

РЕГУЛИРУЕМЫЙ УГОЛЬНИК-КВАДРАНТ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

С. Н. Соловьев, канд. техн. наук, проф. ;
В. А. Мозлюк, доц., канд. техн. наук ;
В. Н. Гушин, преп. ;
Ю. В. Афанасьева, студентка

Национальный университет кораблестроения, г. Николаев

Аннотация. Представлен анализ технических условий двух видов образцовых мер с рабочим углом 90° — угольников и плоских угольников-квадрантов, предназначенных для контроля перпендикулярности, а также выполнения их метрологической аттестации.

Ключевые слова: угольник, угольник-квадрант, метрологическая аттестация, регулируемый угольник-квадрант, отклонение от перпендикулярности.

Анотація. Наведено аналіз технічних умов двох видів зразкових мір з робочим кутом 90° — косинців та плоских косинців-квадрантів, призначених для контролю перпендикулярності, а також виконання їх метрологічної атестації.

Ключові слова: косинець, косинець-квадрант, метрологічна атестація, регульований косинець-квадрант, відхилення від перпендикулярності.

Abstract. The analysis of specifications of two kinds of exemplary measures with a working corner 90° — squares and the flat squares-quadrants intended for control of perpendicularity, and performance of metrological certification is presented.

Keywords: square, square-quadrant, metrological certification, an adjustable square-quadrant, deviation from perpendicularity.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Для проверки технологической точности металлорежущих станков на перпендикулярность применяются поверочные плоские угольники рамной конструкции (угольники-квадранты), которые имеют четыре жестко соединенные между собой стороны, расположенные под углом 90° . Каждая из сторон может быть опорной или рабочей в зависимости от схемы измерений [3]. Для контроля высокоточных станков требуются жесткие допуски

к рабочим поверхностям угольников-квадрантов по твердости, шероховатости, плоскостности, параллельности противоположных и перпендикулярности рабочих поверхностей смежных сторон. Одновременное их обеспечение при значительных габаритах угольников-квадрантов приводит к необходимости выполнения большого объема слесарно-доводочных работ и следовательно к высокой стоимости изготовления.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ — на основе анализа технических условий разработать

конструкцію угольника-квадранта, забезпечуючу технологічність її виготовлення і високу точність при метрологічній атестації.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Эталонными мерами для контроля перпендикулярности служат поверочные угольники, выпускаемые шести типов [1], одним из которых является угольник лекальный цилиндрический (УЛЦ). Его часто заменяют плоским угольником-квадрантом [2].

Эти угольники выпускаются классов точности 0 и 1, а технические условия на них регламентированы стандартом [1]. Размеры УЛЦ должны соответствовать значениям, приведенным ниже.

Поверхности Г являются опорными, поверхность Б — измерительной (рис. 1).

<i>H</i>	160	250	400	630
<i>D</i>	80	100	125	160

Угольники типа УЛЦ изготавливаются из сталей марок X, 9X по ГОСТ 5950–73, ШХ15 по ГОСТ 801–78 или У8А по ГОСТ 1435–74 и должны иметь твердость не ниже $HV = 655 \text{ кг/мм}^2$ с колебанием твердости для одной поверхности не более 55 кг/мм^2 . Для измерительной поверхности Б значение шероховатости не должно превышать по параметру $Ra = 0,08 \text{ мкм}$, а для опорных Г — $0,16 \text{ мкм}$. Допуски на перпендикулярность измерительной поверхности Б

к опорным Г, плоскостность измерительной поверхности Б, прямолинейность измерительной поверхности Б на длине *H* и плоскостность опорных поверхностей Г не должны превышать значений, указанных в таблице.

В отличие от поверочных угольников, параметры угольников-квадрантов не стандартизованы, а их размеры и допуски на перпендикулярность определяются требованиями, которые приводятся в инструкции по эксплуатации конкретной модели станка. На основе данных производственного опыта размеры угольников-квадрантов могут составлять 250×300 ; 400×500 ; $400 \times 600 \text{ мм}$. Они изготавливаются из чугуна СЧ15 с закалкой ТВЧ рабочих поверхностей до HRC 40...50 или из стали 20, рабочие поверхности при этом цементируются на глубину $h = 0,5 \dots 0,8 \text{ мм}$ и термообрабатываются до $HRC \geq 56$. Шероховатость рабочих поверхностей составляет $Ra = 0,32 \dots 0,63 \text{ мкм}$. Отклонение от плоскостности рабочих поверхностей противоположных сторон и перпендикулярности смежных устанавливается не более $2 \dots 5 \text{ мкм}$ (рис. 2).

Угольники-квадранты по сравнению с угольниками типа УЛЦ отличаются применением менее дефицитных материалов, большими габаритами, меньшей твердостью и более грубой шероховатостью рабочих поверхностей. Допуски на плоскостность и прямолинейность у них приблизительно

Таблица

H, мм	Допуск, мкм					
	перпендикулярности измерительной поверхности Б к опорным Г		прямолинейности измерительных поверхностей Б		плоскостности опорных поверхностей Г	
	Класс точности					
	0	1	0	1	0	1
160	3,5	7,0	1,5	3,0	1,5	2,5
250	4,5	9,0	1,5	3,0	2,0	4,0
400	6,0	12,0	2,5	5,0	2,0	4,0
630	8,0	16,0	3,0	5,0	2,0	4,0

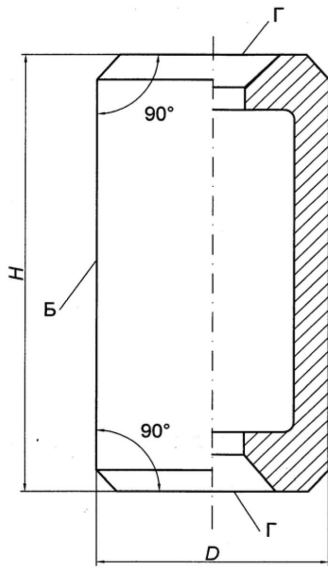


Рис. 1. Угольник типа УЛЦ

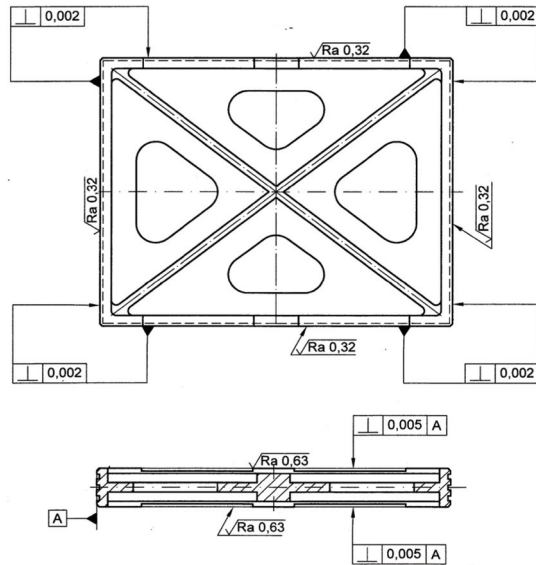


Рис. 2. Рамный угольник-квадрант

одинаковые, а допуски на перпендикулярность угольника-квадранта не зависят от длины стороны и имеют меньшие значения.

Для эталонов угла допустимые отклонения от перпендикулярности δ измерительных поверхностей к опорным определяются по формуле [2]:

$$\delta = \pm k \left(\frac{H}{100} + 2 \right), \text{ мкм,}$$

где H — высота угольника, мм; k — коэффициент, значение которого для класса точности 0 равняется 1.

Значения δ , вычисленные по данной формуле, например, для класса точности 0 размеров $H = 250; 300; 400; 500; 600$ мм будут равны соответственно 4,5; 5; 6; 7 и 8 мкм. Следовательно, значения допусков на перпендикулярность рабочих поверхностей смежных сторон угольников-квадрантов по сравнению с УЛЦ являются завышенными (см. рис. 2), например на длине 600 мм в 4 раза (8 мкм вместо 2 мкм).

Метрологическую аттестацию образцовых угольников УЛЦ так же, как

и угольников-квадрантов, выполняют на приспособлении, представленном на рис. 3 [2]. Для этого угольник или угольник-квадрант 1 устанавливают на плите 2 и прижимают к упору 3. Наконечник измерительного устройства 4 должен касаться измерительной поверхности угольника на расстоянии 2...3 мм от верхнего края. Прижимая угольник к упору последовательно углами $\alpha, \beta, \gamma, \phi$, производят отсчеты $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ и α_4 . Произвольная установка наконечника по первому углу требует учета смещения настройки, которое является неизвестной случайной величиной c . Каждый отсчет рассматривается как алгебраическая сумма отклонений угла Δ_i и c .

Таким образом, $\alpha_1 = \Delta_1 + c; \alpha_2 = \Delta_2 + c; \alpha_3 = \Delta_3 + c; \alpha_4 = \Delta_4 + c$.

Суммируя эти неравенства, получают $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4 + 4c$.

Так как сумма отклонений четырех углов четырехугольника равна 0, то

$$\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4 = 0,$$

а $c = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4} = \frac{1}{4} \sum a_i$, поэтому

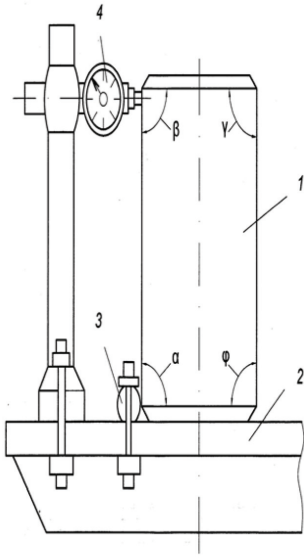


Рис. 3. Схема аттестации угольника типа УЛЦ

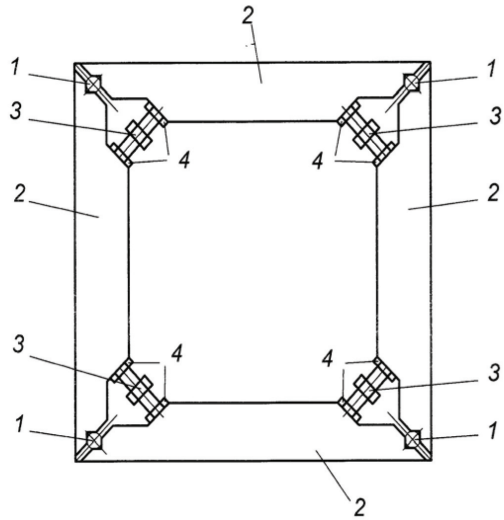


Рис. 4. Регулируемый угольник-квадрант

первые четыре равенства представляют в виде $\Delta_1 = \alpha_1 - \frac{1}{4} \sum a_i$; $\Delta_2 = \alpha_2 - \frac{1}{4} \sum a_i$; $\Delta_3 = \alpha_3 - \frac{1}{4} \sum a_i$; $\Delta_4 = \alpha_4 - \frac{1}{4} \sum a_i$.

Угольник годен, если ни одно из значений Δ_i не превышает допуска на перпендикулярность δ .

Метод и средства измерения при контроле точности станков являются традиционными. Метод основывается на сравнении значений измеряемых углов со значением жесткой образцовой меры (угольника-квадранта), но его реализация связана с большими технологическими трудностями изготовления самого угольника-квадранта.

Снижение трудоемкости изготовления угольника-квадранта может быть достигнуто путем изменения его конструкции, которая упростит технологию изготовления. Для этого он должен стать регулируемым (рис. 4) за счет установки в каждом из четырех углов нежестких соединений, например цилиндрических шарниров 1, а для соединения, регулировки, изменения углового положения

и фиксации смежных сторон 2 можно применить регуляторы 3 и фиксаторы 4, например в виде резьбовых соединений. В этом случае каждая из рабочих поверхностей четырех сторон может быть достаточно технологически просто изготовлена с достижением необходимых параметров твердости, шероховатости, прямолинейности и плоскостности.

Обеспечение же необходимого допуска на перпендикулярность будет достигнуто не при изготовлении, а при регулировке во время первичной метрологической аттестации и во время последующих калибровок. При этом точность установки угла в 90° будет определяться точностью измерительного средства, и чем точнее оно будет, тем с большей точностью может быть откалиброван регулируемый угольник-квадрант.

ВЫВОДЫ

Анализ технических условий угольников-квадрантов и угольников показал, что допуски на перпендикулярность рабочих поверхностей смежных сторон угольников-квадрантов являются

завышенными и должны увеличиваться с увеличением длины стороны; достижение заданной точности рабочих поверхностей является сложной технологической задачей, которая может быть значительно

упрощена применением регулируемой конструкции угольника-квадранта, что делает его более технологичным, т. к. точность угла в 90° достигается не при изготовлении, а при аттестации в процессе регулировки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] ГОСТ 22267–76. Станки металлорежущие. Схемы и способы измерений геометрических параметров [Текст]. — Введ. 1983–01–01. — М. : Изд-во стандартов, 1988. — 142 с.
- [2] ГОСТ 3749–83. Угольники поверочные 90° . Технические условия [Текст]. — Введ. 1984–01–01. — М. : Изд-во стандартов, 1983. — 10 с.
- [3] **Городецкий, Ю. Г.** Конструкции, расчет и эксплуатация измерительных инструментов и приборов [Текст] / Ю. Г. Городецкий. — М. : Машиностроение, 1971. — 376 с.