

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕРИВЧАСТОГО ШЛІФУВАННЯ

Загальновідомо, що застосування переривчастого шліфування дозволяє зменшити температуру різання та підвищити якість обробки деталей машин порівняно зі шліфуванням суцільними кругами. Однак, у відомих розрахунках температури різання не враховується збільшення фактичної глибини шліфування у зв'язку із тим, що частина оброблюваного матеріалу залишається невидаленою у момент проходження вирізу круга і його необхідно видалити під час наступного контакту робочого виступу круга із оброблюваною деталлю. Очевидно, це призводить до підвищення температури різання. Тому зменшення довжини робочого виступу переривчастого круга неоднозначно впливає на температуру різання. Із однієї сторони, зі зменшенням довжини робочого виступу круга зменшуються час його контакту із оброблюваною деталлю і температура різання. Із іншої сторони, збільшується фактична глибина шліфування, що приводить до підвищення температури різання. Отже, має існувати екстремум (мінімум) температури різання залежно від довжини робочого виступу переривчастого круга. Це принципово змінює наявні уявлення щодо закономірностей формування температури різання під час переривчастого шліфування. Тому у роботі теоретично обґрунтовано умови суттєвого зменшення температури різання  $\theta$  під час переривчастого шліфування на основі отриманої залежності:

$$\theta = \frac{\sigma}{\lambda} \cdot V_{det} \cdot \left( \sqrt{l_{01}} + \frac{l_{02}}{\sqrt{l_{01}}} \right) \cdot \sqrt{\frac{a \cdot t}{R_{кр} \cdot V_{кр}}}, \quad (1)$$

де  $\sigma$  – умовне напруження різання (енергоємність обробки), Н/м<sup>2</sup>;  $V_{det}$ ,  $V_{кр}$  – швидкості деталі та круга, м/с;  $t$  – глибина шліфування, м;  $R_{кр}$  – радіус круга, м;  $l_{01}$ ,  $l_{02}$  – довжини робочого виступу та вирізу переривчастого круга, м;  $a = \lambda / (c \cdot \rho)$  – коефіцієнт температуропровідності оброблюваного матеріалу, м<sup>2</sup>/с;  $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності оброблюваного матеріалу, Вт/(м·град);  $c$  – питома теплоємність оброблюваного матеріалу, Дж/(кг·град);  $\rho$  – щільність оброблюваного матеріалу, кг/м<sup>3</sup>.

Як видно, параметр  $l_{01}$  неоднозначно впливає на  $\theta$ . Підпорядковуючи залежність (1) необхідній умові екстремуму  $\theta'_{l_{01}} = 0$ , отримано екстремальне значення параметра  $l_{01} = l_{02}$ . Друга похідна  $\theta''_{l_{01}}$  у точці екстремуму негативна, тому температура різання  $\theta$  у точці екстремуму набуває мінімального значення:

$$\theta = \frac{2\sigma}{\lambda} \cdot \sqrt{\frac{a \cdot Q_{num} \cdot V_{det} \cdot l_{01}}{R_{кр} \cdot V_{кр}}} \quad (2)$$

де  $Q_{num} = V_{dem} \cdot t$  – питома продуктивність обробки, м<sup>2</sup>/с.

Зменшити мінімальну температуру різання можна зменшенням параметрів  $\sigma$ ,  $Q_{num}$ ,  $V_{dem}$ ,  $l_{01}$  і збільшенням параметрів  $R_{кр}$  і  $V_{кр}$ , що досягається застосуванням переривчастого глибинного шліфування з відносно невеликою швидкістю деталі, оскільки  $t = Q_{num}/V_{dem}$  збільшується за умови  $Q_{num} = const$ .

Отримане аналітичне рішення передбачає зменшення температури різання до початкового значення (що відповідає повному охолодженню деталі) у момент проходження вирізу переривчастого круга над зоною шліфування після кожного контакту робочого виступу із оброблюваним матеріалом. Для досягнення цієї умови необхідно у зону шліфування інтенсивно подавати охолоджувальну рідину. Це підтверджується експериментальними даними професора Якімова О. В., за якими після кожного контакту робочого виступу переривчастого круга із оброблюваним матеріалом температура різання може зменшуватися до початкового значення. У результаті максимальні (пікові) значення температури різання під час переривчастого шліфування менше температури різання, що встановилася під час шліфування суцільним кругом.

У роботі встановлено відношення температури різання під час шліфування переривчастим ( $\theta_{перерив}$ ) і суцільним ( $\theta_{суціль}$ ) кругами:

$$\frac{\theta_{перерив}}{\theta_{суціль}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{V_{dem} \cdot l_{01}}{V_{кр} \cdot l}} = \sqrt{\frac{2}{n}}. \quad (3)$$

Зменшити  $\theta_{перерив}/\theta_{суціль}$  можна зменшенням  $V_{dem}$ ,  $l_{01}$  і збільшенням довжини дуги контакту круга з оброблюваною деталлю  $l = \sqrt{2t \cdot R_{кр}}$ . У цьому випадку збільшується кількість контактів  $n$  робочих виступів переривчастого круга із фіксованою площиною поперечного перерізу деталі:

$$n = \frac{l}{(l_{01} + l_{02})} \cdot \frac{V_{кр}}{V_{dem}}, \quad (4)$$

що приводить до зменшення відношення  $\theta_{перерив}/\theta_{суціль}$  (табл. 1).

Таблиця 1 – Розрахункові значення відношення  $\theta_{перерив}/\theta_{суціль}$

$n$	2	4	6	8	10	20	40
$\theta_{перерив}/\theta_{суціль}$	1	0,7	0,58	0,5	0,447	0,316	0,22

У роботі [1] наведено експериментальні дані, за якими значення  $\theta_{перерив}/\theta_{суціль} = 0,6$  досягається за умови  $n = 5$  ( $l_{01} = l_{02} = 25$  мм;  $V_{dem} = 12$  м/хв). Це збігається із розрахунковим значенням  $\theta_{перерив}/\theta_{суціль}$  (табл.1) та указує на достовірність отриманого теоретичного рішення і можливість його застосування.

## ЛІТЕРАТУРА

1 Сипайлов В.А. Тепловые процессы при шлифовании и управление качеством поверхности / В.А. Сипайлов. – М.: Машиностроение, 1978. – 166 с.