, допускаемые при измерении

линейных размеров до 500 мм». В соответствии с этим стандартом, значения δ определены:

- для квалитетов 2 – 5 $\delta = 0,2T$;
- для квалитетов 10 – 17 $\delta = 0,35T$;
- для квалитетов 6 - 9 $\delta = 0,3T$.

Расчетные значения δ в таблице 1 округлены с учетом реальных значений погрешностей измерения измерительными средствами.

Допускаемые погрешности измерений относятся к случайным и неучтенным систематическим погрешностям измерений (НСП). Случайная составляющая погрешности измерений не должна превышать 60% от нормируемой допускаемой погрешности измерения. Это требование установлено вследствие того, что случайную составляющую погрешности измерения можно выявить практически во всех видах измерения, а НСП ограничить очень сложно, а при измерениях высокой точности невозможно.

Допускаемые погрешности измерений нормируются вне зависимости от способа измерения размеров диаметров и длин при приемочном контроле.

Таблица 1 — Допускаемая погрешность измерения δ , мкм (ГОСТ 8.051-81)

Номинальные размеры, мм	Квалитет										
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
До 3	1	1,4	1,8	3	3	6	8	12	20	30	50
Св3 до 6	1,4	1,6	2	3	4	8	10	16	30	40	60
» 6 » 10	1,4	2	2	4	5	9	12	18	30	50	80
» 10 » 18	1,6	2,8	3	5	7	10	14	30	40	60	90
» 18 » 30	2	3	4	6	8	12	18	30	50	70	120
» 30 » 50	2,4	4	5	7	10	16	20	40	50	80	140
» 50 » 80	2,8	4	5	9	12	18	30	40	60	100	160
» 80 » 120	3	5	6	10	12	20	30	50	70	120	180
» 120 » 180	4	6	7	12	16	30	40	50	80	140	200
» 180 » 250	5	7	8	12	18	30	40	60	100	160	240
» 250 » 315	5	8	10	14	20	30	50	70	120	180	260
» 315 » 400	6	9	10	16	24	40	50	80	120	180	280
» 400 » 500	6	9	12	18	26	40	50	80	140	200	320

Примечания:

1) Допускается увеличивать допускаемую погрешность измерения, указанную в таблице, при уменьшении допуска на размер, учитывающего это увеличение, а также в случае разделения изделий на размерные группы для селективной сборки.

2) Случайная погрешность измерения не должна превышать 0,6 допускаемой погрешности измерения и принимается равной 2σ , где σ - значение среднего квадратического отклонения погрешности измерения.

3) При допусках, не соответствующих значениям, указанным в таблице, допускаемую погрешность выбирают по ближайшему меньшему значению допуска для соответствующего размера.

Допускаемые погрешности измерения δ , установленные указанным стандартом, являются наибольшими и включают не только инструментальные погрешности, но и погрешности от других источников: погрешности установочных мер, погрешности базирования, погрешности, связанные с температурными деформациями, и т.п.

2.2 Выбор универсальных средств измерения линейных размеров

Сведения о значениях погрешностей измерения в различных условиях применения для серийно выпускаемых средств измерения приведены в таблицах А.1 и А.2 приложения А. В таблице А.1 приведены указанные сведения при измерении наружных размеров, в таблице А.2 – внутренних размеров (без учета методической погрешности измерения). Погрешности измерения в указанных таблицах приведены без знаков \pm , т.е. указаны абсолютные значения предельных погрешностей измерения единичным измерительным средством.

Для упрощения процесса выбора конкретных измерительных средств составлены таблицы Б.1 – Б.5 (приложение Б). В левой части таблиц указаны диапазоны номинальных размеров, сверху квалитеты от 2 до 17, а на пересечении строк и столбцов указаны в виде дроби допускаемые погрешности измерений (числитель) и допуски на изготовление (знаменатель). Под ними номерами и буквами из таблиц А.1 и А.2 указаны СИ и варианты их использования, при которых погрешность измерения не превышает допускаемых значений.

Пример выбора СИ. Необходимо выбрать СИ для измерения диаметра вала $\varnothing 40p6$.

В зависимости от конфигурации детали и требований к методике выполнения измерений решают вопрос о выборе накладного или станкового СИ.

Предполагаем, что методика измерения выбрана таким образом, что методическая погрешность будет пренебрежимо малой.

Выбор накладного средства измерения. Накладные СИ представлены в таблице Б.2 Приложения Б: на пересечении строки с диапазоном номинальных размеров свыше 30 до 50 и столбца, соответствующего 6-му квалитету, находим информацию:

**5/16
4б, 5г, 6б**

Это означает, что допускаемая погрешность измерения δ данного размера составляет 5 мкм, допуск размера T составляет 16 мкм.

По таблице А.1 Приложения А определяем, какие СИ значатся под номерами 4, 5 и 6.

Номеру 4 (таблица А.1.3) соответствует микрометр гладкий (МК) с величиной отсчета 0,01 мм. Буквами обозначены варианты использования, в данном случае «б» означает, что температурный режим для необходимого в данном случае диапазона измерений 0 – 50 мм составляет 5°С; предельная погрешность измерения данным СИ в диапазоне от 25 до 50 мм составляет 5 мкм. Кроме того микрометр при работе должен находиться в стойке или иметь надежную изоляцию от тепла рук оператора.

Номеру 5 (таблица А.1.4) соответствует скоба индикаторная с ценой деления 0,01 мм, «г» – вид контакта плоский или линейчатый (при измерении диаметра вид контакта будет линейчатый, условие соблюдается), используемое перемещение измерительного стержня 0,02 – 0,03 мм, класс точности концевых мер – 3, температурный режим составляет 5°С, предельная погрешность измерения – 5 мкм, скоба при работе должна находиться в стойке или иметь надежную изоляцию от тепла рук оператора.

Номеру 6 (таблица А.1.6) соответствует микрометр рычажный (МР и МРИ) с ценой деления 0,01 мм или 0,002 мм и скоба рычажная с ценой деления 0,002 мм, вариант использования «б» – класс применяемых концевых мер – 3, температурный режим составляет 5°С, предельная погрешность измерения – 4,5 мкм, микрометр при работе должен находиться в стойке или иметь надежную изоляцию от тепла рук оператора.

Для всех выбранных СИ присутствует условие «при работе должен находиться в стойке или иметь надежную изоляцию от тепла рук оператора». Соблюдение этого условия необходимо для сведения к минимуму погрешности от температурных деформаций, которым подвергается как измеряемая деталь, так и сами СИ. На рисунке 1,а представлен микрометр гладкий (МК), у которого предусмотрена теплоизоляционная накладка, которая как раз и обеспечивает изоляцию от тепла рук оператора. Аналогичные накладки предусмотрены в конструкции скобы индикаторной и рычажного микрометра (рисунки 2 и 3). На рисунке 1,б показан пример установки СИ в стойке.

Для всех СИ предусмотрен температурный режим – условная, выраженная в градусах Цельсия разность температур объекта измерения и СИ, которая при определенных «идеальных» условиях вызовет ту же погрешность, что и весь комплекс реально существующих причин. Эти условия сводятся к тому, что СИ и деталь имеют постоянную температуру по своему объему, а коэффициент линейного расширения материалов, из которых они изготовлены, равен $11,6 \times 10^{-6}$ 1/град. Если указанные идеальные условия соблюдены, то температурный режим, например в 5°С, означает, что допускается такая же разность температур СИ и детали и соответствующая разность деформаций по линии измерения. Температурный режим НЕ ДОЛЖЕН пониматься как допускаемое отклонение температуры среды от 20°С.

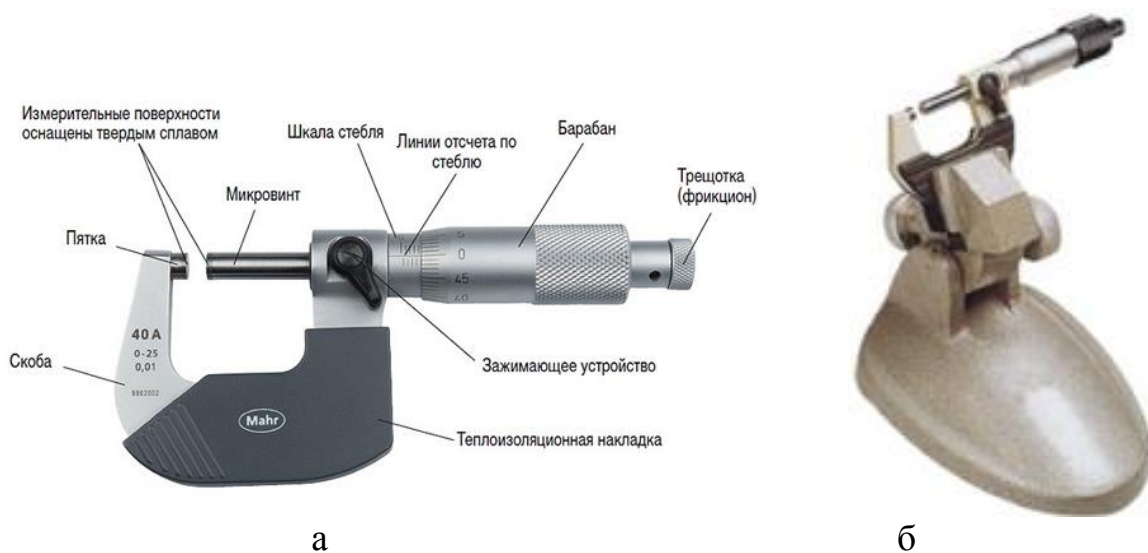


Рисунок 1 – Микрометр гладкий МК:
а – конструкция микрометра; б – закрепление в стойке



Рисунок 2 – Скоба индикаторная СИ



Рисунок 3 – Микрометр рычажный

Выбор станкового средства измерения. Выбираем станковое СИ по таблице Б.1 (приложение Б). В столбце, соответствующем 6 качеству для диапазона измерения свыше 30 до 50 мм, указаны:

7д, 9а, 11б, 12,а, 13б, 14б, 20а, 31, 32а,в, 36а

По таблицам приложения А.1 устанавливаем:

7д (таблица А.1.6) – индикатор часового типа (ИЧ и ИТ) с ценой деления 0,01 мм и пределом измерения от 2 до 10 мм, класс точности 1, вариант использования – **д** (рисунок 4).

9а (таблица А.1.7) – головка рычажно-зубчатая (ЗИГ) с ценой деления 0,002 мм и пределом измерения $\pm 0,1$ мм; с настройкой по концевым мерам длины на любое деление, вариант использования **а**.

11б (таблица А.1.9) – индикатор многооборотный (2МИГ) с ценой деления 0,002 мм и пределом измерения 2 мм, вариант использования **б**.

12а (таблица А.1.9) – индикатор многооборотный (1МИГ) с ценой деления 0,001 мм и пределом измерения 1 мм, вариант использования **а**.

13б (таблица А.1.9) – головка измерительная пружинная (микрокатор) (10ИГП, 10ИГПГ) с ценой деления 0,01 мм и пределом измерения $\pm 0,3$ мм, вариант использования **б** (рисунок 5).

14б (таблица А.1.9) – головка измерительная пружинная (микрокатор) (5ИГП, 5ИГПГ) с ценой деления 0,005 мм и пределом измерения $\pm 0,15$ мм, вариант использования **б**.

20а (таблица А.1.11) – головка измерительная пружинная малогабаритная (микрокатор) (2ИПМ) с ценой деления 0,002 мм и пределом измерения $\pm 0,1$ мм, вариант использования **а**.

31 (таблица А.1.15) – микроскоп инструментальный.

32а,в (таблица А.1.16) – микроскоп измерительный универсальный, вариант использования **а** (рисунок 6).

36а (таблица А.1.20) – приборы показывающие с индуктивным преобразователем с переменной ценой деления и переменными пределами измерения, вариант использования **а**.



Рисунок 4 – Индикатор часового типа ИЧ-2



Рисунок 5 – Индикаторная головка пружинная 10ИГП (микрокатор)



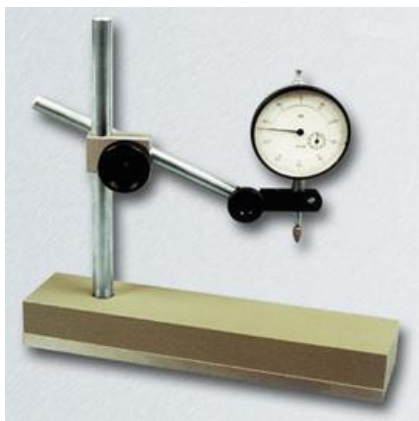
Рисунок 6 – Микроскоп измерительный универсальный УИМ-21

В зависимости от наличия на предприятии СИ, простоты использования, цели измерения (оперативный контроль, приемочный контроль) и количества деталей, подвергаемых измерению, опираясь на экономические соображения, выбирают СИ.

Допустим, выбран *индикатор часового типа ИЧ* с ценой деления 0,01 мм и пределом измерения от 2 до 10 мм, класс точности 1, вариант использования – *д*. Перемещение измерительного стержня – 0,1 мм, класс точности концевых мер – 3, температурный режим - 2°C, предельная погрешность измерения 5 мкм.

Измерительные головки крепят в стойках или штативах. Стойки имеют основание с измерительным столом и колонку с кронштейном, в котором крепится измерительная головка (рисунок 7,б). При настройке измерительной головки кронштейн имеет возможность перемещаться по колонке. Для более тонкой поднастройки в некоторых стойках, например С-Ш, стол может перемещаться в вертикальном направлении за счет микровинта.

Штативы не имеют измерительного стола и применяются при измерениях на поверочных плитах или станках. Штативы типа Ш-I – Ш-III (рисунок 7,а) имеют массивное основание, которое позволяет в процессе измерения перемещать штатив по поверочной плите. Штативы типа ШМ имеют магнитную плиту. Для контроля диаметра вала (рисунок 8) целесообразнее выбрать штатив.



а



б

Рисунок 7 – Примеры закрепления СИ: а – в штативе, б – в стойке

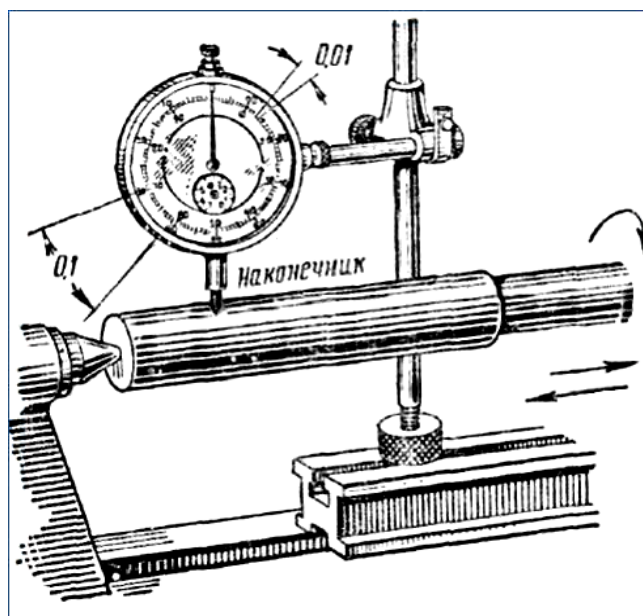


Рисунок 8 – Измерение детали в процессе ее производства

3 Влияние погрешности измерения на результаты разбраковки при приемочном контроле

В соответствии с ГОСТ 16504-81 «Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения» *приемочный контроль* - контроль качества продукции, по результатам которого принимается решение о ее пригодности к поставкам и (или) использованию.

Влияние погрешности измерения на результаты разбраковки деталей в соответствии с ГОСТ 8.051 оценивают параметрами:

m – число деталей в процентах от общего числа измеренных, имеющих размеры, выходящие за предельные и принятые в числе годных (неправильно принятые);

n – число деталей в процентах от общего числа измеренных, имеющих размеры, не превышающие предельные и забракованные (неправильно забракованные);

c – вероятностная величина выхода размера за предельные у неправильно принятых деталей.

Значение параметров *m*, *n* и *c* можно определить по графикам, приведенным на рисунке 9. На графиках сплошные линии соответствуют распределению погрешности измерения по нормальному закону, а пунктирные – по закону равной вероятности. Если закон распределения погрешности измерения неизвестен, то следует принимать среднее значение из значений, определенных сплошной и пунктирной линиями. На графиках значения параметров *m*, *n*, *c* даны в зависимости от относительной погрешности измерения

$$A_{мет}(\sigma) = (\sigma/T) \times 100 \quad (1)$$

и относительной точности изготовления

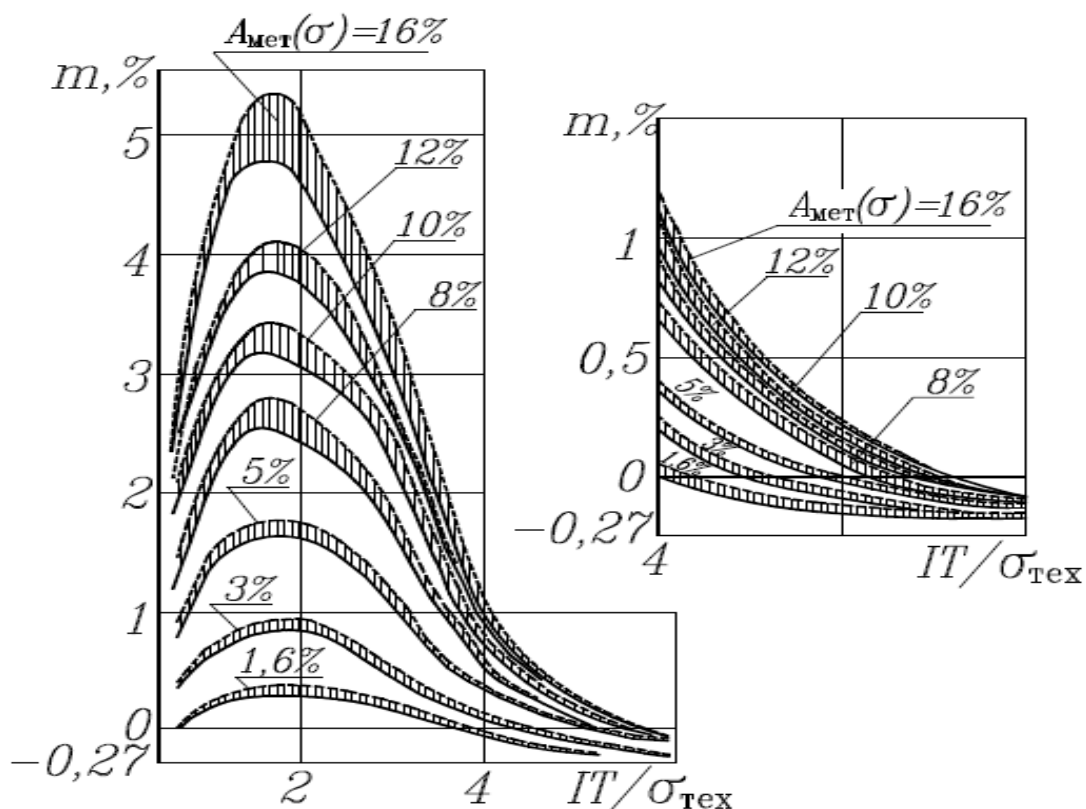
$$T/\sigma_{\text{тех}}, \quad (2)$$

где σ – среднее квадратическое отклонение погрешности измерения; $\sigma_{\text{тех}}$ – среднее квадратическое отклонение погрешности изготовления; T – допуск контролируемого размера.

При определении параметра c рекомендуется принимать:

- для квалитетов $IT2 \dots IT7$ $A_{\text{мет}}(\sigma) = 0,16$;
- для квалитетов $IT8, IT9$ $A_{\text{мет}}(\sigma) = 0,12$;
- для квалитета $IT10$ и грубее $A_{\text{мет}}(\sigma) = 0,1$.

Параметры m , n и c на графиках (рисунок 9) даны при симметричном расположении допуска относительно центра группирования контролируемых деталей, при определении параметров m , и n для каждой границы необходимо принимать половину полученных значений.



а

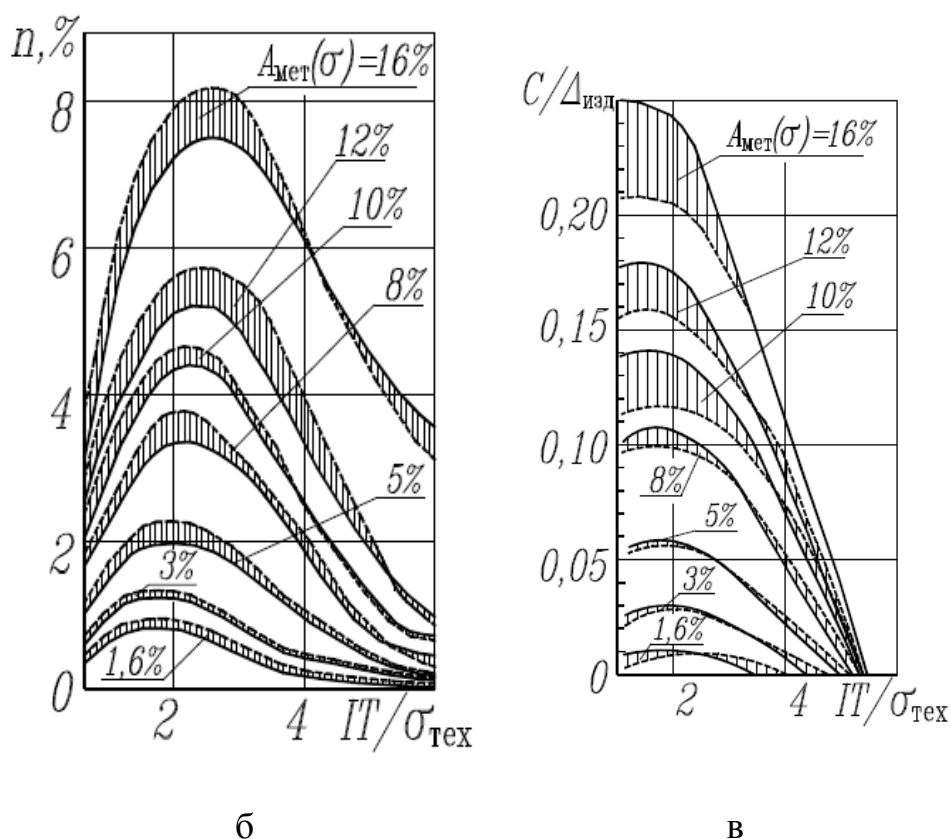


Рисунок 9 - Графики для определения:

а) зависимости числа неправильно принятых деталей в процентах от общего числа измеренных; б) числа неправильно забракованных деталей в процентах от общего числа измеренных; в) вероятностных величин выхода размера за заданные предельные значения у неправильно принятых деталей

Возможные предельные значения параметров m , n и c/T , соответствующие экстремальным значениям кривых, приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Предельные значения параметров разбраковки (ГОСТ 8.051)

$A_{мет}(\sigma)$	m	n	c/T	$A_{мет}(\sigma)$	m	n	c/T
1,6	0,37- 0,39	0,70 - 0,75	0,01	10,0	3,10 - 3,50	4,50 - 4,75	0,14
3,0	0,87 - 0,90	1,2 - 1,3	0,03	12,0	3,75 - 4,11	5,40 - 5,80	0,17
5,0	1,60 - 1,70	2,00 - 2,25	0,06	16,0	5,00 - 5,40	7,80 - 8,25	0,25
8,0	2,60 - 2,80	3,40 - 3,70	0,1				

Примечания:

1) Значения m и n приведены в процентах от общего количества измеренных деталей; первые значения соответствуют распределению погрешностей измерения по нормальному закону, вторые – по закону равной вероятности.

2) T — допуск размера измеряемой детали.

Значения m , n , c принимают по данной таблице, если точность технологического процесса неизвестна.

В случае, если точность технологического процесса на основе реализации системы качества на предприятии известна, то эти величины находят по графикам, приведенным на рисунке 2.

4 Определение приемочных границ

Приемочные границы, т.е. значения размеров, по которым производится приемка изделий, в соответствии с ГОСТ 8.051 устанавливают с учетом допускаемой погрешности измерения δ . При этом допуск на размер рассматривают как допуск на сумму погрешностей технологического процесса, которые не позволяют получить абсолютно точное значение размера, в том числе и из-за погрешности измерения.

Приемочные границы устанавливают двумя способами. *Первым способом* приемочные границы устанавливают совпадающими с предельными размерами (рисунок 10, а), т.е. возможное влияние погрешности измерения учитывается конструктором при выборе качества и вида посадки. *Вторым способом* приемочные границы устанавливают смещенными относительно предельных размеров внутрь допуска с учетом возможного влияния погрешности измерения (рисунок 10, б, в).

Первый способ является технически и экономически целесообразным и поэтому предпочтительным. Однако при этом, из-за наличия погрешности измерения, некоторые бракованные изделия могут быть ошибочно приняты как годные, а некоторые годные – отбракованы.

Чтобы этого не случилось, применяют второй способ.

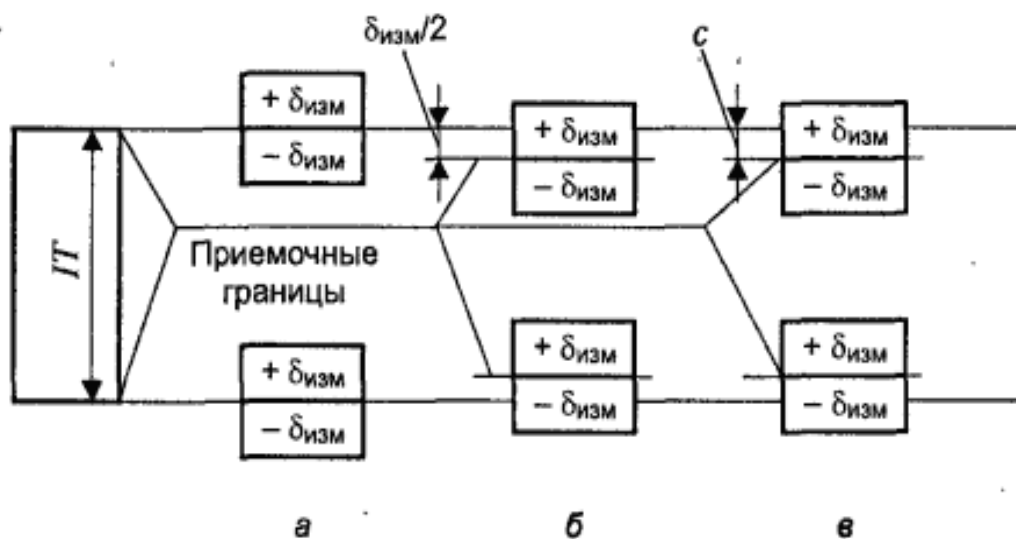


Рисунок 10 - Расположение приемочных границ: а – без назначения производственного допуска; б – производственный допуск определен в зависимости от параметра разбраковки c при *неизвестной* точности технологического процесса; в – производственный допуск определен в зависимости от параметра разбраковки c при *известной* точности технологического процесса

Второй способ. При смещении приемочных границ на величину c говорят о введении производственного допуска $T_{пр}$. Этот способ менее предпочтителен, чем первый, однако, хотя и редко, используется на практике. При введении производственного допуска необходимо предусмотреть два варианта:

Вариант 1. Точность технологического процесса неизвестна. В этом случае предельные размеры изменяются на половину допускаемой погрешности измерения (рисунок 10, б), т.е. принимают $c = \delta/2$.

Вариант 2. Точность технологического процесса известна. В этом случае величину c (рисунок 10, в) определяют по таблице 2 или графикам (рисунок 9). Необходимо иметь в виду, что значение смещения не должно превышать половины допускаемой погрешности измерения у каждой приемочной границы, т. е. $c \leq \delta/2$.

При реализации любого из двух вариантов на чертеже детали необходимо указать: «При измерении размера... вводится производственный допуск:...», указать его можно либо предельными отклонениями, либо предельными размерами.

Пример определения приемочных границ

Выше был приведен пример выбора накладных средств измерений для контроля диаметра вала $\varnothing 40p6$; $T = 16$ мкм, $ei = +26$ мкм $es = +42$ мкм.

Допустим, из рекомендуемого перечня выбран микрометр гладкий (МК). Диапазон измерений 25 – 50 мм с величиной отсчета 0,01 мм. Предельная погрешность измерения данным СИ $\Delta = 5$ мкм.

Производство – серийное, распределение погрешностей изготовления и измерения подчиняются нормальному закону, точность технологического процесса известна и составляет $\sigma_{тех} = 4$ мкм.

Определяем относительную точность изготовления по формуле (2):

$$T/\sigma_{тех} = 16/4 = 4.$$

По рекомендациям ГОСТ 8.051 принимаем $A_{мет}(\sigma) = 16$. По графику на рисунке 9 в определяем $c/\Delta_{изд} = 0,11$. При использовании данного графика можно считать $\Delta_{изд} = T$. Тогда:

$$c = 0,11 \times 16 = 1,76 \approx 2 \text{ мкм.}$$

При этом $\delta/2 = 5/2 = 2,5$ мкм, условие $c \leq \delta/2$ выполняется.

Устанавливаем производственный допуск (рисунок 11):

$$T_{np} = T - 2c = 16 - 2 \times 2 = 12 \text{ мкм.}$$

Предельные отклонения:

$$ei_{np} = ei + c = 26 + 2 = +28 \text{ мкм;}$$

$$es_{np} = es - c = 42 - 2 = +40 \text{ мкм.}$$

Определяем по графикам на рисунке 9 число неправильно принятых деталей $m = 1\%$; число неправильно забракованных деталей $n = 6\%$ от общего количества измеренных деталей.

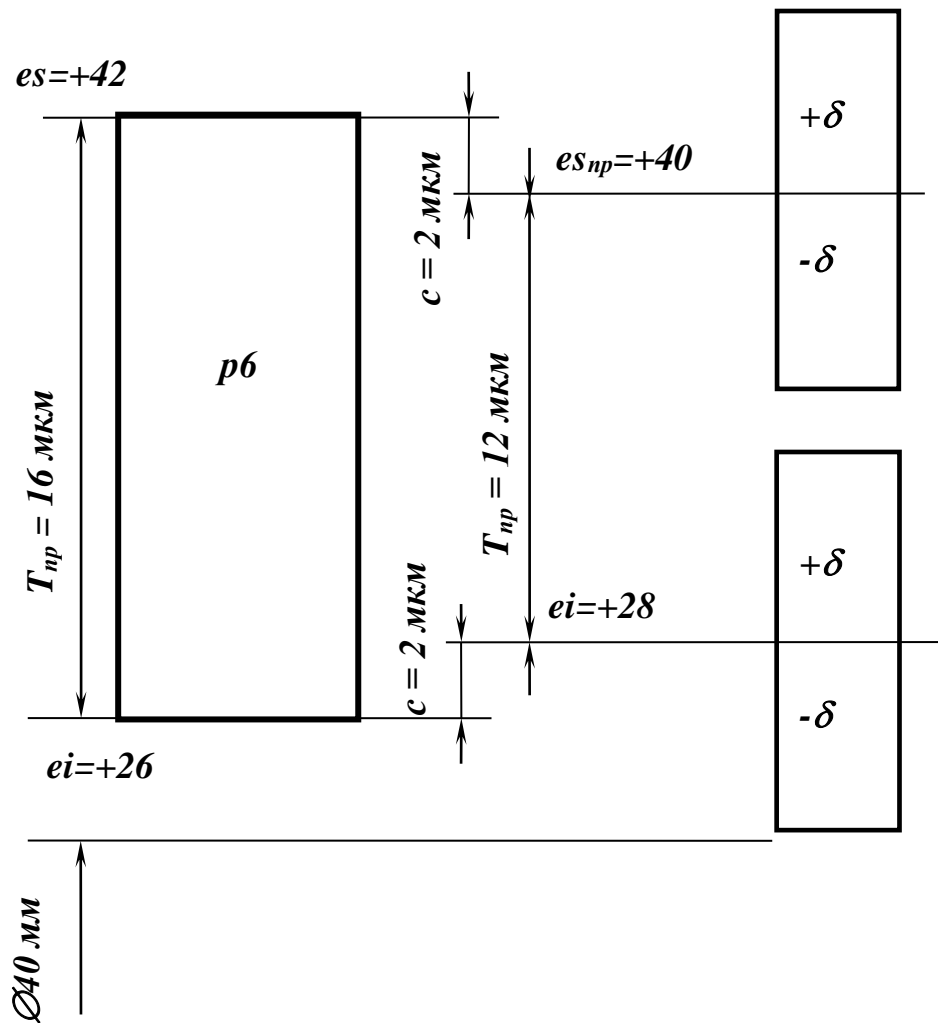


Рисунок 11 – Схема расположения приемочных границ

5 Лабораторная работа «Выбор универсальных средств измерений»

5.1 Цель работы:

- ознакомиться с нормативными документами, регламентирующими методику выбора универсальных средств измерений линейных размеров и погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров;
- научиться выбирать средства измерения линейных размеров при проектировании технологических процессов изготовления деталей машин.

5.2 Методика выполнения работы

Ознакомиться с рабочим чертежом детали, определить контролируемые параметры и требования, предъявляемые к ним (допуск).

Установить допускаемую погрешность измерения заданного размера.

Установить по приложению Б, таблицам Б.1, Б.2 (для наружных поверхностей) или таблице Б.3 (для внутренних поверхностей) перечень рекомендуемых СИ.

Выбрать по приложению А, таблицам А.1 (для наружных поверхностей) или таблицам А.2 (для внутренних поверхностей) одно из рекомендуемых СИ, проверяя выполнение условий выбора СИ.

Заполнить таблицу 3, отразив в ней метрологическую характеристику выбранного СИ и условия его применения. Параметры метрологической характеристики СИ, отсутствующие в указанных таблицах (например, диапазон измерений или диапазон показаний СИ), определить самостоятельно.

Таблица 3 - Метрологическая характеристика и условия использования выбранного СИ

Наименование СИ, ГОСТ	Диапазон измерения, мм	Цена деления, мм	Предел допускаемой погрешности (основной), мкм

Установить приемочные границы для заданного размера в соответствии с индивидуальным заданием.

При назначении приемочных границ первым способом определить вероятное количество неправильно принятых и неправильно забракованных деталей, а также возможный выход за границы поля допуска размеров неправильно принятых деталей. Результаты разбраковки деталей при назначении приемочных границ первым способом представить в виде таблицы 4.

Таблица 4 - Результаты разбраковки деталей

Параметр	Значение параметра
Допуск T , мм	
Вероятный процент неправильно принятых деталей m	
Вероятный процент неправильно забракованных деталей n	
Вероятный выход за границы допуска у неправильно принятых деталей c , мм	

Построить схемы расположения приемочных границ, на которых указать значения допуска размера T , допускаемой погрешности измерения δ , производственного допуска $T_{пр}$; величину смещения приемочных границ c .

5.3 Пример выполнения работы

Задание. Выбрать универсальное СИ для контроля отверстия во втулке Ø86H7 (рисунок 11).

Определить долю неправильно принятых и неправильно отбракованных деталей при приемочных границах, совпадающих с предельными размерами.

Определить производственный допуск при смещении приемочных границ в случаях, если:

- точность технологического процесса неизвестна;
- точность технологического процесса составляет $\sigma = 0,008$ мм.

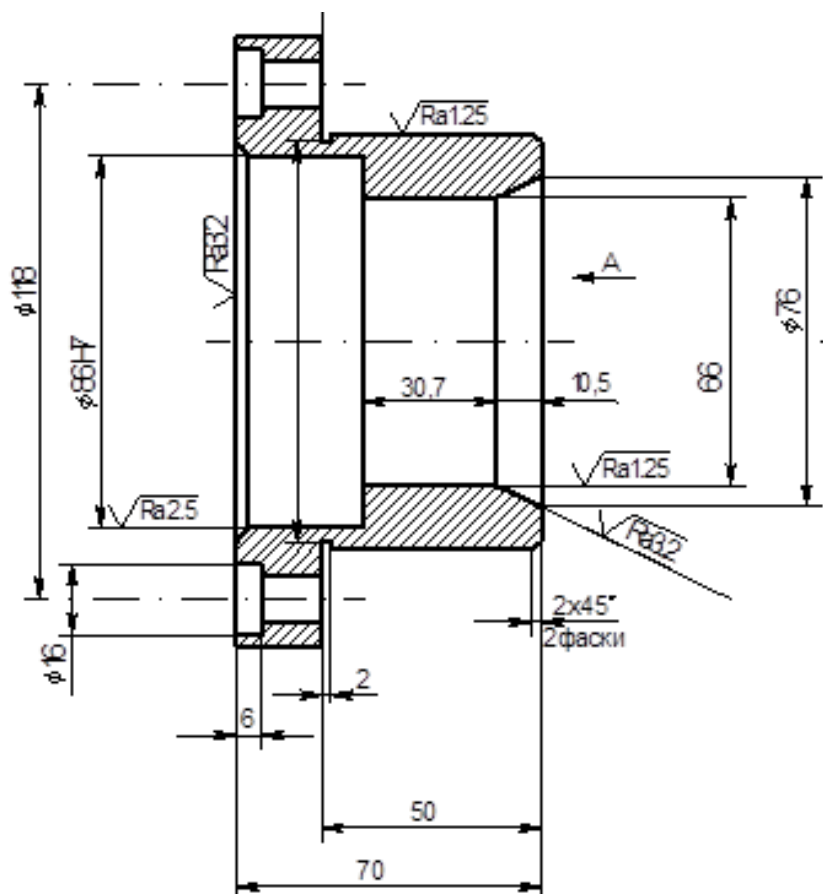


Рисунок 11 – Эскиз детали

Выполнение работы. Допуск размера $\varnothing 86H7$ составляет $T = 0,035$ мм. Устанавливаем по таблице 1 допускаемую погрешность измерения $\delta = 0,010$ мм.

Выбираем универсальное СИ для измерения. По таблице Б.3 приложения Б устанавливаем рекомендуемый перечень универсальных СИ, позволяющих измерить отверстие $\varnothing 86$ мм 7-го качества в принятых условиях. Это СИ под номерами **4б, 6а, 9а, 11, 12**; в таблицах А.2 приложения А этим номерам соответствуют:

4б – нутромер микрометрический (НМ) с величиной отсчета 0,01 мм. Используемое перемещение стержня – 13 мм, применяется при шероховатости поверхности не хуже Ra5, температурный режим 5°C, предельная погрешность измерения $\Delta = 10$ мкм (не превышает δ).

6а – нутромер индикаторный (НИ) при замене отсчетного устройства измерительной головкой (ИГ) с ценой деления 0,001 или 0,002 мм.

Перемещение измерительного стержня – 0,1 мм. Настройка осуществляется по концевым мерам длины 1 класса или по установочному кольцу, применяется при шероховатости поверхности не хуже Ra1,25, температурный режим 3°C, предельная погрешность измерения $\Delta = 6,5$ мкм (не превышает δ).

9a – пневматическая пробка с отсчетным прибором с ценой деления 1 мкм и 0,5 мкм с настройкой по установочному кольцу. Диаметральный зазор между пробкой и отверстием 0,04 – 0,06 мм, применяется при шероховатости поверхности не хуже Ra1,25, температурный режим 2°C, предельная погрешность измерения $\Delta = 3$ мкм (не превышает δ).

11 – микроскоп инструментальный, температурный режим 5°C, предельная погрешность измерения $\Delta = 10$ мкм (не превышает δ).

12 – микроскоп универсальный измерительный при использовании штриховой головки, температурный режим 2°C, предельная погрешность измерения $\Delta = 7$ мкм (не превышает δ).



Рисунок 12 – Нутромеры микрометрические

Требования к шероховатости контролируемой поверхности по чертежу Ra2,5; в этом случае с учетом стоимости и простоты в использовании выбираем нутромер микрометрический (НМ).

Определяем метрологические характеристики нутромера микрометрического, одновременно проверяя выполнение условий выбора СИ. Метрологическую характеристику микрометра рычажного и условия его использования заносим в таблицу 3. Пример заполнения этой таблицы показан в таблице 5. Диапазон измерения нутромера позволяет измерить размер 86 мм, основная предельная погрешность измерения нутромером (при нормальных условиях измерения) меньше допускаемой.

Таблица 5 - Метрологическая характеристика и условия использования нутромера микрометрического МН-125

Наименование СИ, ГОСТ	Диапазон измерения, мм	Цена деления, мм	Предел допускаемой погрешности (основной), мкм
Нутромер НМ175 ГОСТ 10-88	75 – 175	0,01	±4

Устанавливаем приемочные границы, совпадающие с предельными размерами отверстия. В этом случае вероятно, что m деталей будут неправильно приняты, а n – неправильно отбракованы.

Для измерения отверстия 7-го качества рекомендуется принимать относительную погрешность $A_{мет}(\sigma) = 16\%$. Тогда $m = 5 \dots 5,4\%$, а $n = 7,8 \dots 8,25\%$ в зависимости от закона распределения погрешности измерения (См.табл. 2). При этом возможный выход за границы поля допуска размеров неправильно принятых деталей:

$$c = 0,25 T = 0,25 \times 0,035 = 0,00875 \approx 0,009 \text{ мм.}$$

Результаты разбраковки деталей заносим в таблицу 4. Пример заполнения этой таблицы представлен в таблице 6.

Таблица 6 - Результаты разбраковки деталей

Параметр	Значение параметра
Допуск T , мм	0,035
Вероятный процент неправильно принятых деталей m	5,2
Вероятный процент неправильно забракованных деталей n	8,025
Вероятный выход за границы допуска у неправильно принятых деталей c , мм	0,009

Устанавливаем приемочные границы, смещенные относительно предельных размеров (рисунок 10).

Вариант 1. Точность технологического процесса неизвестна. Вводим производственный допуск, смещая приемочные границы внутрь поля допуска на величину:

$$\delta/2 = 0,01/2 = 0,005 \text{ мм.}$$

Производственный допуск составит: $T_{пр} = T - 2\delta/2 = 0,035 - 0,01 = 0,025 \text{ мм.}$

Схема расположения полей допусков представлена рисунке 13.

Вариант 2. Точность технологического процесса известна и составляет $\sigma_{тех} = 0,008 \text{ мм.}$, тогда $T/\sigma_{тех} = 0,035/0,008 = 4,4$. Определяем по графику на рисунке 9, в при $A_{мет}(\sigma) = 16\%$ величину $c/\Delta_{изд} \approx 0,05$, предполагая погрешность изготовления изделия равной допуску $\Delta_{изд} = T$, $c = 0,05 \times 0,035 \approx 0,002 \text{ мм.}$

Проверяем условие $c \leq \delta/2$, в нашем случае $0,002 < 0,005$ мм, условие выполняется.

Производственный допуск составит: $T_{np} = T - 2c = 0,035 - 0,004 = 0,031$ мм. Схема расположения полей допусков представлена на рисунке 14.

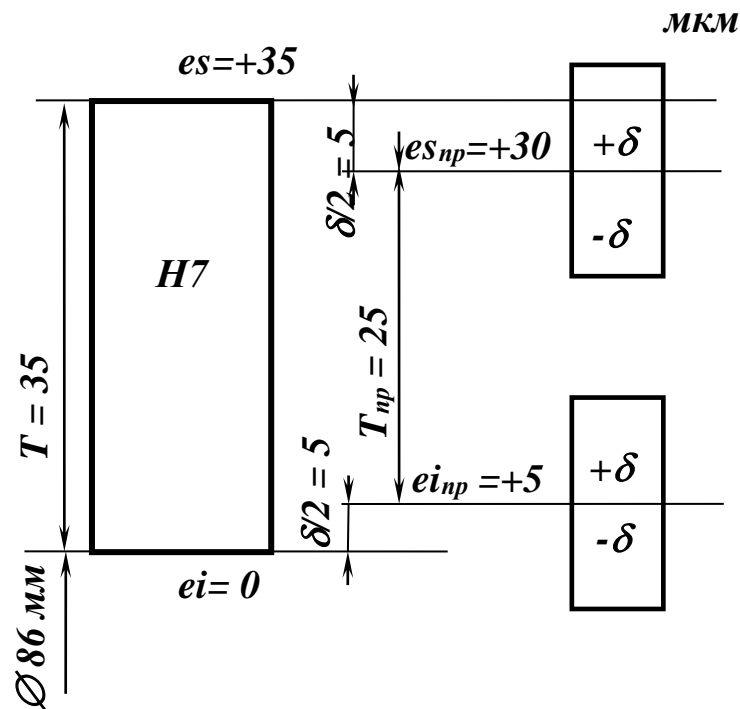


Рисунок 13 – Схема расположения полей допусков при неизвестной точности технологического процесса

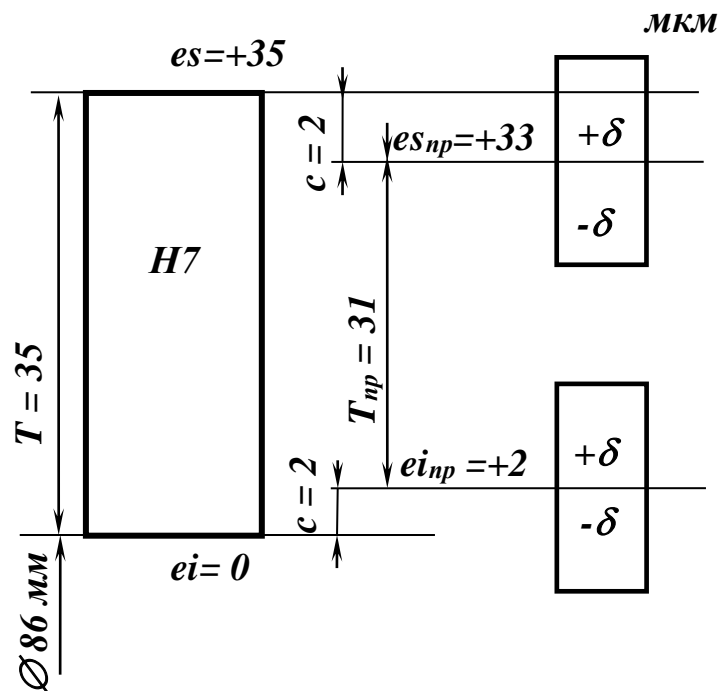


Рисунок 14 – Схема расположения полей допусков при точности технологического процесса $\sigma_{mex} = 0,008$ мм

5.4 Оформление отчета

Титульный лист отчета выполняется в соответствии с приложением Г.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Цель работы.
2. Описание выполнения работы.
3. Выводы.
4. Используемая литература.

5.5 Контрольные вопросы

1. Что называют средством измерения?
2. Как классифицируются средства измерения по конструктивному исполнению?
3. Как классифицируются средства измерения по метрологическому назначению?
4. Что называется эталоном?
5. Какие СИ являются универсальными?
6. Какие СИ являются специальными?
7. Какие факторы учитывают при выборе СИ линейных размеров?
8. Что такое метрологические характеристики СИ?
9. Что является основой методик выбора СИ?
10. Что такое допускаемая погрешность измерения?
11. Какие условия влияют на выбор СИ?
12. Какая величина является основополагающей при выборе СИ?
13. Какие нормативные документы используют при выборе СИ линейных размеров?
14. Какие вы знаете метрологические характеристики средств измерений?

Список литературы

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. 8-е изд., перераб. и доп. / под ред. И.Н. Жестковой. - М.: Машиностроение, 2006. - Т. 1 - 927 с.; Т. 2 - 959 с.; Т. 3 - 927 с.
2. Белкин И.М. Допуски и посадки (Основные нормы взаимозаменяемости): учебное пособие. М.: Машиностроение, 1992. - 528 с.
3. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Расчет допусков размеров. - 4-е изд., перераб. и доп. -- М.: Машиностроение, 2006.- 100 с.
4. Марков Н.Н., Осипов В.В., Шабалина М.Б. Нормирование точности в машиностроении: учебник для машиностроит. спец. вузов / под ред. Ю.М. Соломенцева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа; Издательский центр «Академия», 2001. - 335 с.
5. Методические указания «Выбор универсальных средств измерения линейных размеров до 500 мм (по применению ГОСТ 8.051-81)». РД 50-98-86. - М.: Издательство стандартов, 1987. - 84 с.

Приложение А

А.1 - Предельные погрешности измерения наружных линейных размеров, биений и глубин универсальными измерительными средствами (по РД 50-98-86)

Таблица А.1.1

Средство измерения		Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм
№ для табл. Б.2, Б.3, Б.4	Наименование и случай применения	до 500
1	Линейка измерительная металлическая с ценой деления 1 мм	500

Таблица А.1.2

Средство измерения		Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм						
№ для табл. Б.2	Наименование и случаи применения	до	св.	св.	св.	св.	св.	св.
		10	10	50	80	120	180	250
		до	до	до	до	до	до	до
		50	80	120	180	250	500	
2	Штангенциркуль (ШЦ-I, ШЦТ-I, ШЦ-II, ШЦ-III) с отсчетом по нониусу 0,1 мм	150	150	200	200	200	200	250
3	Штангенциркуль (ШЦ-II, ШЦ-III) с отсчетом по нониусу 0,05 мм	100	100	100	100	100	100	-

Таблица А.1.3

Средство измерения		Вариант использования	Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм			Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм														
			0-50	50-250	250-500	до 25	св. 25 до 50	св. 50 до 75	св. 75 до 100	св. 100 до 125	св. 125 до 150	св. 150 до 175	св. 175 до 200	св. 200 до 225	св. 225 до 250	св. 250 до 275	св. 275 до 300	св. 300 до 400	св. 400 до 500	
4	Микрометры гладкие (МК) с величиной отсчета 0,01 мм при настройке на нуль по установочной мере	а*	5	5	5	5	10	10	15	15	15	20	20	25	25	30	30	40	50	
		б**	5	2	1	5	5	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	

* Микрометры при работе находятся в руках.

** Микрометры при работе находятся в стойке, или обеспечивается надежная изоляция от тепла рук оператора.

Таблица А.1.4

Средства измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм									
			Вид контакта	Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Класс применяемых концевых мер	Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм													
№ для табл. Б.2	Наименование и случаи применения	0-50				50-100	100-200	200-500	до 10	св. 10 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 100	св. 100 до 180	св. 180 до 200	св. 200 до 300	св. 300 до 400	св. 400 до 500	
			5	Скобы индикаторные (СИ) с ценой деления 0,01 мм	а*					Любой	3	5	5	5	5	10	12	15	15
б**	Любой	3			4	5	5	5	2	10	10	10	12	12	12	15	18	20	25
в**	Плоскостной и линейчатый	0,1			4	5	-	-	-	6	7	7	-	-	-	-	-	-	-
					3	-	2	1	1	-	-	-	7	7	7	8	10	10	12
г**	Плоскостной и линейчатый	0,02-0,03	3	5	2	1	-	5	5	5	5	6	6	7	-	-	-		

* Скобы при работе находятся в руках.

** Скобы при работе находятся в стойке, или обеспечивается надежная изоляция от тепла рук оператора.

Таблица А.1.5

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения					Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм												
№ для табл. Б.2	Наименование и случаи применения		Вид контакта	Класс применяемых концевых мер	Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм			до 25	св. до 25	св. до 50	св. до 75	св. до 100	св. до 125	св. до 150	св. до 175	св. до 200	св. до 250	св. до 300	св. до 400	св. до 500
					0-50	50-200	200-500													
6	Микрометры рычажные (МР и МРИ) с ценой деления 0,002 мм и 0,01 мм при установке на нуль по установочной мере и скобы рычажные (СР) с ценой деления 0,002 мм при настройке на нуль по концевым мерам длины при использовании на всем пределе измерения	а*	Любой	3	5	5	5	4	7	9	12	14	16	18	21	26	30	40	50	
		б**	"	3	5	2	1	4	4,5	5	5	6	7	7	7	7	7	7	10***	10***
	в**	Плоскостный и линейчатый	2	5	2	1	2	3	3	3	3,5	4	4,5	5	4	5	6	7	7	
	г**	"	1	1	0,5	0,5	0,6	0,8	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4	1,7	1,8	2,3	2,6	3,3	3,3	

* При работе приборы находятся в руках.

** При работе приборы находятся в стойке, или обеспечивается надежная теплоизоляция от рук оператора.

*** При измерении микрометром рычажным с ценой деления 0,002 мм погрешность равна соответственно 8 мкм и 9 мкм.

Таблица А.1.6

Средства измерения		Вариант использования	Условия измерения						Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм													
№ для табл. Б.1 и Б.5	Наименование и случаи применения		Установочный узел по ГОСТ 10197-70	Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Класс применяемых концевых мер	Температурный режим, °С, для диапазона измеряемых размеров, мм			1-3	3-6	6-10	10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180	180-250	250-315	315-400	400-500	
						1-30	30-120	120-500														
7	Индикаторы часового типа (ИЧ и ИТ) с ценой деления 0,01 мм и пределом измерения от 2 до 10 мм, класс точн. 1	а	До 250 мм - штативы и стойки с диаметром колонки не менее 30 мм и наибольшим вылетом головки до 200 мм (С-IV; Ш-11Н; ШМ-11Н)	10	5	5	5	5	15	15	15	15	16	16	18	20	22	25	35	40	45	
		б		5	5	5	5	5	12	13	13	13	14	14	15	18	20	25	35	40	45	
		в		2	4	5	5	2	10	10	10	10	10	10	12	12	12	14	18	20	22	
		г		1	3	5	2	1	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	10	11	12	
	То же, класс точности 0	д		0,1	3	5	2	1	5	5	5	5	5	5	6	6	6	7	9	9	10	
		е		10	4	5	5	2	12	12	12	12	12	12	13	14	14	15	18	20	22	
		ж		5	4	5	5	2	10	10	10	10	10	10	12	12	12	14	18	20	22	
		з		2	3	5	5	2	8	8	8	9	9	9	10	10	10	10	12	14	16	
		и		1	3	5	2	1	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	10	10	12	
		к		0,1	3	5	2	1	4	4	4	4	4	4	5	5	6	7	8	9	10	
	Индикаторы часового типа (ИЧ и ИТ) с ценой деления 0,01 мм и пределом измерения от 2 до 10 мм, класс точн. 1, при измерении биений	л	10	-	-	-	-	21														
		м	5	-	-	-	-	17														
		н	2	-	-	-	-	13														
		о	1	-	-	-	-	11														
		п	0,1	-	-	-	-	8														
		р	0,02-0,03	-	-	-	-	6														
	то же, класс точности 0	с	10	-	-	-	-	16														
		т	5	-	-	-	-	14														
		у	2	-	-	-	-	11														
		ф	1	-	-	-	-	10														
х		0,1	-	-	-	-	6															

Таблица А.1.7

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения	Предельная погрешность измерения, мкм
№ для табл. Б.5	Наименование и случаи применения		Используемый предел измерения, мм	
8	Индикаторы рычажно-зубчатые (ИРБ и ИРТ) с ценой деления 0,01 мм и пределом измерения 0,8 мм при измерении биения	а	0,8	15
		б	0,1	10
		в	0,01-0,02	5

Таблица А.1.8

Средства измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм									
№ для табл. Б.1 и Б.5	Наименование и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Установочный узел по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона измеряемых размеров, мм												
					Класс	Разряд	1-30	30-120	120-250	до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 250
9	Головки рычажно-зубчатые (ЗИГ) с ценой деления 0,002 мм и пределом измерения $\pm 0,1$ мм; с настройкой по концевым мерам длины на любое деление	а	$\pm 0,10$	Штативы*	3	-	5	2	1	3	3	3	3,5	3,5	3,5	4	4,5	5	6
	То же, с настройкой на нулевое деление	б	$\pm 0,06$	Стойки**	-	5	2	1	0,5	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8	2,2	2,2	-

Продолжение таблицы А.1.8

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм									
№ для табл. Б.1 и Б.5	Наименование и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Установочный узел по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона измеряемых размеров, мм												
					Класс	Разряд	1-30	30-120	120-250	до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 250
9	Головки рычажно-зубчатые (ЗИГ) с ценой деления 0,002 мм и пределом измерения ±0,1 мм; при измерении биений	в	0,04	Штативы*	-	-	-	-	-	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,8	1,8	1,8
10	Головки рычажно-зубчатые (ИИГ) с ценой деления 0,001 мм и пределом измерения ±0,05 мм; с настройкой по концевым мерам длины на любое деление	а	±0,050	Штативы*	-	5	2	1	0,5	2	2	2	2	2	2	2	2,5	2,5	2,8
	То же, с настройкой на нулевое деление	б	±0,030	Стойки**	-	4	2	0,5	0,2	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	-
	Головки рычажно-зубчатые (ИИГ) с ценой деления 0,001 мм и пределом измерения ±0,05 мм; при измерении биений	в	0,020	Штативы*	-	-	-	-	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,1	1,1	1,1

* Штативы с диаметром колонки не менее 30 мм и наибольшим вылетом головки до 200 мм (Ш-11Н и ШМ-11Н).

** Стойки с пределами измерения 0-160 мм и 0-100 мм и диаметром колонки не менее 50 мм и не менее 30 мм соответственно (С-II и С-III).

Таблица А.1.9

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения						Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм										
№ для табл. Б.1 и Б.5	Наименование и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Установочный узел по ГОСТ 10197-70	Класс применяемых концевых мер	Температурный режим, °С, для диапазона измеряемых размеров, мм													
						1-30	30-120	120-250	до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 250	
11	Индикаторы многооборотные (2МИГ) с ценой деления 0,002 мм и пределом измерения 2 мм	а	2	Штативы*	4	5	5	2	5	5	5	6	6	7	8	10	10	12	
		б	1	Штативы*	3	5	2	2	5	5	5	5	5	5	5	6	7	8	
		в	0,4	Стойки**	2	5	1	0,5	3	3	3	4	4	4	4	4	4		
	То же, при измерении биений	г	2	Штативы*	-	-	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
		д	1	Штативы*	-	-	-	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
		е	0,05	Стойки**	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	
12	Индикаторы многооборотные (1МИГ) с ценой деления 0,001 мм и пределом измерения 1 мм	а	1	Штативы*	2	5	1	0,5	3	3	3	3	3	3	3	3,5	3,5	4	
		б	0,2	Стойки**		5	1	0,5	2	2	2,2	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3		
	То же, при измерении биений	в	1	Штативы*	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
		г	0,05	Стойки**	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	

* Штативы с диаметром колонки не менее 30 мм и наибольшим вылетом головки до 200 мм (Ш-11Н и ШМ-11Н).

** Стойки с пределами измерения 0-160 мм и 0-100 мм и диаметром колонки не менее 50 мм и не менее 30 мм соответственно (С-II и С-III).

Таблица А.1.10

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм									
№ для табл. Б.1 и Б.5	Наименование и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Установочный узел по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм			до 3	св. до 3	св. до 6	св. до 10	св. до 18	св. до 30	св. до 50	св. до 80	св. до 120	св. до 160
					Класс	Разряд	1-30	30-120	120-180										
13	Головки измерительные пружинные (микрокаторы) (10ИГП, 10ИГПГ) с ценой деления 0,01 мм и пределом измерений ±0,30 мм	а	±0,30	С-II*	4	-	5	5	2	6	6	6	7	7	7	8	10	10	
		б	0,30	С-II*	3	-	5	2	1	4	4	4	4	5	5	5	6	6	
	То же, при измерении биения	в	±0,30	С-II*	-	-	-	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
		г	0,30	С-II*	-	-	-	-	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
14	Головки измерительные пружинные (микрокаторы) (5ИГП, 5ИГПГ) с ценой деления 0,005 мм и пределом измерений ±0,15 мм	а	±0,15	С-II*	4	-	5	5	2	5	5	5	5	5	6	7	9	9	
		б	0,15	С-II*	3	-	5	2	1	3	3	3	3	3	3	4	5	5	
	То же, при измерении биения	в	±0,15	С-II*	-	-	-	-	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
		г	0,15	С-II*	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
15	Головки измерительные пружинные (микрокаторы) (2ИГП, 2ИГПГ) с ценой деления 0,002 мм и пределом измерения ±0,060 мм	а	±0,060	С-II*	2	-	2	1	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	
		б	0,060	С-II*	2	-	2	1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	
	То же, при измерении биения	в	±0,060	С-II*	-	-	-	-	-	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
		г	0,060	С-II*	-	-	-	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	

Продолжение таблицы А.1.10

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм									
№ для табл. Б.1 и Б.5	Наименование и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Установочный узел по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 160	
					Класс	Разряд	1-30	30-120	120-180										
16	Головки измерительные пружинные (микрометры) (1ИГП, 1ИГПГ) с ценой деления 0,001 мм и пределом измерения ±0,030 мм	а	±0,030	С-П*	1	-	2	0,5	0,2	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	0,9	1,0	1,2	1,2	
		б	0,030	С-П*	1	-	2	0,5	0,2	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,1	1,0	
	То же, при измерении биения	в	±0,030	С-П*	-	-	-	-	-	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
		г	0,030	С-П*	-	-	-	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
17	Головки измерительные пружинные (микрометры) (05ИГП) с ценой деления 0,0005 мм и пределом измерения ±0,015 мм	а	±0,015	С-И**	-	3	1	0,5	0,2	0,50	0,50	0,50	0,60	0,60	0,60	0,70	0,90	0,80	
		б	0,015	С-И**	-	2	1	0,2	0,2	0,40	0,40	0,40	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60	0,70	
	То же, при измерении биения	в	±0,015	С-И**	-	-	-	-	-	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
		г	0,015	С-И**	-	-	-	-	-	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
18	Головки измерительные пружинные (микрометры) (02ИГП) с ценой деления 0,0002 мм и пределом измерений ±0,006 мм	а	±0,006	С-И**	-	2	0,5	0,1	0,1	0,30	0,30	0,30	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50	0,60	
		б	0,006	С-И**	-	2	0,5	0,1	0,1	0,30	0,30	0,30	0,35	0,35	0,35	0,40	0,50	0,50	
	То же, при измерении биения	в	±0,006	С-И**	-	-	-	-	-	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
		г	0,006	С-И**	-	-	-	-	-	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15

Продолжение таблицы А.1.10

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм								
№ для табл. Б.1 и Б.5	Наименование и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Установочный узел по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 160
					Класс	Разряд	1-30	30-120	120-180									
19	Головки измерительные пружинные (микрометры) (01ИГП) с ценой деления 0,0001 мм и пределом измерений ±0,004 мм	а	±0,004	С-I**	-	2	0,5	0,1	0,1	0,30	0,30	0,30	0,35	0,35	0,35	0,40	0,50	0,50
		б	0,003	С-I**	-	2	0,5	0,1	0,1	0,25	0,25	0,25	0,35	0,35	0,35	0,40	0,45	0,50
	То же, при измерении биения	в	±0,004	С-I**	-	-	-	-	-	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
		г	0,003	С-I**	-	-	-	-	-	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,1	0,10	0,10

* С-II - стойки с пределом измерений 0-160 мм, вылетом головки 75 мм и диаметром колонки 50 мм.

** С-I - стойки с пределом измерений 0-160 мм, вылетом головки 75 мм и диаметром колонки 70 мм.

Таблица А.1.11

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм													
№ для табл. Б.1 и Б.5	Наименование и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Установочный узел по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 250	св. 250 до 315	св. 315 до 400	св. 400 до 500	
					Класс	Разряд	до 30	30-120	120- 500														
20	Головки измерительные пружинные малогабаритные (микаторы) (2ИПМ) с ценой деления 0,002 мм и пределом измерения ±0,1 мм	а	±0,1	Штативы*	3	-	5	2	1	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5	4,5	4,5	5,5	7,5	8,5	10	
		б	0,06	Штативы*	2	-	2	1	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,5	2	2	2	3	4	4	5	
	То же, при измерении биения	в	±0,1	Штативы*	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,5	3	3,5	
		г	0,06	Штативы*	-	-	-	-	-	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	
21	Головки измерительные пружинные малогабаритные (микаторы) (1ИПМ, 1ИПМУ) с ценой деления 0,001 мм и пределом измерения ±0,05 мм	а	±0,05	Штативы*	2	-	2	1	0,5	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	2	2	2	3	4	4,5	5,5	
		б	0,03	Штативы*	1	-	2	0,5	0,2	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	1	1,2	1,2	1,5	2	2,5	3	
	То же, (с нормальным измерительным усилием - 1ИПМ) при измерении биений	в	±0,05	Штативы*	-	-	-	-	-	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,8	2,4	2,6
		г	0,03	Штативы*	-	-	-	-	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,3	1,6	1,8
		д	0,03	Стойки**	-	-	-	-	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	-	-
	То же, (с уменьшенным измерительным усилием - 1ИПМУ) при измерении биений	е	±0,05	Штативы*	-	-	-	-	-	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,5	1,8	1,9
ж		0,03	Штативы*	-	-	-	-	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1	1,2	1,3	

Продолжение таблицы А.1.11

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм													
№ для табл. Б.1 и Б.5	Наименование и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Установочные узлы по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 250	св. 250 до 315	св. 315 до 400	св. 400 до 500	
					Класс	Разряд	до 30	30-120	120- 500														
22	Головки измерительные пружинные малогабаритные (микаторы) с нормальным измерительным усилием (05ИПМ) с ценой деления 0,0005 мм и пределом измерения ±0,025 мм	а	±0,025	Штативы*	-	3	2	0,5	0,2	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	1,1	1,0	1,1	1,8	2,5	2,8	
		б	0,015	Стойки**	-	3	2	0,5	0,2	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	-	-	-	-	
	То же при измерении биения	в	±0,025	Штативы*	-	-	-	-	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	1,6	2,2	2,5	
		г	0,015	Штативы*	-	-	-	-	-	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	1	1,5	1,7	
		д	0,015	Стойки**	-	-	-	-	-	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	-	-	-	-	
23	Головки измерительные пружинные малогабаритные (микаторы) с уменьшенным измерительным усилием (05ИПМУ) с ценой деления 0,0005 мм и пределами измерения 0,025 мм	а	±0,025	Штативы*	-	3	2	0,5	0,2	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	1,0	0,9	1,0	1,5	2,0	2,2	
		б	±0,025	Штативы*	-	-	-	-	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	1,2	1,5	1,7		
	То же, при измерении биения	в	0,015	Штативы*	-	-	-	-	-	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,7	0,9	1,0		

Продолжение таблицы А.1.11

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм													
№ для табл. Б.1 и Б.5	Наименование и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Установочный узел по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 250	св. 250 до 315	св. 315 до 400	св. 400 до 500	
					Класс	Разряд	до 30	30-120	120- 500														
24	Головки измерительные пружинные малогабаритные (микаторы) (02ИПМ, 02ИПМУ) с ценой деления 0,0002 мм и пределом измерения 0,010 мм	а	±0,01	Штативы*	-	2	1	0,5	0,2	0,45	0,45	0,50	0,50	0,60	0,60	0,70	1,0	0,9	0,9				
		б	0,006	Штативы*	-	2	1	0,5	0,2	0,30	0,30	0,35	0,40	0,50	0,45	0,60	0,80	0,70	0,70				
	То же, при измерении биения	в	±0,01	Штативы*	-	-	-	-	-	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	-	-	-	
		г	0,006	Штативы*	-	-	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,35	0,35	0,35	-	-	-	
		д	0,006	Стойки**	-	-	-	-	-	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	-	-	-	-	

* До 250 мм - штативы с диаметром колонки не менее 30 мм и наибольшим вылетом головки до 200 мм (Ш-11Н, ШМ-11Н), св. 250 мм до 500 мм - штативы с диаметром колонки не менее 50 мм и наибольшим вылетом головки до 500 мм (Ш-11В и ШМ-11В).

** Стойки с пределами измерения 0-160 мм и 0-100 мм и диаметром колонки не менее 50 мм и не менее 30 мм соответственно (С-II и С-III).

Таблица А.1.12

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм								
№ для табл. Б.1 и Б.5	Наименование и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Установочный узел по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 160
					Класс	Разряд	1-30	30-120	120-180									
25	Головки измерительные пружинно-оптические (оптикаторы) (1П) с ценой деления 0,001 мм и пределом измерения 0,25 мм	а	±0,100	С-1*	1	-	2	0,5	0,2	0,90	0,90	0,90	1,0	1,0	1,0	1,1	1,3	1,3
		б	0,100	С-1*	1	-	2	0,5	0,2	0,60	0,60	0,60	0,70	0,80	0,70	0,90	1,2	1,0
	То же, при измерении биений	в	±0,100	С-1*	-	-	-	-	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
		г	0,100	С-1*	-	-	-	-	-	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
26	Головки измерительные пружинно-оптические (оптикаторы) (05П) с ценой деления 0,0005 мм и пределом измерения 0,1 мм	а	±0,050	С-1*	-	3	1	0,5	0,2	0,50	0,50	0,50	0,60	0,60	0,60	0,70	0,90	0,70
		б	0,050	С-1*	-	2	1	0,5	0,1	0,35	0,35	0,35	0,40	0,50	0,50	0,60	0,80	0,60
	То же, при измерении биений	в	±0,050	С-1*	-	-	-	-	-	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
		г	0,050	С-1*	-	-	-	-	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Продолжение таблицы А.1.12

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм									
№ для табл. Б.1 и Б.5	Наименование и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Установочный узел по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 160	
					Класс	Разряд	1-30	30-120	120-180										
27	Головки измерительные пружинно-оптические (оптикаторы) (02П) с ценой деления 0,0002 мм и пределом измерения 0,050 мм	а	±0,020	С-1*	-	2	0,5	0,1	0,1	0,30	0,30	0,30	0,30	0,35	0,35	0,35	0,45	0,45	
		б	0,020	С-1*	-	2	0,5	0,1	0,1	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30	0,35	0,40	0,40	
	То же, при измерении биений	в	±0,020	С-1*	-	-	-	-	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
		г	0,020	С-1*	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
28	Головки измерительные пружинно-оптические (оптикаторы) (01П) с ценой деления 0,0001 мм и пределом измерения 0,024 мм	а	±0,010	С-1*	-	2	0,5	0,1	0,1	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,35	0,35	0,40	0,40	
		б	0,010	С-1*	-	2	0,5	0,1	0,1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30	0,40	0,40	
	То же, при измерении биений	в	±0,010	С-1*	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
		г	0,010	С-1*	-	-	-	-	-	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	

* С-1 - стойки с пределом измерений 0-160 мм, вылетом головки 75 мм и диаметром колонки 70 мм

Таблица А.1.13

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения		Предельная погрешность измерения, мкм
№ для табл. Б.5	Наименование и случаи применения		Используемая цена деления, мкм	Используемый предел измерения, мкм	
29	Головки измерительные рычажно-пружинные с ценой деления 0,001 (0,002) мм и пределом измерения 0,040 (0,080) мм при измерении биений. Положение головки горизонтальное, шкалой вверх	а	2	0,080	3
		б	2	0,040	2
		в	1	0,040	1
		г	1	0,020	0,5

Таблица А.1.14

Средства измерения		Вариант использования	Условия измерения						Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм													
№ для табл. Б.1	Наименования и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Тип наконечника и вид контакта	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона измеряемых размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 250	св. 250 до 315	св. 315 до 400	св. 400 до 500
					Класс	Разряд	до 30	св. 30 до 80	св. 80 до 500													
30	Оптиметр вертикальный, оптиметр горизонтальный, машина измерительная (ИЗМ) с ценой деления 0,001 мм и пределом измерения по шкале 0,1 мм, при измерении методом сравнения с мерой	а	±0,1	При любом виде контакта	0	-	1	0,5	0,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1,5	1,5	2	2	
	б	±0,06	Сферический и ножевидный при любом виде контакта, плоский при плоскостном и линейчатом контакте	-	2	1	0,5	0,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	

Таблица А.1.15

Средство измерения		Температурный режим, °С	Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм								
№ для табл. Б.1	Наименование		до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 150
31	Микроскопы инструментальные (большая и малая модель)	5	4	4	4	4	5	5	6	9	11

Примечание. Пределы измерения микроскопов инструментальных:
 малой модели до 75 ´ 25 мм;
 большой модели до 150 ´ 50 мм.

Таблица А.1.16

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения			Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм													
№ для табл. Б.1	Наименование		Форма детали	Метод измерения	Температурный режим, °С, для диапазона измеряемых размеров, мм	до 3	св. 3	св. 6	св. 10	св. 18	св. 30	св. 50	св. 80	св. 120	св. 180	св. 250	св. 315	св. 400	св. 400 до 500
							до 6	до 10	до 18	до 30	до 50	до 80	до 120	до 180	до 250	до 315	до 400		
32	Микроскопы измерительные универсальные	а	Плоская	Проекционный	5	2	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	4,5	5,5	7,0	9,0	12	16	20	25
		б	Цилиндрическая (в центрах)	Проекционный	5	2	6,0	6,0	6,0	6,0	6,5	6,5	7,0	8,0	-	-	-	-	-
		в		Метод осевого сечения	5	2	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	5,0	-	-	-	-	-

Примечание. Пределы измерения универсальных измерительных микроскопов 200 ´ 100 и 500 ´ 200.

Таблица А.1.17

Средство измерения		Вариант использования	Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм												
№ для табл. Б.1	Наименование и случаи применения		до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 250	св. 250 до 315	св. 315 до 400	св. 400 до 500
33	Машина измерительная (ИЗМ) при абсолютных измерениях	а	1	1	1	1	1,2	1,3	1,5	2	3	3,5	4	5	6
	То же, при относительных измерениях	б	см. табл. I.14												

Примечание. Температурный режим при измерении размеров до 100 мм - 1 °С, свыше 100 мм - 0,5 °С.

Таблица А.1.18

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения			Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм													
№ для табл. Б.1	Наименование и случаи применения		Класс применяемых концевых мер	Температурный режим, °С, для диапазона измеряемых размеров, мм															
				до 30	30-120	св. 120	до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 250	св. 250 до 315	св. 315 до 400	св. 400 до 500
34	Длиномеры: горизонтальный и вертикальный при абсолютных измерениях	а	-	-	-	1,2	1,3	1,3	1,6	2	2	2,5	3	-	-	-	-	-	
	При измерениях методом сравнения с мерой	б	1	2	0,5	0,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5

Примечание. Пределы измерения длиномеров: при абсолютном методе измерения 0-100 мм; при измерениях методом сравнения с мерой: горизонтального 0-500 мм, вертикального 0-250 мм.

Таблица А.1.19

№ для табл. Б.1	Наименование	Вариант использования	Увеличение	Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм						
				до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 100
35	Проекторы измерительные	а	10´	15	15	15	15	16	16	16
		б	20´	8	8	10	10	10	10	10
		в	50´, 100´, 200´	6	6	6	6	7	7	7

Примечания :

1. Пределы измерения: часовых проекторов (ЧП-2; ПИ 360Ц) 40 ´ 25 мм, больших проекторов (БП; БП-3Ц) 100 ´ 50 мм.
2. Температурные условия измерения: часовых проекторов - допускаемое отклонение температуры от 20 °С до 3 °С; больших проекторов - допускаемое отклонение температуры от 20 °С до 1 °С, допускаемое изменение температуры в процессе измерения 1 °С.

Таблица А.1.20

Средства измерения		Вариант использования	Условия измерения						Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм													
№ для табл. Б.1 и Б.5	Наименование и случаи применения		Установочный узел по ГОСТ 10197-70	Используемые концевые меры длины		Температурный режим, °С, для диапазона измеряемых размеров, мм			Используемая цена деления, мкм	до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 250	св. 250 до 315	св. 315 до 400	св. 400 до 500
				Класс	Разряд	до 30	30-120	св. 120														
36	Приборы показывающие с индуктивными преобразователями с переменной ценой деления: 0,1; 0,2; 0,5; 1,0 и 2,0 мкм и пределами измерения: ±3; ±6; ±15; ±30 и ±60 мкм при работе с одним преобразователем	а	Штативы*	2	-	2,0	1,0	0,5	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
		б						1,0	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,8	2,0	2,0	3,0	4,0	4,0	5,0	
		в						0,5	0,8	0,8	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	2,0	2,0	2,5	3,5	4,0	5,0	
		г						0,2	0,6	0,6	0,6	0,9	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
		д	Штативы*	1	-	2,0	0,5	0,5	2,0	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,5	2,5	2,5	3,0	-	-	-	
		е						1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,5	1,7	2,0	-	-	-	
		ж						0,5	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	1,1	1,4	1,8	-	-	-	
		з						0,2	0,4	0,4	0,45	0,6	0,75	0,6	0,75	1,0	1,25	1,75	-	-	-	
		и	Стойки**	-	3	1,0	0,2	0,2	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	-	-	-	-	
		к							0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	-	-	-	-	
		л							0,2	0,35	0,35	0,35	0,45	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	-	-	-	
		м							0,1	0,3	0,3	0,3	0,4	-	-	-	-	-	-	-		
		н	Стойки**	-	2	0,5	0,1	0,1	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	-	-	-	
	о							0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	-	-	-		
	п							0,1	0,25	0,25	0,25	0,35	0,35	0,35	-	-	-	-	-			
	р	Штативы*	-	-	-	-	-	2,0	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	
	с							1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,3	1,3		
	т							0,5	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,9	0,9		
	у							0,2	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30	-	-			
	ф							0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,25	0,25	-	-			
х	Стойки**	-	-	-	-	-	0,2	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22						
ц							0,1	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	-	-	-						
ч																						

Примечания:

* До 250 мм - штативы с диаметром колонки не менее 30 мм и наибольшим вылетом головки до 200 мм (Ш-11Н, ШМ-11Н), св. 250 мм до 500 мм - штативы с диаметром колонки не менее 50 мм и наибольшим вылетом головки до 500 мм (Ш-11В (ШМ-11В)).

** Стойки с пределами измерения 0-160 мм и 0-100 мм и диаметром колонки не менее 50 мм и не менее 30 мм соответственно (С-II и С-III).

Таблица А.1.21

Средство измерения		Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм							
№ для табл. Б.4	Наименование	до 10	св. 10 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 250	св. 250 до 315	св. 315 до 400
37	Штангенглубиномер (ШГ) с отсчетом по нониусу 0,05 мм	100	100	150	150	150	150	150	150

Таблица А.1.22

Средство измерения		Вариант использования	Температурный режим, °С	Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм					
№ для табл. Б.4	Наименование и случаи применения			до 25	св. 25 до 50	св. 50 до 75	св. 75 до 100	св. 100 до 125	св. 125 до 150
38	Глубиномеры микрометрические (ГМ) при абсолютном методе измерения	а	5	7	20	20	20	20	25
	Глубиномеры микрометрические при измерении с настройкой по установочным мерам	б	5	6	6	7	8	10	11

Таблица А.1.23

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения				Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазона размеров, мм						
№ для табл. Б.4	Наименование и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Класс применяемых концевых мер	Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм		до 10	св. 10	св. 18	св. 50	св. 80	св. 120	св. 150
					до 30	св. 30		до 18	до 50	до 120	до 150		
39	Глубиномеры индикаторные (ГИ) при измерении с настройкой по установочной мере	а	10	-	5	5	15	15	15	15	20	20	
	То же, с настройкой по блокам концевых мер длины	б	0,1	4	5	5	6	7	7	9	10	15	
		в	0,02-0,03	3	5	2	4	5	5	5	6	9	
40	Глубиномеры индикаторные (ГИ) при замене отсчетного устройства измерительной головкой с ценой деления 0,001 мм (1ИГ или 1ИПМ) и измерении с настройкой по блокам концевых мер длины	а	0,002-0,003	2	2	1	1,5	1,5	1,5	2	2	2	
	То же, при четырехкратном измерении с переборкой блока при каждом измерении	б	0,002-0,003	2	2	1	0,5	0,5	1,0	1,5	-	-	

Таблицы А.2– Предельные погрешности измерения внутренних линейных размеров универсальными измерительными средствами

Таблица А.2.1

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения					Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазонов размеров, мм				
№ для табл. Б.3	Наименование и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Средство установки	Шероховатость поверхности отверстий Ra, мкм	Температурный режим, °С, для диапазона измеряемых размеров, мм		св. 3 до 18	св. 18 до 50	св. 50 до 120	св. 120 до 250	св. 250 до 500
						3-120	120-500					
1	Линейки измерительные металлические	-	-	-	-	-	-	500				
2	Штангенциркули (ШЦ-1, ШЦТ-1, ШЦ-II, ШЦ-III) с отсчетом по нониусу 0,1 мм ¹	-	-	-	5	7		200	200	250	300	300
3	Штангенциркули (ШЦ-II, ШЦ-III) с отсчетом по нониусу 0,05 мм ¹	-	-	-	5	7		150	150	200	200	250
4	Нутромеры микрометрические (НМ) с величиной отсчета 0,01 мм	а	13	Микропара устанавливается по установочной мере	5	5	3	-	-	15	20	30
		б		Аттестуется размер собранного нутромера				-	-	10	15	20
5	Нутромеры индикаторные (НИ) с ценой деления отсчетного устройства 0,01 мм ¹	а	весь расход	Концевые меры длины 3 класса с боковиками или микрометры ²	5	5	3	15	20	25	25	30
		б	0,1		1,25			10	10	15	15	20
	в	0,03	Концевые меры длины 1 класса с боковиками или установочные кольца (до 160 мм)	0,32	3	2	5	5	10	10 ³	-	

Продолжение таблицы А.2.1

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения				Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазонов размеров, мм					
№ для табл. Б.3	Наименование и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Средство установки	Шероховатость поверхности отверстий Ra, мкм	Температурный режим, °С, для диапазона измеряемых размеров, мм		св. 3 до 18	св. 18 до 50	св. 50 до 120	св. 120 до 250	св. 250 до 500
						3-120	120-500					
6	Нутромеры индикаторные (НИ) при замене отсчетного устройства измерительной головкой (ИГ) с ценой деления 0,001 или 0,002 мм ^{1,4}	а	0,1	Концевые меры длины 1 класса или установочные кольца (до 160 мм)	1,25	3	2	4,5	5,5	6,5	7,5 ³	11 ⁴
		б	0,03		0,32							
7	Нутромеры с ценой деления отсчетного устройства 0,001 и 0,002 мм	а	0,1	Концевые меры длины 1 класса с боковиками или установочные кольца (до 160 мм)	1,25	3	2	3,5	5	6	7	-
		б	0,01	Концевые меры длины 1 класса с боковиками	0,32							
		в	0,01	Установочные кольца (до 160 мм)	0,32							

Таблица А.2.2

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения				Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазонов размеров, мм				
№ для табл. Б.3	Наименование		Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Средство установки	Шероховатость поверхности отверстий Ra, мкм	Температурный режим, °С	св. 13 до 18	св. 18 до 50	св. 50 до 120	св. 120 до 250	св. 250 до 500
8	Оптиметры и длиномеры горизонтальные, измерительные машины с ценой деления отсчетного устройства 0,001	а	±0,06	Концевые меры 1 класса с боковиками	1,25	2	1,5	1,5	2,5	5	9
		б		Установочные кольца ⁵			1	1	1,2	2,5	-

Таблица А.2.3

Средство измерения		Вариант использования	Условия измерения				Предельная погрешность измерения, мкм, для диапазонов размеров, мм				
№ для табл. Б.3	Наименование и случаи применения		Диаметральный зазор между пробкой и отверстием, мм	Шероховатость поверхности отверстий Ra, мкм	Температурный режим, °С		св. 3 до 6	св. 6 до 18	св. 18 до 50	св. 50 до 120	
					до 18	св. 18 до 120					
9	Пневматические пробки с отсчетным прибором с ценой деления 1 мкм и 0,5 мкм с настройкой по установочным кольцам ⁵	а	0,04-0,06	1,25	2		4	4	4,5	5	
		б	0,03-0,04	1,25			3	3	3,5	4	
		в	0,02-0,03	1,25			2,5	2,5	2,5	3	
		г	0,02-0,03	0,32			2	2	2,5	3	
	д	0,01-0,02		1,5			1,5	2	2,5		
10	То же, при цене деления прибора 0,2 мкм		0,01-0,02	0,32		0,5	0,2	0,8	0,6	0,6	0,8

Таблица А.2.4

Средство измерения		Температурный режим, °С, для диапазона измеряемых размеров, мм		Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм			
		1-50	50-250	до 18	св. 18 до 50	св. 50 до 120	св. 120 до 250
№ для табл. Б.3	Наименование и случаи применения						
11	Микроскопы инструментальные (большая и малая модели) 6,7	5	5	7	10	10	10
12	Микроскопы универсальные измерительные при использовании штриховой головки 6,7	3	2	5	6	7	7
13	Приборы с электронным индикатором контакта 8 при настройке по концевым мерам 0 класса	2	1	0,3	0,3	0,5	0,5
14	Прибор с электронным индикатором контакта для измерения диаметра малых отверстий 8 при настройке по концевым мерам 0 класса	2	-	0,5	-	-	-

Примечания к табл. А.2:

- ¹ Штангенциркули имеют нижний предел измерения 10 мм, нутромеры индикаторные 6 мм.
- ² При использовании для установки на размер концевых мер, вместо микрометров, предельная погрешность уменьшается на 2-3 мкм.
- ³ При использовании установочных колец диаметром 120-160 мм предельная погрешность уменьшается на 1-2 мкм.
- ⁴ Для диапазона 160-250 мм предельная погрешность указана только при использовании концевых мер длины.
- ⁵ Предельная погрешность измерения, указанная в табл. А.2.2 и А.2.3, может быть обеспечена только при применении аттестованных установочных колец по ГОСТ 14865-78 в соответствии с таблицей:

Номер по табл. А.2.2 и А.2.3	Класс точности установочных колец	Диаметр установочных колец, мм				
		от 3 до 6	св. 6 до 18	св. 18 до 50	св. 50 до 120	св. 120 до 160
		Допускаемая погрешность аттестации, мкм				
8 и 9	2 и 4	0,5	0,5	0,5	0,8	1,5
10	1	0,3	0,3	0,3	0,3 и 0,5	-

- ⁶ Погрешности микроскопов указаны при измерении сквозных отверстий и глухих отверстий с острой торцевой кромкой.
- ⁷ Пределы измерения инструментальных микроскопов большой модели до 150 мм, малой модели до 75 мм, универсальных микроскопов до 200 мм.
- ⁸ Пределы измерения прибора с электронным индикатором контакта от 4 до 200 мм, а также для малых отверстий от 1 до 4 мм.

Приложение Б

ТАБЛИЦА Б.1 - Измерение наружных размеров станковыми средствами измерения

Диапазон номинальных размеров, мм	Квалитет											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Допускаемая погрешность измерения, мкм/допуски, мкм; средство измерения - по табл. А.1											
До 3	0,4/1,2	0,8/2	1/3	1,4/4	1,8/6	3/10	3/14	6/25	8/40	12/60	20/100	30/140
	17б, 18а, 19а, 22б, 24б, 26б, 27а, 28а, 30б, 36з	10б, 16а, 17а, 21б, 22а, 23а, 24а, 25б, 26а, 30б, 36в	10б, 15б, 16а, 17а, 21б, 22а, 23а, 25а, 26а, 30а, 33а, 36в	9б, 10б, 15б, 16а, 21а, 22а, 25а, 30а, 34а, 36б	9б, 10б, 15а, 20б, 21а, 25а, 30а, 33а, 34а, 36б	9а, 10а, 11в, 12а, 15а, 20а, 32а, 36а	9а, 10а, 11в, 12а, 15а, 20а, 32а, 36а	7д, и, 9а, 11в, 12а, 14б, 15а, 20а, 32а, 36а	7г, з, 11а, 13а, 32б, 35б	7б, е, 13а, 35б	7а, е, 35а	7а, 35а
Св. 3 до 6	0,6/1,5	1/2,5	1,4/4	1,6/5	2/8	3/12	4/18	8/30	10/48	16/75	30/120	40/180
	10б, 16б, 17а, 18а, 19а, 22б, 23а, 24а, 25б, 26а, 27а, 30б, 36г, к	10б, 15б, 16б, 17а, 21б, 22а, 23а, 25а, 30а, 33а, 36в	9б, 10б, 15б, 16а, 21а, 22а, 23а, 25а, 30а, 33а, 36б	9б, 10б, 15а, 20б, 21а, 25а, 30а, 34а, 36б	9б, 10а, 12б, 15а, 20б, 21а, 30б, 33а, 34а, 36б	9а, 10а, 11в, 12а, 14б, 15а, 20а, 32а, 36а	7к, 9а, 10а, 11в, 12а, 14б, 15а, 13б, 20а, 32а, 36а	7г, з, 9а, 10а, 11в, 12а, 31, 13б, 14б, 31, 32а, 36а	7в, ж, 11а, 13а, 14а, 32б, 35б	7а, е, 35а	7а, 35а	-
Св. 6 до 10	0,6/1,5	1/2,5	1,4/4	2/6	2/9	4/15	5/22	9/36	12/58	18/90	30/150	50/220
	10б, 16б, 17а, 18а, 19а, 22б, 24а, 25б, 26а, 27а, 30б, 36г, к	10б, 15б, 16а, 17а, 21б, 22а, 23а, 25а, 26а, 30а, 33а, 36в	9б, 10б, 15б, 16а, 21а, 22а, 23а, 25а, 30а, 33а, 36б	9б, 10а, 15а, 20б, 21а, 30а, 33а, 36б	9б, 10а, 15а, 20б, 21а, 30а, 33а, 34а, 36б	7к, 9а, 10а, 11в, 12а, 13б, 14б, 20а, 31, 32а, 36а	7д, 9а, 10а, 11в, 12а, 13б, 14а, 20а, 31, 32а, 36а	7г, з, 9а, 11а, 12а, 13б, 14а, 32б	7б, е, 13а, 35б	7а, 35а	7а, 35а	-

Продолжение таблицы Б.1

Диапазон номинальных размеров, мм	Квалитет												
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	Допускаемая погрешность измерения, мкм/допуски, мкм; средство измерения - по табл. А.1												
Св. 10 до 18	0,8/2	1,2/3	1,6/5	2,8/8	3/11	5/18	7/27	10/43	14/70	30/110	40/180	60/270	
	10б, 16б, 17а, 18а, 21б, 22а, 23а, 24а, 25б, 26а, 27а, 30б, 36ж	10б, 16а, 17а, 21б, 22а, 23а, 25а, 26а, 30а, 33а, 36в, е	9б, 10б, 15а, 20б, 21а, 25а, 30а, 33а, 34а, 36б	9б, 10а, 15а, 20б, 21а, 34а, 36б	9б, 10а, 12а, 14б, 15а, 20а, 21а, 32а, 34а, 36а	7д, 9а, 11б, 12а, 13б, 14а, 31, 20а, 32а, 35в, 36а	7д, и, 9а, 11а, 13а, 14а, 31, 32а, 35в, 36а	7в, ж, 11а, 13а, 14а, 32б, 35б	7б, е, 13а, 35б	7а, 35а	-	-	
	1/2,5	1,4/4	2/6	3/9	4/13	6/21	8/33	12/52	18/84	30/130	50/210	70/330	
	10б, 16а, 17а, 21б, 22а, 23а, 24а, 25а, 26а, 30а, 36г, ж	10б, 16а, 21б, 22а, 23а, 30а, 33а, 36в, е	9б, 10а, 15а, 16а, 20б, 21а, 25а, 30а, 33а, 34а, 36б	9б, 10а, 12а, 14б, 15а, 20а, 21а, 32в, 34а, 36а	7к, 9а, 10а, 11в, 12а, 14б, 20а, 20а, 31, 32а, 34а, 36а	7д, 9а, 11а, 12а, 13б, 14а, 20а, 31, 32а, 34а, 36а	7д, и, 9а, 11а, 12а, 13б, 14а, 20а, 31, 32а, 34а, 36а	7г, 11а, 13а, 14а, 31, б, 35в	7в, е, 11а, 13а, 32б, 35б	7а, 35а	-	-	-
	Св. 30 до 50	1/2,5	1,4/4	2,4/7	4/11	5/16	7/25	10/39	16/62	20/100	40/160	50/250	80/390
		10б, 16а, 17а, 21б, 22а, 23а, 24а, 25а, 26а, 30а, 36ж	10б, 16а, 21б, 22а, 23а, 30а, 33а, 36в, е	9б, 10а, 15а, 20б, 21а, 33а, 34а, 36б, д	7к, 9а, 10а, 11в, 12а, 14б, 15а, 20а, 31, 32в, 34а, 36а	7д, 9а, 11б, 12а, 13б, 14б, 20а, 31, 32а, 36а	7д, и, 9а, 11а, 12а, 13б, 14а, 31, 32б, 35б	7в, 11а, 13а, 14а, 31, 32б, 35б	7а, 35а	7а, 35а	-	-	-

Продолжение таблицы Б.1

Диапазон номинальных размеров, мм	Квалитет												
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	Допускаемая погрешность измерения, мкм/допуски, мкм; средство измерения - по табл. А.1												
Св. 50 до 80	1,2/3	1,8/5	2,8/8	4/13	5/19	9/30	12/46	18/74	30/120	40/190	60/300	100/460	
	10б, 16а, 17а, 21б, 22а, 23а, 24а, 25а, 26а, 30а 36ж, и	9б, 10б, 15б, 16а, 21б, 22а, 25а, 30а, 33а, 34б, 36б	9б, 10а, 12б, 15а, 20б, 21а, 33а, 34а, 36б	9а, 10а, 11в, 12а, 14б, 15а, 20а, 21а, 34а, 36а	7к, 9а, 11б, 12а, 13б, 14б, 15а, 20а, 32в, 34а, 36а	7г, 11а, 13а, 14а, 31, 32а, б, 35в	7г, ж, 11а, 13а, 14а, 31, 32б, 35б	7в, ж, 11а, 13а, 14а, 31, 32б, 35б	7а, 35а	7а, 35а	-	-	-
	1,6/4	2/6	3/10	5/15	6/22	10/35	12/54	20/87	30/140	50/220	70/350	120/540	
	10б, 16а, 17а, 21б, 22а, 23а, 24а, 25а, 26а, 30а, 34б, 36е	10б, 15б, 16а, 20б, 21а, 22а, 23а, 24а, 25а, 30а, 33а, 34б, 36б	9б, 10а, 12б, 15а, 20б, 21а, 33а*, б, 36а	7к, 9а, 10а, 11в, 12а, 14б, 15а, 20а, 32в*, 34а*, 36а	7д, 9а, 11б, 12а, 13б, 14б, 20а, 32в*, 34а*, 36а	7г, з, 11а, 13а, 14а, 31, б*, в*, 35б*	7в, ж, 11а, 13а, 14а, 31, 32а, б*, 35б*	7а, 11а, 13а, 35а*	7а, 35а*	-	-	-	
	Св. 80 до 120	2/5	2,8/8	4/12	6/18	7/25	12/40	16/63	30/100	40/160	50/250	80/400	140/630
		10б*, 15б*, 16а*, 20б, 21а, 22а, 23а, 24а, 25а*, 30а, 34б, 36б	9б*, 10а, 15а*, 20б, 21а, 34б, 36б, д	9б*, 10а, 11в*, 12а, 15а*, 20б, 21а, 33а, 36а	7д, 9а, 11в*, 12а, 13б*, 14б*, 20а, 33а, 36а	7д, и, 9а, 11б, 13б*, 14б*, 20а	7в, ж, 11а, 13а*, 14а*, 31*, 32а	7в, е, 11а, 13а*, 14а*, 31*, 32а	7а	7а	-	-	-
		10б, 16а, 17а, 21б, 22а, 23а, 24а, 25а, 26а, 30а, 34б, 36е	10б, 15б, 16а, 20б, 21а, 22а, 23а, 24а, 25а, 30а, 33а, 34б, 36б	9б, 10а, 12б, 15а, 20б, 21а, 33а*, б, 36а	7к, 9а, 10а, 11в, 12а, 14б, 15а, 20а, 32в*, 34а*, 36а	7д, 9а, 11б, 12а, 13б, 14б, 20а, 32в*, 34а*, 36а	7г, з, 11а, 13а, 14а, 31, б*, в*, 35б*	7в, ж, 11а, 13а, 14а, 31, 32а, б*, 35б*	7а, 11а, 13а, 35а*	7а, 35а*	-	-	-
		10б*, 15б*, 16а*, 20б, 21а, 22а, 23а, 24а, 25а*, 30а, 34б, 36б	9б*, 10а, 15а*, 20б, 21а, 34б, 36б, д	9б*, 10а, 11в*, 12а, 15а*, 20б, 21а, 33а, 36а	7д, 9а, 11в*, 12а, 13б*, 14б*, 20а, 33а, 36а	7д, и, 9а, 11б, 13б*, 14б*, 20а	7в, ж, 11а, 13а*, 14а*, 31*, 32а	7в, е, 11а, 13а*, 14а*, 31*, 32а	7а	7а	-	-	-
		10б, 16а, 17а, 21б, 22а, 23а, 24а, 25а, 26а, 30а, 34б, 36е	10б, 15б, 16а, 20б, 21а, 22а, 23а, 24а, 25а, 30а, 33а, 34б, 36б	9б, 10а, 12б, 15а, 20б, 21а, 33а*, б, 36а	7к, 9а, 10а, 11в, 12а, 14б, 15а, 20а, 32в*, 34а*, 36а	7д, 9а, 11б, 12а, 13б, 14б, 20а, 32в*, 34а*, 36а	7г, з, 11а, 13а, 14а, 31, б*, в*, 35б*	7в, ж, 11а, 13а, 14а, 31, 32а, б*, 35б*	7а, 11а, 13а, 35а*	7а, 35а*	-	-	-
		10б*, 15б*, 16а*, 20б, 21а, 22а, 23а, 24а, 25а*, 30а, 34б, 36б	9б*, 10а, 15а*, 20б, 21а, 34б, 36б, д	9б*, 10а, 11в*, 12а, 15а*, 20б, 21а, 33а, 36а	7д, 9а, 11в*, 12а, 13б*, 14б*, 20а, 33а, 36а	7д, и, 9а, 11б, 13б*, 14б*, 20а	7в, ж, 11а, 13а*, 14а*, 31*, 32а	7в, е, 11а, 13а*, 14а*, 31*, 32а	7а	7а	-	-	-
10б, 16а, 17а, 21б, 22а, 23а, 24а, 25а, 26а, 30а, 34б, 36е		10б, 15б, 16а, 20б, 21а, 22а, 23а, 24а, 25а, 30а, 33а, 34б, 36б	9б, 10а, 12б, 15а, 20б, 21а, 33а*, б, 36а	7к, 9а, 10а, 11в, 12а, 14б, 15а, 20а, 32в*, 34а*, 36а	7д, 9а, 11б, 12а, 13б, 14б, 20а, 32в*, 34а*, 36а	7г, з, 11а, 13а, 14а, 31, б*, в*, 35б*	7в, ж, 11а, 13а, 14а, 31, 32а, б*, 35б*	7а, 11а, 13а, 35а*	7а, 35а*	-	-	-	
10б*, 15б*, 16а*, 20б, 21а, 22а, 23а, 24а, 25а*, 30а, 34б, 36б		9б*, 10а, 15а*, 20б, 21а, 34б, 36б, д	9б*, 10а, 11в*, 12а, 15а*, 20б, 21а, 33а, 36а	7д, 9а, 11в*, 12а, 13б*, 14б*, 20а, 33а, 36а	7д, и, 9а, 11б, 13б*, 14б*, 20а	7в, ж, 11а, 13а*, 14а*, 31*, 32а	7в, е, 11а, 13а*, 14а*, 31*, 32а	7а	7а	-	-	-	
10б, 16а, 17а, 21б, 22а, 23а, 24а, 25а, 26а, 30а, 34б, 36е		10б, 15б, 16а, 20б, 21а, 22а, 23а, 24а, 25а, 30а, 33а, 34б, 36б	9б, 10а, 12б, 15а, 20б, 21а, 33а*, б, 36а	7к, 9а, 10а, 11в, 12а, 14б, 15а, 20а, 32в*, 34а*, 36а	7д, 9а, 11б, 12а, 13б, 14б, 20а, 32в*, 34а*, 36а	7г, з, 11а, 13а, 14а, 31, б*, в*, 35б*	7в, ж, 11а, 13а, 14а, 31, 32а, б*, 35б*	7а, 11а, 13а, 35а*	7а, 35а*	-	-	-	

Продолжение таблицы Б.1

Диапазон номинальных размеров, мм	Квалитет											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Допускаемая погрешность измерения, мкм/допуски, мкм; средство измерения - по табл. А.1											
Св. 180 до 250	2,8/7	4/10	5/14	7/20	8/29	12/46	18/72	30/115	40/185	60/290	100/460	160/720
	10а, 22а, 23а, 24а, 30а, 34б, 36в, е	10а, 12а, 20б, 21а, 33а, 34б, 36б	10а, 12а, 20б, 21а, 33а, 36а	7д, 9а, 12а, 20а, 33а, 36а	7д, и, 9а, 11б, 12а, 20а	7г, з, 9а, 11а, 32а	7в, е, 11а, 32а	7а	7а	-	-	-
Св. 250 до 315	3/8	4/12	5/16	8/23	10/32	14/52	20/81	30/130	50/210	70/320	120/520	180/810
	21б, 22а, 23а, 30а, 34б	20б, 21а, 33а, 34б, 36а	20б, 21а, 33а, 36а	7к, 20а, 21а, 33а, 36а	7г, 20а	7г, з, 20а	7в, е, 32а	7в, е, 32а	7а	-	-	-
Св. 315 до 400	3/9	5/13	6/18	9/25	10/36	16/57	24/89	40/140	50/230	80/360	120/570	180/890
	21а, 22а, 23а, 30а, 34б	20б, 21а, 33а, 34б, 36а	20б, 21а, 33а, 36а	7д, 20а, 21а, 33а, 36а	7д, и, 20а, 33а	7г, з, 20а	7в, е, 32а	7а, 32а	7а	-	-	-
Св. 400 до 500	4/10	5/15	6/20	9/27	12/40	18/63	26/97	40/155	50/250	80/400	140/630	200/970
	21б, 22а, 23а, 30а, 34б	20б, 21б, 34б, 36а	20б, 21а, 33а, 36а	20б, 21а, 33а, 36а	7г, 20а, 33а	7г, з, 20а	7в, е, 32а	7в, е, 32а	7а, 32а	-	-	-

ТАБЛИЦА Б.2 - Измерение наружных размеров накладными средствами измерения

Диапазон номинальных размеров, мм	Квалитет								
	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Допускаемая погрешность, мкм/допуски, мкм; средство измерения - по табл. А.1								
До 3	0,4/1,2	0,8/2	1/3	1,4/4	1,8/6	3/10	3/14	6/25	
	-	бг	бг	бг	бг	бв	бв	4а, 5в 6а	
Св. 3 до 6	0,6/1,5	1/2,5	1,4/4	1,6/5	2/8	3/12	4/18	8/30	
	бг	бг	бг	бг	бв	бв	6а	4а, 5в 6а	
Св. 6 до 10	0,6/1,5	1/2,5	1,4/4	2/6	2/9	4/15	5/22	9/36	
	бг	бг	бг	бв	бв	6а	4а, 5г 6а	4а, 5в	
Св. 10 до 18	0,8/2	1,2/3	1,6/5	2,8/8	3/11	5/18	7/27	10/43	
	бг	бг	бг	бв	бв	4а, 5г, 6а	4а, 5в 6а	4а, 5б	
Св. 18 до 30	1/2,5	1,4/4	2/6	3/9	4/13	6/21	8/33	12/52	
	бг	бг	бв*, г	бв	6а*, в	4а*, в, 5г, 6а*, б	4а*, б, 5в, 6а	4а, 5б, 6а	
Св. 30 до 50	1/2,5	1,4/4	2,4/7	4/11	5/16	7/25	10/39	16/62	
	бг	бг	бг	бв	4б, 5г, 6б	4б, 5в 6а	4а, 5б, 6а	4а, 5а	
Св. 50 до 80	1,2/3	1,8/5	2,8/8	4/13	5/19	9/30	12/46	18/74	
	бг	бг	бг	бв	4б, 5г, 6б	4б, 5в, 6а*, б	4а*, б 5б, 6а	4а, 5а, 6а	

Продолжение табл. Б.2

Диапазон номинальных размеров, мм	Квалитет							
	10	11	12	13	14	15	16	17
	Допускаемая погрешность, мкм/допуски, мкм; средство измерения - по табл. А.1							
До 3	8/40	12/60	20/100	30/140	50/250	80/400	120/600	200/1000
	4а, 5в 6а	4а, 5а	4а, 5а	4а	4а	4а	3	2
Св. 3 до 6	10/48	16/75	30/120	40/180	6/300	100/480	160/750	240/1200
	4а, 5а	4а, 5а	4а	4а	4а	3	2	2
Св. 6 до 10	12/58	18/90	30/150	50/220	80/360	120/580	200/900	300/1500
	4а, 5а	4а, 5а	4а	4а	4а	3	2	2
Св. 10 до 18	14/70	30/110	40/180	60/270	90/430	140/700	240/1100	380/1800
	4а, 5а	4а	4а	4а	4а	3	2	2
Св. 18 до 30	18/84	30/130	50/120	70/330	120/520	180/840	280/1300	440/2100
	4а, 5а	4а	4а	4а	3	2	2	2
Св. 30 до 50	20/100	40/160	50/250	80/390	140/620	200/1000	320/1600	500/2500
	4а, 5а	4а	4а	4а	3	2	2	1,2
Св. 50 до 80	30/120	40/190	60/300	100/460	160/740	240/1200	400/1900	600/3000
	4а, 5а	4а	4а	3	3	2	2	1,2

Продолжение табл. Б.2

Диапазон номинальных размеров, мм	Квалитет							
	2	3	4	5	6	7	8	9
	Допускаемая погрешность, мкм/допуски, мкм; средство измерения - по табл. А.1							
Св. 80 до 120	1,6/4	2/6	3/10	5/15	6/22	10/35	12/54	20/87
	6г	6г	6г	4б* 6б*, в	4б* 5г, 6б	4б, 5в 6б	4б, 5б	4а, 5а 6а
Св. 120 до 180	2/5	2,8/8	4/12	6/18	7/25	12/40	16/63	30/100
	6г	6г	6в*, г	5г, 6в	5в, 6б	4б, 5б 6б	4а*, б 5б, 6а*, б	4а, 5а 6а
Св. 180 до 250	2,8/7	4/10	5/14	7/20	8/29	12/46	18/72	30/115
	6г	6в*, г	6в	5г*, 6б	5в*, 6б	4б, 5в 6б	4б, 5б 6б	4а, 5а*, б 6а
Св. 250 до 315	3/8	4/12	5/16	8/23	10/32	14/52	20/81	30/130
	6г	6г	6в*, г	6б	4б, 5в 6б	4б, 5в 6б	4в 5б*, в, 6б	4а*, б 5б, 6а*, б
Св. 315 до 400	3/9	5/13	6/18	9/25	10/36	16/57	24/89	40/140
	6г	6г	6в	6б	4б, 5в 6б	4б, 5в 6б	4б, 5б 6б	4а, 5б, 6а
Св. 400 до 500	4/10	5/15	6/20	9/27	12/40	18/63	26/97	40/155
	6г	6г	6г	6б	4б, 5в 6б	4б, 5в 6б	4б, 5б 6б	4б, 5б 6б

Продолжение табл. Б.2

Диапазон номинальных размеров, мм	Квалитет							
	10	11	12	13	14	15	16	17
	Допускаемая погрешность, мкм/допуски, мкм; средство измерения - по табл. А.1							
Св. 80 до 120	30/140	50/220	70/350	120/540	180/870	280/1400	440/2200	700/3500
	4а, 5а	4а	4а	3	3	2	2	1, 2
Св. 120 до 180	40/160	50/250	80/400	140/630	200/1000	320/1600	500/2500	800/4000
	4а, 5а	4а	4а	3, 4а	2, 4а	2, 4а	1, 2, 4а	1, 2, 4а
Св. 180 до 250	40/185	60/290	100/460	160/720	240/1150	380/1850	600/2900	1000/4000
	4а, 5а 6а	4а, 5а	3, 4а	3, 4а	3, 4а	2, 4а	1, 2, 4а	1, 2, 4а
Св. 250 до 315	50/210	70/320	120/520	180/810	260/1300	440/2100	700/3200	1100/5200
	4а, 5а 6а	4а, 5а	4а	4а	2, 4а	2, 4а	1, 2, 4а	1, 2, 4а
Св. 315 до 400	50/230	80/360	120/570	180/890	280/1400	460/2300	800/3600	1200/5700
	4а, 5а 6а	4а, 5а 6а	4а	4а	2, 4а	2, 4а	1, 2, 4а	1, 2, 4а
Св. 400 до 500	50/250	80/400	140/630	200/970	320/1550	500/2500	800/4000	1400/6300
	4а, 5б 6а	4а, 5а 6а	4а	4а	2, 4а	1, 2, 4а	1, 2, 4а	1, 2, 4а

* - Измерительное средство не полностью обеспечивает диапазон размеров

ТАБЛИЦА Б.3 - Измерение внутренних размеров

Диапазон номинальных размеров, мм	Квалитет							
	2	3	4	5	6	7	8	9
	Допускаемая погрешность, мкм/допуски, мкм; средство измерения - по табл. А.2							
До 3	0,4/1,2	0,8/2	1/3	1,4/4	1,8/6	3/10	3/14	6/25
	14	14	14	14	14	14	14	12
Св. 3 до 6	0,6/1,5	1/2,5	1,4/4	1,6/5	2/8	3/12	4/18	8/30
	13*, 14*	10, 13*, 14*	10, 13*, 14*	7в, 9д	7в, 9г	7б, 9б	7а, 9а	9а, 11, 12
Св. 6 до 10	0,6/1,5	1/2,5	1,4/4	2/6	2/9	4/15	5/22	9/36
	10, 13	10, 13	10, 13	7в, 9д	7в, 9г	6б, 7а, 9а	5в, 6а, 7а, 9а, 12	5в, 6а, 7а, 9а, 11, 12
Св. 10 до 18	0,8/2	1,2/3	1,6/5	2,8/8	3/11	5/18	7/27	10/43
	10, 13	8б*, 10 13	7в, 8а*, 9д	7б, 8а*, 9в	6б, 7б, 8а*, 9б	5в, 6а, 7а, 9а, 12	5в, 6а, 7а, 9а, 11, 12	5б, 9а, 11, 12
Св. 18 до 30	1/2,5	1,4/4	2/6	3/9	4/13	6/21	8/33	12/52
	10, 13	8б, 10 13	8а, 9д	7в, 8а 9в	6б, 7б 9б	5в, 6а 7а, 9а, 12	5в, 6а 12	5б, 11
Св. 30 до 50	1/2,5	1,4/4	2,4/7	4/11	5/16	7/25	10/39	16/62
	10, 13	8б, 10 13	8а, 9д	6б, 7б 9б	5в, 6б 7а, 9а	5в, 6а 7а, 9а, 12	5б, 9а 11, 12	5б, 11
Св. 50 до 80	1, 2/3	1,8/5	2,8/8	4/13	5/19	9/30	12/46	18/74
	8б, 10, 13	8б, 10	8а, 9д	8а, 9б	6б, 8а 9а	6а, 9а 12	4б, 5в, 6а, 11, 12	4а, 5б, 11

Продолжение таблицы Б.3

Диапазон номинальных размеров, мм	Квалитет							
	10	11	12	13	14	15	16	17
	Допускаемая погрешность, мкм/допуски, мкм; средство измерения - по табл. А.2							
До 3	8/40	12/60	20/100	30/140	50/250	80/400	120/600	200/1000
	11, 12	11	11	11	11	11	11	11
Св. 3 до 6	10/48	15/75	30/120	40/180	60/300	100/480	160/750	240/1200
	9а, 11, 12	11	11	11	11	11	11	11
Св. 6 до 10	12/58	18/90	30/150	50/220	80/360	120/580	200/900	300/1500
	5б, 11	5а, 11	5а, 11	5а, 11	5а, 11	5а, 11	2, 5а	2, 5а
Св. 10 до 18	14/70	30/110	40/180	60/270	90/430	140/700	240/1100	380/1800
	5б, 11	5а, 11	5а, 11	5а, 11	5а, 11	5а, 11	2	2
Св. 18 до 30	18/84	30/130	50/210	70/330	120/520	180/840	280/1300	440/2100
	5б, 11	5а, 11	5а, 11	5а, 11	5а, 11	3	2	2
Св. 30 до 50	20/100	40/160	50/250	80/390	140/620	200/1000	320/1600	500/2500
	5а, 11	5а, 11	5а, 11	5а, 11	5а, 11	2	2	1, 2
Св. 50 до 80	30/120	40/190	60/300	100/460	160/740	240/1200	400/1900	600/3000
	4а, 5а, 11	4а, 5а, 11	4а, 5а, 11	4а, 5а, 11	4а, 5а, 11	3	2	1, 2

Продолжение таблицы Б.3

Диапазон номинальных размеров, мм	Квалитет							
	2	3	4	5	6	7	8	9
	Допускаемая погрешность, мкм/допуски, мкм; средство измерения - по табл. А.2							
Св. 80 до 120	1,6/4	2/6	3/10	5/15	6/22	10/35	12/54	20/87
	8б, 10, 13	8б, 10	8а, 9в	6б, 8а, 9а	6б, 9а	4б, 6а, 9а, 11, 12	4б, 6а, 11, 12	4а, 5б, 11
Св. 120 до 180	2/5	2,8/8	4/10	6/18	7/25	12/40	16/63	30/100
	13	8б	8б	8а	6а, 8а, 12	6а, 11*, 12	4б, 5б, 11*, 12	4а, 5а, 11*, 12
Св. 180 до 250	2,8/7	4/10	5/14	7/20	8/29	12/46	18/72	30/115
	8б	8б	8а	6а, 8а, 12*	6а, 8а, 12*	6а, 12*	4б, 5б, 12*	4а, 5а, 12*
Св. 250 до 315	3/8	4/12	5/16	8/23	10/32	14/52	20/81	30/130
	-	-	-	-	6б, 8а	6а, 8а	4б, 5б	4а, 5а
Св. 315 до 400	3/9	5/13	6/18	9/25	10/36	16/57	24/89	40/140
	-	-	-	8а	6б, 8а	6а, 8а	4б, 5б	4а, 5а
Св. 400 до 500	4/10	5/15	6/20	9/27	12/40	18/63	26/97	40/155
	-	-	-	6б, 8а	6а, 8а	6а, 8а	4б, 5б	4а, 5а

Продолжение таблицы Б.3

Диапазон номинальных размеров, мм	Квалитет							
	10	11	12	13	14	15	16	17
	Допускаемая погрешность, мкм/допуски, мкм; средство измерения - по табл. А.2							
Св. 80 до 120	30/140	50/220	70/350	120/540	180/870	280/1400	440/2200	700/3500
	4а, 5а 11	4а, 5а 11	4а, 5а 11	4а, 5а 11	4а, 5а 11	2	2	1, 2
Св. 120 до 180	40/160	50/250	80/400	140/630	200/1000	320/1600	500/2500	800/4000
	4а, 5а 11*, 12	4а, 5а 11*, 12	4а, 5а 11*, 12	4а, 5а 11*, 12	3	2	1, 2	1, 2
Св. 180 до 250	40/185	60/290	100/460	160/720	240/1150	380/1850	600/2900	1000/4600
	4а, 5а 12*	4а, 5а 12*	4а, 5а 12*	4а, 5а 12*	3	2	1, 2	1, 2
Св. 250 до 315	50/210	70/320	120/520	180/810	260/1300	440/2100	700/3200	1100/5200
	4а, 5а	4а, 5а	4а, 5а	4а, 5а	3	2	1, 2	1, 2
Св. 315 до 400	50/230	80/360	120/570	180/890	280/1400	460/2300	800/3600	1200/5700
	4а, 5а	4а, 5а	4а, 5а	4а, 5а	3	2	1, 2	1, 2
Св. 400 до 500	50/250	80/400	140/630	200/970	320/1550	500/2500	800/4000	1400/6300
	4а, 5а	4а, 5а	4а, 5а	4а, 5а	2	1, 2	1, 2	1, 2

* Измерительное средство не полностью обеспечивает диапазон номинальных размеров (см. табл. А.2).

ТАБЛИЦА Б.4 - Измерение глубин и уступов универсальными измерительными средствами

Диапазон номинальных размеров, мм	Квалитет							
	2	3	4	5	6	7	8	9
	Допускаемая погрешность, мкм/допуски, мкм; средство измерения - по табл. А.1							
До 3	0,4/1,2	0,8/2	1/3	1,4/4	1,8/6	3/10	3/14	6/25
	-	40б	40б	40б	40а	40а	40а	38б, 39б
Св. 3 до 6	0,6/1,5	1/2,5	1,4/4	1,6/5	2/8	3/12	4/18	8/30
	40б	40б	40б	40а	40а	40а	39в	38б, 39б
Св. 6 до 10	0,6/1,5	1/2,5	1,4/4	2/6	2/9	4/15	5/22	9/36
	40б	40б	40б	40а	40а	39в	39в	38б, 39б
Св. 10 до 18	0,8/2	1,2/3	1,6/5	2,8/8	3/11	5/18	7/27	10/43
	40б	40б	40а	40а	40а	39в	38б, 39б	38б, 39б
Св. 18 до 30	1/2,5	1,4/4	2/6	3/9	4/13	6/21	8/33	12/52
	40б	40б	40а	40а	40а	38б, 39в	38б, 39б	38б, 39б
Св. 30 до 50	1/2,5	1,4/4	2,4/7	4/11	5/16	7/25	10/39	16/62
	40б	40б	40а	40а	39в	38б, 39б	38б, 39б	38б, 39а
Св. 50 до 80	1,2/3	1,8/5	2,8/8	4/13	5/19	9/30	12/46	18/74
	-	40б	40а	40а	39в	38б, 39б	38б, 39б	38б, 39а

Продолжение табл. Б.4

Диапазон номинальных размеров, мм	Квалитет							
	10	11	12	13	14	15	16	17
	Допускаемая погрешность, мкм/допуски, мкм; средство измерения - по табл. А.1							
До 3	8/40	12/60	20/100	30/140	50/250	80/400	120/600	200/1000
	38б, 39б	38б, 39б	38а, 39а	38а, 39а	38а, 39а	38а, 39а	37	37
Св. 3 до 6	10/48	16/75	30/120	40/180	60/300	100/480	160/750	240/1200
	38б, 39б	38б, 39а	38а, 39а	38а, 39а	38а, 39а	37	37	37
Св. 6 до 10	12/58	18/90	30/150	50/220	80/360	120/580	200/900	300/1500
	38б, 39б	38б, 39а	38а, 39а	38а, 39а	38а, 39а	37	37	37
Св. 10 до 18	14/70	30/110	40/180	60/270	90/430	140/700	240/1100	380/1800
	38б, 39б	38а, 39а	38а, 39а	38а, 39а	38а, 39а	37	37	37
Св. 18 до 30	18/84	30/130	50/210	70/330	120/520	180/840	280/1300	440/2100
	38б, 39а	38а, 39а	38а, 39а	38а, 39а	37	37	37	37
Св. 30 до 50	20/100	40/160	50/250	80/390	140/620	200/1000	320/1600	500/2500
	38а, 39а	38а, 39а	38а, 39а	38а, 39а	37	37	37	1,37
Св. 50 до 80	30/120	40/190	60/300	100/460	160/740	240/1200	400/1900	600/3000
	38а, 39а	38а, 39а	38а, 39а	38а, 39а	37	37	37	1,37

Продолжение табл. Б.4

Диапазон номинальных размеров, мм	Квалитет							
	2	3	4	5	6	7	8	9
	Допускаемая погрешность, мкм/допуски, мкм; средство измерения - по табл. А.1							
Св. 80 до 120	1,6/4	2/6	3/10	5/15	6/22	10/35	12/54	20/87
	-	40а	40а	40а	39в	38б, 39б	38б, 39б	38а, 39а
Св. 120 до 180	2/5	2,8/8	4/12	6/18	7/25	12/40	16/63	30/100
	40а*	40а*	40а*	40а*	40а*	38б*, 39б*	38б*, 39б*	38а*, 39а*
Св. 180 до 250	2,8/7	4/10	5/14	7/20	8/29	14/46	18/72	30/115
	-	-	-	-	-	-	-	-
Св. 250 до 315	3/8	4/12	5/16	8/23	10/32	14/52	20/81	30/130
	-	-	-	-	-	-	-	-
Св. 315 до 400	3/9	5/13	6/18	9/25	10/36	16/57	24/89	40/140
	-	-	-	-	-	-	-	-
Св. 400 до 500	4/10	5/15	6/20	9/27	12/40	18/63	26/97	40/155
	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение табл. Б.4

Диапазоны номинальных размеров, мм	Квалитет							
	10	11	12	13	14	15	16	17
	Допускаемая погрешность, мкм/допуски, мкм; средство измерения - по табл. А.1							
Св. 80 до 120	30/140	50/220	70/350	120/540	180/870	280/1400	440/2200	700/3500
	38а, 39а	38а, 39а	38а, 39а	38а, 39а	37	37	37	1,37
Св. 120 до 180	40/160	50/250	80/400	140/630	200/1000	320/1600	500/2500	800/4000
	38а*, 39а*	38а*, 39а*	38а*, 39а*	38а*, 39а*	37	37	1,37	1,37
Св. 180 до 250	40/185	60/290	100/460	160/720	240/1150	380/1850	600/2900	1000/4600
	-	-	-	37	37	37	1,37	1,37
Св. 250 до 315	50/210	70/320	120/520	180/810	260/1300	440/2100	700/3200	1100/5200
	-	-	-	37	37	37	1,37	1,37
Св. 315 до 400	50/230	80/360	120/570	180/890	280/1400	460/2300	800/3600	1200/5700
	-	-	-	37	37	37	1,37	1,37
Св. 400 до 500	50/250	80/400	140/630	200/970	320/1550	500/2500	800/4000	1400/6300
	-	-	-	-	-	1	1	1

ТАБЛИЦА Б.5 - Измерение радиального и торцевого биения поверхностей

Допуск, мм	Допускаемая погрешность измерения, мкм	Диапазон диаметров контролируемых поверхностей, мм						
		До 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 160	Св. 160 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500
		Средство измерения - по табл. А.1						
0,4	0,14	19Г, 27Г, 28В, 36Ц						
0,5	0,18	18Г, 19В, 27Г, 28В, 36Ц						
0,6	0,2	18В, 19В, 24Д, 26Г, 27В, 28В, 36Ф						
0,8	0,3	17Г, 18В, 19В, 22Д, 24Г, 26Г, 27В, 36У						
1	0,35	17Г, 18В, 22Д, 24Г, 26Г, 27В, 36У	17Г, 18В, 22Д, 24Г, 26Г, 27В, 36У					
1,2	0,4	17В, 18В, 22Г, 23В, 24В, 25Г, 26В, 27В, 36У	17В, 18В, 22Г, 23В, 24В, 25Г, 26В, 27В, 36У	17В, 18В, 22Д, 23В, 24Г, 25Г, 26В, 27В, 36У				

Продолжение таблицы Б.5

Допуск, мм	Допускаемая погрешность измерения, мкм	Диапазон диаметров контролируемых поверхностей, мм						
		До 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 160	Св. 160 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500
		Средство измерения - по табл. А.1						
1,6	0,6	16Г, 17В, 21Д, 22В, 23Б, 24В, 25Г, 26В, 29Г, 36Т	16Г, 17В, 21Д, 22В, 23Б, 24В, 25Г, 26В, 29Г, 36Т	16Г, 17В, 21Д, 22Г, 23В, 24В, 25Г, 26В, 29Г, 36Т				
2	0,7	16В, 17В, 21Д, 22В, 23Б, 24В, 25Г, 26В, 29Г, 36Т	16В, 17В, 21Д, 22В, 23Б, 24В, 25Г, 26В, 29Г, 36Т	16В, 17В, 21Д, 22Г, 23Б, 24В, 25Г, 26В, 29Г, 36Т	22Г, 23Б, 24В, 36Т			
2,5	0,9	10В, 16В, 21Г, ж, 22В, 23Б, 25В, 29Г, 36Т	10В, 16В, 21Д, ж, 22В, 23Б, 25В, 29Г, 36Т	16В, 21Д, ж, 22В, 23Б, 24В, 25В, 29Г, 36Т	21Д, ж, 22В, 23Б, 24В, 36Т	23В, 36Т	23В, 36Т	
3	1	10В, 15Г, 16В, 21Г, ж, 22В, 23Б, 29В, 36Т	10В, 15Г, 16В, 21Г, ж, 22В, 23Б, 29В, 36Т	15Г, 16В, 21Г, ж, 22В, 23Б, 24В, 29В, 36Т	21Г, ж, 22В, 23Б, 24В, 36Т	21 ж, 22Г, 23В, 36Т	23В, 36Т	23В, 36Т
4	1,4	9В, 10В, 15Г, 16В, 21В, е, 29В, 36с	9В, 10В, 15Г, 16В, 21В, е, 29В, 36с	10В, 15Г, 16В, 21В, е, 22В, 23Б, 29В, 36с	10В, 21 в, е, 22В, 23Б, 36с	10В, 21Г, ж, 22Г, 23Б, 36с	21ж, 23В, 36с	21ж, 23В, 36с
5	1,8	9В, 10В, 15В, 20Г, 21В, е, 29В, 36с	9В, 10В, 15В, 20Г, 21В, е, 29В, 36с	9В, 10В, 15В, 20Г, 21В, е, 29В, 36с	9В, 10В, 20Г, 21В, е, 36с	9В, 10В, 20Г, 21В, е, 22В, 23Б, 36с	21Г, е, 22Г, 23Б, 36с	21Г, ж, 22Г, 23Б, 36с
6	2	9В, 10В, 11е, 12Г, 15В, 20В, 21В, е, 29Б, 36с	9В, 10В, 11е, 12Г, 15В, 20В, 21В, е, 29Б, 36с	9В, 10В, 11е, 12Г, 15В, 20В, 21В, е, 29Б, 36с	9В, 10В, 20В, 21В, е, 36с	9В, 10В, 20Г, 21В, е, 22В, 23Б, 36с	20Г, 21Г, е, 22Г, 23Б, 36с	20Г, 21Г, е, 22Г, 23Б, 36с
8	3	9В, 10В, 11е, 12В, 14Г, 15В, 20В, 29а, 36р	9В, 10В, 11е, 12В, 14Г, 15В, 20В, 29а, 36р	9В, 10В, 11е, 12В, 14Г, 15В, 20а, 29а, 36р	9В, 10В, 12В, 20В, 36р	9В, 10В, 20В, 21В, е, 22В, 36р	20В, 21В, е, 22В, 23Б, 36р	20Г, 21В, е, 22В, 23Б, 36р
10	3,5	9В, 10В, 11е, 12В, 14Г, 20В, 29а, 36р	9В, 10В, 11е, 12В, 14Г, 20В, 29а, 36р	9В, 10В, 11е, 12В, 14Г, 20В, 29а, 36р	9В, 10В, 12В, 20В, 36р	9В, 10В, 20В, 21В, 36р	20В, 21В, е, 22В, 36р	20В, 21В, е, 22В, 36р

Продолжение таблицы Б.5

Допуск, мм	Допускаемая погрешность измерения, мкм	Диапазон диаметров контролируемых поверхностей, мм						
		До 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 160	Св. 160 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500
		Средство измерения - по табл. А.1						
12	4	9в, 10в, 11е, 12в, 13г, 14в, 20в, 29а, 36р	9в, 10в, 11е, 12в, 13г, 14в, 20в, 29а, 36р	9в, 10в, 11е, 12в, 13г, 14в, 20в, 29а, 36р	9в, 10в, 12в, 36р	9в, 10в, 20в, 36р	20в, 21г, 22в, 36р	20в, 21г, 22в, 36р
16	6	7р, х, 9в, 10в, 11г 12в, 13в, 14в, 29а	7р, х, 9в, 10в, 11г 12в, 13в, 14в, 29а	7р, х, 9в, 10в, 11г 12в, 13в, 14в, 29а	7р, х, 9в, 10в 11г, 12в	7р, х	7р, х, 20в	7р, х, 20в
20	7	7р, х, 9в, 10в, 11г 13в, 14в	7р, х, 9в, 10в, 11г 13в, 14в	7р, х, 9в, 10в, 11г 13в, 14в	7р, х, 9в, 10в 11г,	7р, х	7р, х	7р, х, 20в
25	9	7п, 11г, 13в	7п, 11г, 13в	7п, 11г, 13в	7п, 11г	7п	7п	7п
30	9	7п, 11г, 13в	7п, 11г, 13в	7п, 11г, 13в	7п, 11г	7п	7п	7п
40	12	7п, 8б, 11г, 13в	7п, 8б, 11г, 13в	7п, 8б, 11г, 13в	7п, 8б, 11г	7п, 8б	7п, 8б	7п, 8б
50	15	7п, 8а	7п, 8а	7п, 8а	7п, 8а	7п, 8а	7п, 8а	7п, 8а
60	18	7п, 8а	7п, 8а	7п, 8а	7п, 8а	7п, 8а	7п, 8а	7п, 8а
80	20	7п, 8а	7п, 8а	7п, 8а	7п, 8а	7п, 8а	7п, 8а	7п, 8а
100	25	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а
120	30	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а
160	40	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а
200	50	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а
250	50	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а
300	60	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а
400	80	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а
500	100	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а
600	120	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а	7о, 8а
800	160	7о	7о	7о	7о	7о	7о	7о
1000	200	7н	7н	7н	7н	7н	7н	7н
1200	240	7н	7н	7н	7н	7н	7н	7н
1600	320	7н	7н	7н	7н	7н	7н	7н
2000	400	7м	7м	7м	7м	7м	7м	7м
2500	500		7м	7м	7м	7м	7м	7м
3000	600			7м	7м	7м	7м	7м
4000	800					7м	7м	7м
5000	1000							7л

Приложение В
Метрологические характеристики

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ПРЕДУСМОТРЕННЫЕ В ТАБЛ.А.1 И А.2

№ п/п	Наименование	Техническая характеристика		
		Пределы измерения, мм	Цена деления, мм	Основная погрешность, мм
1	Линейки измерительные металлические ГОСТ 427-75*	0-150	1,0	±0,1
		0-300	1,0	±0,1
		0-500	1,0	±0,1
2	Штангенциркули, ГОСТ 166-80*		Отсчет по нониусу	
		0-125	0,1	±0,1
		0-250	0,1	±0,1
		0-400	0,1	±0,1
		250-630	0,1	±0,1
		0-160	0,05	±0,05
3	Штангенглубиномеры, ГОСТ 162-80*	0-160	0,05	±0,05
		0-250	0,05	±0,05
		0-400	0,05	±0,05
4	Микромеры гладкие, ГОСТ 6507-78*:			
	класс точности 1	0-25	0,01	±0,002
		25-50	0,01	±0,0025
		50-75	0,01	±0,0025
		75-100	0,01	+0,0025
		100-125	0,01	+0,003
		125-150	0,01	±0,003
		150-175	0,01	±0,003
		175-200	0,01	±0,003
		200-225	0,01	±0,004
		225-250	0,01	±0,004
		250-275	0,01	±0,004
		275-300	0,01	±0,004
	класс точности 2	300-400	0,01	±0,005
		400-500	0,01	±0,005
		0-25	0,01	±0,004
		25-50	0,01	±0,004
		50-75	0,01	±0,004
		75-100	0,01	+0,004
		100-125	0,01	±0,005
		125-150	0,01	±0,005
		150-175	0,01	±0,005
		175-200	0,01	±0,005
200-225		0,01	±0,006	
225-250	0,01	±0,006		
250-275	0,01	±0,006		
275-300	0,01	±0,006		
300-400	0,01	±0,008		
400-500	0,01	±0,008		

№ п/п	Наименование	Техническая характеристика						
		Пределы измерения, мм	Цена деления, мм	Основная погрешность, мм				
5	Нутромеры микрометрические, ГОСТ 10-75*	50-75	0,01	±0,004				
		75-175	0,01	±0,006				
		175-600	0,01	±0,015				
6	Глубиномеры микрометрические ГОСТ 7470-78*:							
		класс точности 1	0-100	0,01	±0,003			
			0-150	0,01	±0,004			
		класс точности 2	0-100	0,01	±0,005			
0-150	0,01		±0,006					
7	Индикаторы часового типа, ГОСТ 577-68*:	Диапазон измерений, мм		На 0,1 мм	На 1 мм	На всем диапазоне измерений		
			класс точности 0	2	0,01	0,004	0,008	0,010
				5	0,01	0,004	0,008	0,012
				10	0,01	0,004	0,008	0,015
			класс точности 1	2	0,01	0,006	0,010	0,012
				5	0,01	0,006	0,010	0,016
10	0,01	0,006		0,010	0,020			
8	Индикаторы рычажно-зубчатые, ГОСТ 5584-75*			На 0,1 мм	На всем диапазоне измерений			
		0,8	0,01	0,005	0,010			
9	Головки измерительные рычажно-зубчатые, ГОСТ 18833-73*			На ±30 делениях	На всем диапазоне измерений			
		0,2	0,002	±0,0007	±0,0012			
		0,1	0,001	±0,0004	±0,0008			
10	Индикаторы многооборотные, ГОСТ 9696-82			На 1 обороте	На 1 мм	На 2 мм		
		2,0	0,002	0,003	0,004	0,005		
		1,0	0,001	0,002	0,0025	-		
11	Головки измерительные пружинные (микрокаторы), ГОСТ 6933-81			На ±30 делениях	На всем диапазоне измерений			
		0,600	0,010	±0,003	±0,005			
		0,300	0,005	±0,002	±0,003			
		0,120	0,002	±0,0008	±0,0012			
		0,060	0,001	±0,0004	±0,0006			
		0,030	0,0005	±0,00025	±0,0004			
		0,012	0,0002	±0,00015	±0,0002			
0,008	0,0001	±0,00010	±0,00015					
12	Головки измерительные пружинные малогабаритные (микаторы) с нормальным (150 и 100 сн) и уменьшенным (50 сн) измерительным усилием, ГОСТ 14712-79Е			На 30 делениях	На 60 делениях			
		0,20	0,002	0,001	0,002			
		0,10	0,001	0,0005	0,001			
		0,05	0,0005	0,0003	0,0005			
	0,02	0,0002	0,00015	0,0003				

№ п/п	Наименование	Техническая характеристика			
		Пределы измерения, мм	Цена деления, мм	Основная погрешность, мм	
13	Головки измерительные пружинно-оптические (оптикаторы), ГОСТ 10593-74*	0,250	0,001	На 100 делениях	На всем диапазоне измерений
				$\pm 0,0005$	$\pm 0,001$
		0,100	0,0005	$\pm 0,0002$	$\pm 0,0004$
		0,050	0,0002	$\pm 0,0001$	$\pm 0,0002$
		0,024	0,0001	$\pm 0,00005$	$\pm 0,0001$
14	Головки измерительные рычажно-пружинные (миникаторы), ГОСТ 14711-69*			На 20 делениях	На 40 делениях
		0,160 и 0,080	0,002 и 0,001	0,001 и 0,0005	0,002 и 0,001
15	Скобы индикаторные, ГОСТ 11098-75*	0-50	0,01	На нормированном участке 0,1 мм	На любом участке 3 мм
				$\pm 0,005$	$\pm 0,008$
		50-100	0,01	$\pm 0,005$	$\pm 0,008$
		100-200	0,01	$\pm 0,005$	$\pm 0,010$
		200-300	0,01	$\pm 0,007$	$+0,012$
		300-400	0,01	$\pm 0,007$	$\pm 0,012$
		400-500	0,01	$\pm 0,007$	$+0,015$
16	Микрометры рычажные, ГОСТ 4381-80*	0-25	0,002	$\pm 0,003$	
		25-50	0,002	$\pm 0,003$	
		50-75	0,002	$\pm 0,003$	
		75-100	0,002	$\pm 0,003$	
		100-125	0,002	$\pm 0,005$	
		125-150	0,002	$\pm 0,005$	
		150-175	0,002	$\pm 0,005$	
		175-200	0,002	$\pm 0,005$	
		200-250	0,002	$\pm 0,006$	
		250-300	0,002	$\pm 0,006$	
		300-400	0,002	$\pm 0,006$	
		400-500	0,002	$\pm 0,007$	
17	Скобы рычажные, ГОСТ 11098-75*	0-25	0,002	$\pm 0,002$	
		25-50	0,002	$\pm 0,002$	
		50-75	0,002	$\pm 0,002$	
		75-100	0,002	$\pm 0,002$	
		100-125	0,002	$\pm 0,002$	
		125-150	0,022	$\pm 0,002$	
18	Нутромеры индикаторные, ГОСТ 868-82	6-10	0,01	$\pm 0,012$	
		10-18	0,01	$\pm 0,012$	
		18-50	0,01	$\pm 0,015$	
		50-100	0,01	$\pm 0,018$	
		100-160	0,01	$\pm 0,018$	
		160-250	0,01	$\pm 0,018$	
		250-450	0,01	$\pm 0,022$	
450-700	0,01	$\pm 0,022$			

№ п/п	Наименование	Техническая характеристика				
		Пределы измерения, мм	Цена деления, мм	Основная погрешность, мм		
19	Нутромеры повышенной точности, ГОСТ 9244-75*	3-6	0,001	±0,0018		
		6-10	0,001	±0,0018		
		10-18	0,002	±0,0035		
		18-50	0,002	±0,0035		
		50-100	0,002	±0,004		
		100-160	0,002	±0,004		
		160-260	0,002	±0,004		
20	Прибор измерительный пневматический (мод. 318 и 320), при использовании с пневматической пробкой	Диапазон измерений				
		0,050	0,0005	0,0008		
		0,020	0,0002	0,0003		
21	Приборы для линейных измерений с электронным индикатором контакта: мод. 268 мод. 269	Пределы измерений	1-4	0,0001	±(0,2+1L) мкм, где L - измеряемый размер, м	
			4-200	(0,00005-0,0002)		
22	Глубиномеры индикаторные, ГОСТ 7661-67*			На 0,1 мм	На 1 мм	На всем пределе измерений
		0-2	0,01	0,006	0,010	0,012
		0-100	0,01	0,006	0,010	0,020
		0-150	0,01	0,006	0,010	-
23	Приборы показывающие с индуктивным преобразователем и переменной ценой деления	0,06	0,002	1 деление - с одним преобразователем, 2 деления - с двумя преобразователями		
		0,03	0,001			
		0,015	0,0005			
		0,006	0,0002			
		0,003	0,0001			
24	Оптиметры ГОСТ 5405-75* вертикальный горизонтальный			На ±0,06 мм	На ±0,1 мм	
		0-160	0,001	±0,0002	±0,0003	
		0-500	0,001			
25	Машина измерительная, ГОСТ 10875-76	0-1000	0,001	Погрешность метровой шкалы: ±(0,3+9·10 ⁻³ L) мкм, L - длина проверяемого интервала, мм		
26	Микроскопы инструментальные, ГОСТ 8074-82	75'25	0,005	±0,003		
		150'50	0,005			
		150'50	0,001			
27	Микроскопы универсальные, измерительные, ГОСТ 14968-69*	200'100	0,001	±(1,4+L/80) мкм, L - измеряемая длина, мм		
		500'200	0,001			
28	Длиномеры ГОСТ 14028-68* вертикальный горизонтальный	0-250 (100)	0,001	±(1,2+L/120) мкм		
		0-500 (100)	0,001	При измерении наружных размеров: ±(1,4+(L/140) мкм; при измерении внутренних размеров: ±(1,9+(L/140) мкм; L - измеряемый размер, мм		
29	Проекторы измерительные, ГОСТ 19795-82	40'25	0,001	±0,005		
		100'50	0,001			

Приложение Г

Пример оформления титульного листа отчета по лабораторной работе

Министерство образования и науки РФ
Рубцовский индустриальный институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова»

Технический факультет
Кафедра ТиТМиПП

Отчет
по лабораторной работе
Выбор универсальных средств измерения

Работу выполнил:

студент гр. КТМ XX _____

подпись

Фамилия, инициалы

Работу принял:

преподаватель _____

подпись

Фамилия, инициалы

Рубцовск 20 ____ г.

Хахина Ольга Васильевна

ВЫБОР УНИВЕРСАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Учебное пособие по дисциплинам «Метрология, стандартизация и сертификация», «Нормирование точности», «Допуски и посадки», «Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения» для студентов, обучающихся по образовательным программам УГСН 15.00.00 и 23.00.00 всех форм обучения

Редактор Е.Ф. Изотова

Подписано к печати 28.12.16. Формат 60x84 /16.

Усл. печ. л. 4,19. Тираж 20 экз. Заказ 161597. Рег. №50.

Отпечатано в ИТО Рубцовского индустриального института
658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6.