

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

пристрою, до величини того ж параметра за відсутності віброзахисту. Це відношення називається коефіцієнтом ефективності вібраційного захисту.

Інформаційні джерела.

1. Вибрация энергетических машин: Справочное пособие / Под ред. Н. В. Григорьева Л.: Машиностроение, 1974. 464 с.
2. Вудсон У., Конвер Д. Справочник по инженерной психологии для инженеров и художников-конструкторов. М.: Мир, 1968. 518 с.
3. Ден-Гартго Дж. П. Механические колебания. М.: Фнэмагиз, 1960. 580 с.

УДК 621.9.048

В.П. Симонюк, К.В. Шишко, М.О. Малиш, Д.О. Мосіюк
Луцький національний технічний університет

ЧЕРВ'ЯЧНІ ПЕРЕДАЧІ В МАШИНО- ТА ПРИЛАДОБУДУВАННІ

Подано загальні відомості та класифікація черв'ячних передач, недоліки, переваги, застосування та особливості розрахунку для виготовлення черв'ячних передач.

Ключові слова. Черв'ячна передача, обертовий рух, черв'як, передавальне відношення, ККД, колеса, витки черв'яка.

Приведены общие ведомости и классификация червячных передач, негативные и позитивные стороны, использование и особенности расчета для изготовления червячных передач.

Ключевые слова. Червячная передача, обратное движение, червяк, передаточное отношение, КПД, колеса, витки червяка.

The general classification of statements and worm gears, negative and positive aspects of the use and features of the calculation for the manufacture of worm gear.

Keywords. Worm gear, recycling movement, worm gear ratio, efficiency, wheels, coils worm.

Черв'ячні передачі призначені для передавання обертового руху між валами, осі яких пересікаються. Черв'ячна передача (рис.1) складається із черв'яка 1, що має форму гвинта, та черв'ячного колеса 2. Передавання обертового руху у черв'ячній передачі здійснюється за принципом гвинтової пари, де гвинтом є черв'як, а гайкою є зубчасте колесо.

У більшості випадків ведучим є черв'як і передача працює на зменшення частоти обертання веденого вала, хоча можливе передавання обертового руху і від черв'ячного колеса до черв'яка. У зв'язку із цим ці передачі поділяються на самогальмуючі та несамогальмуючі.

У зачепленні контакт витків черв'яка та зубців черв'ячного колеса відбувається по лінії (на відміну від гвинтових зубчастих передач, де є точковий контакт зубців), до того ж із значним ковзанням. Ці передачі мають низький к.к.д. Тому, через значні втрати у зачепленні, черв'ячні передачі, особливо в приладобудуванні, застосовують для передавання малих та середніх потужностей.

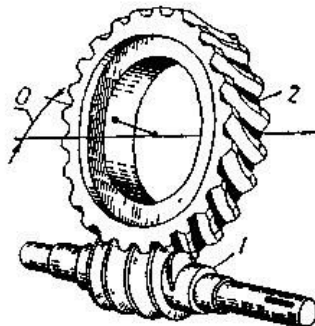


Рис.1. Черв'ячна передача: 1 – черв'як; 2 – черв'ячне колесо

За допомогою черв'ячної передачі можна реалізувати велике передаточне число $u = 7 \dots 100$, а в приладобудуванні до 500. Такі передачі використовують як силові. В приладобудуванні часто використовують несилові черв'ячні передачі із спрощеною конструкцією (рис. 1,б).

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

Порівняно з іншими механічними передачами черв'ячні передачі мають такі переваги: плавність та безшумність роботи при високих швидкостях; достатньо високу надійність та простоту догляду в експлуатації; компактність, малі габаритні розміри при великому передаточному числі; можливість виконання передачі самогальмівною (неможлива передача обертального руху від черв'ячного колеса до черв'яка).

До недоліків черв'ячних передач належать:

порівняно невисокий ККД, що не перевищує у деяких випадках 0,70–0,85;

використання для виготовлення черв'ячного колеса дорогих антифрикційних матеріалів;

низька несуча здатність у порівнянні із циліндричними зубчастими передачами.

Мале значення ККД черв'ячних передач не дозволяє використовувати їх для передавання великих навантажень, оскільки суттєві втрати потужності за рахунок тертя у зачепленні призводять до значного нагрівання передачі. Тому черв'ячні передачі краще застосовувати у приводах періодичної дії.

Черв'ячні передачі і їхні елементи класифікують за такими ознаками:

за формою початкової поверхні черв'яка – циліндричні чи глобоїдні;

за формою профілю витків черв'яка у торцевій площині – конволютні, евольвентні, архімедові та ін.;

за розміщенням черв'яка щодо колеса – з нижнім, верхнім та бічним розміщенням черв'яка;

за конструктивним оформленням – відкриті та закриті, що працюють у спеціальному корпусі.

На практиці більше застосовують черв'ячні циліндричні передачі із архімедовим черв'яком, як більш прості у виготовленні. Черв'ячні передачі із самогальмуванням забезпечують фіксацію положення, велике передаточне відношення дозволяє досягти високої точності регулювання та використовувати низькомоментні двигуни.

Циліндричні черв'яки. В приладах використовуються головним чином циліндричні черв'ячні передачі. Циліндричний черв'як являє собою одно- або багатовитковий гвинт. Розрізняють лінійні та нелінійні черв'яки.

В приладобудуванні отримали розповсюдження черв'ячні циліндричні передачі з архімедовим черв'яком ZA при осьовому модулі $m > 1$ мм та конволютним черв'яком з прямолінійним профілем в нормальному перерізі по впадині ZN2 при $m \leq 1$ мм. Передачі з нелінійним черв'яком в приладобудуванні зазвичай не використовують. При малих модулях ($m < 1$ мм), широко застосовують передачі, які складаються із черв'яка та косозубого циліндричного зубчастого колеса. Направлення гвинтової лінії витка черв'яка та нахилу зубів колеса однакові, початковий кут підйому витків γ_0 рівний куту нахилу зубів β_0 .

Черв'як – це циліндричне тіло на поверхні якого є витки за формою гвинтової лінії (рис.2). Якщо у торцевій площині витки черв'яка мають профіль архімедової спіралі, то такі черв'яки називають архімедовими (їх позначають ZA). В осьовому перерізі А – А (рис.2, а) бічні поверхні витка черв'яка ZA окреслені прямими лініями з профільним кутом α .

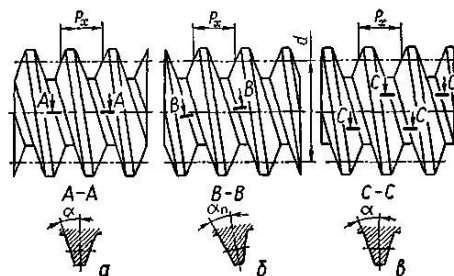


Рис.2. Типи циліндричних черв'яків

Витки черв'яка у торцевій площині можуть мати профіль продовженої або скороченої евольвенти. Такі черв'яки називають конволютними (їх позначають ZN). Вони (рис.2, б) мають прямолінійні профілі у їх нормальному перерізі В–В та кут профілю витків у нормальному перерізі α_n .

Якщо витки черв'яка у торцевій площині мають профіль нормальної евольвенти, то такі черв'яки називають евольвентними (позначають ZI). Евольвентні черв'яки мають прямолінійний профіль витків у перерізі площиною С–С (рис.2, в), паралельною осьовій, але зміщеною на радіус основного циліндра черв'яка.

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

Черв'яки можуть виготовлятися із одним або кількома витками. Стандартом на силові черв'ячні передачі передбачається застосування черв'яків із числом витків $z_1 = 1; 2; 4$.

Відстань між відповідними бічними сторонами двох суміжних профілів, виміряна паралельно осі черв'яка (рис.2), називається осьовим кроком витків і позначається P_x . Така ж відстань між суміжними профілями одного і того ж витка називається ходом гвинтової лінії витка P_z . Якщо $z_1 = 1$, то $P_z = P_x$, а в інших випадках $P_z = z_1 P_x$

Відношення $P_x / \pi = m$ називається модулем. Для черв'яка він є осьовим, а для колеса – коловим. Стандартні значення модулів m мм, вибираються зі стандартного ряду.

Черв'ячні колеса нарізають черв'ячними фрезами, які є аналогами черв'яка, Щоб зменшити номенклатуру черв'ячних фрез, введено поняття коефіцієнта діаметра черв'яка $q = d_1/m$, де d_1 – ділительний діаметр черв'яка.

Із урахуванням стандартного значення q ділительний діаметр черв'яка (рис.2) визначають за формулою $d_1 = qm$.

Дільний кут підйому у витка черв'яка (рис.3, а) може бути встановлений шляхом розгортки витка на площину.

Тому можна записати $\operatorname{tg} \gamma = P_x \cdot (\pi d_1) = z_1 \cdot \pi \cdot m / (\pi \cdot m \cdot q) = z_1 / q$.

Розміри елементів витків черв'яка при модулі $1 \leq m \leq 25$ мм визначаються параметрами початкового черв'яка, які мають такі значення: кут профілю витків $\alpha = 20^\circ$ (для черв'яків ZA – в осьовому перерізі; для черв'яків ZN та ZI – у нормальному до витків перерізі); коефіцієнт висоти головки витка $h^*a = 1$; коефіцієнт радіального зазору $c^* = 0,2$; коефіцієнт висоти ніжки витка $h^*f = h^*a + c^* = 1,2$; коефіцієнт радіуса кривини перехідної кривої витка $\rho^*f = 0,3$; коефіцієнт розрахункової товщини витка $s^* = 0,5$ л.

Згідно з параметрами стандартного початкового черв'яка розміри елементів витків (рис.3, б) визначають за формулами:

- висота головки витка $ha_1 = h^*a \cdot m = m$;
- висота ніжки витка $hf_1 = h^*f \cdot m = 1,2m$;
- радіус кривини перехідної кривої витка $\rho_f = \rho^*f \cdot m = 0,3m$;
- розрахункова товщина витка $s = s^*m = 0,5\pi m$.

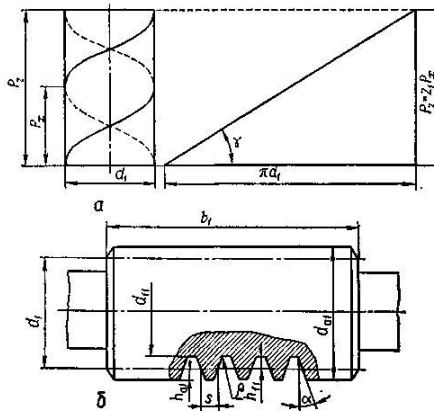


Рис.3. Параметри черв'яка

Інші розміри вінця черв'яка:

діаметр вершин витків $da_1 = d_1 + 2ha_1 = d_1 + 2 \cdot m$;

діаметр впадин $df_1 = d_1 - 2hf_1 = d_1 - 2,4 \cdot m$.

Черв'ячні колеса. Особливістю геометрії черв'ячного колеса є те, що бічні поверхні його зубців утворюються інструментом (черв'ячною фрезою), різальні кромки якого у верстатному зачепленні відтворюють у просторі початковий твірний черв'як. Параметри початкового твірного черв'яка: кут профілю витків $\alpha = 20^\circ$; коефіцієнт висоти головки витка $h^*a_0 = h^*a + c^* = 1,2$; коефіцієнт висоти ніжки витка h^*f_0 не регламентується; коефіцієнт висоти головки витка до початку закруглення $h^*a_{k0} \geq 1$; коефіцієнт радіуса закруглення кромки на вершині витка $\rho_{k0} = 0,3$.

Для черв'ячного колеса розміри вінця і зубців задаються у його середньому перерізі площиною, що проходить через вісь черв'яка перпендикулярно до осі черв'ячного колеса. Тому модуль зубців черв'ячного колеса рівний модулю витків m в осьовому перерізі черв'яка, а кут нахилу зубців черв'ячного колеса дорівнює дільному куту підйому у витків черв'яка.

Розміри вінця черв'ячного колеса з числом зубців z_2 визначають за формулами (рис.4):

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

- ділительний діаметр $d_2 = m \cdot z_2$;
- діаметр вершин зубців $d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m$;
- діаметр впадин $d_{f2} = d_2 - 2,4 \cdot m$.

Ширина вінця b_2 та найбільший діаметр черв'ячного колеса d_{aM2} , які відповідають куту обхвату черв'яка $2\delta = 90... 110^\circ$.

Черв'ячна передача. Для черв'ячної передачі без зміщення міжосьова відстань визначається як півсума ділительних діаметрів черв'яка та черв'ячного колеса (див. рис.4):

$$a_w = a = 0,5 \cdot (d_1 + d_2) = 0,5 \cdot m \cdot (q + z_2).$$

Інколи черв'ячну передачу виготовляють із зміщенням (коригованою) для того, щоб вписати її у задану або стандартну міжосьову відстань.

Для нарізування черв'ячних коліс із зміщенням і без зміщення на практиці використовують один і той же інструмент (черв'ячні фрези). Тому черв'як (аналог інструмента) завжди нарізають без зміщення.

При заданій міжосьовій відстані a_w коефіцієнт зміщення

$$x = (a_w - a)/m = a_w/m - 0,5 \cdot (q + z_2).$$

Відповідно міжосьова відстань черв'ячної передачі зі зміщенням

$$a_w = 0,5m \cdot (q + z_2 + 2x),$$

а діаметри вершин та впадин черв'ячного колеса

$$d_{a2} = d_2 + 2m \cdot (1 + x); \quad d_{f2} = d_2 - 2m \cdot (1,2 - x).$$

За умовою не підрізання зубців коефіцієнт зміщення x у більшості випадків беруть $-1 < x < +1$.

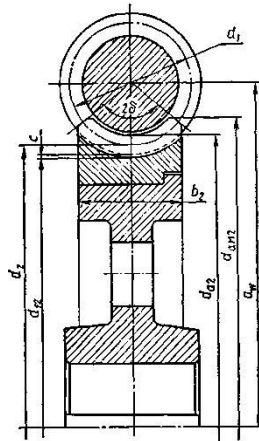


Рис.4 Параметри черв'ячної передачі

Інформаційні джерела

1. Детали и механизмы приборов: Справочник / Б.М. Уваров, В.А. Бойко, В.Б. Подаревский, Л.И. Власенко. – К.: Техніка, 1987. – 343 с.
2. Справочник конструктора точного приборостроения / Г.А. Веркович, Е.Н. Головенкин, В.А. Голубков и др.; Под общ. ред. К.Н. Явленского, Б.П. Тимофеева, Е.Е. Чаадаевой. – Л.: Машиностроение, 1989. – 792 с.
3. Павлице В. Т. Основы конструирования та розрахунок деталей машин: Підручник. – К.: Вища шк., 1993. – 556 с.

УДК 622.232

В.М.Стасюк

Луцький національний технічний університет

ТЕПЛООБМІН ПРИВОДІВ ІЗ ПНЕМОМЕХАНІЧНИМИ СИСТЕМАМИ КЕРУВАННЯ: РОБОЧИЙ ХІД

Для пневматичних приводів (у тому числі з пневмомеханічними системами керування) властивий високий рівень надійності в несприятливих умовах експлуатації. Однак у випадку тривалої безперервної роботи в зазначених умовах (особливо це стосується високочастотних приводів) їх