

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ РОБОЧИХ КУТІВ ІНСТРУМЕНТА НА ЗУБОНАРИЗАННЯ МЕТОДОМ POWER SKIVING

Національний університет "Львівська політехніка";

Анотація

Проаналізовано конструкції нових інструментів для нарізання зубчастих коліс, які дозволяють пришвидшити процес обробки. Встановлено, що робочі кути на лезах скайвера значно впливають на процес обробки, збільшуючи інтенсивність зсуву при різанні і тертя на передній і задніх поверхнях зубців інструмента.

Ключові слова: зубчасте колесо, Power Skiving, зубонарізання, кінематичні кути.

Вступ

На сьогодні Power Skiving - один з найефективніших сучасних методів виготовлення прямозубих чи косозубих евольвентних коліс. Він є гнучкішим, ніж протягування, і швидшим, ніж зубодовбання. Зуботочіння застосовується як для обробки коліс із зовнішнім зубчастим вінцем, так і внутрішнім. Продуктивність і точність цього метода є вищі ніж при зубофрезеруванні та зубодовбання, а можливість нарізати різномодульні зубчасті колеса збільшує його універсальність у застосуванні. Враховуючи особливості складної кінематики цього процесу, проектування інструментів для Power Skiving є важким, відповідальним і трудомістким етапом [1,2]. Він потребує детального дослідження ще на стадії проектування нових конструкцій скайверів, які дозволяють підвищити продуктивність процесу зубонарізання. Вирішення типових проблем, які виникають під час нарізання зубців на колесі можна розділити на такі основні типи, а саме: 1) встановлення оптимальних режимів різання для відповідного колеса; 2) встановлення необхідних кінематичних та інструментальних кутів різання; 3) визначення раціональних розмірів скайвера; 4) вибір необхідного матеріалу зуба інструмента або його покриття для досягнення необхідної довговічності.

Відповідно, в даному дослідженні основною метою є аналіз конструкції нових інструментів для нарізання прямозубих та косозубих зубчастих коліс, які дозволяють пришвидшити процес обробки. Результати, отримані для типового ілюстративного прикладу, підтверджують, що запропонований метод забезпечує нескладний і надійний підхід до моделювання конструктивних особливостей різальних інструментів.

Результати дослідження

Рух різання в процесі Power Skiving відбувається внаслідок того, що передня поверхня різальних зубців нахилена під кутом до осі обертання інструменту, а різання в напрямку осьової подачі відбувається внаслідок обертання інструменту. Тобто, головним рухом різання є обертовий рух скайвера, а переміщення передньої поверхні в напрямку осьової подачі є похідним від цього руху і виконує роль конструктивного переміщення. Ще одним рухом є допоміжний рух у виді осьової подачі, яка робить процес неперервним і поширює його на всю довжину шляху різання. Таким чином, результуюча швидкість різання в процесі Power Skiving є векторною сумою швидкості обертання інструменту V_{tool} , швидкості руху передньої поверхні в напрямку осьової подачі V_{ω} внаслідок схрещення осей на кут ω і обертання інструменту, а також швидкості руху інструменту, що відповідає осьовій подачі V_f .

На сьогодні розроблено та використовуються у виробництві значна кількість видів скайверів, які, залежно від призначення відрізняються конструкцією, геометрією різальної частини, матеріалом, способом кріплення та покриттями.

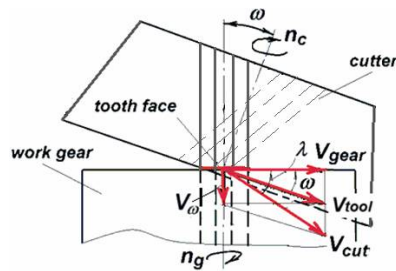


Рис.1. Кінематична схема процесу Power skiving, яка враховує усі рухи різання

Для процесу різання оптимальною є конструкція конічного чашкового різця зі змінними пластинами, який має позитивний передній і позитивний задній кути, а також має кут нахилу передньої поверхні зубця. Цей різець є універсальним, його можна використовувати для нарізання як прямозубих, так і косозубих коліс. Позитивні кути передньої і задньої поверхонь і нахил передньої поверхні відносно вектора лінійної швидкості обертального руху різця, завдяки чому утворюється кут різання і виникає косокутне різання, є найбільш сприятливими для процесу різання.

Висновки

Нове трактування схеми різання в процесі обробки зубчастих коліс методом Power Skiving, що базується на реальній кінематиці цього процесу як сукупності колових рухів, тобто обертання інструменту і заготовки, дало змогу визначити величину і напрямок швидкості різання, як результуючого вектора кругових і поступальних переміщень. Вектор сумарної швидкості різання має важливе значення для правильної оцінки процесу, оскільки після установки скайвера на верстаті він отримує інші значення кутів, які характеризують геометрію його лез, і які визначаються, як дійсні, або робочі кути. Величину цих кутів визначають за положенням відповідної поверхні відносно вектора швидкості різання, а не від базових поверхонь інструменту. Наприклад, якщо різак має кут нахилу зубців 20° , то вектор сумарної швидкості різання буде під кутом 36° відносно торця колеса, яке нарізають. Робочі кути на лезах скайвера значно впливають на процес обробки, збільшуючи інтенсивність зсуву при різанні і тертя на передній і задніх поверхнях зубців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. A. Slipchuk, "Study of the cutting force based on the obtained undeformed chips during cut in when machining an internal gear by power skiving method". UJMEMS. vol. 10, no 2, pp. 46-56. 2024
2. E. Nagata, T. Tachikawa, Y. Nakahara, N. Kurita, M. Nakamura, D. Iba, I. Moriwaki. "Gear skiving for mass production". In The Proceedings of the JSME international conference on motion and power transmissions. The Japan Society of Mechanical Engineers. pp. 02-13 2017.

Сліпчук Андрій Миколайович — канд. техн. наук, доцент кафедри робототехніки та інтегрованих технологій машинобудування, Національний університет "Львівська політехніка" Львів, e-mail: andrii.m.slipchuk@lpnu.ua

Determining the influence of tool working angles on gear cutting by Power Skiving

Abstract

The paper analyses the design of new gear cutting tools that can speed up the machining process. It is found that the working angles of the cutter blades have a significant effect on the machining process, increasing the intensity of shearing during cutting and the friction on the rack and flank surfaces of the tool teeth.

Keywords: gear, Power Skiving, gear cutting, kinematical angles.

Slipchuk Andrii M. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of the Department of Robotics and Integrated Mechanical Engineering Technologies, Lviv Polytechnic National University, Lviv