



ЙМОВІРНІСНИЙ МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ПОДАЧІ НА ШОРСТКІСТЬ ПОВЕРХНІ, ОТРИМАНОЇ В ПРОЦЕСІ РІЗАННЯ ПЛАСТИЧНИХ СПЛАВІВ

¹Грицай І.Є., *д.т.н., професор*, ²Кривий П.Д., *к.т.н., професор*,
²Дзюра В.О., *к.т.н., доцент*, ¹Яцюк В.А. *к.т.н., доцент*
¹Національний університет «Львівська політехніка»
²Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя

Проаналізовані методи визначення впливу подачі s на параметр шорсткості поверхні отриманої в процесі різання, а саме: на середнє арифметичне відхилення профілю R_a ; та на висоту нерівностей профілю за десятьма точками R_z [1, 5-7]. В результаті аналізу виявлено ряд недоліків, суть яких висвітлена у нижчеподаному. Вплив подачі на шорсткість визначали за параметром максимальна висота нерівностей H_{max} [6], який на даний час не регламентований діючими стандартами. Вплив подачі на H_{max} досліджували при глибині різання t , яка не відповідає регламентованим значенням t_r при чистовому обробленні, а також в діапазоні подач, який охоплював як чистове так і чорнове оброблення і при цьому не вказувались значення геометричних і конструктивних параметрів інструментів. При дослідженні впливу s на R_a і R_z не враховувалась стохастичність подач і стохастичності самого процесу формування шорсткості, тобто мав місце детерміністський підхід, а також не було взято до уваги те, що при обробленні пластичних матеріалів при збільшенні s від $s_{min} \approx 0,02$ мм/об до $s_{max} \approx 0,15 \dots 0,20$ мм/об функція $R_a = f(s)$ немонотонна [5, 9, 10]. Не враховано при існуючих методах дослідження впливу s на R_a і R_z того, що величини подачі вибирались такими як при напівчистовому, так і чорновому обробленні, а при оцінюванні істотності впливу подачі на характеристики розсіювання параметрів шорсткості – математичне сподівання, що приблизно дорівнює середньому значенню $M(R_a) \approx \bar{R}_a$, $M(R_z) \approx \bar{R}_z$ та дисперсії $D(R_a)$, $D(R_z)$ не застосовували ймовірного підходу.

Суть запропонованого методу для випадку, наприклад, точіння полягає у наступному. Використовують заготовку у вигляді циліндра з рівномірно по його довжині розміщеними поперечними канавками, які розділяють між собою ступені одного діаметра. Вибирають інструмент – різець з відповідними геометричним і конструктивними параметрами. Здійснюють перший прохід, з елементами режиму різання: глибиною – t_n , подачею – s_n , швидкістю різання – V_n , які відповідають напівчистовому різанню.

На наступному етапі встановлюють як для чистового оброблення постійні елементи режиму різання: глибину – t_r і швидкість різання – V_r визначають частоту обертання шпинделя n і здійснюють процес різання на кожній із ступеней заготовки при певних значеннях подач: $s_1 = s_{min}$, $s_2 = s_1 \cdot \varphi_s$, $s_3 = s_1 \cdot \varphi_s^2 \dots$ $s_{q-1} = s_1 \cdot \varphi_s^{q-2}$, $s_q = s_1 \cdot \varphi_s^{q-1}$, тут φ_s – знаменник ряду геометричної прогресії подач.



Після чого з кожної із отриманих при одній і тій же подачі поверхні в процесі різання знімають $n=6-10$ профілограм, з рівномірно розміщених по колу трас. Для кожної із цих n профілограм визначають середні арифметичні відхилення профілю $R_{a_1}, R_{a_2} \dots R_{a_{n-1}}, R_{a_n}$, або висоти нерівностей профілю за десятьма точками $R_{z_1}, R_{z_2} \dots R_{z_n}$. Отримані значення R_a і R_z приймають як випадкові величини з нормальним законом розподілу [8].

Використавши [2] удосконалений метод ітерацій [4], отримали залежності для визначення математичних сподівань $M(R_a), M(R_z)$ і дисперсій $D(R_a), D(R_z)$ розсіювання величин R_a і R_z .

$$M(R_{as_q}) \approx \bar{R}_{as_q} = \frac{a_1 + b_1}{2} \prod_{k=1}^n C_{ak} + \sum_{k=1}^n \prod_{k=1}^n C_{ak} \left\{ \frac{\sigma_a}{\sqrt{2\pi}} \left(e^{-\frac{z_{1k}^2}{2}} - e^{-\frac{z_{2k}^2}{2}} \right) + r_k [\Phi(z_{2k}) - \Phi(z_{1k})] \right\},$$

$$M(R_{zs_q}) \approx \bar{R}_{zs_q} = \frac{a_2 + b_2}{2} \prod_{k=1}^n C_{zk} + \sum_{k=1}^n \prod_{k=1}^n C_{zk} \left\{ \frac{\sigma_z}{\sqrt{2\pi}} \left(e^{-\frac{z_k'^2}{2}} - e^{-\frac{z_k''^2}{2}} \right) + r_k [\Phi(z_k') - \Phi(z_k'')] \right\}.$$

$$D(R_{as_q}) = 3 \frac{a_1^2 + a_1 \cdot b_1 + b_1^2}{3} \prod_{k=1}^n C_{ak} + \sum_{i=1}^n C_k \left\{ \frac{\sigma_a}{\sqrt{2\pi}} \left[\frac{\sigma_a}{\sqrt{2\pi}} (\sigma_a \cdot z_{1k} + 2 \cdot r_k) e^{-\frac{z_{1k}^2}{2}} - (\sigma_a \cdot z_{2k} + 2 \cdot t_k) e^{-\frac{z_{2k}^2}{2}} \right] + (\sigma_a^2 + r_Q^2) \right\} \times$$

$$\times \prod_{k=1}^n C_k + \sum_{i=1}^n C_k \left\{ \frac{\sigma_a}{\sqrt{2\pi}} \left[-(\sigma_a \cdot z_{2k} + 2 \cdot t_{1k}) e^{-\frac{z_{2k}^2}{2}} \right] + (\sigma_a^2 + r_2^2) \right\},$$

$$D(R_{zs_q}) = 3 \frac{a_2^2 + a_2 \cdot b_2 + b_2^2}{3} \prod_{k=1}^n C_{zk} + \sum_{i=1}^n C_k \left\{ \frac{\sigma_z}{\sqrt{2\pi}} \left[\frac{\sigma_z}{\sqrt{2\pi}} (\sigma_z \cdot z_{1k}' + 2 \cdot r_k) e^{-\frac{z_{1k}'^2}{2}} - (\sigma_z \cdot z_{2k}'' + 2 \cdot t_k) e^{-\frac{z_{2k}''^2}{2}} \right] + (\sigma_z^2 + r_Q^2) \right\} \times$$

$$\times \prod_{k=1}^n C_k + \sum_{i=1}^n C_k \left\{ \frac{\sigma_z}{\sqrt{2\pi}} \left[-(\sigma_z \cdot z_{2k}'' + 2 \cdot t_{1k}) e^{-\frac{z_{2k}''^2}{2}} \right] + (\sigma_z^2 + r_2^2) \right\}.$$

Оцінювання впливу s на R_a і R_z здійснювали, використавши критерій Стюдента – t_k і Фішера – F [3]. Апробація запропонованого методу здійснена в лабораторії "Теорії різання металів" Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Оброблюваний матеріал – сталь 45 у стані поставки. Різець – токарний прохідно-упорний. Геометричні параметри різця: головний кут в плані різця $\varphi=90^\circ \pm 30'$; допоміжний кут в плані різця $\varphi'=15^\circ \pm 30'$; головний передній кут $\gamma=10^\circ$; головний задній кут $\alpha=10^\circ \pm 15'$; кут нахилу головного різального леза $\lambda=0^\circ$. процес різання здійснювали без використання змащувально-охолоджуючих рідин.

Для нівелювання можливого впливу неспіввісності шпинделя і задньої бабки і забезпечення при наступних проходах постійної глибини різання, здійснювали перший (напівчистовий) прохід з постійними елементами режиму різання: глибина різання $t_n=0,75$ мм; подача $s_n=0,2$ мм/об; частота обертання шпинделя $n_{унн}=1200$ об/хв; швидкість різання $V_n=94$ м/хв. Результати експериментальних досліджень подано в таблиці.

За допомогою критеріїв t_k і F встановлено, що при збільшенні подачі величина R_{as} спочатку спадає і при певних значеннях s – не змінюється, а потім – зростає характер зміни R_a при збільшенні подачі узгоджується з



[5, 9, 10]. Зростання подачі від $S_1=0,05$ мм/об до $S_7=0,15$ мм/об істотно не впливає на дисперсію розсіювання $D(R_a)$.

Таблиця

Вибіркові значення характеристик розсіювання величини R_a при певних подачах.

Харак-ки розсіювання	Значення s_q подач, мм/об									
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}
	0,050	0,060	0,075	0,088	0,100	0,125	0,150	0,175	0,200	0,250
Вибіркові значення характеристик розсіювання R_a .										
$M(R_{as}),$ мкм	4,230	4,190	3,610	3,770	3,410	4,100	3,410	5,400	5,790	6,090
$D(R_{as}),$ мкм	0,037	0,028	0,052	0,038	0,031	0,141	0,033	0,344	0,240	0,020
$\sigma(R_{as}),$ мкм	0,192	0,167	0,228	0,195	0,176	0,375	0,182	0,587	0,491	0,141

Практична цінність запропонованого методу оцінювання впливу подачі на шорсткість поверхні отриманої в процесі різання пластичних матеріалів полягає в тому, що признають значно більші подачі при забезпеченні регламентованого конструкторською документацією значення параметра R_a , що безперечно призведе до суттєвого зменшення основного часу, зростання продуктивності оброблення і економічної ефективності.

Література:

1. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов / Бобров В.Ф. – М. Машиностроение, 1975. – 344 с.
2. Гаскаров Д.В. Малая выборка / Гаскаров Д.В., Шаповалов В.И. – М.: Статистика, 1978. – 248 с.
3. Колкер Я.Д. Математический анализ точности механической обработки деталей / Колкер Я.Д. – К.: Техника, 1976. – 200 с.
4. Кривий П. Статистичне оцінювання міцності пресових з'єднань приводних роликів ланцюгів закордонних фірм на основі теорії малої вибірки / П. Кривий, Н. Тимошенко, В. Коломієць, Р. Чорний // Науковий журнал. Вісник Тернопільського національного технічного університету. №2(70). – 2013, – С. 121-129.
5. Маталин А.А. Технологические методы повышения долговечности деталей машин / Маталин А.А. – К.: Техника, 1971. – 142 с.
6. Резания металлов / Грановский Г.И., Грудов П.П., Кривцов и др. под ред. В.А. Кривоухова. – М.: Машигиз, 1954. – 472 с.
7. Рыжов Э.В. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин / Рыжов Э.В., Суслов А.Т., Федоров В.П. – М.: Машиностроение, 1979. Библиотека технолога. – 176 с.
8. Хусу А.П. Шероховатость поверхности (теоретико-вероятностный подход) / Хусу А.П., Виттенберг Ю.Р., Пальмов В.А. Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1975. – 344 с.
9. Brammertz P.H. Die Entstehung der Oberflächchen rauheit beim Feindreihen. – “Industrie-Anzeiger”, 1961, 83, №2.
10. Preger. Vorschläge für die Ermittlung der Schleifleistung und für eine ergänzende Kennzeichnung der Schleifscheiben. – “Werstatt und Betriab”, 97, 1964. №9.