

УДК 621.91

І.В. Головатий, А.М. Хічій, А.К. Шманін

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КРУТНОГО МОМЕНТУ РІЗАННЯ КІНЦЕВОЮ ФРЕЗОЮ

I.V. Golovaty, A.M. Hichii, A.K. Shmanin

THE EXPERIMENTAL STUDY OF CUTTING TORQUE IN END MILLING

Одним із основних способів механічної обробки деталей машин є фрезерування кінцевими фрезами. З розвитком та вдосконаленням верстатів з ЧПК такий вид обробки знаходить все ширше використання, оскільки забезпечує достатню точність та якість оброблених поверхонь.

Згідно поставлених завдань, проведеного літературного та патентного огляду програма експериментальних досліджень включала такі етапи:

1. Підібрати обладнання та кінцеві фрези для фрезерування торцевої поверхні заготовки.

2. Провести експериментальні дослідження крутного моменту M різання при фрезеруванні кінцевими фрезами торців заготовок із сталі 30 від зміни трьох основних факторів: діаметра фрези D , ширини фрезерування B та глибини різання t із виведенням залежності $M=f(D, B, t)$.

Для фрезерування торців заготовок використовувались стандартні кінцеві фрези із швидкоріжучої сталі Р6М5, кількість зубів фрези 4, частота обертання фрези 500 об/хв, подача на зуб фрези 0,06 мм/зуб. Крутний момент вимірювався за допомогою частотного перетворювача Altivar на основі одержаних значень, що виводились на монітор комп'ютера. Також проводилась візуальна перевірка кінцевих фрез на наявність будь-яких ознак їх руйнування.

Функцію відгуку, тобто крутний момент при фрезеруванні торців у заготовках $M=f(D, B, t)$, визначений експериментальним методом, представлено у вигляді математичної моделі повного квадратичного полінома.

Загальний вигляд рівняння регресії крутного моменту при фрезеруванні торців заготовки у кодованих величинах:

$$M_{(x_1, x_2, x_3)} = 7138 + 254x_1 + 2364x_2 + 1532x_3 + 85x_1x_2 + 56x_1x_3 + 510x_2x_3 - 26x_1^2 + 0,99x_2^2 - 26x_3^2. \quad (1)$$

У натуральних величинах після перетворення та спрощення виразів рівняння регресії (1) прийнято в кінцевому вигляді:

$$M_{(D, B, t)} = 114,91 - 8,5D - 7,31B - 14t + 14,17DB + 28Dt + 170Bt - 6,5D^2 + 0,11B^2 - 26t^2. \quad (2)$$

Одержані рівняння регресії (1) та (2) можуть бути використані для прогнозування крутного моменту різання M під час фрезерування торців заготовок із сталі 30 у таких межах зміни вхідних факторів: $6 \leq D \leq 10$ (мм); $6 \leq B \leq 12$ (мм); $3 \leq t \leq 5$ (мм).

При збільшенні діаметра фрези D , ширини фрезерування B та глибини різання t крутний момент різання M під час фрезерування торців заготовок із сталі 30 зростає.

Максимальний крутний момент фрезерування торців заготовок із сталі 30 складає 11900 Н·мм, а мінімальний – 3569 Н·мм. Збільшення діаметра фрези D від 6 мм до 10 мм призводить до зростання крутного моменту в 1,7 рази. При цьому збільшення ширини фрезерування B від 6 мм до 12 мм надає приросту крутного моменту різання в 2 рази, а збільшення глибини різання t від 3 до 5 мм призводить до зростання крутного моменту в 1,55 рази.