

УДК 621.9.02:621.9.14

Грицай І.Є., докт. техн. наук, професор
Національний університет «Львівська політехніка», i.gryc@i.ua

ТЕРТЯ ТА ТЕПЛОВІ ПОТОКИ НА ДІЛЯНКАХ КОНТАКТУ ЯК ЧИННИКИ ЗНОШУВАННЯ ЧЕРВ'ЯЧНИХ ФРЕЗ

У наш час нарізання зубчастих коліс черв'ячними фрезами залишається основним технологічним способом виготовлення цих широко поширених деталей машин. Черв'ячні фрези належать до складних у виготовленні та дорогих різальних інструментів, а процес черв'ячного зубофрезерування є одним із найбільш складних для моделювання процесів різання. Приймаючи до уваги ці обставини, а також можливості сучасних комп'ютерних засобів та прикладних програм, була поставлена задача поглиблено дослідити умови тертя і тепловий та температурний режим роботи швидкорізальних черв'ячних фрез для прогнозування зношування їх зубців і лез та розробити методологію для протидії зношуванню цих інструментів.

Для вирішення цієї задачі було розроблено комплекс взаємозв'язаних математичних та графоаналітичних моделей, які охоплюють всі елементи процесу зубофрезерування – від 3D моделювання зрізаних шарів до симулювання контактних, деформаційних, силових і теплових процесів під час зубофрезерування. На основі отриманих моделей було відтворено на рівні окремих лез сили тертя і теплові потоки, які виникають на поверхнях зубців та встановлено закономірності розподілення температури на гвинтовій поверхні черв'ячної фрези. Результати цих досліджень показали наступне.

1. Встановлено, що в основі спрацювання зубців черв'ячної фрези лежать явища різної фізичної природи, а причиною втрати стійкості окремих зубців і лез фрези є не лише тертя на їх контактних поверхнях, як це традиційно трактується. Іншим чинником пришвидшеного зношування є інтенсивність теплових потоків.

2. Врахування контакту між стружкою і поверхнями зубців черв'ячної фрези показало, що при малій площі поверхні контакту сила теплових потоків на таких ділянках зростає, тому при одночасному значному терті їх температура може бути вище критичної. Виявлено дві групи зубців, в яких зношування зумовлено різними причинами та визначено ділянки їх локалізації на робочій поверхні фрези.

3. Значні сили тертя на передніх поверхнях мають місце на *вихідних* лезах зубців двох витків +1 і +2 *вхідної* частини фрези. Тертя є основною причиною абразивного зношування зубців під час різання, тому зменшити зношування зубців цих витків можна нанесенням на їх передніх поверхнях захисних покриттів, які повинні мати максимальну протизадирну дію і мінімальний коефіцієнт тертя.

4. Найвища температура різання (640⁰С) виникає як результат значних теплових потоків, які присутні на *вершинних* лезах зубців, що належать *вхідному* витку +2 і на *вхідних* лезах зубців витків +1 і +2 (600⁰С). Це означає, що частина зубців черв'ячної фрези в цій її активній ділянці будуть піддаватися зношуванню через втрату теплостійкості, а для протидії такому виду зношування потрібний інший вид захисту поверхонь – покриття, що мають підвищену теплостійкість.

5. Сучасні технології формування захисних покриттів дають змогу використати різні види покриття і різні методи їх формування. Зокрема, для створення захисних покриттів, що володіють максимальною теплостійкістю можна рекомендувати лазерні технології, електроіскрове легування або плазмове напилення, а для покриттів, що забезпечують зменшення тертя на поверхнях - утворення на відповідних поверхнях алмазомістких плівок.