

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПЛОСКОГО ШЛІФУВАННЯ ЗА РАХУНОК УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ЗАСТОСУВАННЯ МОР

В сучасному світі до деталей машин і механізмів ставляться все вищі вимоги по точності та якості обробки поверхонь. Процеси обробки різанням стають більш інтенсивними, швидкості робочих і холостих ходів збільшуються. Ці умови вимагають від фахівців, що розробляють процеси обробки, правильного застосування мастильно-охолоджуючих рідин (МОР), що зумовлює їх широке використання в усіх процесах обробки різанням, особливо в шліфуванні.

Метою впровадження МОР у процес обробки є поліпшення економічних показників, за рахунок зменшення енерговитрат на механічну обробку, підвищення їх експлуатаційних якостей, та підвищення продуктивності обробки. На першому місці задач стоїть визначення раціональних фізико-хімічних властивостей МОР для систематизації їх впливів на процеси обробки та раціонального застосування, одержання моделей процесу теплообміну при обробці з різними умовами тепловіддачі, визначення характеристик взаємодії з технологічним середовищем.

Пластичні деформації і тертя, що виникають в процесі різання, викликають високий тиск і температури в зоні контакту оброблюваної деталі і ріжучого інструменту. МОР впливають на зменшення тепловиділення (за рахунок полегшення процесу стружкоутворення і зменшення тертя), поглинають і відводять частину виділеної теплоти, знижуючи тим самим температуру різання. До цього необхідно додати миттєву дію МОР при видаленні стружки і різного роду частинок із зони різання.

Особливо важливим є застосування МОР при шліфуванні, тому що шліфування характеризується високими температурами, що призводить до виникнення структурно-змінених шарів деталі, великих залишкових напружень та швидкого затуплення і зношення абразивного круга. І тому визначення шляхів раціонального застосування МОР, як схем застосування у певних умовах так і визначення раціонального хімічного складу є актуальною науково-технічною задачею машинобудування.

Комплекс параметрів впливу на ефективність процесу шліфування взаємодії потоку МОР з абразивним кругом та оброблюваною деталлю є складним і недостатньо вивченим. Тому розробка математичної моделі цього процесу та її дослідження створить можливості управління вибором умов обробки (параметрів режиму різання, складу та способу подачі МОР) з метою підвищення продуктивності процесу плоского шліфування.

Розробка математичної моделі процесу теплообміну при шліфуванні базувалася на даних експериментальних та теоретичних досліджень [1–5]:

1. Подача мастильно-охолоджувальної рідини в зону шліфування практично не впливає на контактну температуру при шліфуванні. Внаслідок високого тиску, що виникає в зоні контакту абразивного зерна з металом, рідина не потрапляє в цю зону і її охолоджуюча дія відбувається після проходження ріжучого зерна, що в цілому знижує тільки середню температуру шліфування.

2. МОР в зону контакту шліфувального круга з виробом потрапляє в наслідок затягування її у вузьку частину клиноподібної щілини, а також утворення розрідженого простору за зоною різання по напрямку обертання круга (рис. 1).

3. Гідродинамічний тиск МОР зростає при збільшенні глибини різання від 0 до 0,003 мм та її в'язкості, а також при переході від зустрічного шліфування до супутнього.

4. При надлишковій подачі МОР (більше 15 л/хв.) з'являється протиток, тобто рух рідини у напрямку проти обертання шліфувального круга, що покращує її мийні властивості, але не умови проникнення в зону різання і охолодження деталі.

5. Практично уся механічна потужність мікрорізання перетворюється в теплоту, а остання поглинається в основному оброблюваною деталлю (69...80%).

6. Формула визначення сили, що діє на шліфувальний круг з боку гідравлічного клину, утвореного подачею МОР в зону різання, (рис. 1), базується на рівнянні Рейнольдса і має вигляд:

$$P''_y = \frac{3\mu v_k R}{h_0} \beta V K_B \quad (1)$$

де μ – коефіцієнт динамічної в'язкості МОРС, h_0 – товщина шару рідини, де тиск досягає максимуму, V – ширина круга, K_B – коефіцієнт розподілення тиску по ширині шліфувального круга, β – безрозмірний коефіцієнт навантаженості шліфувального круга.

7. Швидкість v і витрата q (на одиницю ширини круга) МОР, що проходить крізь щілину, утворену зоною контакту шліфувального круга з оброблюваною плоскою поверхнею деталі (за умови одномірності потоку рідини) можна представити формулами (2) і (3) відповідно:

$$v = \frac{1}{12\mu} \frac{(P_{max} - P_B) h_0^2}{L} + \frac{v_k}{2} \quad (2)$$

де P_{max} , P_B – відповідно максимальний та вакуумний (на виході з щілини) тиск у гідравлічному клині

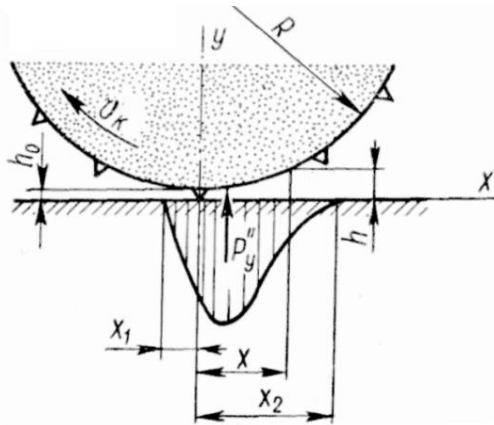


Рис. 1. Схема до розрахунку гідравлічного тиску P''_y та швидкості рідини v в зоні різання

$$q = vh_0 \quad (3)$$

На основі наведених вище положень з використанням системи твердотілого моделювання SolidWorks було виконано імітаційне моделювання процесів теплообміну, що виникають при чорновому шліфуванні плоскої деталі периферією круга з використанням різних видів МОР та способу їх подачі в зону різання. Метою моделювання було визначити вплив зміни параметрів МОР (в'язкості, теплопровідності, вмісту масляних складових), швидкості її подання, тиску в зоні різання (гідравлічному клині), і відповідно, умов теплообміну на середню температуру оброблюваної поверхні деталі для встановлення можливості підвищення продуктивності процесу плоского шліфування за рахунок інтенсифікації режимних параметрів.

Для перевірки адекватності розробленої моделі були використані наведені у [1] експериментальні дані по визначенню комплексу параметрів процесу плоского шліфування загартованих сталей.

Спираючись на результати дослідження розробленої математичної моделі процесу теплообміну при плоскому чорновому шліфуванні сталевих загартованих деталей периферією круга можна зробити висновки:

1. Шляхом цілеспрямованого вибору параметрів шліфувального круга (зернистості, типу зв'язки), параметрів МОР (в'язкості, здатності до змочування робочої поверхні круга, теплопровідності, хімічної активності) та способу і інтенсивності її подачі в зону різання є можливість підвищити продуктивність чорнового шліфування до 20% відносно стандартно призначених режимних параметрів.

2. Покращення охолодження зони різання та оброблюваної деталі пов'язане, в першу чергу, з використанням ЗОР з низькою в'язкістю, підвищенням швидкості обертання шліфувального круга та напрямком подачі МОР.

Література:

1. Ящерицын П.И., Еременко М.Л., Фельдштейн Е.Э. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах: Учеб. для вузов. – Мн.: Выш. шк., 1990. – 512 с.
2. Корчак С.Н., Шамин В.Ю. Физико-химическое взаимодействие СОЖ на производительность шлифования // Вопросы теории действия смазочно-охлаждающих технологических средств в процессах обработки металлов резанием: Сборник 2. – Горький: ГПИ, 1975. – С. 50–53.
3. Кубасов П.У., Кутуев И.Ф., Бухановский В.Г., Баринев В.Е. Влияние смазочных свойств СОЖ на процесс шлифования // Вопросы теории действия смазочноохлаждающих технологических средств в процессах обработки металлов резанием: Сборник 2. – Горький: ГПИ, 1975. – С. 54–59.
4. Белов М.А. Повышение качества шлифованных деталей из коррозионностойких сталей путем рационального применения технологических жидкостей: Автореферат дис. ... кан. техн. наук: 05.02.08 / Ульянов. политехн. ин-т. Ульяновск, 1986. – 22 с.
5. Шипулин Л.В. Совершенствование методики проектирование операций плоского шлифования периферией круга на основе комплексного моделирования процесса // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2.