ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ОБРОБКИ ПРИ ШЛІФУВАННІ ЗА ТЕМПЕРАТУРНИМ КРИТЕРІЄМ

Новіков Ф. В. *(Україна, Харків)*

DETERMINATION OF WAYS TO IMPROVE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF PROCESSING WHEN GRINDING BY TEMPERATURE CRITERION

Novikov F. V. *(Ukraine, Kharkiv)*

Abstract. The conditions of increase of productivity and quality of processing at flat grinding due to optimization of quantity of passes of a circle and taking into account grinding temperature are theoretically substantiated. On this basis, a method for calculating the optimal grinding modes has been developed

Температурний фактор суттєво обмежує підвищення продуктивності обробки при шліфуванні. Тому важливо теоретично встановити шляхи підвищення продуктивності та якості обробки при шліфуванні за температурним критерієм, виходячи з залежності для визначення температури плоского шліфування θ [1]:

$$\theta = \sigma \cdot t \cdot \sqrt{\frac{V_{дет}}{c_м \cdot \rho_м \cdot \lambda_м}} \cdot \sqrt{\frac{2}{t \cdot R_{кр}}}\ , \qquad (1)$$

де σ – умовне напруження різання, Н/м^2; t – глибина шліфування, м; $V_{дет}$ – швидкість деталі, м/с; $R_{кр}$ – радіус круга, м; $c_м$ – питома теплоємність матеріалу, Дж/(кг·К); $\rho_м$ – щільність матеріалу, кг/м^3; $\lambda_м$ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/(м·К).

Виходячи з залежності (1), домогтися збільшення продуктивності обробки $Q = B \cdot V_{дет} \cdot t$ (де B – ширина шліфування, м) для заданого значення θ можна за рахунок застосування багатопрохідного шліфування, що припускає збільшення $V_{дет}$ й зменшення t. Отже, застосування багатопрохідного шліфування більш ефективно порівняно із глибинним шліфуванням. Однак при цьому виникає завдання визначення граничної швидкості деталі $V_{дет}$, тому що відповідно до залежності (1), вона може збільшуватися нескінченно, а глибина шліфування t, відповідно, зменшуватися до нуля.

Найбільш суттєвим обмеженням збільшення швидкості деталі $V_{дет}$ при шліфуванні є кількість проходів круга n, оскільки з їх збільшенням зростає допоміжний час обробки, пов'язаний з реверсуванням стола верстата. Виходячи із цього, проведено аналіз штучного часу обробки $T_{шт}$, рівного сумі основного $T_{осн}$ й допоміжного $T_{доп}$ часу обробки на операції плоского шліфування:

$$T_{шт} = \frac{L_{різ}}{c_м \cdot \rho_м \cdot \lambda_м} \cdot \left(\frac{П}{\theta}\right)^2 \cdot \left(\frac{2}{n \cdot П \cdot R_{кр}}\right)^{0,5} + n \cdot \tau_{доп}, \qquad (2)$$

де $t = П / n$; $П$ – величина припуску, м; $\tau_{осн} = L_{різ} / V_{дет}$ – основний час обробки за один прохід круга, с; $L_{різ}$ – довжину ходу стола верстата, м; $\tau_{доп}$ – допоміжний час обробки, затрачуваний на реверсування стола верстата в межах одного проходу круга, с.

Із залежності (2) випливає, що має місце мінімум функції $T_{шт}$ від n, який виконується за умови: $\tau_{доп} = 0{,}5 \cdot \tau_{осн}$. Із урахуванням залежності $\tau_{осн} = L_{різ} / V_{дет}$ маємо:

$$V_{дет} = \frac{L_{різ}}{2 \cdot \tau_{доп}}. \qquad (3)$$

У процесі плоского шліфування параметр $L_{різ}$ змінюється незначно, як правило, до 0,5 м. Наприклад, за умови $\tau_{доп} = 0{,}5$ с – зі швидкість деталі $V_{дет} = 30$ м/хв. Якщо допоміжний час обробки $\tau_{доп}$ більше, то швидкість деталі $V_{дет}$ зменшиться. На практиці в процесі плоского шліфуванні $V_{дет}$ в основному не перевищує 30 м/хв.

В умовах обробки деталі невеликої довжини, наприклад, для $L_{різ} = 0{,}05$ м, швидкість деталі $V_{дет}$ за умови $\tau_{всп} = 0{,}5$ с дорівнює $V_{дет} = 3$ м/хв, що фактично відповідає умовам глибинного шліфування. Глибина шліфування t встановлюється на основі залежності (1). Таким чином показано, що швидкість деталі $V_{дет}$ суттєво обмежена допоміжним часом обробки $\tau_{доп}$. Щоб виключити це обмеження, необхідно, наприклад, плоске шліфування деталей здійснювати на плоскошліфувальному верстаті не із прямокутним, а з обертовим столом. Це дозволить суттєво збільшити $V_{дет}$ й кількість проходів круга n, зменшуючи глибину шліфування t й збільшуючи

продуктивність обробки для заданої температури шліфування θ. Важливо також перейти від схеми поздовжнього багатопрохідного шліфування до схеми шліфування послідовними врізаннями – з радіальною подачею уступами. У цьому випадку в процесі шліфування одного уступу відсутня необхідність реверсування стола верстата й тому відсутнє обмеження на збільшення швидкості деталі $V_{дет}$. Вона може бути встановлена максимально можливою для конкретного круглошліфувального верстата, а глибина шліфування t, навпаки, – мінімально можливою. У результаті досягається максимально можлива продуктивність обробки за умови забезпечення заданої температури шліфування, що виключає утворення температурних дефектів на оброблюваній поверхні. В узагальненому вигляді умови підвищення продуктивності обробки на основі отриманих теоретичних рішень показані на рис. 1.

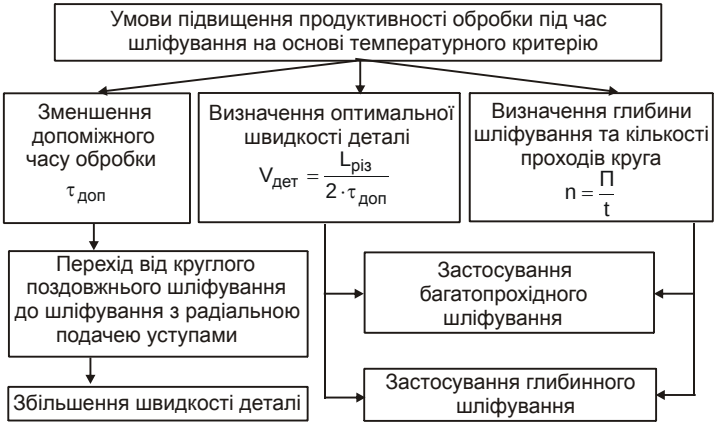

Рис. 1. Структурна схема умов підвищення продуктивності обробки в процесі шліфування за температурним критерієм

Вони дозволяють, по-перше, по-новому підійти до визначення оптимальних параметрів режиму шліфування, а по-друге, обґрунтувати умови вибору цілком конкретних значень параметрів режиму шліфування, реалізованих на практиці.

Література

1. Новиков Ф. В. Основы математического моделирования технологических процессов механической обработки: монография / Ф. В. Новиков. – Д. : ЛИРА, 2018. – 400 с.