

6XS2YnqAhVDxosKHVY4B_EQ6AEwAnoECAoQAQ#v=onpage&q=robotino%20%22qt%22&f=false/

6. QString Class | Qt Core 5.15.0 – [Електронний ресурс] // Qt Documentation – Режим доступу. – URL <https://doc.qt.io/qt-5/qstring.html>

7. The Meta-Object System | Qt Core 5.15.0 – [Електронний ресурс]. // Qt Documentation – Режим доступу. – URL <https://doc.qt.io/qt-5/metaobjects.html>

Науковий керівник: Олександр Михайлович Цимбал, д.т.н., професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки

УДК:004.822

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

Кривуля О. М.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: olha.kryvulia@nure.ua

Анотація: В роботі проведено аналіз особливостей зубчастих коліс. Проведено огляд конструкції та параметрів, які впливають на роботу механізмів з зубчатими колесами. Розглянуто параметри коліс з точки зору кінематичної точності та експлуатаційних показників передачі. В результаті аналізу виявлено основні показники якості та фактори від яких залежать зубчаті колеса, що надалі стане передумовою для розробки технологічного забезпечення раціонального проектування зубчастих коліс з композиційних матеріалів.

Ключові слова: зубчасті колеса, передачі, показники якості

ANALYSIS OF GEAR QUALITY INDICATORS

O. Krivulia

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: olha.kryvulia@nure.ua

Annotation: The analysis of gear features is carried out in work. A review of design and parameters that affect operation of mechanisms with gears. The parameters of wheels in terms of kinematic accuracy and transmission performance are considered. The analysis revealed main quality indicators and factors on which gears depend, which in future will be a prerequisite for development of technological support for t rational design of gears from composite materials.

Key words: gear wheel, transmission, quality indicators.

Поява нових композиційних матеріалів дає поштовх до підвищення їх точності, навантажувальної спроможності зубчастих передач і зниження маси.

Зубчасті колесо – основна деталь зубчастої передачі у вигляді диска із зубами на циліндричної або конічної поверхні, що входять в зачеплення з зубами іншого зубчастого колеса.

Зубчасті колеса зазвичай використовуються парами з різним числом зубів з метою перетворення крутного моменту і частоти обертання валів на вході і виході. Колесо, до якого крутний момент підводиться ззовні, називається ведучим, а колесо, з якого момент знімається - веденим. На рис. 1 зображено зубчасте колесо [1].

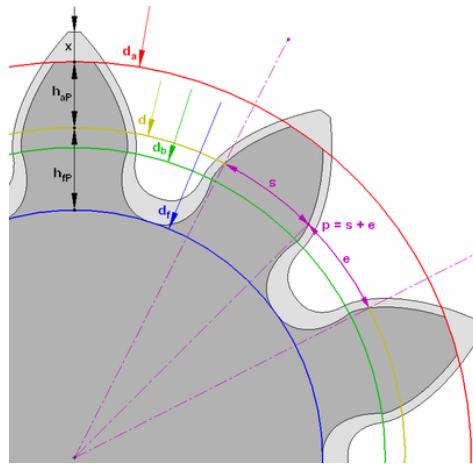


Рисунок 1 – Зубчасте колесо

Мета даної роботи – дослідження та аналіз показників якості зубчастих коліс.

Аналіз показників якості зубчастих коліс дозволить надалі підвищити ці показники, а це є актуальним завданням, бо дає можливість підвищувати коефіцієнт корисної дії механізмів та знизити шуми й вібрації, а також підвищити довговічність механізмів в яких містяться зубчасті колеса.

Особливе місце в машинобудуванні займає процес обробки зубчастих коліс пов'язаний з високою складністю і трудомісткістю.

Висока питома міцність, корозійна стійкість, низька теплопровідність, роблять вуглепластики кращим матеріалом для проектування і створення нових матеріалів і конструкцій з них.

Можливість поєднувати в одному матеріалі високу міцність і хімічну інертність, а також вібро, звукопоглинання обумовлює вибір саме цього матеріалу для виготовлення конструкцій різних редукторів.

Профіль зубів коліс як правило має евольвентну бічну форму.

Проте, існують передачі з коловою формою профілю зубів:

- передача Новікова з однією і двома лініями зачеплення;
- передача з циклоїдною.

Крім того, в храпових механізмах використовуються колеса з несиметричним профілем зуба.

Розглянемо параметри евольвентного зубчастого колеса.

Модуль колеса – m . Цей параметр є стандартизований найголовніший параметр, який визначається з розрахунку на міцність зубчатих передач та має враховувати умови експлуатації (наприклад абразивність оточуючого середовища, тип мащення і т. ін.).

Чим більше навантажена передача, тим вищим вибирається значення модуля. А далі через нього визначається решта всіх параметрів.

Модуль вимірюється в міліметрах і обчислюється за формулою (1) [2].

$$m = \frac{d}{z} = \frac{P}{\pi} \quad (1)$$

де: z – число зубів колеса

p – крок зубів по ділильному колу (позначений фіолетовим кольором);

d – діаметр ділильного кола (позначений жовтим кольором);

d_a – діаметр кола вершин темного колеса (позначений червоним кольором);

d_b – діаметр основного кола – евольвенти (позначений зеленим кольором);

d_f – діаметр кола западин темного колеса (позначений синім кольором);

$h_{ap} + h_{fp}$ – висота зуба темного колеса, $x + h_{ap} + h_{fp}$ – висота зуба світлого колеса;

x – зміщення інструменту при виготовленні колеса з метою коригування зачеплення (допустимі значення – до $\pm 0,25 m$) [3].

У результаті аналізу виявлено, що в сучасних умовах конкурентоспроможність зубчастих коліс визначається двома основними показниками: якістю і швидкістю реакції на її зміни за рахунок освоєння нових технологій.

Також до показників якості можна віднести:

- радіальне биття зубчастого вінця;
- шорсткість зубів;
- похибка напрямки зубів;
- відхилення профілю зуба від теоретичного евольвентного профілю.

Однією з характеристик кінематичної точності зубчастого вінця є радіальне биття, яке залежить від несоосності зубчастого вінця і посадкового отвору. Биття зубчастого вінця можливо виміряти за допомогою приладу, який забезпечує вимірювання накінецьником з кулькою, діаметр якого залежить від модуля і кута зачеплення.

Шорсткість зубів оцінюється одним з наступних показників:

- R_a – середнє арифметичне відхилення профілю;
- R_z – висота нерівностей профілю по десяти точках;
- R_{max} – найбільша висота профілю.

Перші два показники найбільш уживані. Довжина ділянки, яка використовується для оцінки шорсткості, називається базовою довжиною, вона приймається в межах 0,08-8 мм в залежності від шорсткості.

Шорсткість зубів залежить від способу обробки. Термічна обробка підвищує твердість зубців зубчастих коліс. При оцінці шорсткості поверхні зубів її вимірюють як в «поздовжньому» (вздовж зуба), так і в поперечному (по висоті зуба) напрямку. Після зубофрезерування велика шорсткість зазвичай в поперечному напрямку, після шевінгування – в поздовжньому [4].

Крім того, необхідно враховувати, особливо при великих подачах, висоту «гребінців» від подачі в поздовжньому напрямку, крок яких дорівнює величині подачі. У ряді випадків саме цей вид нерівностей обмежує допустиму подачу при чистовому зубонарізуванні.

Похибка напрямки зубів – основний експлуатаційний показник передачі: плавність роботи, тобто відсутність циклічних похибок, що багато разів повторюються за оборот колеса.

Плавність роботи залежить також від 7 похибок:

- місцева кінематична погрішність колеса;
- циклічна похибка зубцевої частоти колеса;
- циклічна похибка зубчастого колеса;
- похибка профілю зуба;
- відхилення кроку зачеплення;
- відхилення кроку;
- коливання вимірювального міжосьової відстані на одному зубі.

Для кожної норми точності ДСТУ визначає основні відхилення зубчастого колеса, які впливають на дану норму. Всього стандартом визначено 24 похибки, які підлягають контролю. 7 похибок визначають кінематичну точність.

Оскільки тільки зубчасте колесо з «правильним» евольвентним профілем і точним кроком забезпечує передачу обертання з постійною кутовою швидкістю, то показник відхилення профілю зуба від теоретичного евольвентного профілю теж необхідно враховувати.

Профіль зубів в торцевому перетині перевіряють приладами Евольвентоміри.

На евольвентний профіль також впливає тип матеріалу.

Для рівномірного зношування зубців і кращої їх припрацьованості твердість шестерні (HB_1) призначають більшою, ніж твердість колеса (HB_2) не менше, ніж на $15 \div 20$ одиниць для сталей марок 45 і 40X і не менше $1 \div 7$ одиниць для сталей марок 35XM і 20XH2M, тобто [2]:

$$HB_1 = HB_2 + (15 \div 20) ; HRC_1 = HRC_2 + (1 \div 7) . \quad (2)$$

Чим вища твердість поверхні зубців, тим вищі допускні контактні напруги і менший розмір передачі. Тому для редукторів, до розміру яких не пред'являють високих вимог, слід застосовувати марки сталей типу 45 і 40X, які коштують дешевше за інші.

Для шестерні вибрати марку сталі 40X з термообробкою – поліпшення, а для колеса – 45 з нормалізацією; прийняти твердість матеріалу колеса $HB_2 = 260$; тоді $HB_1 = 280$.

Якість зубчастих коліс з волокнистих полімерних композиційних матеріалів (ВПКМ) залежить від конструкції заготовки і методів фінішної обробки. Тому метою цієї роботи є оцінка показників якості зубчастих коліс виготовлених із застосуванням волокнистих полімерних композиційних матеріалів.

Точність виготовлення зубчастих коліс і передач задається ступенем точності, а вимоги до бічного зазору – видом сполучення за нормами бічного зазору.

Для отримання точної заготовки 8-9 ступінь точності і механічної обробки поверхонь зубів для забезпечення високої геометричній точності в одному технологічному процесі [5]. Це дозволить при оптимізації схеми укладання армуючих волокон враховувати не тільки необхідність забезпечення їх орієнтації в напрямку найбільших навантажень, але і мінімізувати їх пошкодження при подальшій обробці різанням в разі отримання коліс високого ступеня точності.

Отже рівень точності зубчастих коліс, виконаних з вуглепластика, знаходиться на рівні ЗК з інших неметалевих матеріалів, при застосуванні процесу формування, проте тільки у вуглепластикових зубчастих коліс є великий резерв підвищення точності за рахунок застосування фінішних методів обробки і оптимізації схем уклади волокон, які непридатні для інших неметалічних матеріалів.

Довговічність і надійність залежить від виникнення динамічних навантажень в зачепленні через похибки профілю, основних кроків і змінної жорсткості зачеплення.

Довговічність зазвичай визначається розрахунковим шляхом, наприклад, по критерію зношування.

Підвищення зносостійкості провідного і ведених коліс доцільно поєднанням різних способів зміцнення цих коліс, щоб забезпечити їх рівностійких, тобто, рівну їх довговічність.

Підвищення зносостійкості можливо шляхом нанесення зносостійкого матеріалу рівномірним шаром по всій площі зубчастого колеса, що веде.

Зношування основного матеріалу зубчастого колеса відбувається під меншими зусиллями, що, природно, знижує інтенсивність цього процесу [6].

Зношування матеріалу, що виступає, відбувається з меншою інтенсивністю, так як він має високу опірність до руйнування абразивними частинками. Відбувається вирівнювання швидкостей зношування зносостійкого покриття зубчастого колеса і основного його матеріалу. Зосереджена в зоні контакту навантаження виступаючої частини зносостійкого матеріалу і робочої поверхні зуба веденого колеса навантаження інтенсифікує процес руйнування матеріалу, що подрібнюється.

На стадії проектування зубчастих передач за рахунок допустимого по конструктивних міркувань зміни геометричних параметрів зубчастих коліс, можна домогтися зменшення динамічних навантажень в передачі, що підвищить надійність роботи передачі без підвищення точності виготовлення коліс.

В результаті проведеного аналізу виявлено, що основними показниками якості зубчатих коліс, які повинні бути забезпечені конструктивними і технологічними методами:

Точність (динаміка, плавність роботи)

- довговічність;
- надійність;
- передача великих моментів (тертя, високі навантаження, знакозмінні навантаження);
- мінімальна вартість.

ЛІТЕРАТУРА:

1. А.С. Бондарчук, В.С. Боровик, В.И. Гуцул, В.Г. Евтушен Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы: Учеб. Пособие – Томск 2017
2. Nevliudov, V. Bortnikova, O. Chala and S. Maksymova, "Modeling MEMS Membranes Characteristics", 2018 XXVI-th International Ukrainian-Polish Scientific and Technical Conference CAD in machinery design implementation and educational issues (CADMD), pp. 61-68, 2018.
3. Малик Б.О. Підвищення ефективності роботи оптоволоконних ліній зв'язку в умовах впливу зовнішніх факторів оточуючого середовища / Б.О. Малик, О.В. Токарева, С.Б. Малик-Заморій// II Міжн. нук.-техн. конф. «Виробництво & Мехатронні системи» (M&MS-2018). – Харків, 2018. – 2018. – С. 111–115.
4. Nakimian E. Analysis of warpage and shrinkage properties of injection-molded micro gears polymer composites using numerical simulations assisted by the Taguchi method / E. Nakimian, Y. // Materials & Design. – 2012. – Vol. 42. –pp.62-71.
5. Шабайкович В. А. Високоточні зубчасті колеса //Наукові нотатки. – 2011. – №. 32. – С. 483-488.
6. Тимофеев Ю. В., Ключко А. А., Кравцов А. Н. Оптимизация технологического обеспечения эксплуатационных свойств поверхностей закаленных крупномодульных зубчатых колес //Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – №. 4-7. – С. 49.

Науковий керівник: Світлана Вікторівна Сотник, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки

УДК 004.054; 004.055

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИДІВ ЕКСТРУДЕРІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ 3D-ПРИНТЕРІВ

Лукієнко І. О.

Харківський національний університет радіоелектроніки
Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14
E-mail: ihor.lukiienko@nure.ua

Анотація: Розглянуто декілька видів екструдерів для друку харчовими матеріалами. Описані гідності й недоліки кожного з екструдера. Принцип роботи представлених екструдерів.

Ключові слова: екструдер, шприц, гвинт, харчові продукти, шоколад.

EXAMINATION OF EXTRUDER TYPES FOR FOOD 3D PRINTERS

I. Lukiienko

Kharkiv National University of Radioelectronics
Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14
E-mail: ihor.lukiienko@nure.ua

Abstract: Several types of extruders for printing food materials are considered. The advantages and disadvantages of each of the extruder are described. The principle of operation of the presented extruders.

Key words: extruder, syringe, screw, food, chocolate.

Дуже швидко нові технології впроваджуються у різноманітні сфери нашого життя і іноді знаходять дуже цікаві ідеї застосування той чи іншої технології. Одна з таких технологій це 3D друк різноманітних фігур або деталей за допомогою харчових матеріалів. Такими принтерами вже можна друкувати такими матеріалами як шоколад, карамель, кондитерська глазур, нутелла, гумусом, сиром, м'ясним паштетом, фруктовими та овочевими пастами.