

Л.П. Іванова, аспірант,¹
П.І. Літовченко, к.т.н., доцент,²
В.М. Ночвай, к.т.н., доцент,³
Л.Г. Полонський, д.т.н., професор,³
М.С. Степанов, д.т.н., професор,¹
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»¹,
Національна академія Національної гвардії України (м. Харків)²,
Державний університет «Житомирська політехніка»³

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІДИН НА ДЕФОРМАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ПРИ ШЛІФУВАННІ

Великий вплив на точність оброблюваних деталей при круглому шліфуванні надають температурні процеси, що відбуваються в технологічній системі верстату, а саме: в зоні різання, на поверхнях шліфувальної бабки, в опорах шпинделя, тощо. У круглошліфувальних верстатах використовуються декілька технологічних рідин – мастильно-охолоджуюча (МОР), робоча рідина гідростатичних підшипників шпинделя, робоча рідина в гідросистемі приводу стола. Ці рідини беруть участь у теплообміні і суттєво впливають на тепловий стан технологічної системи, а, отже, і на точність оброблених деталей. У найбільшій мірі це відноситься до МОР, що контактує з найпотужнішим джерелом теплоти у верстаті – зоною різання, а також з базовими елементами верстата.

У даній роботі вирішувалася актуальна наукова задача – розробка наукових, методичних, алгоритмічних і програмних засобів технологічного забезпечення точності обробки шліфуванням за рахунок керування тепловим режимом технологічних рідин, що застосовуються у шліфувальних верстатах.

У ході досліджень виконано аналіз сучасного стану температурного впливу робочих рідин на деформацію елементів шліфувальних верстатів та визначено шляхи зниження теплових деформацій на точність обробки. Встановлено, що на даний час не розроблені математичні моделі теплового режиму підсистеми застосування МОР та не визначено вплив елементів підсистеми на тепловий стан МОР у круглошліфувальних верстатах. Роль робочих рідин у формуванні температурних деформацій круглошліфувальних верстатів детально не досліджувалася.

Не вивчені можливості зниження інтенсивності передачі тепла від МОР до деталей верстата та не встановлено тепловий вплив технологічних рідин шліфувальних верстатів на температурні деформації їхніх деталей і вузлів. Існуюча практика застосування МОР забезпечує ефективну дію безпосередньо у зоні шліфування, однак збільшує рівень температурних деформацій елементів технологічної системи внаслідок контакту нагрітої МОР з деталями та вузлами верстата. При цьому точно не окреслені зони впливу нагрітої МОР на елементи шліфувальної бабки, стола тощо.

Не досліджені достатньо можливості зниження кількості тепла у МОР при обробці шляхом використання нових технологічних схем шліфування з додатковими проміжними правками (ДПП) круга. Не розроблені рекомендації щодо зменшення теплових деформацій шляхом стабілізації температурного режиму МОР і вдосконалення методів її очистки [1].

На основі проведеного аналізу предметної області розроблена математична модель теплообміну у підсистемі застосування МОР круглошліфувального верстата, що описує температурний режим МОР в резервуарі охолодження верстата в робочому та перепускному режимах. Модель дозволяє оцінити стаціонарну і нестационарну температури МОР в резервуарі в залежності від етапів циклу шліфування та розрахувати раціональний об'єм МОР у системі її застосування. Розроблено комп'ютерну програму для розрахунку параметрів теплового режиму системи застосування МОР (свідоцтво № 92215 про реєстрацію авторського права на твір).

В результаті розрахунково-аналітичних досліджень на основі моделі встановлено, що стабілізація теплового режиму МОР у системі її застосування настає після 44...78 хв. роботи шліфувального верстата при об'ємі резервуара 30...750 дм³ і точності визначення величини усталеної температури 0,50...0,01 °С, що дозволяє використовувати результати досліджень при розробці алгоритмів і засобів компенсації температурних деформацій верстатів при обробці високоточних деталей.

Проаналізовано тепловий вплив повітряних потоків, що створюються рухомими елементами верстата, та розроблено рівняння теплового балансу від дії цих потоків на базові елементи технологічної системи. Встановлено, що найбільший тепловий вплив здійснює робоча рідина підсистеми мащення підшипників шпинделя та МОР, що попадає на зовнішні поверхні шліфувальної бабки. Для зменшення температурних деформацій рекомендовано виключати контакт розігрітої МОР з елементами верстата, температурні деформації яких можуть впливати на точність обробки, що можна забезпечити конструктивно. Розроблено комп'ютерну програму для розрахунку параметрів теплового режиму системи застосування МОР (свідоцтво № 92215 про реєстрацію авторського права на твір).

Для зниження енергонасиченості круглошліфувальних верстатів запропоновано використовувати схему круглого шліфування з ДПП шліфувального круга [3]. Побудована математична модель процесу шліфування з ДПП, яка описує силові і теплові характеристики процесу шліфування та параметри і кількість ДПП. Виконано розрахунково-аналітичні дослідження, за результатами яких встановлено, що застосування схеми шліфування з

ДПП дозволяє знизити навантаження елементів технологічної системи і дістатися зниження енергонасиченості процесу шліфування на 25...75 %. Розроблено комп'ютерну програму для розрахунку параметрів шліфування з ДПП (свідоцтво № 98881 про реєстрацію авторського права на твір).

Література:

1. Степанов М.С., Полонський Л.Г., Літовченко П.І., Іванова М.С., Корнієнко В.О. Визначення забрудненості МОР механічними домішками при шліфуванні валків прокатних станів // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні: зб. наук. пр. / Харків : НТУ «ХПІ», 2023. № 2 (8) 2023. – С. 58–64.

2. Stepanov, M., Ivanova, L., Litovchenko, P., Ivanova, M., Basova, Y. Determination of parameters of cylindrical grinding with additional intermediate dressing. In: Ivanov V. et al. (eds) Advances in Design, Simulation and Manuf. DSMIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. pp 33-0340. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22365-6_33.