

УДК 621. 9. 08

Мозолюк В. О., Гущин В. М., Гущина А. Н., Головченко В. В.

**РОЗРОБКА ЕТАЛОНА ШОРСТКОСТІ ПО ПАРАМЕТРУ  $R_a$   
ДЛЯ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ**

Шорсткість поверхні деталей машин має істотний вплив на взаємозамінність і якість деталей машин [1]. На основі теоретичних і експериментальних досліджень [2] встановлено зв'язок між призначенням деталей машин і якістю їх робочих поверхонь, а також описано взаємозв'язок параметрів якості поверхні з умовами механічної обробки.

Технологічне забезпечення параметрів якості поверхонь, однією із яких є шорсткість по параметру  $R_a$ , знаходиться у роботі [3]. Кількісний контроль шорсткості контактним методом здійснюється щуповими приладами (профілографами – профілометрами) [1].

Калібровку (атестацію) профілометрів виконують еталонами шорсткості типу Д (рис. 1), який має форму паралелепіпеду, на одній із поверхонь якого нанесені ділянки нерівності з відповідними значеннями шорсткості по параметру  $R_a$ , та схема, що визначає послідовність, довжину та кількість вимірів [4].

Його недоліком є складність виготовлення, малий термін служби та незручність користування.

Термін виконання замовлення по виготовленні еталона на спеціалізованому виробництві складає 3–5 місяців, а вартість досягає 20 000 гривень. Забезпечення управління якістю поверхонь деталей по параметру шорсткості  $R_a$ , при обробці на металоріжучих станках, вимагає великої кількості еталонів шорсткості для калібровки профілометра у вузькому діапазоні вимірів.

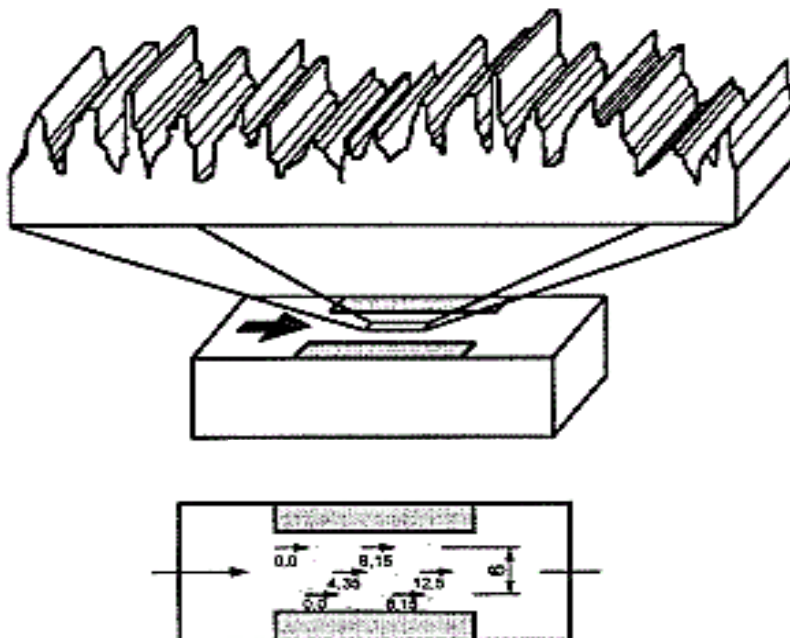


Рис. 1. Еталон шорсткості тип Д (розміри в міліметрах)

В наведеній літературі та інших джерелах відсутня інформація по оптимізації контролю шорсткості поверхонь деталей, при їх виготовленні, для досягнення заданої якості.

Метою роботи є удосконалення метрологічної підготовки вимірів шорсткості по параметру  $Ra$  за рахунок використання в якості еталона шорсткості, зношену плоскопаралельну кінцеву міру довжини (ППКМД), на одній із поверхонь якої нанесені нерівності із визначеними значеннями по параметру  $Ra$ , на всій поверхні, а значення шорсткості знаходяться в інтервалі, у якому розташовані значення шорсткості на поверхні деталі, яка вимірюється.

ППКМД широко використовуються у високотехнологічному машинобудуванні для технологічних і метрологічних цілей, але термін їх експлуатації складає всього 2–4 роки. ППКМД виготовляють із дефіцитних хромованих сталей (ХГ, ШХ15, Х), які мають твердість поверхні HRC 62 та стабільність лінійних розмірів [5]. Застосування зношених ППКМД в якості еталонів шорсткості дає можливість їх безмежного використання. Виконання калібрівки контактної приладу ошупуванням суцільної поверхні, більш зручно у порівнянні з окремими ділянками. Тому еталон шорсткості, що пропонується, є більш технологічним, як при виготовленні, так і при використанні. Рельєф нерівностей, виготовлений на робочій поверхні 1 (рис. 2), запропонованого еталону, шириною  $B$  у продовж всієї довжини  $L$  спрощує її нанесення механічною обробкою, з витримкою визначених значень шорсткості по параметру  $Ra$ , в порівнянні з нанесенням рельєфу у вигляді окремих ділянок. Крім того, рельєф поверхні може бути нанесений у вузькому діапазоні по параметру  $Ra$  на еталоні шорсткості, що забезпечує калібрівку в вузькому діапазоні приладу та підвищує точність вимірів при контролі.

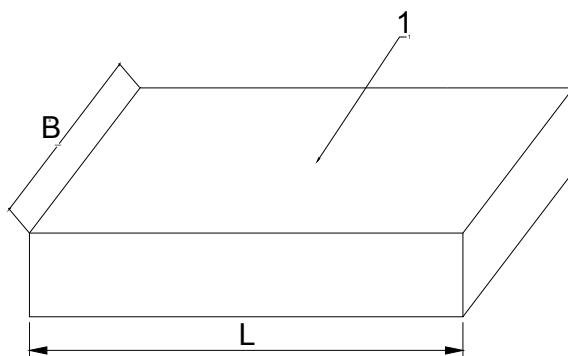


Рис. 2. Еталон шорсткості для калібрівки шупових приладів:

1 – еталонна (робоча) поверхня;  $B$  – ширина еталону;  $L$  – довжина еталону

Таким чином технологічність виготовлення та калібрівки еталонів шорсткості із зношених ППКМД значно знижують їх вартість, а калібрівка контактної приладу, запропонованим еталонем шорсткості, підвищує достовірність вимірів шорсткості поверхні деталі, що контролюється.

Для підтвердження можливості працездатності запропонованого еталону шорсткості при виконанні технологічного контролю поверхонь деталей, була виготовлена дослідницька партія з чотирьох еталонів шорсткості із ППКМД, які були атестовані за допомогою профілометра (робочого еталона 1-го розряду). На підставі [6] вони були визначені робочими еталонами 2-го розряду з дійсними номінальними значеннями параметра  $Ra$  ном, рівними відповідно 0,02; 0,05; 0,5 та 1,17 мкм. При цьому, вартість одного еталону шорсткості із ППКМД з урахуванням накладних витрат і його атестації в Держстандарті не більше 5000 грн, а час його виготовлення складає 2–3 дні.

З допомогою еталонів шорсткості із ППКМД була виконана калібрівка профілографа-профілометра моделі 252 заводу «Калібр». Калібрівка полягала у визначенні відхилень параметрів шорсткості від дійсного значення. Запропоновані еталони шорсткості встановлювалися на профілографі-профілометрі таким чином, щоб перетворювач приладу переміщувався у напрямку, який має найбільші значення висотних параметрів, тобто перпендикулярно слідам обробки. Вимірювання параметра  $Ra$  виконувалося на 12 ділянках і представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Значення параметрів  $Ra_i$ , які отримані в процесі калібровки

$R_{аном}$ , Мкм	Номер ділянки заміру											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Значення параметра $Ra_i$ ,											
0,02	0,026	0,025	0,027	0,023	0,018	0,019	0,020	0,025	0,019	0,024	0,029	0,022
0,05	0,059	0,058	0,063	0,057	0,045	0,060	0,046	0,060	0,059	0,051	0,061	0,050
0,50	0,585	0,615	0,483	0,547	0,655	0,594	0,581	0,532	0,582	0,577	0,591	0,501
1,17	1,55	1,36	1,47	1,15	1,42	1,66	1,12	1,66	1,59	1,15	1,64	1,18

Визначення метрологічних характеристик профілографа – профілометра моделі 252 здійснювалося шляхом розрахунку: середньоарифметичного значення  $\overline{Ra}$ ; відхилення середньоарифметичного значення  $\overline{Ra}$  від номінального  $R_{аном}$ ,  $\delta$ , в процентах та середньоарифметичного відхилення  $S$  параметру  $Ra_i$ , в процентах, по формулам [7]:

$$\overline{Ra} = \frac{\sum_{i=1}^{12} Ra_i}{N}; \quad (1)$$

$$\delta = \frac{\overline{Ra} - R_{аном}}{R_{аном}} \times 100; \quad (2)$$

$$S = \frac{1}{\overline{Ra}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{12} Ra_i^2 - N\overline{Ra}^2}{N-1}} \times 100, \quad (3)$$

де  $Ra_i$  – значення параметру  $Ra$ , визначене на даній ділянці заміру;

$N$  – число ділянок заміру;

$R_{аном}$  – номінальне значення еталону.

Розрахунки по формулам (1), (2), (3) зведені в табл. 2.

Таблиця 2

Метрологічні характеристики профілографа-профілометра 252

Метрологічні характеристики	$R_{аном}$ , мкм	$\overline{Ra}$ , мкм	$\delta$ , %	$S$ , %
Значення метрологічних характеристик профілографа-профілометра моделі 252	0,02	0,023	15,4	15,70
	0,05	0,0558	11,50	4,67
	0,50	0,5703	14,08	8,24
	1,17	1,4117	20,66	15,29

У відповідності до Державної повірочної схеми для робочих засобів вимірювання (профілографів-профілометрів) при параметрах шорсткості  $Ra$ ,  $R_{max}$ ,  $Rz$  в діапазоні від 0,025 мкм до 500 мкм, з використанням методу прямого вимірювання, значення границі допустимих відносних похибок  $\delta = 10 - 25\%$  [6].

При виконанні калібровки профілографа – профілометра 252 значення  $\delta$  знаходиться в границі, яка відповідає цим вимогам.

У випадку лінійної залежності  $\delta$  від  $Ra$  профілографа-профілометра моделі 252 заводу «Калібр», в діапазоні його вимірів (від 0,02 до 2,5 мкм), для виконання калібровки, було б достатньо двох еталонів, наприклад, зі значенням  $R_{аном} = 0,02$  мкм та  $R_{аном} = 1,17$  мкм, а сама залежність мала б вигляд рівняння прямої:  $\delta = aRa + b$  (рис. 3).

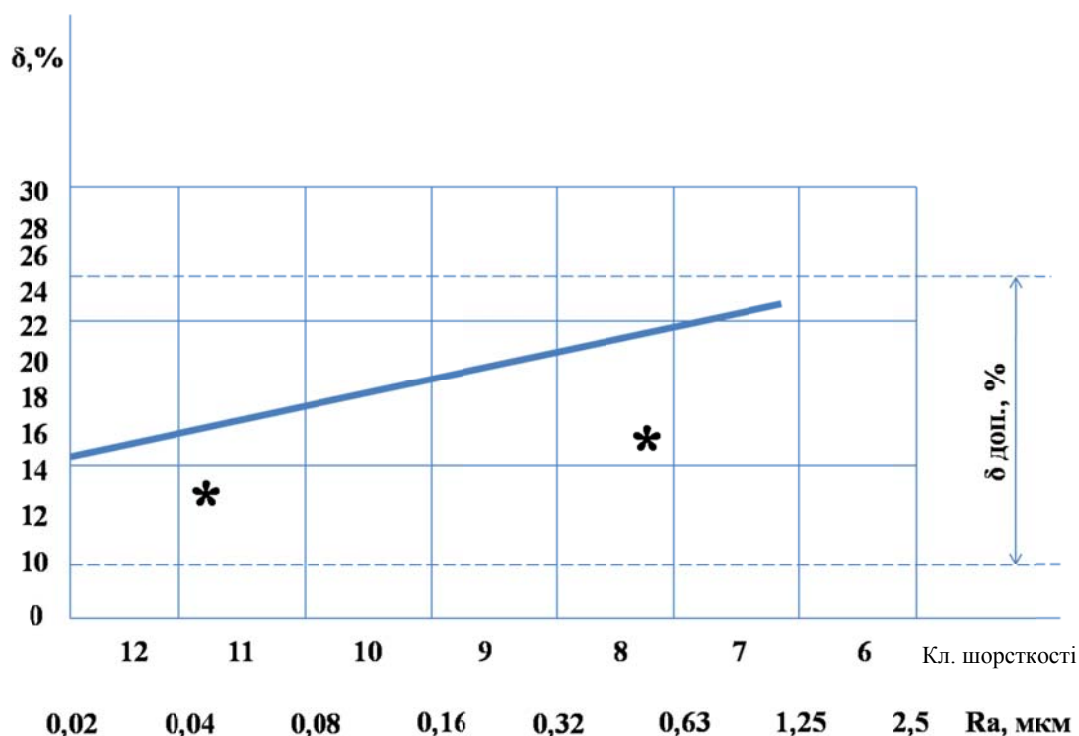


Рис. 3. Залежність відносної помилки  $\delta$ , % від  $Ra_i$

В дійсності, внаслідок неоднорідності еталону, варіації вимірювальної процедури та відтворюваності вимірів профілометра, значення  $\delta$  для  $Ra_{ном} = 0,05$  мкм і  $Ra_{ном} = 0,5$  мкм не підтверджують лінійності залежності. Тому, атестація профілографа-профілометра еталонами із ППКМД повинна проводитися у вузькому діапазоні значень  $Ra$ , які були встановлені на стадії технологічної підготовки виробництва.

## ВИСНОВКИ

Використання еталонів шорсткості з зношених плоскопаралельних кінцевих мір довжини для калібровки контактних профілометрів (робочих засобів вимірювання) для технологічних цілей можливо та, в порівнянні з існуючими, забезпечує підвищення технологічності і зручності виготовлення та калібровки, вірогідності калібровки і зменшення вартості виготовлення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения* / А. И. Якушев и др. – М. : Машиностроение, 1986. – 352 с.
2. Суслов А. Г. *Качество поверхностного слоя деталей машин* / А. Г. Суслов. – М. : Машиностроение, 2000. – 320 с.
3. Суслов А. Г. *Научные основы технологии машиностроения* / А. Г. Суслов, А. М. Дальський. – М. : Машиностроение, 2002. – 684 с.
4. ГОСТ Р 8.651-2009. *Приборы контактные (щуповые) для измерений шероховатости поверхности. Методика калибровки*. – М. : Стандартинформ, 2009. – 20 с.
5. ДСТУ 9038 : 2009. *Меры длины концевые плоскопаралельные. Технические условия*. – К. : Держстандарт України, 2009. – 14 с.
6. ДСТУ 5017 : 2008. *Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювання параметрів шорсткості  $Ra$ ,  $R_{max}$ ,  $Rz$  в діапазоні 0,025-1600 мкм*. – К. : Держстандарт України, 2009. – 16 с.
7. *Методические указания. ГСИ. Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Методика проверки*. МИ 1850-88. – М. : ГОСКОМ по стандартам, 1988. – 24 с.

Стаття надійшла до редакції 11.10.2012 р.