



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
🌐 <http://csm.omsk.ru>
✉ info@ocsm.omsk.ru

Уникальный номер записи
об аккредитации в реестре
аккредитованных лиц

RA.RU.311670

СОГЛАСОВАНО



Директор
ФБУ «Омский ЦСМ»

А.В. Бессонов

«10» февраля 2023 г.

«ГСИ. Угольники поверочные 90°. Методика поверки»

МП 5.2-0226-2023

г. Омск
2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Угольники поверочные 90° (далее – угольники), изготавливаемые компанией Guilin Measuring & Cutting Tool Co. Ltd., КНР, и выпускаемые под товарным знаком «Точинтех», 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 Б), 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 с помощью компаратора.

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	—	—	9
Определение шероховатости поверхностей	Да	Нет	9.1
Определение радиуса закругления измерительных поверхностей угольника УЛП	Да	Нет	9.2
Определение отклонения от прямолинейности измерительных поверхностей угольника УЛП	Да	Да	9.3
Определение отклонения от плоскостности опорных и измерительных поверхностей	Да	Да	9.4
Определение отклонения от параллельности опорных поверхностей	Да	Да	9.5
Определение отклонения от перпендикулярности боковых поверхностей к опорной поверхности угольника УП и УШ	Да	Нет	9.6
Определение отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к опорным поверхностям	Да	Да	9.7
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от + 16,5 до + 23,5;
- изменение температуры, °С/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 +16,5 °С до +23,5 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,6$ °С	Прибор комбинированный Testo 622 (пер. № 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 (пер. № 5492-83)
п.9.2 Определение радиуса закругления измерительных поверхностей угольника 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 (пер. № 59383-14)
	Пластина 10x60 мм, материал: свинец по ГОСТ 3778-77	Пластина свинцовая специальная
п.9.3 Определение отклонения от прямолинейности измерительных поверхностей угольника УЛП	Брусочек контрольный длиной не менее 250 мм с допуском плоскостности рабочих поверхностей не более 0,0002/100 мм	Брусочек контрольный БК-500 (пер. № 60471-15)
	Линейка лекальная с двухсторонним скосом с допуском прямолинейности не более 1,2 мкм	Линейка поверочная лекальная ЛД 0-80 (пер. № 3461-73)
	Меры длины концевые плоскопараллельные (наборы 6, 7) 1 класса по ГОСТ 9038-90	Меры длины концевые плоскопараллельные (пер. № 17726-98)
	Пластина плоская стеклянная с отклонением рабочих поверхностей от плоскостности не более 0,09 мкм	Пластина плоская стеклянная 2-го класса ПИ60 (пер. № 197-70)

Продолжение таблицы 5.1

Операция поверки, требующая применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.9.4 Определение отклонения от плоскостности опорных и измерительных поверхностей	Средства поверки приведены в таблице В.1 Приложения В	
п.9.5 Определение отклонения от параллельности опорных поверхностей	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 ИИГ, 2ИГ (рег. № 2681-70)
	Стойки для измерительных головок с допускаемым прогибом не более 0,0005 мм	Стойка С-1-28-100x40 ГОСТ 10197-70
	Плиты поверочные класса точности по ГОСТ 10905-86 не хуже 0	Плита поверочная и разметочная (рег. № 11605-00)
	Штатив для измерительных головок с допускаемым прогибом не более 0,002 мм	Штатив Ш-1-8 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)
п.9.6 Определение отклонения от перпендикулярности боковых поверхностей к опорной поверхности угольника УП и УШ	Плиты поверочные класса точности по ГОСТ 10905-86 не хуже 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 хуже 2	Угольники поверочные УЛЦ-160, УЛЦ-250, УЛЦ-400, УЛЦ-630, УЛЦ-1000 (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 хуже 3	Меры длины концевые плоскопараллельные (рег. № 17726-98)

Продолжение таблицы 5.1

Операция поверки, требующая применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.9.7 Определение отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к опорным поверхностям	Плиты поверочные класса точности по ГОСТ 10905-86 не хуже 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 ИИГ (рег. № 2681-70)
	Штатив для измерительных головок с допускаемым прогибом не более 0,002 мм	Штатив Ш-1-8 ГОСТ 10197-70
	Диаметр посадочных отверстий под головку измерительную 28 мм	Приспособление для поверки угольников с отверстиями под установку измерительного устройства
	Угольники лекальные цилиндрические высотой, соответствующей высоте поверяемого угольника, класса точности по ГОСТ 3749-77 0 или 1	Угольники поверочные УЛЦ-160, УЛЦ-250, УЛЦ-400, УЛЦ-630, УЛЦ-1000 (рег. № 53696-13)
	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)
	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)
<p>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.</p>		

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, приведенному в описании типа, и маркировки угольника следующему требованию: на нерабочей поверхности угольника должны быть нанесены товарный знак предприятия-изготовителя и заводской номер, содержащий год выпуска.

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

9.1 Определение шероховатости поверхностей

Параметры шероховатости измерительных, опорных и боковых поверхностей угольника определяют на профилометре.

9.2 Определение радиуса закругления измерительных поверхностей угольника УЛП

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

9.3 Определение отклонения от прямолинейности измерительных поверхностей угольника УЛП

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

9.4 Определение отклонения от плоскостности опорных и измерительных поверхностей

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

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:

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

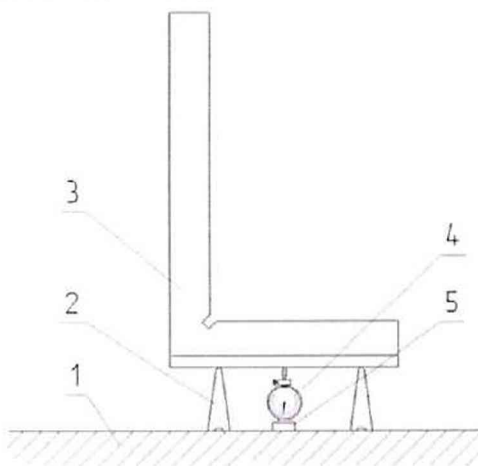
где Δ – допуск плоскостности на всю длину контролируемой поверхности;
 n – число участков.

9.4.3 При определении отклонения от плоскостности поверхностей угольника поверочной линейкой, зазор оценивают визуально сравнением с «образцом просвета», составленным из плоскопараллельных концевых мер длины, притертых к плоской стеклянной пластине, и лекальной линейки.

При определении отклонения от плоскостности измерительных поверхностей угольника 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).



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

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).

9.5 Определение отклонения от параллельности опорных поверхностей

9.5.1 Отклонение от параллельности опорных поверхностей угольника УЛП, УП 1 и 2 классов точности и угольника УШ 0 класса точности всех размеров и 1, и 2 классов точности высотой 60 мм определяют рычажной скобой. 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 угольника 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 угольника 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.

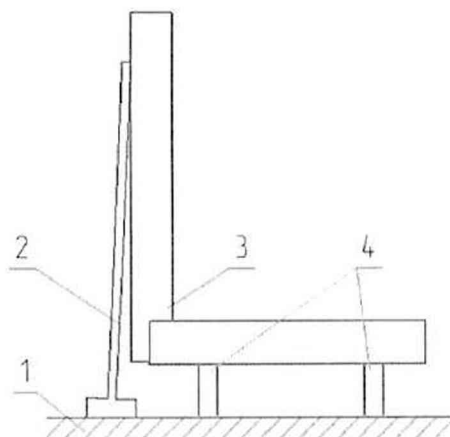
9.5.4 Определение отклонения от параллельности опорных поверхностей на приборе для поверки угольников ППУ-630 проводят по методике, изложенной в разделе 2.3 «Определение отклонения от перпендикулярности внутренней измерительной поверхности к опорной поверхности угольника» руководства по эксплуатации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

9.6 Определение отклонения от перпендикулярности боковых поверхностей к опорной поверхности угольника УП и УШ

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

9.6.2 К боковой поверхности поверяемого угольника УП, установленного вертикально на плите, подводят до соприкосновения измерительную поверхность эталонного угольника. 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) УШ, расположенного на плите 1, определяют, помещая под опорную поверхность эталонного угольника 3 две концевые плоскопараллельные меры длины 4 одного номинального размера.



Р и с у н о к 9 . 2 – Схема измерений отклонения от перпендикулярности боковых поверхностей к опорным поверхностям

9.7 Определение отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к опорным поверхностям

9.7.1 Отклонение от перпендикулярности измерительной поверхности *В* к опорной поверхности *Г* угольника определяют методом сличения с эталонным угольником, при этом при контроле угольника УП и УШ используют сферический наконечник, при контроле угольника УЛП используют плоский наконечник.

В качестве эталонных угольников применяют:

- угольники типа УЛЦ 0 класса точности (с учетом их отклонений) – для поверки угольника 0, 1 и 2 классов точности;

- угольники типа УЛЦ 1 класса точности (с учетом их отклонений) – для поверки угольника 2 класса точности высотой св. 630 мм.

Высота *H* эталонного угольника в общем случае должна быть не менее высоты поверяемого.

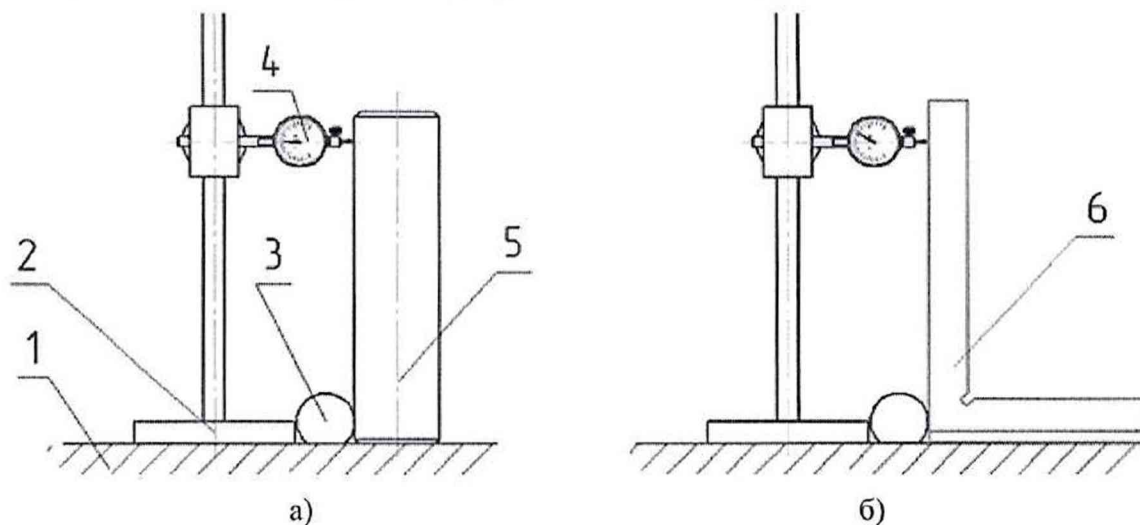
На поверочной плите 1 (см. рисунок 9.3) закрепляют струбцинами цилиндрический ролик 3 в качестве упора и штатив 2 с закрепленной в нем рычажно-зубчатой измерительной головкой 4.

Эталонный 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 поверяемый угольник 6 (см. рисунок 9.3б) и снимают второе показание σ_2 .

Отклонение от перпендикулярности Δ определяют по формуле:

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

где Δ_0 – отклонение от перпендикулярности эталонного угольника.



Р и с у н о к 9.3 – Схема измерений отклонения от перпендикулярности измерительной поверхности Б к опорной поверхности Г

9.7.2 Определение отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к опорным поверхностям угольников высотой до 630 мм на приборе для проверки 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).

9.7.3 При проверке угольника 1 и 2 класса точности высотой более 630 мм допускается применять эталонные угольники, высота которых меньше высоты поверяемых. При этом значения отклонений от перпендикулярности, полученное в п.9.7.1, необходимо умножить на коэффициент K , рассчитываемый по формуле:

$$K = \frac{H}{H_0}, \quad (9.3)$$

где H – высота поверяемого угольника, мм;

H_0 – высота эталонного угольника, мм.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Угольник считают соответствующим метрологическим требованиям, если:

- параметры шероховатости измерительных и опорных поверхностей, боковых и торцовых поверхностей, скосов и фасок при первичной проверке не превышают значений, приведенных в таблицах А.6 и А.7 приложения А;

- радиус закругления измерительных поверхностей угольника УЛП при первичной проверке $(0,2 \pm 0,1)$ мм;

- отклонение от прямолинейности измерительных поверхностей угольника УЛП не превышает значения допуска прямолинейности, приведенного в таблице А.4 Приложения А;

- отклонение от плоскостности поверхностей угольника не превышает значения допуска плоскостности, приведенного в таблицах А.3 и А.4 Приложения А;

- отклонение от параллельности опорных поверхностей не превышает значения допуска параллельности, приведенного в таблицах А.3 и А.4 Приложения А;

- отклонение от перпендикулярности боковой поверхности к опорной при первичной поверке не превышает значения допуска перпендикулярности, приведенного в таблице А.5 Приложения А;

- отклонение от перпендикулярности измерительных поверхностей к соответствующим опорным поверхностям не превышает значения допуска перпендикулярности, приведенного в таблице А.2 Приложения А.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки свободной формы.

11.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке.

11.3 Нанесение знака поверки на угольник не предусмотрено.

11.4 В случае положительных результатов поверки – по заявлению владельца угольника или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке установленного образца.

11.5 В случае отрицательных результатов поверки – по заявлению владельца угольника или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению установленного образца с указанием причин непригодности.

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

Ведущий инженер по метрологии ФБУ «Омский ЦСМ»



П.А. Мокшев



Д.А. Воробьев

Приложение А

(обязательное)

Метрологические и технические характеристики угольников

Таблица А.1 – Классы точности угольников

Модификация	<i>H</i> , мм	Класс точности
УЛП	60; 100; 160; 250	0
УП	60; 100; 160; 250; 400	1; 2
УШ	60; 100; 160; 250; 400; 630	0; 1; 2
	1000	1; 2
	1600	2

Таблица А.2 – Основные размеры, классы точности и допуски перпендикулярности измерительных поверхностей *B* и *B* к опорным поверхностям *Г* и *Ж* на длине *H*

Модификация	<i>H</i> , мм	<i>L</i> , мм	Допуск перпендикулярности измерительных поверхностей <i>B</i> и <i>B</i> к опорным поверхностям <i>Г</i> и <i>Ж</i> , мкм		
			класс точности		
			0	1	2
УЛП	60	40	2,5	—	—
	100	60	3,0	—	—
	160	100	3,5	—	—
	250	160	4,5	—	—
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 УЛП допуски перпендикулярности, установленные в настоящей таблице, выдержаны в пределах угла поворота угольника в плоскости опорной поверхности на $\pm 15^\circ$ от среднего положения.

Т а б л и ц а А . 3 – 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

<i>H</i> , мм	Допуск, мкм								
	плоскостности измерительных поверхностей <i>Б</i> и <i>В</i>			плоскостности опорных поверхностей <i>Г</i> и <i>Ж</i>			параллельности опорных поверхностей <i>Г</i> и <i>Ж</i>		
	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

Т а б л и ц а А . 4 – Допуск 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 УЛП

<i>H</i> и <i>L</i> , мм	Допуск, мкм		
	прямолинейности измерительных поверхностей <i>Б</i> и <i>В</i>	плоскостности опорных поверхностей <i>Г</i> и <i>Ж</i>	параллельности опорных поверхностей <i>Г</i> и <i>Ж</i>
	класс точности		
	0	0	0
40	1,0	1,5	2,5
60	1,0	1,5	2,5
100	1,0	1,5	3,0
160	1,0	2,0	3,5
250	1,0	2,0	4,5

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

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

<i>H</i> , мм	Допуски перпендикулярности боковых поверхностей <i>Е</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

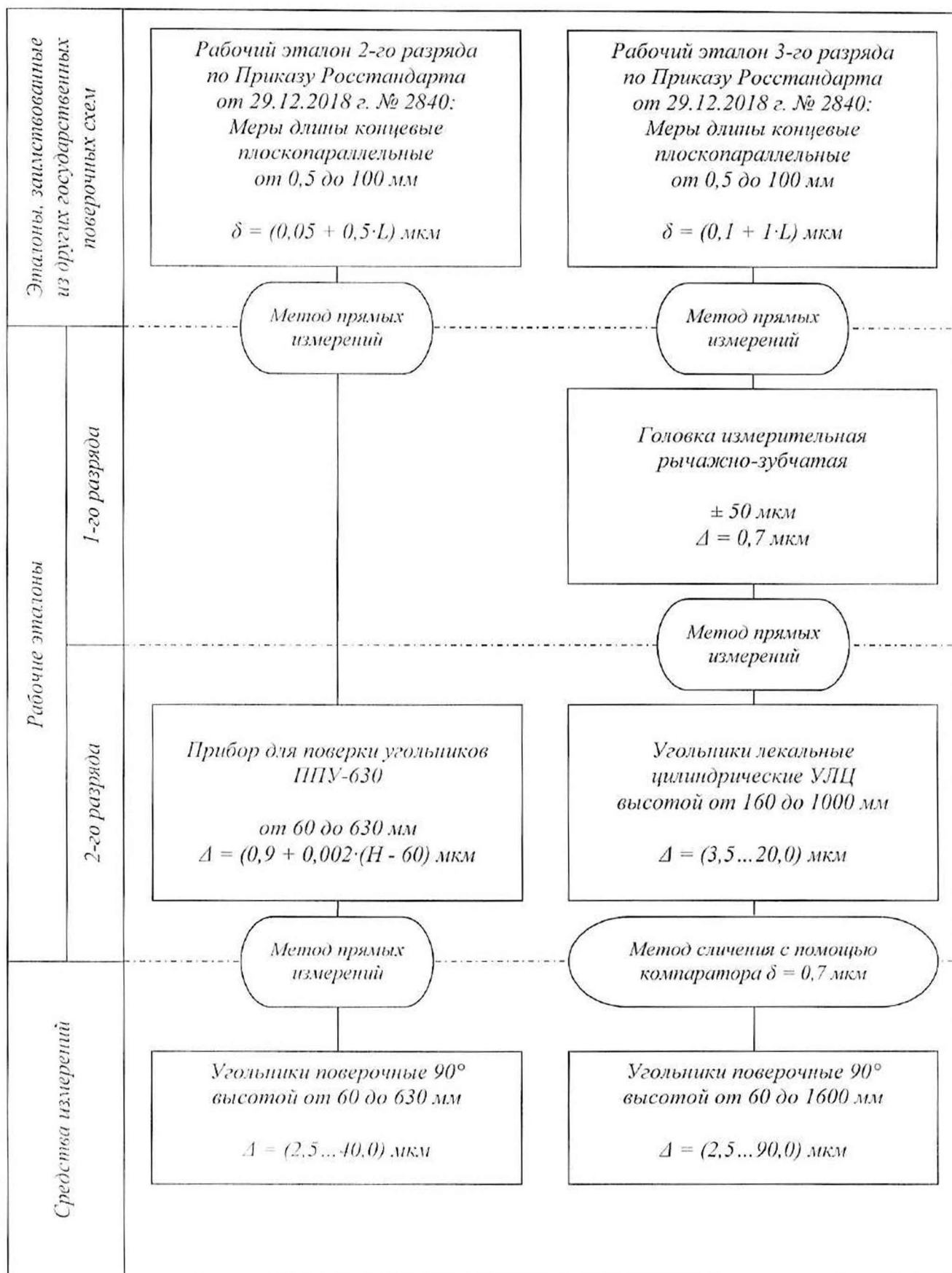
Модификация	H, мм	Параметры шероховатости Ra на базовой длине 0,25 мм*, мкм, не более					
		измерительных <i>Б</i> и <i>В</i>			опорных <i>Г</i> и <i>Ж</i>		
		класс точности					
		0	1	2	0	1	2
УЛП	60	0,04	—	—	0,08	—	—
	100	0,04	—	—	0,08	—	—
	160	0,04	—	—	0,08	—	—
	250	0,04	—	—	0,08	—	—
УП	60	—	0,08	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	0,16	0,32	0,63	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
УЛП	0,63
УП	0,63
УШ	1,25

Приложение Б
(обязательное)
Структура локальной поверочной схемы



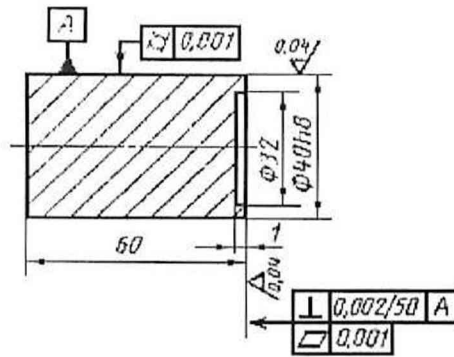
Приложение В
(обязательное)

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

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

Угольник			Средства поверки для поверхностей	
Модификация	Класс точности	Высота, мм	измерительных	опорных
УЛП	0	60 100 160 250	—	Пластина плоская стеклянная 2 класса ПИ60 (рег. № 197-70): Ø60 мм; класс точности 2
УП	1	60 100	Пластина плоская стеклянная 2 класса ПИ60 (рег. № 197-70): Ø60 мм; класс точности 2	Линейки поверочные лекальные ЛД (рег. № 3461-73): класс точности 0
		160 250 400	Меры длины концевые плоскопараллельные (рег. № 17726-98): класс точности 2; пластина плоская стеклянная 2 класса ПИ60 (рег. № 197-70): Ø60 мм; класс точности 2	
	2	60 100 160 250 400	Линейки поверочные лекальные ЛД (рег. № 3461-73): класс точности 0; меры длины концевые плоскопараллельные (рег. № 17726-98): класс точности 2; пластина плоская стеклянная 2 класса ПИ60 (рег. № 197-70): Ø60 мм; класс точности 2	
УШ	0	60 100 160 250 400	Пластина плоская стеклянная 2 класса ПИ60 (рег. № 197-70): Ø60 мм; класс точности 2	Линейки поверочные лекальные ЛД (рег. № 3461-73): класс точности 0
		630	Головка измерительная рычажно-зубчатая ИИГ (рег. № 2681-70): диапазон измерений ± 0,10 мм; пределы допускаемой абсолютной погрешности не более ± 1,2 мкм; линейки поверочные с широкой рабочей поверхностью, мостики ШМ-ТК (рег. № 12366-05): длина не менее 630 мм; класс точности 0; стойка и опорные призмы (см. рисунок 9.1)	
	1 2	60 100 160 250 400	Линейки поверочные лекальные ЛД (рег. № 3461-73): класс точности 0; меры длины концевые плоскопараллельные (рег. № 17726-98): класс точности 2; пластина плоская стеклянная 2 класса ПИ60 (рег. № 197-70): Ø60 мм; класс точности 2	
630 1000 1600		Головка измерительная рычажно-зубчатая ИИГ (рег. № 2681-70): диапазон измерений ± 0,10 мм; пределы допускаемой абсолютной погрешности не более ± 1,2 мкм; мостики ШМ-ТК (рег. № 12366-05): длина не менее 630 мм; класс точности 0; стойка и опорные призмы (см. рисунок 9.1)		

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.

В н и м а н и е :

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 «Еnt».

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 отчетном устройстве показаний при измерении слева и справа в микрометрах согласно формуле:

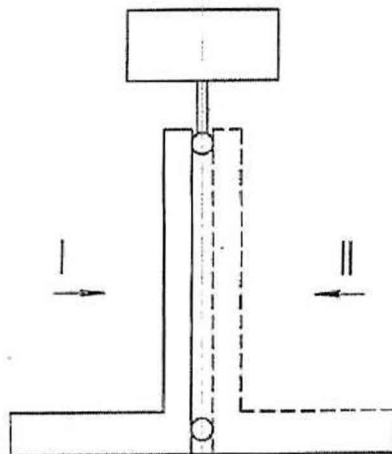
$$\delta_i = \frac{X_1 - X_2}{2}, \quad (\text{Д.1})$$

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.

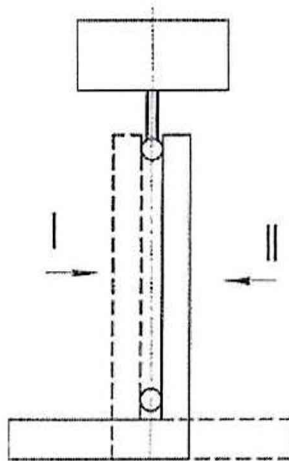
Д.3 Определение отклонения от перпендикулярности внутренней измерительной поверхности к опорной поверхности угольника

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:

$$\delta_v = \delta_{v1} + \frac{H}{l} \cdot \Delta, \quad (\text{Д.3.})$$

где H – высота угольника, мм;

δ_{v1} – 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).