

КАЛЬЧЕНКО В.І., Д-Р. ТЕХН. НАУК, РУДИК А.В., КАНД. ТЕХН. НАУК,
КАЛЬЧЕНКО В.В., АСПІРАНТ

ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ ЗРІЗУЄМОГО ШАРУ ПІД ЧАС ШЛІФУВАННЯ ОРІЄНТОВАНИМ ІНСТРУМЕНТОМ.

Рівняння для визначення товщини зрізуючого шару однією ріжучою кромкою зерна є головним рівнянням шліфування. Товщиною зрізуючого шару визначаються нагрузка на зерно, стійкість абразивного інструменту, якість оброблюваної поверхні, знос абразивних зерен і глибина шліфовочних рисок на оброблюваній поверхні [1,3,4,5]. Допустима товщина ріжучого шару $(az)_{np}$ визначає ріжучу спроможність абразивного інструменту. Однак, слідє розподіляти товщини недеформованого зрізу та шліфувальної стружки, яка після деформації та усадки змінює форму і товщину. Форма і товщина зрізів визначаються кінематикою процесу, кількістю і формою ріжучих кромочок, що беруть участь у роботі шліфування. Згідно означенню проф. Маслова, під товщиною зрізуючого шару (az) розуміють [3, с.19] відстань між поверхнями різання, образованими двома послідовними положеннями вершин зерен, що виміряне по нормалі до поверхні різання.

Відомо [3,4,5], що шліфування є можливим тільки при деякому значенні відношення az/ρ . Воно визначено експериментально різними авторами для більшості абразивних матеріалів в залежності від їх зерністості, зв'язки, що входить до складу ріжучого інструменту, і швидкості різання. При нижньому значенні цього відношення абразивне зерно проходить всквозь оброблюваної поверхні і зйому металу не відбувається, а при верхньому значенні відбувається підвищений знос шліфувального круга. Оскільки значення середнього радіусу скруглення вершин абразивних зерен ρ приймають величиною постійною для данної зерністості абразивного матеріалу і стану робочої поверхні, то характер обробки визначається величиною az . Дослідним шляхом отримані данні щодо визначення верхнього предельного значення $(az)_{np}$ при використанні різних абразивних матеріалів для широкого діапазону швидкостей різання [3,4,5].

Щоб забезпечити стабільний процес різання, товщина зрізу одним абразивним зерном повинна знаходитись в межах $(az)_{min} < az < (az)_{max}$, коли не відбувається викиду ріжучого абразивного зерна із зв'язки і диспергування (перемішування металу) закінчується.

З другого боку, відомо [4], що ріжучі кромки на поверхні інструменту розташовані випадково, при цьому віроятна кількість їх на глибині z визначається по закону бета-розподілення. Залежність кількості ріжучих кромок $N(z)$, що приходяться на одиницю довжини робочої поверхні інструмента, що приймають участь в різанні металу, на рівні не більшому ніж z для кругів з електрокорунду і ельбору має вигляд

$$N_z = N_n * A * \int_0^x t^{\gamma-1} * (1-t)^{\eta-1} dt, \quad (1)$$

де A, γ, η - параметри бета-розподілення, що визначаються станом ріжучої поверхні абразивного інструменту і його маркою. N_n - повна кількість ріжучих кромок для данного абразивного матеріалу.

Значення x с урахуванням того, що кромки, що знаходяться на глибині, меншій ніж $(az)_{min}$, в різанні металу участі не беруть визначаємо

$$x = \frac{z - (a_z)_{min}}{h - (a_z)_{min}}, \quad (2)$$

де h - повна висота профілю мікрорельєфу інструмента.

Розповсюджено два підходу до визначення товщини зрізуємого шару (az) :

- кінематичний - розглядати геометрію зрізу в площині нормальній до поверхні різання [6,3], задаючись середньою відстанню між ріжучими кромками ;

- об'ємний підхід- визначення середнього об'єму самого зрізу, і, задаючись його формою і середньою кількістю ріжучих кромок на одиниці поверхні круга, знаходити його товщину [4,5].

Для головних методів шліфування циліндричних та плоских поверхонь деталей рівняння для визначення товщини шару, що зрізується однією ріжучою кромкою були отримані рядом авторів [1,3,4,5]. Однак отримані залежності не відображують характер змінення кривизни профілю інструменту і заготовки, глибини різання за координатою обробки вздовж профілю, відносну орієнтацію поверхонь деталі і інструменту.

Нове рівняння відрізняється тим, що дозволяє визначати локальне значення товщини зрізуємого шару для кожної точки, що належить поверхні контакту.

За вірогідний час між двома контактами t точки поверхні інструмента пройдуть відстань

$$L = V_{\varrho} * t, \quad (3)$$

де V_{ϱ} - швидкість шліфування.

За цей же час t шар металу впровадиться вглиб мікрорельєфу робочої поверхні абразивного інструмента на відстань h

$$h = \int_t V_n * dt, \quad (4)$$

де нормальна лінійна швидкість V_n визначається [7]

$$\begin{aligned} V_n = & \{ \cos \alpha * [\varpi_y (Z - Z_0) + \varpi_{z*} * Y_0 + S_x] + \sin \alpha * \varpi_y * R(i) \} * \cos U + \\ & + \{ \cos \alpha * [\varpi_x (Z - Z_0) + \varpi_z * Y_0 - S_y] + \sin \alpha * \varpi_x * R(i) \} * \sin U + \\ & + \{ \sin \alpha * [-\varpi_x * Y_0 + \varpi_y * X_0 + S_z] \} \end{aligned}, \quad (5)$$

Подія А (шар металу зрізується) з'являється як наслідок виконання гіпотез H_j

$$P(H) = \frac{dz}{Z_{BH}}, \quad (6)$$

де Z_{BH} - максимальна глибина впровадження шару металу в поверхню інструменту

Умовна вірогідність гіпотез визначається

$$P(A|H_j) = \frac{F(z + dz) - F(z)}{1 - F(z)}, \quad (7)$$

де $F(z)$ - інтегральна функція розподілення події А.

$$F(z) = \begin{cases} 1, N_z * \varpi_{\varrho} * \tau * R > 1 \\ N_z * \varpi_{\varrho} * \tau * R \end{cases}, \quad (8)$$

Nz - бета-розподілення кількості ріжучих кромок по повній висоті мікропрофілю інструменту.

Вірогідність того, що шар металу зрізується на глибині z визначається

$$P(A|H_j) = \frac{P(H_j|A) * P(H_j)}{\sum_j P(H_j|A) * P(H_j)}, \quad (9)$$

Товщина зрізуемого шару визначається як математичне очікування

$$a_z = \sum_j z_j * P(H_j|A), \quad (10)$$

Метою орієнтації інструменту може бути нагруження його торця до рівня, що визначається предельною товщиною зрізуемого шару. Отриманим виразом можна користуватись для визначення оптимального кута орієнтації ϵ при обраних режимах обробки, коли повністю використовується ріжуча спроможність торцевої ділянки інструменту. Необхідно врахувати, що кут α нахилу дотичної до профілю цієї ділянки інструмента рівен $\alpha=90^\circ$.

Виконана зрівнювальна таблиця розрахункових товщин зрізуемого шару згідно отриманим виразам, що наведена в роботі [7].

Висновки:

1. Запропонований підхід до визначення товщини зрізуемого шару дозволяє знаходити її під час обробки орієнтованим абразивним інструментом, враховуючи матеріал інструменту та стан його робочої поверхні.

2. Данні розрахунків незначно відрізняються від дослідних даних, що наводяться іншими авторами.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Кальченко В.И. Шлифование криволинейных поверхностей крупногабаритных деталей. М., Машиностроение, 1979, 160 с.
2. Кальченко В.И. Научные основы шлифования криволинейных поверхностей с управляемой ориентацией инструмента: автореферат диссертации на соискание ученой степени д.т.н.
3. Маслов Е.Н. Теория шлифования металлов. - М.:Машиностроение, 1974,- 319 с.
4. Филимонов Л.Н. Высокоскоростное шлифование- Л. : Машиностроение Ленинградское отделение, 1979- 248 с.,ил.
5. Якимов А.В. Оптимизация процесса шлифования.- М.,Машиностроение, 1975,-476 с.

6. Бурмистров В.В., Гусев В.В. Влияние геометрии схемы шлифования на распределение удаляемых объемов материала припуска вдоль образующей круга и качество поверхностного слоя детали// Резание и инструмент.1991. Вып.45.С. 3-9.
7. Кальченко В.І., Рудик А.В., Кальченко В.В. Продуктивність шліфування поверхонь постійної кривизни орієнтованим інструментом// Вістник ЧТІ, 1996,Вип № 1, с.108-111.