



ФБУ «Омский ЦСМ»
Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный региональный центр
стандартизации, метрологии
и испытаний в Омской области»

644116, Омская обл., г. Омск,
ул. Северная 24-я, д. 117А
☎ (3812) 68-07-99, 68-22-28
🌐 <https://csm.omsk.ru>
✉ info@ocsm.omsk.ru

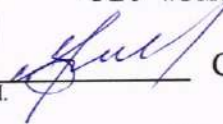
Уникальный номер записи
об аккредитации в реестре
аккредитованных лиц

RA.RU.311670



СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по метрологии
ФБУ «Омский ЦСМ»


М.П.

С.П. Волков

«14» мая 2024 г.

«ГСИ. Угольники поверочные 90°. Методика поверки»

МП 5.2-0237-2024

г. Омск
2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Угольники поверочные 90° (далее – угольники), изготавливаемые индивидуальным предпринимателем ИП Бородин Е.И. и выпускаемые под товарным знаком «РИЦОПТИМА», по ГОСТ 3749-77, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в Приложении А.

1.3 При определении метрологических характеристик угольников в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы длины в соответствии с локальными поверочными схемами (структура локальной поверочной схемы приведена в Приложении В), подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021.

1.4 Для реализации настоящей методики поверки применяются метод прямых измерений и метод сличения.

2 Перечень операций поверки

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 2.1.

Т а б л и ц а 2 . 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	—	—	9
Определение шероховатости поверхностей	Да	Нет	9.1
Определение радиуса закругления измерительных поверхностей угольников УЛ, УЛП	Да	Нет	9.2
Определение отклонения от прямолинейности измерительных поверхностей угольников УЛ, УЛП, УЛЦ	Да	Да	9.3
Определение отклонения от плоскостности опорных поверхностей всех угольников и измерительных поверхностей угольников УП и УШ	Да	Да	9.4
Определение отклонения от параллельности опорных поверхностей угольников УЛП, УП и УШ	Да	Да	9.5
Определение отклонения от перпендикулярности боковых поверхностей к опорной поверхности угольников УП и УШ	Да	Нет	9.6
Определение отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к опорным поверхностям	Да	Да	9.7

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от + 16 до + 24;
- изменение температуры, °C/ч, не более 0,5.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений и средства поверки, имеющие соответствующую квалификацию и работающие в качестве поверителей в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств измерений.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 5.1.

Т а б л и ц а 5 . 1 – Основные и вспомогательные средства поверки

Операция поверки, требующая применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средство измерений температуры воздуха в диапазоне измерений от +16 °C до +24 °C с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,6$ °C	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)
	Груз из низкоуглеродистой стали массой (0,1 - 0,05) г	
п.9.1 Определение шероховатости поверхностей	Профилометр с диапазоном измерений параметра шероховатости Ra по ГОСТ 2789-73 от 0,04 до 1,25 мкм и пределами допускаемой относительной погрешности не более ± 15 %.	Профилометр цеховой с цифровым отсчетом и индуктивным преобразователем 296 (рег. № 5492-83)
	Образцы шероховатости поверхности (сравнения) 1833 с диапазоном измерений от 0,02 до 20 мкм и пределами допускаемой относительной погрешности не более ± 17 %	Образцы шероховатости поверхности 1833 (рег. № 25019-03)
п.9.2 Определение радиуса закругления измерительных поверхностей угольников УЛ, УЛП	Микроскоп инструментальный с диапазоном измерений радиусов дуг окружностей от 0,1 до 0,3 мм с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ мм	Видеосистема измерительная серии Galileo Standart AVR 300 (рег. № 59383-14)
	Пластина 10х60 мм, материал: свинец по ГОСТ 3778-77	Пластина свинцовая специальная
п.9.3 Определение отклонения от прямолинейности измерительных поверхностей угольников УЛ, УЛП и УЛЦ	Плита поверочная и разметочная (рег. № 11605-00)	Плита поверочная и разметочная (рег. № 11605-00)
	Брусек контрольный длиной не менее 250 мм с допуском плоскостности рабочих поверхностей не более 0,0002/100 мм	Брусек контрольный БК-500 (рег. № 60471-15)
	Линейка лекальная с двухсторонним скосом с допуском прямолинейности не более 1,2 мкм	Линейка поверочная лекальная ЛД 0-80 (рег. № 3461-73)
	Меры длины концевые плоскопараллельные (наборы 6, 7) 1 класса по ГОСТ 9038-90	Меры длины концевые плоскопараллельные (рег. № 17726-98)
	Пластина плоская стеклянная с отклонением рабочих поверхностей от плоскостности не более 0,09 мкм	Пластина плоская стеклянная 2-го класса ПИ60 (рег. № 197-70)

Продолжение таблицы 5.1

п.9.4 Определение отклонения от плоскостности опорных поверхностей всех угольников и измерительных поверхностей угольников УП и УШ	Средства поверки приведены в таблице Б.1 Приложения Б	
п.9.5 Определение отклонения от параллельности опорных поверхностей угольников УЛП, УП и УШ	Скобы рычажные со встроенным в корпус отсчетным устройством, с диапазоном измерений, соответствующим высоте линейки с опорными поверхностями поверяемого угольника, с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,001$ мм	Скобы рычажные СР и СРП (рег. № 11688-88)
	Средства измерений длины в диапазоне измерений $\pm 0,10$ мм с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 1,2$ мкм	Головка измерительная рычажно-зубчатая 1 ИГ, 2 ИГ (рег. № 2681-70)
	Стойки для измерительных головок с допускаемым прогибом не более 0,0005 мм	Стойка С-И-28-100х40 ГОСТ 10197-70
	Плиты поверочные класса точности по ГОСТ 10905-86 не ниже 0	Плита поверочная и разметочная (рег. № 11605-00)
	Штатив для измерительных головок с допускаемым прогибом не более 0,002 мм	Штатив Ш-И-8 ГОСТ 10197-70
	Прибор для поверки угольников с диапазоном измерений по измерительным каналам ± 100 мкм, с пределами допускаемой абсолютной погрешности по измерительным каналам не более $\pm 0,5$ мкм	Прибор для поверки угольников ППУ-630 (рег. № 40353-09)
	Микрометры гладкие МК с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,004$ мм	Микрометр гладкий МК (рег. № 32779-06)
п.9.6 Определение отклонения от перпендикулярности боковой поверхности к опорной поверхности угольников УП и УШ	Плиты поверочные класса точности по ГОСТ 10905-86 не ниже 0	Плита поверочная и разметочная (рег. № 11605-00)
	Угольники с широким основанием или угольники лекальные цилиндрические высотой, соответствующей высоте поверяемого угольника, класса точности по ГОСТ 3749-77 не ниже 2	Угольники поверочные УЛЦ-160, УЛЦ-250, УЛЦ-400, УЛЦ-630, (рег. № 53696-13) Угольники поверочные 90° УШ (рег. № 666-10)
	Щупы измерительные номинальной толщиной от 0,02 до 0,50 мм с допускаемыми отклонениями толщины от ± 5 до ± 16 мкм	Щупы набора 2 (рег. № 369-89)
	Две меры длины концевые плоскопараллельные одного номинального размера класса точности по ГОСТ 9038-90 не ниже 3	Меры длины концевые плоскопараллельные (рег. № 17726-98)

Продолжение таблицы 5.1

п.9.7 Определение отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к опорным поверхностям	Плиты поверочные класса точности по ГОСТ 10905-86 не ниже 0	Плита поверочная и разметочная (рег. № 11605-00)
	Средства измерений длины в диапазоне измерений $\pm 0,05$ мм с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,7$ мкм	Головка измерительная рычажно-зубчатая 1 ИГ (рег. № 2681-70)
	Штатив для измерительных головок с допускаемым прогибом не более 0,002 мм	Штатив Ш-I-8 ГОСТ 10197-70
	Меры длины концевые плоскопараллельные (наборы 6, 7) 1 класса по ГОСТ 9038-90	Меры длины концевые плоскопараллельные (рег. № 17726-98)
	Пластина плоская стеклянная с отклонением рабочих поверхностей от плоскостности не более 0,09 мкм	Пластина плоская стеклянная 2-го класса ПИ60 (рег. № 197-70)
	Линейка лекальная с двухсторонним скосом с допуском прямолинейности не более 1,2 мкм	Линейка поверочная лекальная ЛД 0-200 (рег. № 3461-73)
	Угольники лекальные цилиндрические по ГОСТ 3749-77 0 или 1 кт	Угольники поверочные УЛЦ-160, УЛЦ-250, УЛЦ-400, УЛЦ-630, (рег. № 53696-13)
	Ролик цилиндрический (рисунок Г.1 Приложения Г)	
	Прибор для поверки угольников с диапазоном измерений по измерительным каналам ± 100 мкм, с пределами допускаемой абсолютной погрешности при измерении отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к опорным не более $\pm (0,9 + 2 \cdot 10^{-3} \cdot (H - 60))$ мкм, где H – высота поверяемого угольника	Прибор для поверки угольников ППУ-630 (рег. № 40353-09)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При подготовке к проведению поверки соблюдают требования пожарной безопасности при работе с легковоспламеняющимися жидкостями, используемыми для промывки поверхности от антикоррозийной смазки.

6.2 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, установленные в ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 12.1.004-91 и в эксплуатационной документации на угольники и средства поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие внешнего вида и маркировки угольника требованиям ГОСТ 3749-77.

7.2 Угольник, не соответствующий установленным требованиям, к дальнейшей поверке не допускается.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 При проведении поверки контролируют соответствие условий проведения поверки требованиям, приведенным в разделе 3 настоящей методики поверки.

8.2 Перед проведением поверки угольник промывают в вытяжном шкафу растворителем нефрасом или аналогичным средством для обезжиривания и протирают чистой салфеткой и выдерживают на рабочем месте в течение 4 ч.

8.3 Проверяют размагниченность опробованием. Ненамагниченным считают угольник, который не притягивает предметы из низкоуглеродистой стали массой не более 0,1 г.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение шероховатости поверхностей

9.1.1 Параметры шероховатости измерительных, опорных и боковых поверхностей угольника определяют на профилометре или сравнением с рабочими образцами шероховатости или аттестованными деталями образцами.

9.1.2 Угольник считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если параметры шероховатости измерительных и опорных поверхностей, боковых и торцовых поверхностей, скосов и фасок не превышают значений, приведенных в таблицах А.6 и А.7 приложения А настоящей методики.

9.2 Определение радиуса закругления измерительных поверхностей угольников УЛ, УЛП.

9.2.1 Радиус закругления измерительных поверхностей измеряют с помощью микроскопа инструментального и пластины свинцовой специальной в трех сечениях измерительной поверхности методом слепков.

9.2.2 Угольник считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если радиус закругления измерительных поверхностей угольников УЛ и УЛП не превышает значения $(0,2 \pm 0,1)$ мм

9.3 Определение отклонения от прямолинейности измерительных поверхностей угольников УЛ, УЛП, УЛЦ

9.3.1 Отклонение от прямолинейности измерительных поверхностей угольников УЛ, УЛП и УЛЦ определяют контрольным брусом методом сравнения зазора, образованного между рабочей поверхностью контрольного бруса и измерительной поверхностью угольника, с «образцом просвета», составленным из плоскопараллельных концевых мер длины, притертых к плоской стеклянной пластине, и лекальной линейки. Угольники УЛ и УЛП накладывают на рабочей поверхностью на измерительную поверхность контрольного бруса, установленного на поверхность плиты. Наклоняя угольник в вертикальной плоскости на угол $\pm 15^\circ$ от вертикального положения, оценивают максимальное значение зазора, сравнивая его с «образцом просвета».

9.3.2 При определении допуска прямолинейности образующих угольников УЛЦ накладывают на измерительную поверхность контрольного бруса. Для угольников размером более 250 мм допускается накладывать контрольный брус на угольник, размещенный на поверочной плите. Отклонение прямолинейности определяют не менее чем у шести равномерно расположенных образующих.

9.3.3 Угольник считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если отклонение от прямолинейности измерительных поверхностей угольников УЛ, УЛП и УЛЦ не превышает значения допуска прямолинейности, приведенного в таблице А.3 и А.4 Приложения А настоящей методики поверки.

9.4 Определение отклонения от плоскостности опорных поверхностей всех угольников и измерительных поверхностей угольников УП и УШ

9.4.1 Отклонение от плоскостности поверхностей угольника определяют интерференционным методом, при помощи поверочных линеек, стойки с измерительной головкой, двух опорных призм и с помощью установочного приспособления.

9.4.2 При интерференционном методе контроля отклонения от плоскостности определяют плоской стеклянной пластиной, подсчитывая число интерференционных полос или оценивая искривление интерференционных полос. Отсчитывание полос или оценку их искривления осуществляют, отступая 0,5 мм от края контролируемой поверхности. Если длина контролируемой поверхности превышает диаметр пластины, то определяют отклонение от плоскостности отдельных участков, при этом отклонение от плоскостности на каждом участке не должно превышать значения, определяемого по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta}{0,3 \cdot n^2}, \quad (9.1)$$

где Δ – допуск плоскостности на всю длину контролируемой поверхности;
 n – число участков.

9.4.3 При определении отклонения от плоскостности поверхностей угольника поверочной линейкой, зазор оценивают визуально сравнением с «образцом просвета».

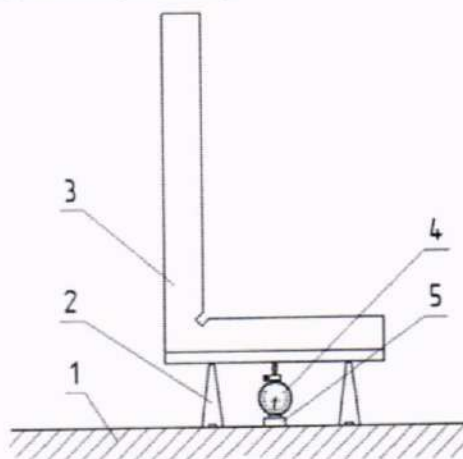
При определении отклонения от плоскостности измерительных поверхностей угольников УП и УШ, а также опорных поверхностей угольника УП поверочные линейки накладывают в продольном и двух диагональных направлениях.

При определении отклонения от плоскостности опорных поверхностей угольника УШ при помощи поверочной линейки, последнюю накладывают на контролируемую поверхность в продольном, поперечном и двух диагональных направлениях.

9.4.4 При определении отклонения от плоскостности измерительных и опорных поверхностей угольника УШ высотой 630 мм и более применяют стойку с измерительной головкой и опорные призмы (см. рисунок 9.1).

Стойку 5 с измерительной головкой 4 и опорные призмы 2 устанавливают на поверочную линейку 1. Угольник 3 помещают на опорные призмы.

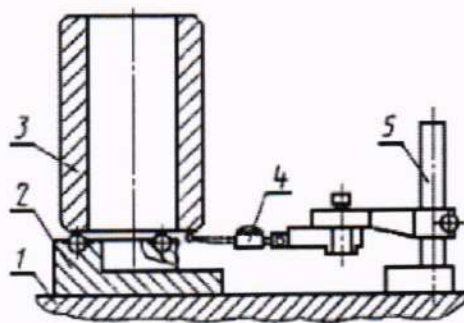
Перемещая стойку с измерительной головкой в направлении длинного, а затем короткого ребер контролируемой поверхности, определяют отклонение от плоскостности как разность между минимальным и максимальным отсчетами по шкале измерительной головки (с учетом поправок на образцовую поверхность).



Р и с у н о к 9 . 1 – Схема измерений отклонения от плоскостности

9.4.5 Отклонение от плоскостности опорных поверхностей угольников типа УЛЩ определяют при помощи установочного приспособления, размещенного на поверочной плите (см. рисунок 9.2)

Приспособление с тремя сферическими опорами 2 устанавливают на поверочной плите 1. На приспособление торцом устанавливают контролируемый угольник 3. Измерительный наконечник рычажно-пружинной головки 4, закрепленной в специальной стойке 5, вводят в контакт с контролируемой торцевой поверхностью угольника. Вращая угольник вокруг вертикальной оси, наблюдают за показаниями головки.



Р и с у н о к 9.2 – Схема измерений отклонения от плоскостности

9.4.6 Угольник считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если отклонение от плоскостности поверхностей угольника не превышает значения допуска плоскостности, приведенного в таблицах А.2 – А.4 Приложения А настоящей методики проверки.

9.5 Определение отклонения от параллельности опорных поверхностей угольников УЛП, УП и УШ

9.5.1 Отклонение от параллельности опорных поверхностей угольников УЛП, УП 0 и 1 классов точности и угольника УШ 0 класса точности всех размеров и 1 и 2 классов точности высотой 60 мм определяют рычажной скобой. Отклонение от параллельности опорных поверхностей угольников УП 2-го класса точности определяют микрометром типа МК. Контроль выполняют не менее чем в двух точках для угольника высотой до 100 мм и трех точках – для угольника других размеров. Отклонение от параллельности определяют, как максимальную разность результатов измерений высоты опорной части угольника.

9.5.2 Отклонение от параллельности опорных поверхностей угольников УШ 1 и 2 классов точности высотой 100 и 160 мм определяют рычажно-зубчатой измерительной головкой, закрепленной в стойке. Для этого угольник устанавливают на столе стойки так, чтобы наконечник касался опорной поверхности в нескольких точках по ее длине. Отклонение определяют как максимальную разность полученных отсчетов.

9.5.3 Отклонение от параллельности опорных поверхностей угольников УШ 1 и 2 класса точности высотой 250 мм и более определяют на поверочной плите 0 класса. Для этого угольник устанавливают на плите и рычажно-зубчатой головкой, закрепленной в штативе, который перемещается по плите вдоль длинного и короткого ребер опорной части угольника, определяют отклонение от параллельности его поверхностей как максимальную разность отсчетов.

9.5.4 Определение отклонения от параллельности опорных поверхностей на приборе для проверки угольников ППУ-630 проводят по методике, изложенной в разделе 2.3 «Определение отклонения от перпендикулярности внутренней измерительной поверхности к опорной поверхности угольника» руководства по эксплуатации на прибор (см. п.Д.3.5 Приложения Д).

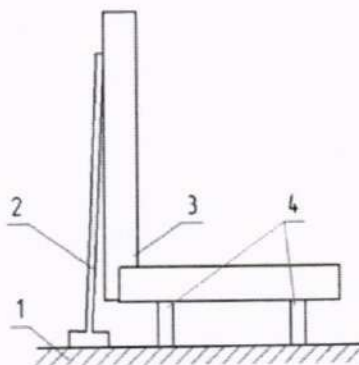
9.5.5 Угольник считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если отклонение от параллельности опорных поверхностей не превышает значения допуска параллельности, приведенного в таблицах А.2 и А.3 Приложения А настоящей методики проверки.

9.6 Определение отклонения от перпендикулярности боковой поверхности к опорной поверхности угольников УП и УШ

9.6.1 Отклонение от перпендикулярности боковой поверхности угольника к опорной поверхности определяют на поверочной плите при помощи образцового угольника соответствующей высоты.

9.6.2 К боковой поверхности поверяемого угольника УП, установленного вертикально на плите, подводят до соприкосновения измерительную поверхность образцового угольника УЛЦ. При наличии зазора в какой-либо части по высоте угольника его значение определяют при помощи щупов.

9.6.3 Отклонение от перпендикулярности боковой поверхности угольника 2 (см. рисунок 9.2) типа УШ, расположенного на плите 1, определяют, помещая под опорную поверхность образцового угольника 3 две концевые плоскопараллельные меры длины 4 одного номинального размера.



Р и с у н о к 9.3 – Схема измерений отклонения от перпендикулярности боковых поверхностей к опорным поверхностям

9.6.4 Угольник считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если отклонение от перпендикулярности боковой поверхности к опорной не превышает значения допуска перпендикулярности, приведенного в таблице А.5 Приложения А настоящей методики проверки.

9.7 Определение отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к опорным поверхностям

9.7.1 Отклонение от перпендикулярности измерительной поверхности *Б* к опорной поверхности *Г* угольников УЛ, УЛП, УП, и УШ, а также измерительной поверхности *В* к опорной поверхности *Ж* у угольников УЛ определяют методом сличения с образцовым угольником, при этом при контроле угольников УП и УШ используют сферический наконечник, при контроле угольников УЛ и УЛП используют плоский наконечник.

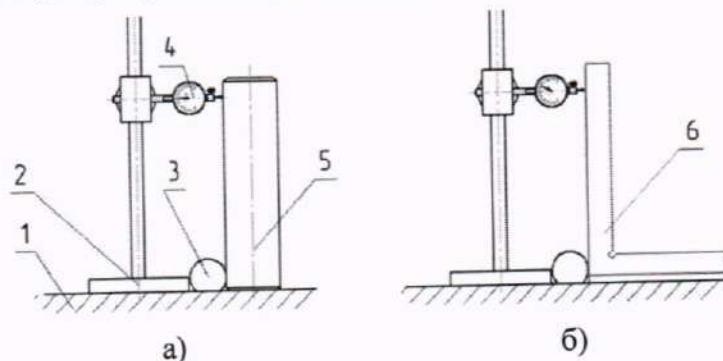
В качестве образцовых угольников применяют:

- угольники типа УЛЦ 0 класса точности (с учетом их отклонений) – для проверки угольника 0, 1 и 2 классов точности;
- угольники типа УЛЦ 1 класса точности (с учетом их отклонений) – для проверки угольника 2 класса точности высотой св. 630 мм.

Высота *H* образцового угольника в общем случае должна быть не менее высоты проверяемого.

На поверочной плите 1 (см. рисунок 9.3) закрепляют струбцинами цилиндрический ролик 3 в качестве упора и штатив 2 с закрепленной в нем рычажно-зубчатой измерительной головкой 4.

Образцовый цилиндрический угольник 5 (см. рисунок 9.3а) прижимают к упору 3 и снимают показания σ_1 по шкале измерительной головки. Затем к упору 3 прижимают проверяемый угольник 6 (см. рисунок 9.3б) и снимают второе показание σ_2 .



Р и с у н о к 9.4 – Схема измерений отклонения от перпендикулярности измерительной поверхности *Б* к опорной поверхности *Г*

Отклонение от перпендикулярности Δ определяют по формуле:

$$\Delta = \sigma_2 - \sigma_1 + \Delta_0, \quad (9.2)$$

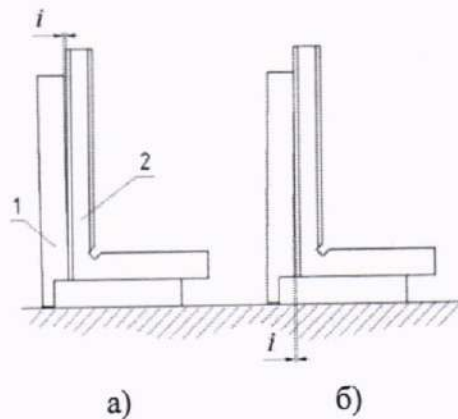
где Δ_0 – отклонение от перпендикулярности образцового угольника.

9.7.2 Отклонения от перпендикулярности измерительной поверхности B к опорной поверхности $Ж$ у угольников УЛП, УП и УШ определяют при помощи образцовых угольников, совмещая рабочие поверхности внутреннего угла поверяемого угольника 1 (см. рисунок 5) с соответствующими поверхностями наружного угла образцового угольника 2.

Отклонение от перпендикулярности определяют методом сравнения с «образцом просвета» с учетом отклонения от перпендикулярности Δ_0 образцового угольника по формуле:

$$\Delta = \Delta_0 \pm i. \quad (9.3)$$

Знак плюс применяют для случая, показанного на рисунке 9.4а, знак минус – для случая, показанного на рисунке 9.4б.



Р и с у н о к 9.5 – Схема измерений отклонения от перпендикулярности измерительной поверхности B к опорной поверхности $Ж$

Положительное значение Δ показывает, что отклонение от перпендикулярности направлено в сторону увеличения рабочего угла, отрицательное – в сторону его уменьшения.

9.7.3 При поверке угольников 1 и 2 класса точности высотой более 630 мм допускается применять образцовые угольники, высота которых меньше высоты поверяемых. При этом значения отклонений от перпендикулярности, полученное по формулам (9.2) и (9.3), необходимо умножить на коэффициент K , рассчитываемый по формуле:

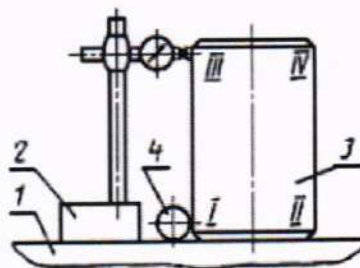
$$K = \frac{H}{H_0}, \quad (9.4)$$

где H – высота поверяемого угольника, мм;
 H_0 – высота образцового угольника, мм.

9.7.4 Определение отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к опорным поверхностям угольников высотой до 630 мм на приборе для поверки угольников ППУ-630 проводят по методике, изложенной в разделах 2.2 «Определение отклонения от перпендикулярности наружной измерительной поверхности к опорной поверхности угольника» и 2.3 «Определение отклонения от перпендикулярности внутренней измерительной поверхности к опорной поверхности угольника» руководства по эксплуатации (см. п.п.Д.2, Д.3 Приложения Д).

9.7.5 Отклонение от перпендикулярности измерительных поверхностей к опорным поверхностям угольников типа УЛЦ определяют методом калибровки.

9.7.6 На поверочной плите 1 (см. рисунок 4.3) укрепляют струбцинами цилиндрический ролик 4 в качестве упора и штатив 2 с закрепленной в нем рычажно-зубчатой измерительной головкой с плоским наконечником. Контролируемый угольник 3 устанавливают на плите и прижимают к упору. Измерительный наконечник головки подводят к измерительной поверхности угольника на расстоянии 2-3 мм от верхнего края, при этом рабочая поверхность плоского наконечника должна быть расположена параллельно образующей роликового упора (отклонение от параллельности не должно превышать 0,002 мм на длине плоскости наконечника, что определяют при помощи этого же угольника). Прижимая угольник к упору последовательно в точках I, II, III, IV, снимают показания a_1, a_2, a_3, a_4 .



Р и с у н о к 9 . 6 – Схема измерений отклонения перпендикулярности измерительной поверхности к опорной поверхности

Отклонение от перпендикулярности определяют по формулам:

$$\Delta_1 = \frac{3a_I - a_{II} - a_{III} - a_{IV}}{4} \quad (4.2)$$

$$\Delta_2 = \frac{3a_{II} - a_I - a_{III} - a_{IV}}{4} \quad (4.3)$$

$$\Delta_3 = \frac{3a_{III} - a_I - a_{II} - a_{IV}}{4} \quad (4.4)$$

$$\Delta_4 = \frac{3a_{IV} - a_{II} - a_{III} - a_I}{4} \quad (4.5)$$

где Δ_1 - отклонение от перпендикулярности измерительной поверхности (образующей) III-I к опорной поверхности I-II;

Δ_2 - отклонение от перпендикулярности измерительной поверхности (образующей) IV-II к опорной поверхности II-I;

Δ_3 - отклонение от перпендикулярности измерительной поверхности (образующей) I-III к опорной поверхности III-IV;

Δ_4 - отклонение от перпендикулярности измерительной поверхности (образующей) II-IV к опорной поверхности IV-III.

Положительное значение Δ показывает, что отклонение от перпендикулярности направлено в сторону увеличения рабочего угла, отрицательное – в сторону уменьшения.

Измерения проводят в не менее чем в трех диаметральных сечениях угольника. Отклонения от перпендикулярности не должно превышать значения допуска перпендикулярности указанного в описании типа.

9.7.7 Угольник считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если отклонение от перпендикулярности измерительных поверхностей к соответствующим опорным поверхностям не превышает значения допуска перпендикулярности, приведенного в таблице А.1 Приложения А настоящей методики поверки.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки свободной формы.

10.2 Сведения о результатах поверки, в том числе и об объеме проведенной поверки, передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке.

10.3 Положительные результаты первичной поверки оформляют внесением записи о проведенной поверке в паспорт угольника.

10.4 Нанесение знака поверки на угольники не предусмотрено.

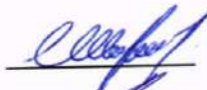
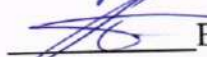
10.5 По заявлению владельца угольника или лица, представившего его на поверку, на угольник выдается:

- в случае положительных результатов поверки – свидетельство о поверке, установленного образца;

- в случае отрицательных результатов поверки – извещение о непригодности к применению установленного образца с указанием причин непригодности.

Начальник отдела поверки и калибровки средств измерений
геометрических величин ФБУ «Омский ЦСМ»

Инженер по метрологии ФБУ «Омский ЦСМ»

П.А. Мокеев

Е.А. Карамфилов

Приложение А
(обязательное)

Метрологические и технические характеристики угольников

Таблица А.1 – Основные размеры, классы точности и допуски перпендикулярности измерительных поверхностей *Б* и *В* к опорным поверхностям *Г* и *Ж* на длине *Н*

Модификация	<i>H</i> , мм	<i>L</i> , мм (<i>D</i> , мм)	Допуск перпендикулярности измерительных поверхностей <i>Б</i> и <i>В</i> к опорным поверхностям <i>Г</i> и <i>Ж</i> , мкм		
			класс точности		
			0	1	2
УЛ	60	40	2,5	5,0	—
	100	60	3,0	6,0	—
	160	100	3,5	7,0	—
УЛП	60	40	2,5	—	—
	100	60	3,0	—	—
	160	100	3,5	—	—
	250	160	4,5	—	—
УЛЦ	160	(80)	3,5	—	—
	250	(100)	4,5	—	—
	400	(125)	6,0	—	—
	630	(160)	8,0	—	—
УП	60	40	—	5,0	13,0
	100	60	—	6,0	15,0
	160	100	—	7,0	18,0
	250	160	—	9,0	22,0
	400	250	—	12,0	30,0
УШ	60	40	2,5	5,0	13,0
	100	60	3,0	6,0	15,0
	160	100	3,5	7,0	18,0
	250	160	4,5	9,0	22,0
	400	250	6,0	12,0	30,0
	630	400	8,0	16,0	40,0
	1000	630	—	20,0	40,0
	1600	1000	—	—	90,0

Примечание – У угольников УЛ и УЛП допуски перпендикулярности, установленные в настоящей таблице, выдержаны в пределах угла поворота угольника в плоскости опорной поверхности на $\pm 15^\circ$ от среднего положения.

Таблица А.2 – Допуски плоскостности измерительных поверхностей *Б* и *В* на длине *H* и допуски плоскостности и параллельности опорных поверхностей *Г* и *Ж* на длине *H* угольников УП и УШ

УП и УШ									
H, мм	Допуск, мкм								
	плоскостности измерительных поверхностей Б и В			плоскостности опорных поверхностей Г и Ж			параллельности опорных поверхностей Г и Ж		
	класс точности								
	0	1	2	0	1	2	0	1	2
60	1,0	2,0	4,0	1,5	2,5	5,0	2,5	5,0	10,0
100	1,0	2,0	4,0	1,5	2,5	5,0	3,0	6,0	12,0
160	1,5	3,0	6,0	2,0	4,0	8,0	3,5	7,0	14,0
250	1,5	3,0	6,0	2,0	4,0	8,0	4,5	9,0	18,0
400	2,5	5,0	10,0	3,0	6,0	12,0	6,0	12,0	25,0
630	3,0	6,0	12,0	4,0	8,0	16,0	8,0	16,0	30,0
1000	—	10,0	20,0	—	12,0	24,0	—	24,0	40,0
1600	—	—	30,0	—	—	36,0	—	—	60,0

Таблица А.3 – Допуски прямолинейности измерительных поверхностей *Б* и *В* на длине *H* и *L* и допуски плоскостности и параллельности опорных поверхностей *Г* и *Ж* на длине *H* угольников УЛ и УЛП

угольников УЛ и УЛП						
H и L, мм	Допуск, мкм					
	прямолинейности измерительных поверхностей Б и В		плоскостности опорных поверхностей Г и Ж		параллельности опорных поверхностей Г и Ж	
	класс точности					
	0	1	0	1	0	1
40	1,0	2,0	1,5	2,5	2,5	5,0
60	1,0	2,0	1,5	2,5	2,5	5,0
100	1,0	2,0	1,5	2,5	3,0	6,0
160	1,5	3,0	2,0	4,0	3,5	7,0
250	1,5	3,0	2,0	4,0	4,5	9,0

Примечание – Допуски прямолинейности, установленные в настоящей таблице, выдержаны в пределах угла поворота угольника в плоскости опорной поверхности на $\pm 15^\circ$ от среднего положения.

Таблица А.4 – Допуски прямолинейности измерительной поверхности *Б* на длине *H* и допуски плоскостности опорных поверхностей *Г* угольников УЛЦ

<i>H</i> , мм	Допуск, мкм	
	прямолинейности измерительной поверхности <i>Б</i>	плоскостности опорных поверхностей <i>Г</i>
160	1,5	1,5
250	1,5	2,0
400	2,5	2,0
630	3,0	2,0

Т а б л и ц а А . 5 – Допуски перпендикулярности боковых поверхностей *E* угольников УП и УШ к опорной поверхности *Г* на длине *H*

<i>H</i> , мм	Допуски перпендикулярности боковых поверхностей <i>E</i> к опорной поверхности <i>Г</i> , мкм		
	класс точности		
	0	1	2
60	40	40	125
100	50	50	160
160	60	60	200
250	80	80	250
400	100	100	320
630	125	125	400
1000	—	160	500
1600	—	—	630

Т а б л и ц а А . 6 – Параметры шероховатости измерительных и опорных поверхностей

Т а б л и ц а А . 6 – Параметры шероховатости измерительных и опорных поверхностей							
Модификация	H, мм	Параметры шероховатости Ra на базовой длине 0,25 мм*, мкм, не более					
		измерительных Б и В			опорных Г и Ж		
		класс точности					
		0	1	2	0	1	2
УЛ	60	0,04	0,04	—	0,08	0,08	—
	100	0,04	0,04	—	0,08	0,08	—
	160	0,04	0,04	—	0,08	0,08	—
УЛП	60	0,04	—	—	0,08	—	—
	100	0,04	—	—	0,08	—	—
	160	0,04	—	—	0,08	—	—
	250	0,04	—	—	0,08	—	—
УЛЦ	160	0,08	—	—	0,16	—	—
	250	0,08	—	—	0,16	—	—
	400	0,08	—	—	0,16	—	—
	630	0,08	—	—	0,16	—	—
УП	60	—	0,08	0,16	—	0,16	0,32
	100	—	0,08	0,16	—	0,16	0,32
	160	—	0,08	0,16	—	0,16	0,32
	250	—	0,08	0,16	—	0,16	0,32
	400	—	0,08	0,16	—	0,16	0,32
УШ	60	0,08	0,08	0,16	0,32	0,32	0,63
	100	0,08	0,08	0,16	0,32	0,32	0,63
	160	0,08	0,08	0,16	0,32	0,32	0,63
	250	0,08	0,08	0,16	0,32	0,32	0,63
	400	0,08	0,08	0,16	0,32	0,32	0,63
	630	—	0,16	0,32	—	0,63	0,63
	1000	—	0,16	0,32	—	0,63	0,63
	1600	—	—	0,32	—	—	0,63

* На опорных поверхностях угольников УШ 1-го класса точности размером свыше 400 мм и угольников УШ 2-го класса точности базовая длина установлена 0,8 мм.

Т а б л и ц а А . 7 – Параметры шероховатости боковых и торцовых поверхностей, скосов и фасок

Модификация	Параметры шероховатости Ra на базовой длине 0,8 мм, мкм, не более
УЛ	0,63
УЛП	0,63
УП	0,63
УШ	1,25

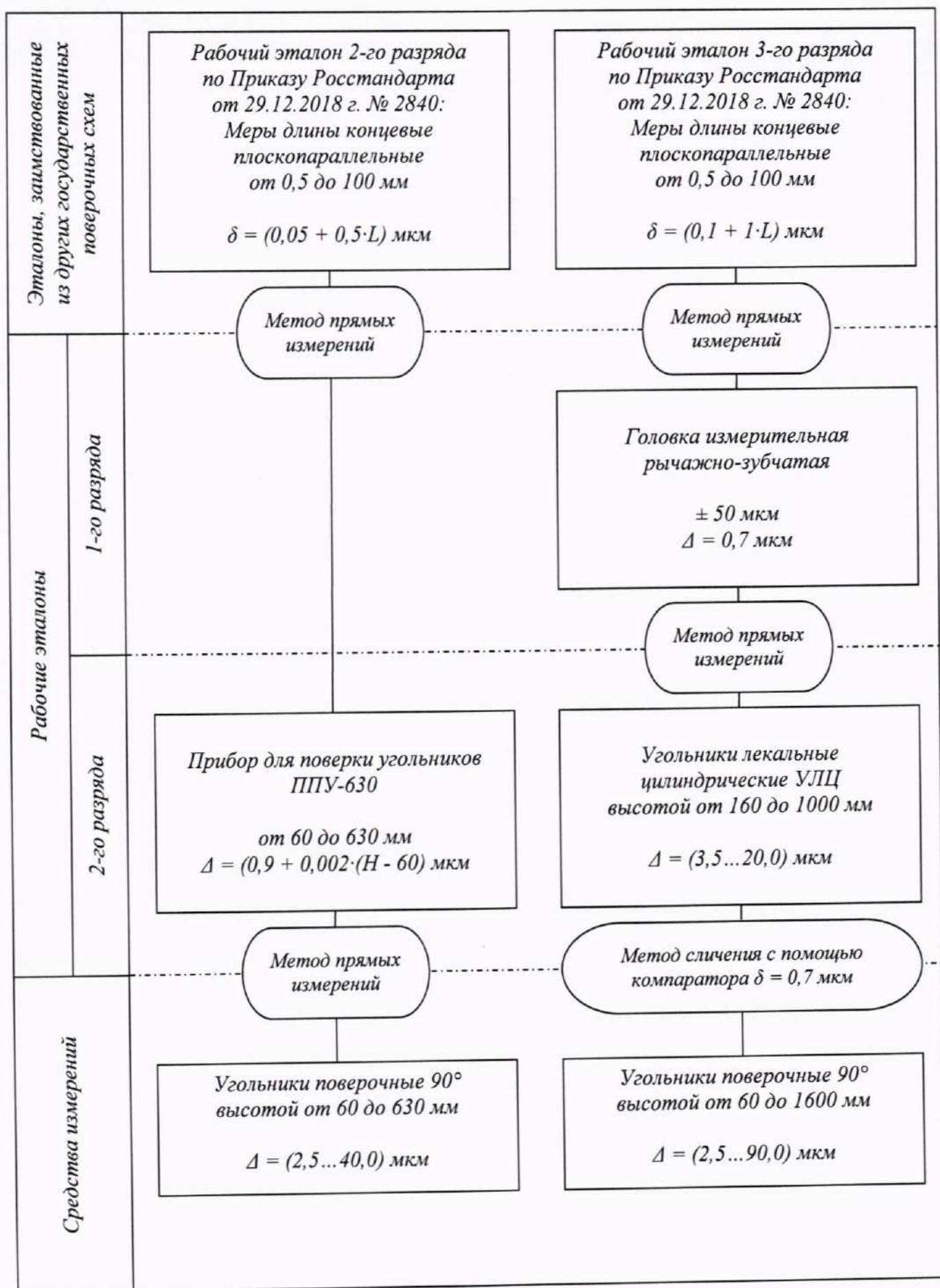
Приложение Б
(обязательное)

**Средства поверки для определения отклонения
от плоскостности опорных и измерительных поверхностей**

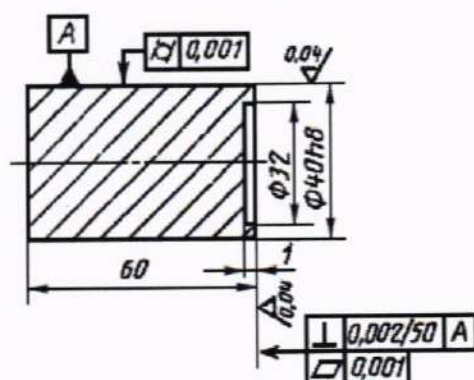
Таблица Б.1 – Средства поверки для определения отклонения от плоскостности опорных и измерительных поверхностей

Угольник			Средства поверки для поверхностей	
Модификация	Класс точности	Высота, мм	измерительных	опорных
УЛ	0	60 100	—	Пластина плоская стеклянная 2 класса ПИ60 (рег. № 197-70)
	1	160		
УЛП	0	60	—	Пластина плоская стеклянная 2 класса ПИ60 (рег. № 197-70)
		100		
		160		
		250		
УЛЦ	0	160	—	Головка измерительная 1ИГ ГОСТ 18833-73; стойка(см. рисунок 9.2); приспособление с тремя сферическими опорами (см. рисунок 9.2); Плита поверочная и разметочная (рег. № 11605-00)
		250		
		400		
		630		
УП	1	60	Пластина плоская стеклянная 2 класса ПИ60 (рег. № 197-70)	Линейки ЛД-0-80, ЛД-0-125, ЛД-0-200, ЛД-0-320, ЛД-0-500 ГОСТ 8026-75
		100		
		160		
		250		
	2	400	Меры длины концевые плоскопараллельные 2 класса точности по ГОСТ 9038-90; пластина плоская стеклянная 2 класса ПИ60 (рег. № 197-70)	
		60		
УШ	0	100	Пластина плоская стеклянная 2 класса ПИ60 (рег. № 197-70)	Линейки ЛД-0-80, ЛД-0-125, ЛД-0-200, ЛД-0-320, ЛД-0-500 ГОСТ 8026-75
		160		
		250		
		400		
		630		
	1 2	60	Линейки ЛД-0-80, ЛД-0-125, ЛД-0-200, ЛД-0-320, ЛД-0-500 ГОСТ 8026-75; меры длины концевые плоскопараллельные 2 класса точности по ГОСТ 9038-90; пластина плоская стеклянная 2 класса ПИ60 (рег. № 197-70)	
		100		
		160		
		250		
		400		
	1 2	630	Головка измерительная 1ИГ ГОСТ 18833-73; линейки ШМ-ТК-0-630, ШМ-ТК-0-1000, ШМ-ТК-0-1600, ГОСТ 8026-92; стойка и опорные призмы (см. рисунок 9.1)	
		1000		
		1600		
		630		
		1000		

Приложение В
(обязательное)
Структура локальной поверочной схемы



Приложение Г
(справочное)
Ролик цилиндрический



Р и с у н о к Г . 1 – Чертеж общего вида ролика цилиндрического
Материал: сталь У8А по ГОСТ 1435-99.

Приложение Д (справочное)

Определение отклонения от параллельности опорных поверхностей и определение отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к опорным поверхностям на приборе для поверки угольников ППУ-630

Д.1 Подготовка прибора к использованию

Д.1.1 Выдерживают поверяемые угольники в помещении, где установлен прибор, не менее 2 ч.

Д.1.2 Подключают преобразователь измерительной каретки по каналу А, а преобразователь измерительного мостика по каналу В к блоку БИН-2И.

Д.1.3 Подсоединяют блок питания к блоку БИН-2И и включают в сеть.

Д.1.4 Протирают измерительную поверхность прибора и измерительные поверхности угольника спиртом.

Внимание:

1 Прежде чем подключить блок БИН-2И к сети, к блоку должны быть присоединены преобразователи.

2 Во время измерения угольник обязательно брать руками, защищенными перчатками, для избежания температурных деформаций.

3 Отменить обнуление блока по каналам А и В, нажатием клавиши «9» и «Ent».

Д.2 Определение отклонения от перпендикулярности наружной измерительной поверхности к опорной поверхности угольника

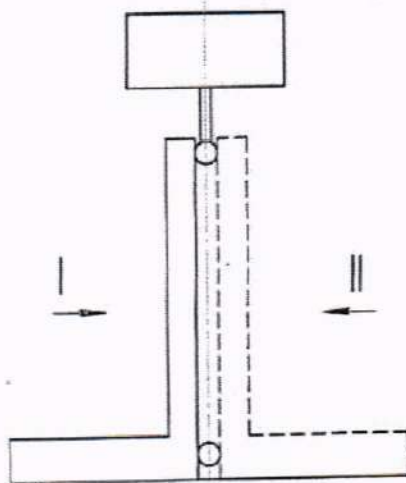
Д.2.1 В работе прибора используется метод, при котором измеряется отклонение от перпендикулярности измерительных поверхностей к опорным поверхностям угольников, равное полуразности полученных на отсчетном устройстве показаний при измерении слева и справа в микрометрах согласно формуле:

$$\delta_i = \frac{x_1 - x_2}{2}, \quad (\text{Д.1})$$

где x_1 – показание при положении угольника I;
 x_2 – показание при положении угольника II.

Однако прибор позволяет при определении отклонения от перпендикулярности не пользоваться указанной формулой. Для этого в режиме измерения по каналу А необходимо установить множитель $M_A = -0,5$.

Д.2.2 Устанавливают упор прибора в крайнее нижнее положение по высоте. Устанавливают поверяемый угольник в положение I (см. рисунок Д.1).



Р и с у н о к Д . 1 – Схема определения отклонения от перпендикулярности наружной измерительной поверхности к опорной поверхности угольника

Д.2.3 Выставляют ограничительную линейку таким образом, чтобы вертикальная сторона поверяемого угольника располагалась симметрично относительно ножевидного

наконечника упора для слесарных угольников или симметрично относительно цилиндрического наконечника упора для лекальных угольников.

Д.2.4 Выставляют и закрепляют измерительную каретку на стойке так, чтобы соответствующий наконечник каретки расположился на расстоянии от 2 до 3 мм от свободного конца длинной стороны поверяемого угольника.

Д.2.5 Перемещают переключатель направления измерительного усилия в положение I. Прижимают поверяемый угольник в положении I к упору. Показание X_1 обнуляют нажатием клавиши «0», а затем «Ent».

Д.2.6 Переставляют угольник в положение II, перемещают переключатель направления измерительного усилия в положение II и снимают показание X_2 , которое является отклонением от перпендикулярности наружной измерительной поверхности к опорной. Отклонение со знаком «+» соответствует тупому углу, а отклонение со знаком «-» соответствует острому.

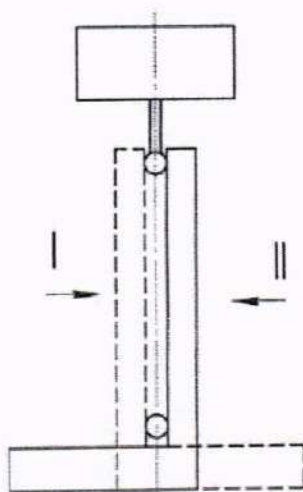
Д.3 Определение отклонения от перпендикулярности внутренней измерительной поверхности к опорной поверхности угольника

Д.3.1 Определение отклонения от перпендикулярности внутренней измерительной поверхности определяется согласно формуле:

$$\delta_a = \frac{X_1 - X_2}{2}, \quad (\text{Д.2})$$

Однако прибор позволяет при определении отклонения от перпендикулярности не пользоваться указанной формулой. Для этого в режиме измерения по каналу А необходимо установить множитель $M_A = 0,5$, а по каналу В множитель $M_B = 1$.

Д.3.2 Поднимают упор по колонке так, чтобы под наконечником располагалось основание поверяемого угольника, затем опускают и закрепляют упор в крайнем возможном нижнем положении. Устанавливают поверяемый угольник в положение I (см. рисунок Д.2).



Р и с у н о к Д . 2 – Схема определения отклонения от перпендикулярности внутренней измерительной поверхности к наружной опорной поверхности угольника

Д.3.3 Перемещают переключатель направления измерительного усилия в положение I. Прижимают поверяемый угольник в положении I к упору. Показание X_1 обнуляют нажатием клавиши «0», а затем «Ent».

Д.3.4 Переставляют угольник в положение II, предварительно установив переключатель направления измерительного усилия в положение II, и снимают показание X_2 , которое соответствует отклонению от перпендикулярности внутренней измерительной поверхности угольника к наружной опорной поверхности - $\delta_{в1}$. Отклонение со знаком «+» соответствует тупому углу, а отклонение со знаком «-» – острому.

Д.3.5 Для определения отклонения от перпендикулярности внутренней измерительной поверхности к внутренней опорной поверхности угольника определяют отклонение от параллельности опорных поверхностей.

Для этого отодвигают ограничительную линейку. Выдвигают угольник из положения II вправо. Помещают на опорную поверхность прибора измерительный мостик.

Устанавливают в мостик преобразователь и закрепляют винтом. Подключают преобразователь к блоку БИН-2И по каналу В. Устанавливают мостик на левый край основания угольника.

Выставляют преобразователь измерительного мостика так, чтобы его наконечник касался внутренней опорной поверхности угольника. Устанавливают преобразователь по высоте так, чтобы показания блока были близки к «0».

Обнуляют показания блока, нажав клавиши «0» и «Ent». Перемещают мостик на правый край основания угольника и снимают показание блока (Δ), которое является отклонением от параллельности опорных поверхностей.

Действительное отклонение от перпендикулярности внутренней измерительной поверхности к внутренней опорной поверхности угольника рассчитывается по формуле:

$$\delta_{\text{в}} = \delta_{\text{в1}} + \frac{H}{l} \cdot \Delta, \quad (\text{Д.3.})$$

где H – высота угольника, мм;

$\delta_{\text{в1}}$ – отклонение от перпендикулярности внутренней измерительной поверхности к наружной опорной, мкм;

l – длина внутренней опорной поверхности угольника, мм;

Δ – отклонение от параллельности опорных поверхностей угольника (Δ со знаком «+» соответствует увеличению угла, Δ со знаком «-» соответствует уменьшению угла).