

УДК 621.923.042

М.М. Шейко, к.т.н.

Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України

ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ ОДИНИЧНОГО ЗЕРНА Й ІНСТРУМЕНТА В ЦІЛОМУ ПРИ ШЛІФУВАННІ ПЕРИФЕРІЄЮ КРУГА У СВІТЛІ МЕХАНІКО-СТАТИСТИЧНИХ УЯВЛЕНЬ ПРО ПРОЦЕС

Повідомлення 1. Аналіз силових та енергетичних параметрів

З позицій механіко-статистичних уявлень про абразивно-алмазну обробку теоретично встановлені вирази роботи утворення одиначного зрізу і сумарного зрізу кругом в умовах обробки периферією круга.

У роботах [1, 2] автора з позицій механіко-статистичних уявлень про абразивно-алмазну обробку були теоретично встановлені вирази сил і напруг у контакті при шліфуванні периферією круга. Були також розраховані навантаження на одиначних зернах. Експерименти підтвердили правильність розрахунків. Отриманої інформації про сили досить (при наявності відповідних фізико-механічних констант) для розрахунків на міцність інструменту, а також теплофізичних розрахунків. Однак цієї інформації недостатньо, наприклад, для оцінки зносу інструменту. Так, останній, за даними ряду дослідників, пропорційний миттєвому навантаженню на зерні і довжині зрізу, тобто роботі, що виконується одиначним зерном. Тому встановлення енергетичних характеристик утворення одиначних зрізів, а також зрізу кругом є метою даної роботи.

Розкриття питання почнемо з енергетичних характеристик утворення одиначного зрізу. Збережемо позначення, прийняті в [3, 4]. Якщо в праву частину виразу (10) у [4] замість площі поточного поперечного перерізу $s(y, h)$ підставити поточне значення тангенціальної сили $\bar{T}(y, h)$ (див. (2) у [2]), то одержимо не об'єм одиначного зрізу, а роботу його утворення; тобто умовне математичне чекання роботи утворення одиначного зрізу щодо його довжини l і глибини h розташування відповідного зерна в абразивному шарі дорівнює:

$$\bar{A}(l, h) = |1 - q| \int_{-L(h)}^{\frac{l}{|1-q|} L(h)} \bar{T}(y, h) dy, \quad l \leq 2|1 - q| L(h). \quad (1)$$

Тоді умовне математичне чекання роботи утворення одиначного зрізу при заданій тільки його довжині l матиме вигляд:

$$\bar{A}(l) = \frac{\int_0^{\frac{l}{2|1-q|} L} \bar{A}(l, h) P_{lh}(l, h) dh}{P_l(l)}, \quad l \leq 2|1 - q| L, \quad (2)$$

а при заданій тільки глибині h залягання відповідного зерна

$$\bar{A}(h) = \frac{\int_0^{2|1-q|L(h)} \bar{A}(l, h) P_{lh}(l, h) dl}{P(h)}. \quad (3)$$

Математичне чекання (по контакту) роботи утворення одиначного зрізу

$$\bar{A} = \int_0^{2|1-q|L} \bar{A}(l) P_l(l) dl = \int_0^{l_0} \bar{A}(h) P(h) dh. \quad (4)$$

Варто відмітити, що "енергетичні" формули даної статті (1)–(4) аналогічні за структурою "об'ємним" формулам (10)–(14) у [4].

Тепер розглянемо енергетичні характеристики утворення сумарного зрізу кругом, тобто макроскопічні енергетичні характеристики. По-перше, це робота, здійснена зернами одиничного об'єму абразивного шару за 1 оберт круга. Позначимо цю величину символом $\frac{1}{b} \frac{\partial^2 A_{\Sigma}}{\partial y \partial h}$.

Складемо вирази цієї величини з її фізичного змісту. З одного боку, це добуток роботи одиничного зерна (за період від входження в об'єм деталі до виходу), розташованого на глибині h в абразивному шарі, і числа контактуючих зерен в елементарному об'ємі абразивного шару на тій же глибині. Добуток приводиться до одиниці об'єму:

$$\frac{1}{b} \frac{\partial^2 A_{\Sigma}}{\partial y \partial h}(h) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\bar{A}(h) \cdot n_c \cdot b \cdot dy \cdot P_h(h) \cdot dh \cdot v_n(h)}{b \cdot dy \cdot dh} \equiv n_c \cdot P_h(h) \cdot v_n(h) \cdot \bar{A}(h) . \quad (5)$$

З іншого боку, це інтеграл добутку елементарної роботи одиничного контактуючого зерна $|1-q| \bar{T}(y, h) dy$ і числа цих зерен в одиниці об'єму $\frac{1}{b} \frac{\partial^2 m}{\partial y \partial h}(y, h)$:

$$\frac{1}{b} \frac{\partial^2 A_{\Sigma}}{\partial y \partial h}(h) \stackrel{\text{def}}{=} \int_{L(h)}^{L(h)} |1-q| \frac{1}{b} \frac{\partial^2 m}{\partial y \partial h}(y, h) \bar{T}(y, h) dy \equiv |1-q| \tau(h) . \quad (6)$$

Рівність виразів (5) і (6) підтверджено чисельно.

Друга енергетична характеристика утворення сумарного зрізу кругом – робота, здійснена кругом за 1 оберт і віднесена до одиниці площі його робочої поверхні:

$$\frac{1}{b} \frac{dA_{\Sigma}}{dy} \stackrel{\text{def}}{=} \int_0^{h_0} \frac{1}{b} \frac{\partial^2 A_{\Sigma}}{\partial y \partial h}(h) dh . \quad (7)$$

Відповідно до (5) і (6) розкриваємо (7):

$$\frac{1}{b} \frac{dA_{\Sigma}}{dy} = n_c \int_0^{h_0} P_h(h) v_n(h) \bar{A}(h) dh = |1-q| \frac{1}{b} T . \quad (8)$$

Отже, отримані вирази використовуються для обчислення питомих робіт утворення зрізів, що буде зроблено в наступному повідомленні.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Шейко М.П. Распределение параметров срезов при шлифовании периферией круга как фактор, определяющий напряжения и силы в контакте // Сверхтвердые материалы. – 1994. – № 2. – С. 57–61.
2. Шейко М.Н. Сила шлифования в свете теоретико-вероятностных представлений о процессе // Современные процессы механической обработки и качество поверхностей деталей машин: Сб. научн. тр. / НАН Украины. Институт сверхтвердых материалов. – Киев, 1998. – С. 172–175.
3. Шейко М.Н. К вопросу о распределении параметров срезов при шлифовании периферией круга: фактор инструмента и режима обработки: Сообщение 1 // Сверхтвердые материалы. – 1993. – № 3. – С. 55–64, 70.
4. Шейко М.Н. К вопросу о распределении параметров срезов при шлифовании периферией круга: фактор инструмента и режима обработки: Сообщение 2 // Сверхтвердые материалы. – 1993. – № 5. – С. 51–61.

ШЕЙКО Максим Миколайович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Інституту надтвердих матеріалів НАН України ім. В.М. Бакуля (м. Київ).

Наукові інтереси:

- теоретико-ймовірнісні аспекти абразивно-алмазної обробки;
- мікроскопічне формоутворення при шліфуванні.

Тел. (044) 432-95-15