

УДК 621.91.001.1

<sup>1</sup>П.Д. Кривий, канд. техн. наук, доц., <sup>1</sup>В.О. Дзюра, канд. техн. наук, доц.,  
<sup>1</sup>В.В. Крупа, <sup>2</sup>Н.М. Тимошенко, канд. фіз.-мат. наук, доц., <sup>1</sup>Т.С. Дубиняк

<sup>1</sup>Тернопільський національний технічний університет ім І. Пулюя, Україна

<sup>2</sup>Національний університет "Львівська політехніка", Україна

## **ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОДАЧІ НА ШОРСТКІСТЬ ПОВЕРХНІ ОБРОБЛЕНОЇ РІЗАННЯМ**

**P.D. Kryvyi, Ph.D., Assoc. Prof., V.O. Dzyura, Ph.D., Assoc. Prof., V.V. Krupa, N.M.  
Tymoshenko, Ph.D., Assoc. Prof., T.S. Dybunyak**

### **DEFINING THE INFLUENCE OF BRINGING ON SURFACE ROUGHNESS WORKED BY CUTTING**

Проаналізовано результати існуючих теоретичних і експериментальних існуючих досліджень формування шорсткості і її оцінки, а також вплив подачі на параметри шорсткості: середнє арифметичне відхилення профілю  $R_a$  і висоту нерівностей профілю за десятима точками  $R_z$  [1-9].

В результаті аналізу отриманих експериментальних даних [1-3] встановлено закономірності впливу подачі  $S$  на параметри  $R_a$  і  $R_z$ , які подано як сталі величини.

Показано, що отримані результати характеру зміни функцій  $R_a = f(S)$  і  $R_z = \psi(S)$  в [1-3] суперечать результатам отриманих в [5, 7, 8]. Окрім цього в аналізованих експериментальних даних [1-3, 5, 7, 8], а також в цілому ряді емпіричних залежностей поданих в [3, 10, 11, 12 та ін.], подача подається як стала величина, хоча в дійсності значення подачі на металорізальних верстатах як величини переміщення інструмента відносно заготовки за певну одиницю часу є величинами випадковими з нормальним законом розподілу [13, 14]. Тому врахування стохастичності подачі при дослідженні її впливу на параметри  $R_a$  і  $R_z$  є актуальною задачею.

Суть запропонованого підходу при дослідженні впливу  $S$  на параметри  $R_a$  і  $R_z$ , пояснюється на прикладі точіння.

Здійснюють точіння при постійних значеннях елементів режиму різання (глибини різання  $t$ , швидкості різання  $V$  і постійних геометричних і конструктивних параметрах різця передньому куту  $\gamma$ , головному задньому куту  $\alpha$ , кутах в плані  $\phi$  і  $\phi'$ , куту нахилу головної різальної кромки  $\lambda=0$  та радіусі при вершині різця  $r=\text{const}$ ), але при різних значеннях подач  $S_i = \text{var}$  за закономірністю  $S_1, S_2 = S_1 \cdot \phi, S_3 = S_1 \cdot \phi^2 \dots S_{q-1} \cdot S_1 \cdot \phi^{q-2}, S_q = S_1 \cdot \phi^{q-1}$ , тут  $S_1$  – перше мінімальне значення подачі із ряду паспортних значень подач;  $\phi$  – знаменник ряду геометричної прогресії подач;  $q$  – член геометричної прогресії при якому  $S_q = S_{\text{max}}$  ще забезпечується чистова обробка. На кожній із отриманих поверхонь при певних  $S_k$  ( $k=1, q$ ) встановлюють рівномірно розміщені по колу траси в кількості  $n=6-10$ . З отриманих при певних значеннях подач поверхонь, використавши профілограф знімають профілограми і по них визначають значення параметрів  $R_a$  або  $R_z$ . При використанні профілометрів або спеціальних оптичних мікроскопів отримують значення  $R_a$ . Величини  $R_a$  і  $R_z$  подають як випадкові.

Таким чином формують вибірки з  $R_{as_q}$  або  $R_{zs_q}$  обсягом  $n$  елементів. Використавши теорію малих вибірок, зокрема метод ітерацій, знаходять математичні сподівання  $M(R_{as_q}), M(R_{zs_q})$ , які приблизно дорівнюють середнім значенням  $\bar{R}_{as_q}, \bar{R}_{zs_q}$  та дисперсії  $D(R_{as_q})$  і  $D(R_{zs_q})$  випадкових величин  $R_{as_q}$  і  $R_{zs_q}$  відповідно.

За критеріями Стюдента  $t_k$  і Фішера  $F$  визначають істотну відмінність між математичними сподіваннями, наприклад між  $M(R_{as_1})$  і  $M(R_{as_2})$ ;  $M(R_{as_1})$  і  $M(R_{as_3})$ ;  $M(R_{as_1})$  і  $M(R_{as_{q-1}})$ ;  $M(R_{as_1})$  і  $M(R_{as_q})$  та дисперсіями вказаних величин  $D(R_{as_1})$  і  $D(R_{as_2})$ ;  $D(R_{as_1})$  і  $D(R_{as_3})$ ;  $D(R_{as_1})$  і  $D(R_{as_{q-1}})$ ;  $D(R_{as_1})$  і  $D(R_{as_q})$ .

За отриманими значеннями  $t_k$  і  $F$  встановлюють вплив  $S$  на  $R_{as_q}$  або  $R_{zs_q}$ .

Запропонований підхід дослідження впливу  $S$  на  $R_{as_q}$  або  $R_{zs_q}$  апробований у 2014 році у лабораторії теорії різання металів ТНТУ ім. І. Пулюя. Оброблюваний матеріал – сталь 45 в стані поставки. Різець прохідний упорний з геометричними параметрами  $\varphi=90^\circ$  і  $\varphi'=15^\circ$ ,  $\gamma=\lambda=0^\circ$ ,  $\alpha=10^\circ$ . Радіус при вершині різця  $r=0,2$  мм. Режими обробки: глибина різання  $t=0,5$  мм,  $V=96$  м/хв.

Результати експериментальних даних подані в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати експериментальних даних визначення впливу подачі на параметри шорсткості при точінні

Значення, $S$ мм/об $q=1-10$		$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_7$	$S_8$	$S_9$	$S_{10}$
Значення параметра $R_a$ , мкм											
№ траси	1	3,97	4,12	3,17	3,93	3,17	4,01	3,72	5,41	4,77	6,51
	2	4,21	3,99	3,68	3,57	3,11	3,49	3,02	4,23	5,45	5,87
	3	4,86	4,51	4,29	4,40	3,24	4,54	3,5	6,53	4,76	6,05
	4	4,22	4,01	3,76	3,65	3,65	3,35	3,75	5,21	5,57	5,82
	5	4,27	4,40	3,55	3,67	3,11	3,97	3,20	6,49	6,76	6,16
	6	4,04	4,02	3,53	3,58	3,55	4,62	3,46	5,14	5,78	6,09
Вибіркові значення характеристик розсіювання											
$M(R_{as_q})$		4,26	4,17	3,66	3,80	3,30	3,99	3,44	5,50	5,51	6,08
$D(R_{as_q})$		0,037	0,028	0,052	0,038	0,031	0,140	0,100	0,340	0,240	0,02
Відмінність по	$M(R_{as_q})$		–	+	+	+	–	+	+	+	+
	$D(R_{as_q})$		–	–	–	–	–	–	+	+	+
істотна відмінність + неістотна відмінність –											

В результаті обробки отриманих експериментальних даних і їх аналізу встановлено, що в діапазоні подач  $S$  (0,05-0,15)  $R_a$  спадає порівняно з  $R_{as_1}$ , а в подальшому зростає, що узгоджується з результатами досліджень поданими в [5,7,8].

На основі отриманих значень критеріїв  $F$  і  $t_k$  можна стверджувати, що збільшення подачі до 0,15 мм/об істотно не впливає на  $\bar{R}_a$  та  $D(R_a)$  і тому можна рекомендувати здійснювати обробку на подачі  $S_7=0,15$  мм/об. В цьому випадку основний час при постійній частоті обертання шпинделя зменшиться у 3 рази, що дасть значний економічний ефект.

#### **Література**

1. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов / Бобров В.Ф. – М.: Машиностроение, 1975. – с.137, рис. 98.
2. Резание металлов / [Грановський Г.И., Грудов П.П., Кривоухов В.А. и др.]; под. ред. В.А. Кривоухова. – М.: Машгиз., 1954. – с.250, рис. 233.
3. Рыжов Э.В. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин / Рыжов Э.В., Суслов А.Г., Федоров В.П. – М.: Машиностроение, 1979. – с.72, рис. 30.
4. Филоненко С.Н. Резание металлов. – К.: Техника, 1975. – 232 с.
5. Маталин А.А. Технологические методы повышения долговечности деталей машин. – К.: Техника, 1971. – 144с.
6. Армарего И.Дж., Браун Р.Х. Обработка металлов резанием. Пер. С. англ. В.А. Пастунова / И. Дж. Армарего. – М.: Машиностроение, 1977. – 325с.
7. Preger. Vorschläge für die Ermittlung der Schleigleistung und für eine ergänzende Kennzeichnung der Schleidscheiben. – “Werstatt und Betriab”, 97, 1964. №9.
8. Brammertz P.H. Die Eutstehung der Oberdlächen rauheit beim Feindrehen.– “Industrie-Anzeigser”, 1961, 83, №2.
9. Лукьянов В.С. Параметры шероховатости поверхности / Лукьянов В.С., Рудхит Я.А. – 1979. – 162 с.
10. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х т. Т.1/ Под. ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд. переработ. и доп. – М.: Машиностроение, 1985.
11. Харлампиев И.С. Обкатывающие протягивание зубов зубчатых колес / Харлампиев И.С. – М.: Машиностроение, 1981. – 211с.
12. Кобельник В.Р. Методика дослідження кінематичної точності механізму подач вертикально-свердильних верстатів на прикладі верстата моделі 2Н118/ В.Р. Кобельник, П.Д. Кривий. Процеси механічної обробки в машинобудуванні: зб. Наук. Праць. – Житомир, 2010. – Вип. 8. –с.99-108.