

Буряк В.Г.,*
Буряк А.В.,**
Драпак Л.С.,*
Буряк В.В.**

*Хмельницький обласний інститут
 післядипломної педагогічної освіти,
 **Хмельницький національний університет,
 м. Хмельницький, Україна
Gmail: viktorburyak1955@gmail.com

**АНАЛІЗ ЗМІНИ ХАРАКТЕРИСТИК
 ЕНЕРГЕТИЧНОГО СТАНУ ОБРОБНОГО
 І ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРІАЛІВ
 ПРИ ДОСЯГНЕННІ ЯКОСТІ,
 ПРОДУКТИВНОСТІ І НАДІЙНОСТІ
 У МЕХАНООБРОБЦІ**

УДК 621.9

Виконується аналіз зміни характеристик енергетичного стану обробного і інструментального матеріалів при досягненні якості, продуктивності і надійності у механообробці. Розглядаються результати досліджень параметрів шорсткості обробленої поверхні заготовок з різних марок матеріалів і зносу інструментів в залежності від умов процесу механообробки. За аналізом приведених даних, отримано математичну модель, використовуючи метод групового обліку аргументів. Встановлено зв'язок параметра шорсткості обробленої поверхні і акустичних характеристик матеріалів.

Ключові слова: оброблення різанням, шорсткість поверхні, акустичні властивості матеріалів, причинно-наслідковий зв'язок, знос.

Вступ

В автоматизованому виробництві чистова обробка деталей лезовими інструментами, як правило, зв'язана з обмеженнями, що викликані спеціальними вимогами до оброблених поверхонь, специфічними особливостями поточної виробничої лінії, складністю налаштування, втратами коштів внаслідок непередбаченого простою. Узагальнюючими характеристиками ефективності процесу оброблення різанням (механообробки) можуть бути якість обробленої поверхні, продуктивність і надійність процесу різання. Разом із зміною фізико-механічних характеристик обробного матеріалу змінюються акустичні властивості шару, що зрізується. Так, за рахунок зміни пружних характеристик матеріалу заготовки, швидкості C_ℓ і C_t хвилі значно змінюються за незначною зміною густини. Акустичні характеристики енергетичного стану обробного і інструментального матеріалів при досягненні якості, продуктивності і надійності у механообробці пропонується враховувати в основному диференційному рівнянні причинно-наслідкового зв'язку [1 - 4].

Мета і постановка задачі

З метою застосування диференційного рівняння причинно-наслідкового зв'язку [4] виконується аналіз зміни характеристик енергетичного стану обробного і інструментального матеріалів при досягненні якості, продуктивності і надійності у механообробці. На відміну від традиційної абразивної обробки гартованих сталей [5], лезове точіння збільшує продуктивність роботи і зменшує зараженість обробленої поверхні абразивом. В статті розглядаються характеристики енергетичного стану обробного і інструментального матеріалів та ступінь їх впливу при досягненні якості, продуктивності і надійності у механообробці. За аналізом даних, опрацьована математична модель, що включає кореляційну залежність для групи обробних матеріалів. Встановлюється зв'язок середнього арифметичного відхилення профілю обробленої поверхні і акустичних характеристик матеріалу заготовки у механообробці.

Виклад матеріалів досліджень

Вплив режимів різання і форми заточки інструментів, які оснащені композиційними матеріалами, на шорсткість обробленої поверхні нами розглянуто як факт зміни характеристик енергетичного стану обробних і інструментальних матеріалів. Досліди проведено з використанням наступних марок інструментальних матеріалів: твердого сплаву Т15К6; мінералокераміки ВOK60 та надтвердих композиційних матеріалів – кіборит; нітібор; композит 05 і гексаніт - Р на токарному верстаті ТПК125В. В якості обробних матеріалів вибрано: сталі 20; 45; 40Х; 35ХГСА і гартовану сталь ШХ15. Параметри шорсткості після обробки визначали на профілографі-профілометрі. Ріжучі пластини з надтвердих інструментальних матеріалів мали круглу форму ($\varnothing 6,8$ мм), а також були гостро заточені з різними геометричними параметрами з метою пошуку раціональних їх значень [5]. В табл. 1 приведені основні результати досліджень

середнього арифметичного відхилення профілю обробленої поверхні – параметра шорсткості Ra оброблених поверхонь при постійних значеннях – режимів різання: швидкості різання $V = 120$ м/хв, швидкості повздовжньої подачі $S = 0,05$ мм/об, глибини різання $t = 0,30$ мм; – геометричних параметрів ріжучої частини інструмента, що позначені: передній кут γ , головний α і допоміжний α_1 задні кути, головний φ і допоміжний φ_1 кути в плані.

Таблиця 1

Результати досліджень параметра шорсткості Ra

№ з/п	Матеріали		Форма і геометричні параметри ріжучої частини інструмента	Параметр Ra , мкм
	обробний	інструментальний		
1	ШХ15 HRC56-58	Кіборит Нітібор Гексаніт-Р Композит 05	Кругла пластина $\varnothing 6,8$ мм	2,3
				2,2
				2,4
				2,2
2	Сталі 20; 45; 40Х; 35ХГСА	Т15К6 Нітібор	$\gamma = 6^\circ; \alpha = 8^\circ;$ $\alpha_1 = 5^\circ; \varphi = 45^\circ;$ $\varphi_1 = 12^\circ$	0,54 - 0,80 0,60 - 1,20
3	ШХ15 HRC56-58	Нітібор ВОК60	Гостро заточені за п. 2 Стандартні пластини	0,23 0,58

При обробці інструментами, що оснащені круглими пластинами з надтвердих матеріалів, отримано практично однакові значення Ra . Це, на наш погляд, зумовлено круглою формою ріжучої пластини, яка забезпечує вирівнювання профілю мікронерівностей за рахунок великих значень радіуса при вершині інструмента ($r = 3,4$ мм) і менших значень швидкостей подач ($S = 0,05$ мм/об) при чистовому точінні. Встановлено, що при точінні не гартованих сталей доцільно використовувати серійні інструментальні матеріали із твердого сплаву (за продуктивністю і надійністю процесу механообробки). Як показують результати досліджень, що приведені в таблиці 1, якість обробки не гартованих сталей може бути вищою при точінні твердосплавним інструментом із сплаву Т15К6. Значне підвищення якості при обробці гартованої сталі ШХ15 (HRC56-58) досягнуто за рахунок застосування надтвердого матеріалу нітібор з гострозаточеною формою ріжучої частини інструмента (у порівнянні з мінералокерамікою ВОК60).

За аналізом приведених вище даних, отримано математичну модель, використовуючи метод групового обліку аргументів. Основна кореляційна залежність для групи обробних матеріалів – сталі 20; 45; 40Х; 35ХГСА і серійного твердосплавного матеріалу Т15К6, яким оснащали ріжучий інструмент, має вигляд:

$$Ra = 0,3313 + 741,81 \cdot S^3 + 0,07648 \cdot S \cdot h_3 \cdot HB + 2,9061 \cdot (h_3 \cdot V)^{-1} + 0,8436 \cdot (h_3 \cdot HB)^{-1}, \quad (1)$$

де $S = (0,025, \dots, 0,125)$ мм/об – швидкість повздовжньої подачі;

$h_3 = (0,05, \dots, 0,40)$ мкм – величина зносу різця;

$V = (100, \dots, 250)$ м/хв – швидкість різання;

$HB = (125, \dots, 265)$ од – твердість заготовки за шкалою Брінелля.

Використовуючи (1), побудовано наступні графіки: залежність параметра шорсткості Ra від швидкості подачі S (за сталими значеннями: $h_3 = 0,05$ мм; $V = 250$ м/хв; $HB = 195$) і швидкості різання V ($S = 0,05$ мм/об, інші параметри прийнято за попередніми умовами залежності $Ra = f(S)$) – рис. 1, а також залежності параметра Ra від величини фаски h_3 зносу різця і твердості HB обробного матеріалу (за сталими значеннями: $S = 0,05$ мм/об; $V = 250$ м/хв; $h_3 = 0,05$ мм) – рис. 2.

Аналіз приведених графічних залежностей дозволяє зробити наступні висновки. За збільшенням подачі, параметр шорсткості Ra безперервно збільшує свої значення, за збільшенням швидкості різання – Ra зменшується (рис. 1). При цьому, більший вплив на Ra має подача S . Збільшення фаски зносу

h_3 інструмента викликає екстремальний характер зміни R_a : спочатку проходить зменшення параметра шорсткості, а при подальшому збільшенні h_3 – параметр R_a збільшує свої значення (рис. 2). Збільшення твердості HB обробного матеріалу безперервно зменшує параметр шорсткості R_a .

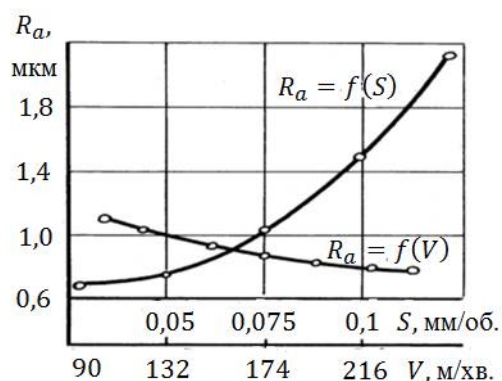


Рис. 1 – Залежність параметра шорсткості R_a від швидкості різання і подачі

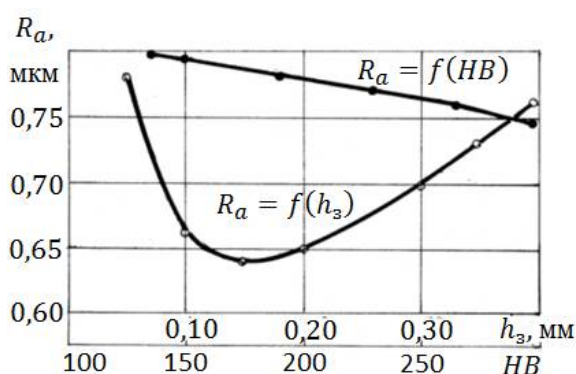


Рис. 2 – Залежність параметра шорсткості R_a від величини зносу і твердості матеріалу заготовки

Зв'язок параметра шорсткості R_a обробленої поверхні (за умовами проведення експериментів, що описані вище) і акустичних характеристик матеріалів ілюструють рис. 3 і 4. На рис. 3 показано зміну параметра шорсткості:

- 1 – за зміною швидкості розповсюдження хвилі C_l матеріалів заготовки у повздовжньому напрямку;
- 2 – за зміною швидкості розповсюдження хвилі C_t матеріалів заготовки у поперечному напрямку [4].

На рис. 4 показано зміну параметра шорсткості від акустичного імпедансу, розрахованого для повздовжньої $R_a = f(\rho C_l)$ і поперечної $R_a = f(\rho C_t)$ хвиль. Отримані залежності середнього арифметичного відхилення профілю обробленої поверхні від акустичних характеристик матеріалу заготовки у механообробці в більшості мають екстремальний характер. Це дозволяє виконувати пошук раціональних умов механообробки із застосуванням диференційного рівняння причинно-наслідкового зв'язку.

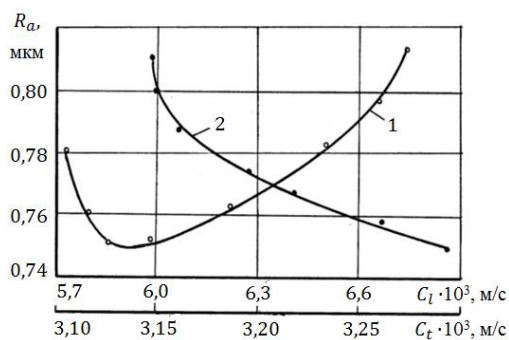


Рис. 3 – Зв'язок параметра шорсткості R_a і швидкості розповсюдження хвилі в матеріалах:
1 – у повздовжньому напрямку;
2 – у поперечному напрямку

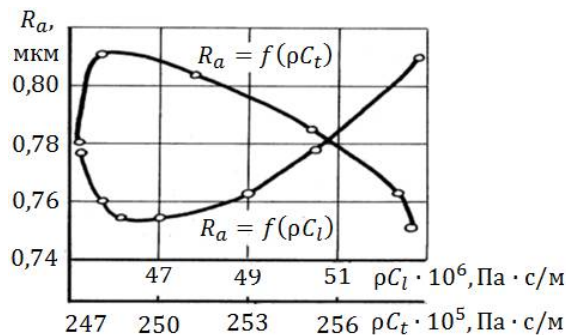


Рис. 4 – Зв'язок параметра шорсткості R_a і акустичного імпедансу матеріалів заготовки

Як показали результати проведених досліджень, лезова механообробка із застосуванням композиційних інструментів представляє практичний інтерес і має ряд переваг за продуктивністю і якістю у порівнянні з абразивною обробкою. Також, за результатами проведених експериментальних досліджень встановлено, що інструментальні композиційні матеріали на основі кубічного нітриду бора доцільно застосовувати при обробці гартованих сталей. При точінні не гартованих сталей доцільно використовувати інструментальні матеріали з твердого сплаву.

Вибір конкретних умов механообробки на основі аналізу енергетичних характеристик обробних і інструментальних матеріалів повинен здійснюватись з урахуванням ряду граничних умов: за якістю;

продуктивністю; періодом стійкості інструмента; можливостями обладнання тощо. За даними приведених результатів досліджень у подальшому розгляді проводиться узагальнююча оцінка характеристик енергетичного стану обробних і інструментальних матеріалів, які визначають працездатність композиційних інструментів у механообробці із застосуванням диференційного рівняння причинно-наслідкового зв'язку.

Висновки

Виконано аналіз зміни характеристик енергетичного стану обробного і інструментального матеріалів при досягненні якості, продуктивності і надійності у механообробці. Вплив режимів різання і форми заточки інструментів на шорсткість обробленої поверхні слід розглядати як факт зміни характеристик енергетичного стану обробних і інструментальних матеріалів.

Як показали результати проведених досліджень, лезова механообробка із застосуванням композиційних інструментів представляє практичний інтерес і має ряд переваг за продуктивністю і якістю у порівнянні з абразивною обробкою. Також, за результатами проведених експериментальних досліджень встановлено, що інструментальні композиційні матеріали на основі кубічного нітриду бора доцільно застосовувати при обробці гартованих сталей.

Отримані залежності середнього арифметичного відхилення профілю обробленої поверхні від акустичних характеристик матеріалу заготовки у механообробці в більшості мають екстремальний характер. Це дозволяє виконувати пошук раціональних умов механообробки із застосуванням диференційного рівняння причинно-наслідкового зв'язку.

Література

1. Буряк В.Г., Буряк А.В. Показники енергетичного стану матеріалів, що визначають працездатність інструментів // Проблеми трибології. – 2016. – № 2. – С. 54 - 57.
2. Буряк А.В., Буряк В.Г. Зв'язок фізико - механічних, теплофізичних і акустичних властивостей обробних і інструментальних матеріалів у механообробці // Проблеми трибології.– 2016.– №2.– С. 28-33.
3. Буряк А.В., Буряк В.Г. Технічна оцінка методики виконання аналізу акустичних характеристик енергетичного стану інструментального матеріалу // Проблеми трибології. – 2015. – № 3. – С. 71 - 77.
4. Буряк А.В., Буряк В.Г. Наукові основи до оцінки працездатності ріжучих інструментів за аналізом акустичних характеристик стану обробного і інструментального матеріалів // Проблеми трибології. – 2014. – № 4. – С. 23 - 30.
5. Буряк В.Г., Румбешта В.О. Оцінка працездатності інструментів на основі аналізу енергетичного стану інструментальних матеріалів // Праці Міжнар. Конф. “Прогресивна техніка і технологія машинобудування, приладобудування і зварювального виробництва” (Київ 98). – Том II. – К. : НТУУ “КПІ”. – 1998. – С. 288-290.

Поступила в редакцію 05.10.2016

Buryak V.G., Buryak A.V., Drapak L.S., Buryak V.V. **Analysis of changes in the characteristics of the energy state of the processed materials and instrumental in achieving the quality, performance and reliability in machining.**

Analyzing changes in the characteristics of the energy state of the processed materials and instrumental in achieving the quality, performance and reliability in machining. The results of studies of the treated surface roughness of workpieces of different grades of materials and tools wear depending on conditions of machining process. For the analysis of these data, the mathematical model using the group method of data handling. The connection parameter roughness of the treated surface and the acoustic characteristics of materials.

Keywords: Machining, surface roughness, acoustic properties of materials, causal link wear.

References

1. Buryak V.G., Buryak A.V. Pokazny'ky' energety'chnogo stanu materialiv, shho vy'znachayut' pracezdatnist' instrumentiv. Problemy' try'bologiyi. 2016. №2. S. 54 – 57.
2. Buryak A.V., Buryak V.G. Zv'yazok fizy'ko-mexanichny'x, teplofizy'chny'x i akusty'chny'x vlasty'vostej obrobny'x i instrumental'ny'x materialiv u mexanoobrobni. Problemy' try'bologiyi. 2016. №2. S.28–33.
3. Buryak A.V., Buryak V.G. Texnichna ocinka metody'ky' vy'konannya analizu akusty'chny'x xaraktery'sty'k energety'chnogo stanu instrumental'nogo materialu. Problemy' try'bologiyi. 2015. №3. S. 71 – 77.
4. Buryak A.V., Buryak V.G. Naukovi osnovy' do ocinky' pracezdatnosti rizhuchy'x instrumentiv za analizom akusty'chny'x xaraktery'sty'k stanu obrobного і instrumental'nogo materialiv. Problemy' try'bologiyi. 2014. №4. S. 23–30.
5. Buryak V.G., Rumbeshta V.O. Ocinka pracezdatnosti instrumentiv na osnovi analizu energety'chnogo stanu instrumental'ny'x materialiv. Praci Mizhnar. Konf. "Progresy'vna texnika i texnologiya mashy'nobuduvannya, pry'ladobuduvannya i zvaryval'nogo vy'robny'cztva" (KY'YiV 98). Tom II. Ky'yiv: NTUU "KPI". 1998. S. 288-290.