



(19) **UA** (11) **26 489** (13) **U**
(51)МПК

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12)

(21), (22) Заявка: u200705085, 08.05.2007

(24) Дата начала действия патента: 25.09.2007

(46) Дата публикации: 25.09.2007 F16H 1/00
20060101CFI20070625ВНУА

(72) Изобретатель:

Попов Алексей Павлович, UA

(73) Патентовладелец:

НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕСТРОЕНИЯ ИМЕНИ АДМИРАЛА
МАКАРОВА, UA

(54) зубчатая передача

(57)

Зубчатая передача состоит из ведущего и ведомого зубчатых колес, разделенных двумя кольцевыми канавками на три одинаковых венца, с расположенными на них эвольвентными зубьями, которые находятся между собой в зацеплении. На участках зубьев ведущего и ведомого зубчатых колес, которые находятся от торцов на расстоянии b_m , а также посреди зубьев выполнено по три кольцевых канавки глубиной t и шириной соответственно c_1 и c_2 , следовательно ведущее и ведомое зубчатые колеса являются

четырехвенцовыми. Левые и правые венцы названных зубчатых колес имеют ширину соответственно b_{m1} и b_{m2} , а средние венцы данных зубчатых колес характеризуются шириной b_{c1} и b_{c2} .

Официальный бюлетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2007, N 15, 25.09.2007. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.

U A 2 6 4 8 9 U

U A 2 6 4 8 9 U



(19) **UA** (11) **26 489** (13) **U**

(51) Int. Cl.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL
PROPERTY

(12)

(21), (22) Application: u200705085, 08.05.2007

(24) Effective date for property rights: 25.09.2007

(46) Publication date: 25.09.2007F16H 1/00
20060101CFI20070625BHUA

(72) Inventor:

Popov Oleksii Pavlovych, UA

(73) Proprietor:

NATIONAL ADMIRAL MAKAROV UNIVERSITY
OF SHIP-BUILDING, UA

(54) tooth gear

(57)

A tooth gear consists of drive and driven toothed wheels separated by two circular grooves to three same crowns, with involute teeth placed on those, these engage with each other. At sections of teeth of drive and driven gear wheels that are from ends at distance b_m , and in between of teeth three circular grooves are arranged, with depth t and width c_1 and c_2 , respectively, so the drive and the driven gear wheels are

quadruple ones. The left and the right crowns of the gear wheels have width b_{m1} and b_{m2} , respectively, and the middle crowns of the gear wheels are characterized with widths b_{c1} and b_{c2} .

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2007, N 15, 25.09.2007. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.

U
A
2
6
4
8
9
U

U
A
2
6
4
8
9
U



(19) **UA** (11) **26 489** (13) **U**
(51)МПК

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12)

(21), (22) Дані стосовно заявки:
u200705085, 08.05.2007

(24) Дата набуття чинності: 25.09.2007

(46) Публікація відомостей про видачу патенту
(деклараційного патенту): 25.09.2007F16H 1/00
20060101CFI20070625VNUA

(72) Винахідник(и):
Попов Олексій Павлович, UA

(73) Власник(и):
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА
МАКАРОВА, UA

(54) ЗУБЧАСТА ПЕРЕДАЧА

(57)

Зубчаста передача складається з ведучого і веденого зубчастих коліс, розділених двома кільцевими канавками на три однакових вінці, з розташованими на них евольвентними зубами, що знаходяться між собою в зачепленні. На ділянках зубів ведучого і веденого зубчастих коліс, що знаходяться від торців на відстані b_m , а також

посередині зубів виконані по три кільцевих канавки глибиною t і шириною відповідно c_1 і c_2 , у зв'язку з чим ведуче і ведене зубчасті колеса є чотиривінцевими. Ліві та праві вінці вказаних зубчастих коліс мають ширину відповідно b_{m1} та b_{m2} , а середні вінці даних зубчастих коліс характеризуються шириною b_{c1} та b_{c2} .

U
A
2
6
4
8
9
U

U
A
2
6
4
8
9
U

Опис винаходу

Корисна модель відноситься до галузі машинобудування.

Відома зубчаста передача, що складається з ведучого і веденого зубчастих коліс з розташованими на них евольвентними зубами, які шляхом взаємодії між собою здійснюють передачу обертання і корисного навантаження від одних валів іншим валам машин і механізмів [1]: Кудрявцев В.Н., Державец Ю.А., Глухарев Е.Г. Конструкции и расчет зубчатых передач редукторов. - Л.: Машиностроение, 1971. - 328с.

Недоліками відомої зубчастої передачі є висока жорсткість зачеплення, яка не дозволяє компенсувати концентрацію навантаження на торцевих ділянках зубів, обумовлену пружними деформаціями стиску, вигину та крутіння зубців і елементів зубчастих передач, а також не точним монтажем, помилками виготовлення зубчастих коліс та експлуатаційними факторами.

Найбільш близькою по технічній сутності до пропонованого рішення є зубчаста передача, що складається з ведучого і веденого зубчастих коліс, розділених двома кільцевими канавками на три однакових венця, з розташованими на них евольвентними зубами, які знаходяться між собою в зачепленні [2]: Декл. патент №7387 на корисну модель. Україна. Зубчаста передача / Попов О.П., Медведовський О.М. - u20041210094; Заявл. 08.12.04; Опубл. 15.06.05. Бюл. №6.

Недоліком вказаної зубчастої передачі, не дивлячись на підвищення податливості зачеплення та зниження концентрації навантаження на торцевих ділянках зубів, як і раніше є відносно висока жорсткість зубів, що не дозволяє покращити показники ефективності роботи передачі.

Задача корисної моделі - суттєве підвищення податливості зубчастого зачеплення, що спрямоване на повне усунення концентрації навантаження на торцевих ділянках зубів і суттєве підвищення ефективності роботи зубчастої передачі.

Для рішення задачі в зубчастій передачі, яка складається з ведучого і веденого зубчастих коліс, розділених двома кільцевими канавками на три однакових венця, з розташованими на них евольвентними зубами, що знаходяться між собою в зачепленні, відрізняється тим, що на ділянках зубів ведучого і веденого зубчастих коліс, що знаходяться від торців на відстані b_m , а також посередині зубів виконані по три кільцевих канавки глибиною t і шириною відповідно C_1 і C_2 , у зв'язку з чим ведуче і ведене зубчасті колеса являються чотириохвеновими, причому ліві та праві венці вказаних зубчастих коліс мають ширину відповідно b_{m1} та b_{m2} , а середні венці даних зубчастих коліс характеризуються шириною b_{c1} та b_{c2} , крім того, параметри b_m , t , C_1 , C_2 , b_{m1} , b_{m2} , b_{c1} та b_{c2} знаходяться з наступних відношень:

$$b_m = (0.1 \dots 0.15)b_w; 1.25h \leq t \leq 1.5h; c_1 = 3.5 \dots 7 \text{ мм}$$

$$C_2 = C_1 + 1.5 \dots 3 \text{ мм}; b_{m1} = b_m - C_1 / 2; b_{m2} = b_m - C_2 / 2;$$

$$b_{c1} = \frac{b_w - 2(b_m + C_1)}{2}; b_{c2} = \frac{b_w - 2(b_m + C_2)}{2};$$

де b_w - ширина зубчастих коліс; $h = 2.25m$ - висота зубів;

m - модуль зачеплення.

Зіставлюваний аналіз з прототипом показує, що зубчаста передача яка заявляється, відрізняється тим, що на ділянках зубів ведучого і веденого зубчастих коліс, що знаходяться від торців на відстані b_m , а також посередині зубів виконані по три кільцевих канавки глибиною t і шириною відповідно C_1 і C_2 , у зв'язку з чим ведуче і ведене зубчасті колеса являються чотириохвеновими, причому ліві та праві венці вказаних зубчастих коліс мають ширину відповідно b_{m1} та b_{m2} , а середні венці даних зубчастих коліс характеризуються шириною b_{c1} та b_{c2} , крім того, параметри b_m , t , C_1 , C_2 , b_{m1} , b_{m2} , b_{c1} та b_{c2} знаходяться, виходячи зі знайдених відношень.

Порівняння заявленого технічного рішення не тільки з прототипом, але й з іншими технічними рішеннями, не виявило в них ознак, які відрізняють технічне рішення, що заявляється від прототипу, що дозволяє зробити висновок про відповідність критерію "винахідницький рівень".

На Фіг.1 приведена одноступінчата циліндрична зубчаста передача зовнішнього зачеплення, на Фіг.2 - еюра питомого тиску на одиницю довжини зуба при відсутності кільцевих канавок, а на Фіг.3 - еюра питомого тиску при наявності трьох кільцевих канавок для чотириохвенового ведучого (веденого) зубчастого колеса.

У відповідності з Фіг. 1-3 маємо наступні позначення: ω_1, ω_2 - кутові швидкості ведучого та веденого зубчастих коліс; b_w - ширина зубчастих коліс; C_1 , C_2 - кільцеві канавки, виконані відповідно на ведучому та веденому зубчастих колесах; t - глибина кільцевих канавок; b_{m1} , b_{m2} - ширина лівого та правого венців ведучого та веденого зубчастих коліс; b_{c1} та b_{c2} - ширина середніх венців зубчастих коліс; h - висота зуба; $q_{\max}, q_{\min}, q(x)$ - максимальне, мінімальне та середнє значення питомого тиску; $\varphi(q), \varphi_1(q)$ - криві змінення питомого тиску за довжиною зубів при одновенцовому та чотириохвеновому ведучому (веденому) зубчастому колесі; Z, X - поточні координати.

Зубчаста передача складається з ведучого 1 і веденого 2 зубчастих коліс з розташованими на них евольвентними зубами. При цьому ведуче зубчасте колесо є чотириохвеновим, так як має ліві та праві венці 3,

довжина кожного з яких дорівнює b_{m1} , а також два середніх венці 4, причому довжина b_{c1} кожного з середніх венців більше довжини b_{m1} . Наявність венців 3 і 4 здійснена за допомогою трьох кільцевих канавок 5, що

Ведене зубчасте колесо, як і ведуче, являється також чотирьохвенцовим. Воно має ліві та праві венці 6, а також середні венці 7. Всі венці веденого зубчастого колеса віддалені один від одного трьома кільцевими канавками 8 шириною C_2 , причому ширина кільцевих канавок C_2 більше ширини кільцевих канавок C_1 , що

В силу нерівності між параметрами C_1 , C_2 , беручи, що $C_1 < C_2$, довжини венців ведучого зубчастого колеса відрізняються від довжин веденого зубчастого колеса, причому $b_{m1} > b_{m2}$, а $b_{c1} > b_{c2}$.

Осі 9 та 10 являються осями обертання ведучого та веденого зубчастих коліс, а ось 11 уявляє собою ось симетрії зубчастої передачі.

Зубчаста передача працює наступним чином.

При роботі двигуна, приєднаного за допомогою вала до ведучого зубчастого колеса 1, останнє набирає кутову швидкість ω_1 . У зв'язку з цим евольвентні зубці, що належать лівим та правим 3, а також середнім венцям 4, діють на аналогічні зубці, розташовані на лівому і правому 6 та середніх венцях 7, в результаті чого вказане колесо починає обертатися з кутовою швидкістю ω_2 , приймаючи при цьому корисне навантаження.

В процесі експлуатації зубчастої передачі робочі поверхні евольвентних зубців, що належать чотирьом венцям ведучого зубчастого колеса, обкатуються з ковзанням по відповідним робочим поверхням евольвентних зубців, розміщених на чотирьох венцях веденого зубчастого колеса.

При цьому податливість зубців кожного з венців, що належать до ведучого та веденого зубчастим колесам, суттєво вища податливості зубців, які не розділені відносно один одного кільцевими канавками.

У зв'язку з цим, як показали виконані розрахунки з використанням метода кінцевих елементів (МКЕ), для суцільних зубців, тобто не розділених відносно один одного кільцевими канавками (див. Фіг.2), відношення максимального питомого навантаження q_{max} до мінімального питомого навантаження q_{min} знаходиться в межах

$$q_{max} / q_{min} = 1,3 \dots 1,6$$

Таким чином, очевидна концентрація навантаження на кінцевих ділянках зубців. Вказана концентрація навантаження особливо спостерігається в тих випадках, коли довжина зубців перевищує діаметр діляльного кола ведучого зубчастого колеса.

При наявності кільцевих канавок відношення максимального питомого навантаження незначно перевищує одиницю, тобто $q_{max} / q_{min} = 1,02 \dots 1,06$ (див. Фіг.3).

З урахуванням чотирьох венців, що відносяться до ведучого та веденого зубчастим колесам, зниження концентрації навантаження на торцевих ділянках зубців складає $1,6/1,06=1,51$ та $1,6/1,02=1,57$, тобто в середньому $(1,51+1,57)/2=1,54$ рази. Вказане зниження концентрації навантаження обумовлено високою податливістю зубів кінцевих ділянок зубців, що належать лівим та правим венцям, в поєднанні з достатньою податливістю зубів, розташованих на середніх венцях зубчастих коліс.

Крім того, як показали розрахунки, пропонується конструкція зубчастої передачі достатньо ефективна при роботі на кручення. При передачі крутячого моменту внаслідок високої податливості лівих та правих венців, тобто кінцевих ділянок зубців, закручення ободів зубчастих коліс в межах їхньої ширини зменшується приблизно в $1,23 \dots 1,31$ рази в порівнянні з суцільними зубцями, а це ефективно впливає на працездатність зубчастої передачі.

Пропоноване технічне рішення дозволяє достатньо ефективно зменшити вплив помилок виготовлення зубців на навантажувальну здібність зубчастих передач. Сказане відноситься, в першу чергу, до помилок виготовлення зубців, що проявляються в непаралельності твірних їх бокових поверхонь.

Помилки монтажу, що призводять до перекосу зубців відносно один одного, а також розцентрування осей валів зубчастих коліс, також достатньо ефективно компенсуються пропонуваною зубчастою передачею. Як показали попередні розрахунки, навантажувальна здатність зубчастих передач по контактним напруженням з урахуванням чотирьохвенцових зубчастих коліс збільшується приблизно на $25 \dots 33\%$ за рахунок високої податливості як правих і лівих, так середніх венців.

Крім того, при вході та виході зубців з зачеплення суттєво знижується вплив ударних навантажень на роботу передачі внаслідок високої податливості зубів зубчастих венців і відсутності концентрацій навантаження на торцевих ділянках зубців.

Економічний ефект від застосування пропонуваного технічного рішення варто очікувати за рахунок суттєвого підвищення навантажувальної здатності, терміна придатності та ефективності роботи, пов'язаних з усуненням концентрації навантаження на торцевих ділянках зубців та підвищенням їх податливості.

Суспільна користь запропонованого технічного рішення є в покращенні віброакустичних характеристик передачі, в тому числі і при перекосах осей валів зубчастих коліс, за рахунок зниження шуму і вібрації (промсанітарія) внаслідок чотирьохвенцових зубчастих коліс.

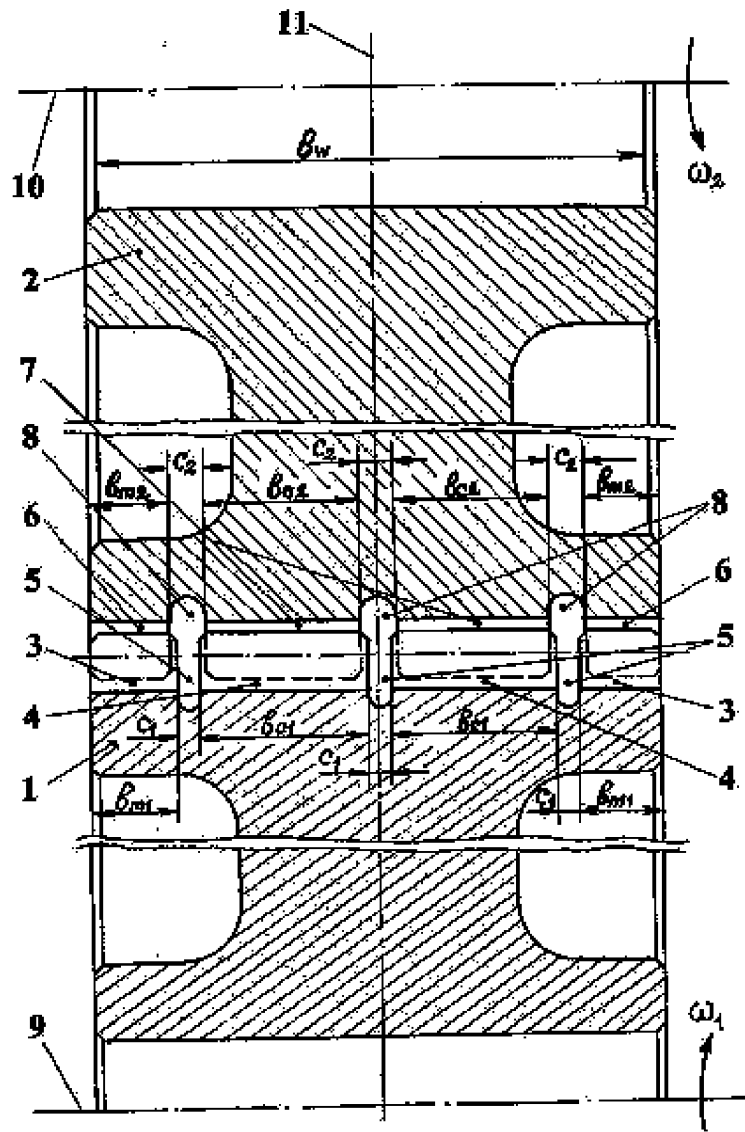
Формула винаходу

Зубчаста передача, яка складається з ведучого і веденого зубчастих коліс, розділених двома кільцевими канавками на три однакових вінці, з розташованими на них евольвентними зубами, що знаходяться між собою в зачепленні, яка відрізняється тим, що на ділянках зубів ведучого і веденого зубчастих коліс, що знаходяться від торців на відстані b_m , а також посередині зубів виконані по три кільцевих канавки глибиною t і шириною відповідно c_1 і c_2 , у зв'язку з чим ведуче і ведене зубчасті колеса є чотиривінцевими, причому ліві та праві вінці вказаних зубчастих коліс мають ширину відповідно b_{m1} та b_{m2} , а середні вінці даних зубчастих коліс характеризуються шириною b_{c1} та b_{c2} , крім того, параметри b_m , t , c_1 , c_2 , b_{m1} , b_{m2} , b_{c1} та b_{c2} знаходяться з наступних відношень:

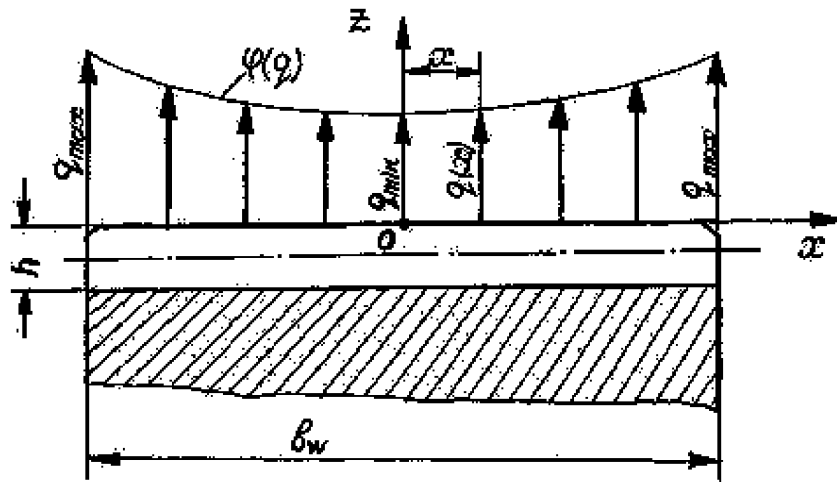
$$b_m = (0,1 \dots 0,15)b_w; \quad 1,25h \leq t \leq 1,5h; \quad c_1 = 3,5 \dots 7 \text{ мм}; \\ c_2 = (c_2 + 1,5 \dots 3) \text{ мм}; \quad b_{m1} = b_m - c_1/2; \quad b_{m2} = b_m - c_2/2;$$

$$b_{c1} = \frac{b_w - 2(b_m + c_1)}{2}; \quad b_{c2} = \frac{b_w - 2(b_m + c_2)}{2};$$

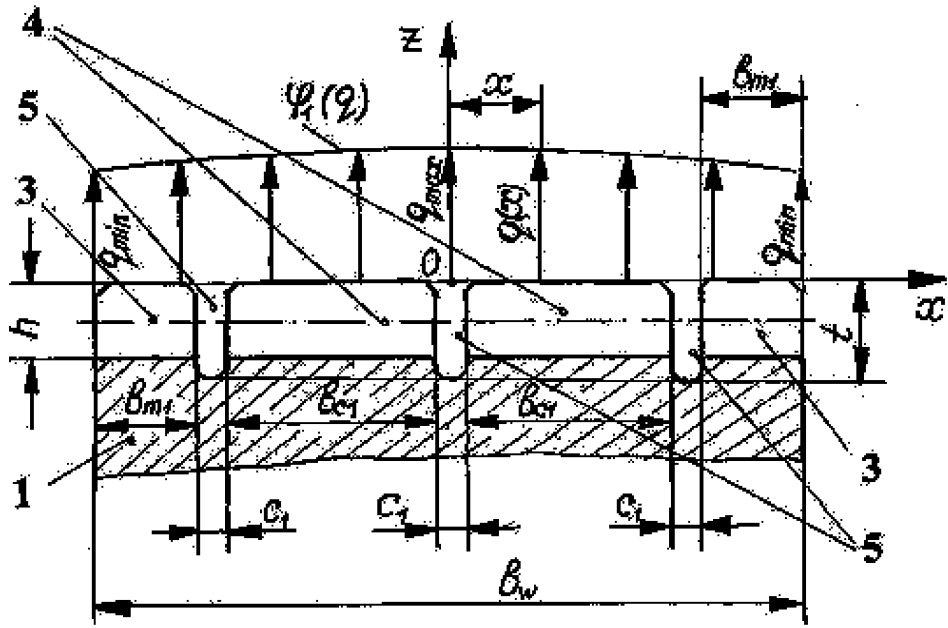
де b_w - ширина зубчастих коліс; $h=2,25m$ - висота зубів;
 m - модуль зачеплення.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фіг. 3

Офіційний бюлетень "Промислова власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2007, N 15, 25.09.2007. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.

U A 2 6 4 8 9 U

U A 2 6 4 8 9 U