

УДК 621.326

Дмитро Герус

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

СИНУСОЇДАЛЬНІ ЗУБЧАСТІ КОЛЕСА. ПЕРЕВАГИ, ОСОБЛИВОСТІ, ЗАСТОСУВАННЯ

Анотація: В даній роботі розглянуто переваги та особливості синусоїдальних зубчастих коліс, їх застосування.

Ключові слова: синусоїдальні зубчасті колеса, розподіл навантаження, дедендум, зношування.

Dmytro Gerus

SPUR GEARS. ADVANTAGES, FEATURES, APPLICATION

Abstract: This work examines the advantages and features of sinusoidal gears and their application.

Keywords: spur gear, load distribution, dedendum, wear.

Використання евольвентних зубчастих коліс вже довгий час переважає у промисловості. Це пов'язано з поступовим розвитком винаходу Ейлера протягом століть і важливими вдосконаленнями як у технологіях виробництва, так і в матеріалах. Це відображається у високій якості та навантажувальній здатності.

Однак даний тип зубчастих коліс має свої недоліки. Оскільки евольвентні зубчасті колеса передають енергію через опукло-опуклий контакт, при наближенні до базового діаметру виникають високі контактні навантаження в цій зоні. Крім того, в шестернях з малою кількістю зубів бічна поверхня дедендума порівняно коротка. Це призводить до надмірних втрат на ковзання і тертя, а також до передчасного виходу з ладу. Також, проблемою є підрізання в ділянці дедендума.

Рішенням є використання синусоїдального профілю зубця.

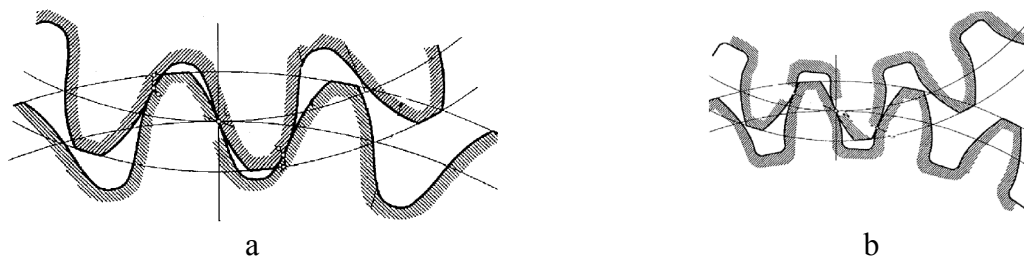


Рис. 1. Зачеплення (а) синусоїдальної зубчастої пари, (b) евольвентної пари.

Як можна спостерігати на Рис. 1, синусоїдальне зубчасте колесо має відносно довшу дедентальну частину бічної поверхні зуба шестерні (порівняно з евольвентною передачею), яка входить в зачеплення з вершиною спареного зубчастого колеса. Окрім цього, тип контакту замінюється на опукло-вгнутий, що в свою чергу забезпечує більш рівномірний розподіл навантаження по профілю зуба, включаючи зону дендуму, зменшуючи ризик локалізованого навантаження та збільшуючи довговічність.

Також можна зазначити наступні переваги синусоїдальних зубчастих коліс:

- Можливість формоутворення за двома параметрами, що визначають криву бічної поверхні рейки, які можуть бути використані для модифікації зубців, наприклад, кут нахилу, товщина зубців тощо.
- Циліндричні прямозубі S-подібні передачі можуть працювати з малою кількістю зубців - до 6 або навіть 4.

- Менші шум та вібрації: Синусоїдальні зубчасті колеса мають меншу тенденцію до вироблення шуму та вібрацій під час роботи порівняно з евольвентними аналогами. Це робить їх більш привабливими для застосування у високопродуктивних та чутливих пристроях.

- Більша товщина контактної масляної плівки, що обумовлено більшими відносними швидкостями в контакті.

- Порівняно менші радіуси кривизни, що означає менший контактний тиск.

- Різниця між довжиною дедендума шестерні та довжиною додаткового зубчастого колеса вказує на величину ковзання. А менше ковзання означає меншу роботу тертя і менше виділення тепла, що має особливе значення для пластмасових передач.

З останнього пункту можна визначити одне з основних, на даний момент, застосувань синусоїдальних коліс – високопродуктивні пластикові зубчасті колеса.

Проведені раніше дослідження показали, що синусоїдальні зубчасті колеса показували себе краще під час випробування на втому, аналізу навантажень та замірювань показників теплового сліду (Рис. 2.)

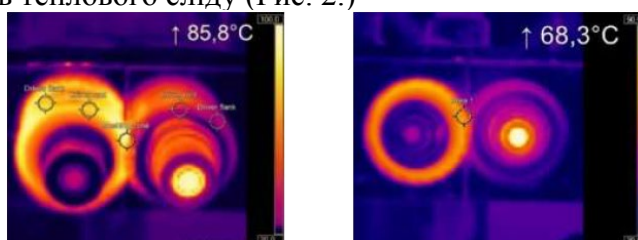


Рис. 2. Температурний слід синусоїдальної(зліва) та евольвентної(справа) зубчастої пари

Одним з недоліків синусоїдальних зубчастих коліс, є складність виготовлення зубонарізного інструменту для обробки класичними методами зубонарізання, що напряму впливає на собівартість виготовленої деталі. У зв'язку з цим у Львівській політехніці розроблено та обґрунтовано новий метод виготовлення зубчастих коліс, який отримав назву радіально-колового методу (РКМ). Даний метод дозволяє використовувати відносно дешеву дискову фрезу у поєднанні з осью подачею та ексцентриситетом фрези відносно осі інструментального шпинделя. Для даного методу найкраще застосовувати 5-координатні оброблювальні центри, проте за потреби можна провести незначну модернізацію серійного обладнання.

У висновку можна зазначити що синусоїдальні зубчасті колеса мають такі вагомі переваги, як: підвищена міцність, вищі максимальні режими роботи, низький рівень шуму та краще змащування. Всі ці фактори свідчать про те, що дослідження та розвиток даної теми потребує підвищеної уваги та обговорення в науковій спільноті.

Перелік посилань

1. G. Hlebanja, «Gradual development of S-shaped gears», MATEC Web Conf. Vol. 366, No. 01001, 2022.

2. G. Hlebanja, M. Erjavec, M. Hriberšek, L. Knez, S. Kulovec, “Theory and Applications Based on S-Gear Geometry”. in Radzevich, S.P. Eds. Recent Advances in Gearing. Springer, Cham, pp. 51-87, 2022.

3. І. Є. Грицай, Д. А. Герус, “Використання радіального-колового методу нарізання зубчастих коліс для відновлення та ремонту приводів та передач машин і обладнання”, Прогресивні технології в машинобудуванні : збірник наукових праць XII Міжнародної науково-практичної конференції, Івано-Франківськ – Яремче, 5 лютого – 9 лютого 2024 року. – 2024. – С. 79–80.