

<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41909>

2. Роїк Т. А. Параметри наклепу поверхонь антифрикційних композитних деталей тертя друкарських машин при фінішному кубонітовому шліфуванні / Роїк Т. А., Гавриш О. А., Віцюк Ю. Ю., Бровкин А. О. // Технологія і техніка друкарства. – К.: НН ВПІ КПІ ім. Ігоря Сікорського. – №2 (76). – 2022. – С. 22-36. <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/267425/265122>

УДК 621.91; 620.172

Тулупов В.І., канд. техн. наук, доцент
Онищук С.Г., канд. техн. наук, доцент
Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ,
wladimir.tulupov@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СПОСОБІВ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

При виготовленні продукції машинобудування питома доля вартості енерговитрат на обробку становить від 15 до 25% [1]. У зв'язку з постійним зростанням вартості енергетичних ресурсів виникає необхідність використання енергозберігаючих технологій.

Однією з енергоємних операцій є термічна обробка. Її наявність в технологічному процесі крім того подовжує виробничий цикл виготовлення виробів. Тому використання енергоефективних способів механічної обробки з заміною окремих термічних операцій є актуальним завданням.

Автором роботи [2] запропоновано для визначення рівня енергозатрат в зоні різання на знімання заданого об'єму матеріалу шару заготовки використовувати питому енергоємність різання:

$$e = \frac{A_{piz}}{V} = \frac{N_{ef}}{P_{piz}} = \frac{N}{vSt}, \quad (1)$$

де A_{piz} – робота різання;

V – об'єм шару матеріалу, що перетворюється на стружку;

N_{ef} – ефективна потужність різання;

P_{piz} – продуктивність різання (знімання стружки в одиницю часу);

v – швидкість різання;

S – подача різця;

t – глибина різання.

Для зменшення енергоємності процесів механічної обробки в машинобудуванні використовують додаткові джерела тепла. Ідеальне штучне джерело тепла, що застосовується у технологічному методі поверхневого зміцнення, повинно забезпечувати швидкісне нагрівання металу, піддаватися контролю та регулюванню в строго нормованих дозах в одиницю часу, забезпечувати широкий діапазон температур. Під час вибору методу оброблення велике значення мають питомі витрати енергії на нагрівання одиниці об'єму металу.

Найменші витрати енергії (питомі витрати енергії) спостерігаються при використанні електричних джерел тепла (менше 1 Дж/см³), а найбільші – при використанні плазмово-механічних (4,5 Дж/см³) та лазерно-механічних джерел тепла (більше 6,5 Дж/см³).

Авторами роботи проведено експериментальні та виробничі дослідження щодо використання електричного струму як джерела тепла [3]. Реалізацією є два технологічних способи – електромеханічне точіння та чистове точіння з електроімпульсним нагріванням.

Особливістю електромеханічного точіння є використання електричного струму, в результаті чого на оброблювану поверхню діє одночасно силовий та тепловий вплив. В зону

різання вводиться змінний електричний струм, що пропускається через задню поверхню різальної кромки інструмента з нульовим заднім кутом. Живлення відбувається від джерела змінного струму при робочій напрузі 3-6 В та силі струму 150-200 А.

Чистове точіння з електроімпульсним нагріванням полягає в тому, що через головну задню поверхню різальної кромки пропускається імпульсний електричний струм. Утворюється регулярна структура у вигляді зміцнених фрагментів. Їх розташування залежить від частоти та тривалості імпульсів струмів, режимів механічного оброблення (подачі та частоти обертання шпинделя). Живлення відбувається від генератора імпульсного струму: частота імпульсного струму 20...8000 Гц, шпаруватість 20...80%, максимальна робоча напруга 10 В, вихідний імпульсний струм прямокутної форми.

Результатом використання обох способів є створення регулярного мікрорельєфу. Наявність регулярного мікрорельєфу створює умови для рідинного режиму тертя при експлуатації деталі, що підвищує їх експлуатаційні властивості та термін служби.

Використання електричного струму в зоні різання призводить до покращення умов різання за рахунок збільшення пластичної зони та, як наслідок, зменшення сили різання. Проведені експериментальні дослідження складових сил різання з використанням універсального трикомпонентного динамометра свідчать про зменшення їх величини на 20-30% в залежності від оброблюваного матеріалу та режимів різання. В результаті зменшується потужність різання $N_{\text{эф}}$, та відповідно й питома енергоємність різання, що визначається за формулою (1).

Авторами були проведені експериментальні дослідження. Зокрема, дослідження чистового точіння з електроімпульсним нагріванням проведено на зразках зі сталі 40ХН. Металографічні дослідження показали формування в поверхневому шарі дрібнозернистої структури мартенситу та «білого» шару товщиною до 0,1 мм. Мікротвердість світлої зони поверхневого шару разом з мартенситом становить $H_{\mu} = 5900$ МПа.

Дослідження зносостійкості на машині тертя СМЦ-2 довели, що зношення зразків, що оброблені з імпульсним струмом, менше, чим у зразків, що загартовані струмами високої частоти (СВЧ). Це свідчить про те, що можна виключити операцію термічної обробки з технологічного процесу при наявності операцій, що виконуються з використанням електричного струму.

Запровадження технологічної операції з використанням електричного струму при виготовленні ступінчастих валів зі сталі 40ХН показує наступні переваги порівняно з існуючим технологічним процесом:

- можливість заміни декількох операцій (зокрема токарної, двох шліфувальних та термічної) однією операцією електромеханічного або електроімпульсного точіння;
- зміцнювання поверхневого шару деталі;
- оброблення на одному обладнанні замість декількох;
- низькі витрати на обладнання та устаткування для живлення струмом;
- зменшення виробничого циклу виготовлення деталей.

Наприклад, кількість енергії, що витрачається на виконання чотирьох операцій може бути зменшена при заміні на операцію точіння з електроімпульсним нагріванням на 80%.

Список посилань

1. Мироненко Е. В. Общая структура математической модели для определения энергоэффективных технологических параметров токарной обработки деталей тяжелого машиностроения. / Мироненко Е. В., Клименко Г. П., Калиниченко В. В. // Резание и инструмент в технологических системах. – 2015. – Вып.85. – с. 202–210.

2. Карпов А. В. К вопросу управления процессом резания на основе энергетических закономерностей деформации и разрушения твердых тел. / Карпов А. В. // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2011. – № 1 (8). – с. 37–49.

3. Ковалевський С. В. Спеціальні методи оброблення робочих поверхонь деталей машин: монографія. / Ковалевський С. В., Тулупов В.І. – Краматорськ: ДДМА, 2012. – 100 с.