

складає $500 \pm 50 \text{ }\mu\text{m}$, товщина покриття на основі порошку з витягнутою формою (II типу) складає $300 \pm 50 \text{ }\mu\text{m}$.

За результатами енергодисперсійної спектроскопії встановлено, що, елементний склад напилених покриттів відрізняється від вихідних порошків. Склад визначали тільки по основним елементам (алюмінію, кремнію та кисню). В результаті напилення порошку I типу відбувалось значне зменшення кількості кремнію до $3,28\%\text{мас.}(3,08\%\text{atom.})$ в наслідок окиснення та вигоряння. В покритті II типу, навпаки значно зменшувалась кількість алюмінію до $75,64\%\text{мас.}(69,94\%\text{ atom.})$ внаслідок окиснення, що фіксується підвищенням кількості кисню до $13,10\%\text{мас.}(20,42\%\text{ atom.})$.

В покриттях також присутня незначна кількість магнію $0,34...0,44\%\text{мас.}(0,34...0,48\%\text{atom.})$ та заліза $0,22...0,92\%\text{мас.}(0,1...0,41\%\text{atom.})$, які потрапили до порошків разом з лігатурою під час механохімічного легування.

Розподіл алюмінію, кремнію та кисню був визначений за результатами мапінгу покриття.

В покритті з порошку II типу, кремній концентрується в окремих локальних ділянках на відміну від покриттів I типу, де він розташовується більш рівномірно по границях частинок (ламелей або сплетів). Кисень в покритті II типу також розподілений не рівномірно і в основному зосереджується в порах, на відміну від покриття на основі порошку I типу, де кисень розподілений рівномірно.

Суттєво в покриттях відрізняються значення пористості і мікротвердості, що вимірювалося від поверхні до підкладки. В покритті з порошку I типу пористість складає $2,8\%$, а середнє значення мікротвердості $0,3\text{ГПА}$, в покритті з порошку II типу спостерігається зворотна залежність пористості дорівнює $9,5\%$, а середнє значення мікротвердості $0,41\text{ГПА}$, високе значення твердості покриттів з порошку II типу, обумовлене більш високою концентрацією оксидів, насамперед алюмінію.

Висновки. Таким чином, на основі отриманих даних з хімічного складу, пористості та мікротвердості можна рекомендувати отримані покриття для застосування в якості ущільнюючих для корпусів газотурбінних авіаційних двигунів. Більш конкретні рекомендації можна буде надати після проведення експлуатаційних випробувань отриманих покриттів на газо-абразивну та ерозійну стійкість.

ЛІТЕРАТУРА

1. Wilson, S. (2012) Overview of Sulzer Metco Thermally sprayed abrasable coating technology for sealing in gas turbines. 6th International Conference, 17 – 18 October 2012, Brussels, Belgium.
2. I. Smirnov, A. Chorny, V. Lysak, N. Dolgov, I. Sieliverstov, K. Parshenko, Comparison of chemical composition and wear of iron and nickel aluminide coatings applied by plasma spraying, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2023. V.4, №12(124). P. 47-55

УДК 677.055

УДОСКОНАЛЕННЯ ЗУБЧАСТОЇ ПЕРЕДАЧІ

Ковальов Ю.А., Плешко С.А., Рубанка М.М.
Київський національний університет технологій та дизайну

Як відомо [1, 2], зубчасті передачі – це механізми, які працюють за принципом зачеплення і призначені для передачі обертального руху з одного валу на інший та зміни

частоти обертання. Цей різновид механічної передачі вирізняється рядом переваг в порівнянні з іншими типами механічних передач. Але є і суттєві недоліки - значні контактні напруження в зубчастому зачепленні, що безпосередньо впливає на довговічність роботи зубчастої передачі.

Дана проблема може бути частково вирішена, якщо зубчасту передачу, що містить шестерню, встановлену на ведучому валу, розташованому в опорах, зубчасте колесо та паразитну шестерню, встановлену на осі між шестернею та зубчастим колесом додатково оснастити двома повзунами, в яких встановлені опори, а паразитна шестерня встановлена з можливістю плоско-паралельного її переміщення [3]. Однак передача потужності від ведучого вала до веденого вала одним потоком зумовлює значні контактні напруження в зубчастих зачепленнях шестерні з паразитною шестернею та паразитної шестерні з зубчастим колесом, що призводить до зниження довговічності роботи зубчастої передачі.

В основу досліджень поставлена задача створити нову конструкцію зубчастої передачі, в якій введенням нових елементів та їх зв'язків забезпечилось би підвищення довговічності роботи зубчастої передачі.

Авторами пропонується конструкція зубчастої передачі [4], що містить шестерню, встановлену на ведучому валу, зубчасте колесо, встановлене на веденому валу, та паразитну шестерню, встановлену між шестернею і зубчастим колесом та кінематично з ними з'єднану, додатково обладнаної двома зірочками та ланцюгом, що їх охоплює, причому одна зірочка встановлена на ведучому валу, а друга зірочка встановлена на веденому валу. Додаткове обладнання зубчастої передачі двома зірочками та ланцюгом, що їх охоплює, причому одна зірочка встановлена на ведучому валу, а друга зірочка встановлена на веденому валу, забезпечує передачу потужності від ведучого вала веденому валу двома потоками: перший потік ведучий вал - шестерня - паразитна шестерня - зубчасте колесо - ведений вал; другий потік ведучий вал - ведуча зірочка - ланцюг - ведена зірочка - ведений вал, що знижує контактні напруження в зубчастих зачепленнях шестерні з паразитною шестернею та паразитної шестерні з зубчастим колесом, що призводить до підвищення довговічності роботи зубчастої передачі.

Зубчаста передача (рис. 1) містить шестерню 1, встановлену на ведучому валу 2, зубчасте колесо 3, встановлене на веденому валу 4, паразитну шестерню 5, встановлену на осі 6 між шестернею 1 і зубчастим колесом 3 та кінематично з ними з'єднану, дві зірочки: ведучу 7 і ведену 8 та ланцюг 9, що їх охоплює, причому зірочка 7 встановлена на ведучому валу 2, а зірочка 8 встановлена на веденому валу 4.

Зубчаста передача працює таким чином. При вмиканні привода (на рис. 1 не показаний), в складі якого використовується зубчаста передача, ведучий вал 2 з жорстко закріпленими на ньому шестернею 1 та ведучою зірочкою 7 починає обертатися. Шестерня 1 шляхом зубчастого зачеплення з паразитною шестернею 5 приводить її в обертання. Обертальний рух паразитної шестерні 5 шляхом зубчастого зачеплення передається зубчастому колесу 3 і веденому валу 4, на якому воно жорстко закріплено. Одночасно з цим обертальний рух зірочки 7 шляхом зачеплення з ланцюгом 9 передається зірочці 8 та веденому валу на якому вона жорстко закріплена. При цьому передача потужності від ведучого вала 1 веденому валу 4 здійснюється двома потоками: перший потік ведучий вал - шестерня - паразитна шестерня - зубчасте колесо - ведений вал; другий потік ведучий вал - зірочка 7 - ланцюг - зірочка 8 - ведений вал, що забезпечує підвищення довговічності роботи зубчастої передачі.

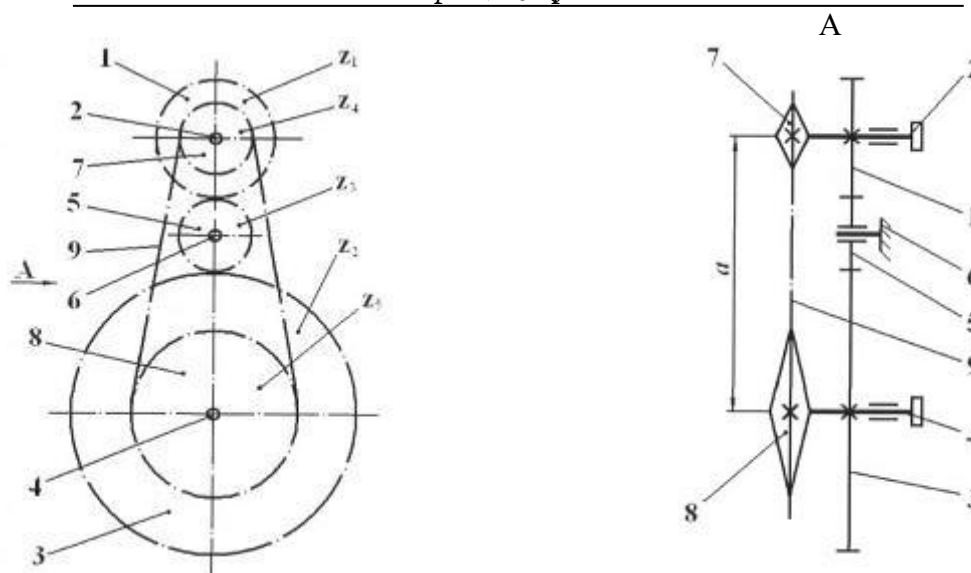


Рисунок 1 – Зубчаста передача (запропонована конструкція)

Для забезпечення працездатності зубчастої передачі співвідношення між зубами шестерні, зубчастого колеса та зірочок повинно задовольняти умову:

$$\frac{z_2}{z_1} = \frac{z_5}{z_4},$$

де z_1 , z_2 – число зубів шестерні та зубчастого колеса відповідно, z_4 , z_5 – число зубів ведучої та веденої зірочок відповідно.

Кількість ланок ланцюга повинно вибиратися із умови:

$$k = \frac{z_4 + z_5}{2} = \left(\frac{z_5 - z_4}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{p}{a} + \frac{2a}{p},$$

де k – кількість ланок ланцюга, p – крок ланцюга, a – міжосьова відстань зубчастої передачі.

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} + d_3,$$

де d_1 , d_2 , d_3 – діаметри ділільних кіл шестерні, зубчастого колеса та паразитної шестерні відповідно.

Висновки. Використання запропонованої конструкції зубчастої передачі в приводі машин дозволяє розширити асортимент зубчастих передач та підвищити їх довговічність роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Іванчук А. В. Деталі машин : навч. посібник для студ. вищих пед. навч. закладів / А.В. Іванчук. – Вінниця : ТОВ фірма «Планер», 2010. – 336 с.
2. Піпа Б.Ф. Деталі машин : підручник для студ. вищих навч. закладів / Б. Ф. Піпа, О. М. Хомяк, А. І. Марченко. – Київ : КНУТД, 2011. – 358 с.
3. Пат. 63916 Україна, МПК F16H1/24. (2006.01). Зубчаста передача / С. В. Музичишин, Б. Ф. Піпа ; власник Київський національний університет технологій та дизайну. – № u201103488 ; заявл. 24.03.2011; опублік. 25.10.2011, Бюл. № 20. – 2 с.
4. Пат. 116795 Україна, МПК F16H1/24. (2006.01). Зубчаста передача / Б. Ф. Піпа, В. П. Місяць, С. А. Плешко, Ю. А. Ковальов ; власник Київський національний університет технологій та дизайну. – № u201611476; заявл. 14.11.2016; опублік. 12.06.2017, Бюл. № 11. – 2 с.