

Список ссылок

1. Герцрикен В.Ф. Импульсная обработка и массоперенос в металлах при низких температурах./ В. Ф. Герцрикен, В. Ф. Мазанко, В. М. Фальченко. – Киев: Наук. думка. – 1991. – 204 с.
2. Гаврилюк В.Г. Распределение углерода в стали. / В. Г. Гаврилюк – Киев: Наукова думка. – 1987. – 208 с.
3. Бабаскин Ю.З. Конструкционные и специальные стали с нитридной фазой. / Ю. З. Бабаскин, С. Я. Шипицын, И. Ф. Кирчу. – Киев: Наук. думка. – 2005. – 371 с.
4. Химико-термическая обработка металлов и сплавов [Текст] : справочник / Г. В. Борисенко [и др.] ; ред. Л. С. Ляхович. - Москва : Металлургия, 1981. - 424 с.
5. Лахтин Ю.М. Химико-термическая обработка металлов [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. М. Лахтин, Б. Н. Арзамасов. – М; Металлургия, 1985. – 256 с.
6. Аналитическая автордиография / [Ю. Ф. Бабилова, А. А. Гусаков, В. М. Минаев, Г. Г. Рябова]. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 158 с.
7. Лариков Л.Н. Диффузия в металлах и сплавах. Справочник. / Л. Н. Лариков, В. И. Исайчев – Киев; Наук. думка. – 1987. – 511 с.

УДК 621.941.025

Юрченко Ю.Д., канд. техн. наук, доцент

Черкаський державний технологічний університет, yurchenkoyd@ukr.net

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ПРИ ЧИСТОВОМУ ТОЧІННІ АУСТЕНІТНИХ СТАЛЕЙ РІЗЦЯМИ З ВНУТРІШНІМ ТЕПЛОВІДВЕДЕННЯМ

Ефективне застосування збірних токарних різців з внутрішнім тепловідведенням [1] для обробки нержавіючих та жаростійких сталей аустенітного класу може бути досягнуте за умови їх роботи на оптимальних режимах різання, що забезпечують максимальну продуктивність обробки для заданих умов і вимог до точності та якості оброблених поверхонь.

Мета даної роботи полягала у розробці математичної моделі, що дозволяє визначати оптимальні режими різання при чистовій токарній обробці аустенітних сталей різцями з внутрішнім тепловідведенням.

Проведений аналіз ряду публікацій, присвячених оптимізації режимів різання, показав, що найбільш поширеним методом оптимізації режимів різання є метод лінійного програмування [2, 3]. Метод дозволяє здійснювати одночасну оптимізацію швидкості різання і подачі з урахуванням діючих при різанні обмежень за критерієм максимальної продуктивності. В той же час слід зазначити, що математичні моделі та методи, представлені у наведених вище та ряді інших робіт, не дозволяють у повній мірі вирішувати задачі з оптимізації режимів різання при обробці інструментами з внутрішнім тепловідведенням, оскільки не враховують ряд особливостей такої обробки [4, 5].

Виходячи з наведеного, автором було сформульовано задачу розробки математичної моделі процесу різання, яка б враховувала особливості обробки аустенітних сталей різцями з внутрішнім тепловідведенням і дозволяла визначати оптимальні режими різання при чистовій токарній обробці такими інструментами.

За цільову функцію була прийнята продуктивність обробки, максимум якої досягається при мінімумі основного часу, або максимумі добутку $n \cdot s \rightarrow \max$.

Для вирішення задачі оптимізації режимів різання були встановлені наступні критерії та обмеження: 1) по швидкості різання відповідно до стійкості інструмента; 2) по шорсткості поверхні; 3) по потужності привода головного руху; 4) по точності обробки; 5) за гранично допустимими діапазонами частот обертання шпинделя і подачі.

В результаті лінеаризації цільової функції і обмежень шляхом логарифмування і ввівши позначення $x_1 = \ln 100S$, $x_2 = \ln n$, була отримана математична модель процесу різання, що виражена наступною системою лінійних нерівностей:

$$\left\{ \begin{array}{l} y_v \cdot x_1 + x_2 \leq b_1, \\ 0.58 \cdot x_1 - 0.06 \cdot x_2 \leq b_2, \\ y_{p_z} \cdot x_1 + (n_{p_z} + 1) \cdot x_2 \leq b_3, \\ y_{p_y} \cdot x_1 + n_{p_y} \cdot x_2 \leq b_4, \\ x_1 \geq b_5, x_1 \leq b_6, \\ x_2 \geq b_7, x_2 \leq b_8, \\ (x_1 + x_2) \rightarrow \max, \end{array} \right. \quad (1) \quad \left\{ \begin{array}{l} b_1 = \ln \left(\frac{1000 \cdot C_v \cdot k_v \cdot 100^{y_v}}{D \cdot \pi \cdot T^{m_v} \cdot t^{x_v}} \right), \\ b_2 = \ln \left(\frac{Ra \cdot (\pi \cdot D)^{0.06} \cdot r^{0.65} \cdot HB^{0.05} \cdot 100^{0.58}}{0.85 \cdot 1000^{0.06} \cdot t^{0.31} \cdot \varphi^{0.4} \cdot \varphi_1^{0.4}} \right), \\ b_3 = \ln \left(\frac{6120 \cdot 1000^{(n_{p_z} + 1)} \cdot N \cdot \eta \cdot 100^{y_{p_z}}}{C_{p_z} \cdot t^{x_{p_z}} \cdot D^{(n_{p_z} + 1)} \cdot \pi^{(n_{p_z} + 1)} \cdot k_{p_z}} \right), \\ b_4 = \ln \left(\frac{0.05 \cdot T_d \cdot 1000^{n_{p_y}} \cdot 3 \cdot 2.1 \cdot 10^5 \cdot L \cdot \pi \cdot D_1^4 \cdot 100^{y_{p_y}}}{64 \cdot C_{p_y} \cdot t^{x_{p_y}} \cdot D^{n_{p_y}} \cdot \pi^{n_{p_y}} \cdot k_{p_y} \cdot \left(\frac{L}{2}\right)^2 \cdot \left(L - \frac{L}{2}\right)^2} \right), \\ b_5 = \ln n_{\min}, \quad b_6 = \ln n_{\max}, \quad b_7 = \ln S_{\min}, \quad b_8 = \ln S_{\max}. \end{array} \right.$$

Встановлені коефіцієнти і показники, що характеризують ступінь впливу глибини, подачі і стійкості на швидкість різання [5]: $C_v = 195$; $m_v = 0.25$; $k_v = 1.0$; $x_v = 0.15$; $y_v = 0.45$. Коефіцієнти і показники, що характеризують ступінь впливу глибини, подачі і швидкості на силу різання мали значення: $C_{p_z} = 340$; $k_{p_z} = 1$; $x_{p_z} = 0.95$; $y_{p_z} = 0.75$; $n_{p_z} = -0.15$; $C_{p_y} = 243$; $k_{p_y} = 1$; $x_{p_y} = 0.9$; $y_{p_y} = 0.6$; $n_{p_y} = -0.3$.

В роботі виконане також графічне представлення наведеної математичної моделі, визначені область можливих рішень та оптимальні значення подачі і частоти обертання. На основі даної математичної моделі в середовищі MathCAD була розроблена прикладна програма, що дозволила з мінімальними витратами часу визначати оптимальні режими різання. Використання вказаної програми дозволило розробити практичні рекомендації для призначення режимів різання при обробці аустенітних сталей різцями з внутрішнім тепловідведенням.

Результати розрахунку оптимальної швидкості різання, отримані з допомогою наведеної математичної моделі, підтверджуються раніше проведеними для аналогічних умов експериментальними дослідженнями [4, 5], де оптимальна швидкість різання $V_{\text{опт}}$ визначалась виходячи з оптимальної температури різання $\Theta_{\text{опт}}$ для відповідної пари інструментального та оброблюваного матеріалів. Розбіжності результатів при цьому становили не більше 3-5%, що підтверджує адекватність розробленої математичної моделі.

Промислові випробування збірних токарних різців з внутрішнім тепловідведенням на заводі ТОВ «Черкасиелеватормаш» показали, що при обробці деталей із жароміцних та корозійностійких сталей на рекомендованих режимах різання було досягнуто підвищення зносостійкості багатогранних твердосплавних пластин в 1,5...1,8 рази та продуктивності обробки деталей на 30...50% у порівнянні з різцями стандартизованих конструкцій.

Список посилань

1. Юрченко Ю.Д., Мироненко В.В. Різець збірний // Патент України на корисну модель № 67609 МПК В23В 27/16 (2006.01) заявл. 05.09.2011, опубл. 27.02.2012, бюл. №4.].
2. Пестрецов С.И. Компьютерное моделирование и оптимизация процессов резания: учеб.пособие / С.И. Пестрецов. – Тамбов: Изд-во Тамб.гос. техн.ун-та, 2009 – 104с.
3. Мироненко, С. В. Загальні принципи розробки моделей для вибору оптимальних режимів різання при чистовому точінні сталей на основі використання енергетичного критерію / С. В. Мироненко, В. В. Калініченко, В. Ф. Колесник // Сучасні технології в машинобудуванні: зб. наук. праць. – Вип. 2. Харків : НТУ «ХПІ», 2008. – С. 48–57.

4. Кальченко В.В. Обробка аустенітних сталей токарними різцями з внутрішнім тепловідведенням / В. В. Кальченко, Ю. Д. Юрченко // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Збірник наукових праць. – Чернігів: ЧДТУ, 2011. – №4(53). – С. 79-85.

5. Кальченко В. В. Дослідження температури різання при точінні різцями з внутрішнім тепловідведенням / В. В. Кальченко, Ю. Д. Юрченко // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Збірник наукових праць. – Чернігів: ЧДТУ, 2012. – №1(55). – С.114-125.

УДК 678.7:621.855

Пилипенко О.І., докт. техн. наук, професор
Чернігівський національний технологічний університет, opilip@ukr.net

РЕСУРСОЩАДНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Фундаментом сучасної технологічної цивілізації є здатність виробляти все більше продукції при зменшенні при цьому використання матеріалів і енергії. Успішне вирішення економічних, енергетичних та екологічних проблем полягає передусім в застосуванні нових конструктивних матеріалів, зокрема, полімерних композитів для виробництва деталей машин [1, 2].

Деталі приводів машин традиційно виготовлялися в основному зі сталі, що в багатьох випадках не раціонально. Наприклад, зубчасті та ланцюгові передачі з полімерних композитів знаходять все більше застосування в багатьох галузях машинобудування, зокрема, в роботобудуванні, текстильному, поліграфічному, харчопереробному, сільсько-господарському машинобудуванні. Це відкриває можливості роботи машин та обладнання без вібрацій, робочого шуму, змащування, дозволяє гасити ударні та динамічні навантаження [3].

Виробництво деталей машин з полімерних композитів є маловідходним і не енерговитратним. З полімерних композитів легше виготовити деталі машин складних форм, вони настільки технологічні, що дають змогу створювати так звані інтегровані деталі, виробництво яких з металу або занадто вартісне, або взагалі неможливе [3, 4, 5].

Густина полімерних матеріалів в декілька разів менше густини сталі, отже, і енерговитрати при розгоні та гальмуванні полімерних деталей значно менші, що дає можливість підвищувати частоти обертання.

Щоб зменшити споживання матеріальних та енергетичних ресурсів під час виробництва деталей машин, треба підвищувати якість конструювання за рахунок врахування динамічних навантажень, оптимізації їх параметрів, зокрема, ваги конструкцій [6]. З тою ж метою треба застосовувати нові технологічні процеси з високим коефіцієнтом використання матеріалів, об'ємним формуванням деталей машин за одну технологічну операцію, що дасть можливість отримувати деталі без будь-якої подальшої обробки, але і отримувати інтегровані деталі, які суміщують в собі декілька деталей традиційного виготовлення, що базувалися на численних технологічних операціях різання окремих поверхонь.

З метою покращення якісних і функціональних характеристик полімерних матеріалів великотонажного виробництва, що не завжди відповідають вимогам деталей високої якості, застосовують різні наповнювачі, використовуючи при цьому і відходи різних галузей промисловості [6].

Лабораторією полімерних деталей машин (ПДМ) ЧНТУ розроблені та впроваджені у виробництво на ряді машинобудівних підприємств України, Росії і Білорусії приводні та натяжні зірочки і ланцюги ланцюгових передач, циліндричні та конічні зубчасті колеса різних модулів з полімерних композитів. Як результат – знизилася втрата від корозії (полімерні деталі машин не кородують на відміну від деталей зі сталі, які треба ще покривати хромом, наприклад, для машин та обладнання харчопереробного