

УДК 621.9.06-187.4

Солоха В.В.¹, Танченко С.В.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ В КГП НА ТОЧНІСТЬ КООРДИНАТНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ВЕРСТАТІВ З ЧПК

Основними вимогами, що висуваються до верстатів з ЧПК в ході обробки деталей, є забезпечення високої точності і продуктивності обробки. Дося-

гнення високої продуктивності забезпечується високими швидкостями різання і швидкостями подачі, скороченням часу на допоміжні переходи (високі швидкості прискорених переміщень, зменшення часу на заміну інструментів і оброблюваних заготовок тощо). Високі швидкості координатних переміщень (робочих подач і прискорених рухів) в верстатах з ЧПК отримують застосуванням кулькових гвинтових передач (КГП) в якості тягових пристроїв.

Точність верстатів з ЧПК характеризується як показниками геометричної точності, так і точністю координатних переміщень, на яку впливають похибки інтерполяції системи ЧПК, похибки приводу координатних переміщень: серводвигуна, пружні деформації кулькової гвинтової передачі, температурні деформації гвинта тощо. Зростання швидкості координатних переміщень веде до зростання тепловиділення в опорах гвинта і в гайці кулькової передачі.

Як показують дослідження, в прецизійних верстатах що працюють з високими швидкостями та інтенсивними режимами похибки обробки, похибки зумовлені температурними деформаціями компонентів верстатів, складають від 40% до 70% загальної похибки обробки [1].

Температурні деформації гвинта призводять до погіршення точності позиціонування виконавчих органів. Теплове розширення валу гвинта розраховується за виразом:

$$\Delta L_{\theta} = \rho \cdot \theta \cdot L \text{ (мм)}, \quad (1)$$

де ρ – коефіцієнт теплового розширення, $(12,0 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1})$;

θ – надмірна температура ходового гвинта, $^{\circ}\text{C}$;

L – довжина гвинта, мм.

Виходячи з формули (1) нагрівання ходового гвинта довжиною 1 метр лише на 1 градус зумовлює його температурне видовження на 12 мкм.

В ході обробки деталей на верстат діють як зовнішні так і внутрішні джерела тепла. До внутрішніх джерел відноситься тепловиділення в зоні різання, тепловиділення внаслідок тертя в механізмах верстата, тепло від роботи електрообладнання тощо. Їх вплив на точність обробки визначається інтенсивністю тепловиділення, розміщенням стосовно елементів конструкції верстата, які формують похибки обробки.

Враховуючи це основними джерелами тепла, що спричиняють нагрівання і температурні деформації гвинтів кулькових гвинтових передач є тепловиділення в опорах гвинта та тепловиділення в гайці передачі.

Тепловиділення в опорах гвинта можна оцінити за виразом [2]:

$$Q_{on} = 1,047 \cdot 10^{-4} n \cdot M; \quad (2)$$

де Q_{on} – тепло, що виділяється в підшипнику внаслідок тертя;

n – частота обертання гвинта кульково-гвинтової передачі;

M – загальний момент тертя підшипника.

Кількість тепла, що виділяється внаслідок тертя в гайці кулькової гвинтової передачі може бути визначена за емпіричною залежністю [3]

$$Q_T = 0,12\pi n f_0 v_0 M_T, \quad (3)$$

де Q_T – теплота, що виділяється в гайці;

f_0 – коефіцієнт, пов'язаний з типом гайки і способом змащування;

v_0 – кінематична в'язкість мастила;

$M_T = M_{nn} + M_{on}$ – загальний момент тертя гайки (попередній натяг і динамічне навантаження).

Зниження зростання температури елементів КПП, зокрема ходового гвинта може бути досягнуте зменшенням тепловиділення в гайці і опорах та шляхом збільшення тепловідведення від елементів передачі, особливо від гайки, як найбільшого джерела тепла.

Для зниження температури гайки і впливу тепла на точність КПП може бути запропонована конструкція кулькової гайки з охолодженням рідини, що циркулює в корпусі гайки.

Вибір конструктивних елементів каналів охолодження та оптимальної кількості рідини дозволить знизити нагрівання гайки і гвинта, що позитивно вплине на точність позиціонування, що буде показане далі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Mayr J. Thermal issues in machine tools / J Mayr, J Jedrzejewski, E Uhlmann, et al // CIRP Ann. – Manuf. Technol. – 2012. – 61 (2). – P.771–791.
2. Harris T. A. Rolling Bearing Analysis / T. A. Harris // Wiley & Sons, – New York. – 1991. – P. 540–560.
3. Verl A. Correlation between feed velocity and preloading in ball screw drives / A. Verl, S. Frey // Ann. CIRP. – 2010. – 59 (2). – P. 429–432.