

УКРАЇНА

UKRAINE



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 67595

КОНІЧНА ЗУБЧАСТА ПЕРЕДАЧА

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 27.02.2012.

Голова Державної служби
інтелектуальної власності України

М.В. Паладій



(21) Номер заявки: **u 2011 10302**
 (22) Дата подання заявки: **23.08.2011**
 (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **27.02.2012**
 (46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **27.02.2012, Бюл. № 4**

(72) Винахідники:
Попов Олексій Павлович, UA,
Попова Лариса Олексіївна, UA,
Савенков Олег Ігорович, UA,
Марченко Дмитро Дмитрович, UA

(73) Власник:
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ
АДМІРАЛА МАКАРОВА,
 пр. Героїв Сталінграда, 9, м.
 Миколаїв, 54025, UA

(54) Назва корисної моделі:

КОНІЧНА ЗУБЧАСТА ПЕРЕДАЧА

(57) Формула корисної моделі:

Конічна зубчаста передача, що складається із конічних ведучого і веденого зубчастих коліс із розташованими на них прямими зубами, які знаходяться між собою в зачепленні, яка відрізняється тим, що твірні бічних поверхонь зубів ведучого конічного колеса виконані криволінійними у вигляді дуг кола з радіусом R , який знаходиться із виразу

$$R = \frac{b_w^2}{8\Delta S},$$

де: $b_w = \kappa L$ - довжина зуба (ширина зубчастого вінця);

$\Delta S = 0,008...0,012$ мм - параметр криволінійності твірних бічних поверхонь зубів ведучого колеса в торцевих перерізах;

$\kappa \leq 0,35$ - числовий коефіцієнт;

$L = m_s z_1 / 2 \sin \delta_1 = m_s z_2 / 2 \sin \delta_2$ - довжина твірної ділильного (початкового) конуса;

m_s - торцевий модуль зачеплення;

z_1, z_2 - числа зубів ведучого і веденого зубчастих коліс;

$\delta_1 = \arctg(z_1 / z_2)$, $\delta_2 = \arctg(z_2 / z_1)$ - кути ділильних (початкових) конусів ведучого і веденого зубчастих коліс.

Пронумеровано, прошито металевими
люверсами та скріплено печаткою
2 арк.
27.02.2012



Уповноважена особа

(підпис)



УКРАЇНА

(19) UA (11) 67595 (13) U
(51) МПК (2012.01)
F16H 1/00ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КОНІЧНА ЗУБЧАСТА ПЕРЕДАЧА

1

2

(21) u201110302

(22) 23.08.2011

(24) 27.02.2012

(46) 27.02.2012, Бюл.№ 4, 2012 р.

(72) ПОПОВ ОЛЕКСІЙ ПАВЛОВИЧ, ПОПОВА ЛАРИСА ОЛЕКСІЄВНА, САВЕНКОВ ОЛЕГ ІГОРОВИЧ, МАРЧЕНКО ДМИТРО ДМИТРОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

(57) Конічна зубчаста передача, що складається із конічних ведучого і веденого зубчастих коліс із розташованими на них прямими зубами, які знаходяться між собою в зачепленні, яка відрізняється тим, що твірні бічних поверхонь зубів ведучого конічного колеса виконані криволінійними у вигляді дуг кола з радіусом R , який знаходиться із виразу

$$R = \frac{b_w^2}{8\Delta S}$$

де: $b_w = \kappa L$ - довжина зуба (ширина зубчастого вінця); $\Delta S = 0,008...0,012$ мм - параметр криволінійності твірних бічних поверхонь зубів ведучого колеса в торцевих перерізах; $\kappa \leq 0,35$ - числовий коефіцієнт; $L = m_s z_1 / 2 \sin \delta_1 = m_s z_2 / 2 \sin \delta_2$ - довжина твірної ділільного (початкового) конуса; m_s - торцевий модуль зачеплення; z_1, z_2 - числа зубів ведучого і веденого зубчастих коліс; $\delta_1 = \arctg(z_1 / z_2)$, $\delta_2 = \arctg(z_2 / z_1)$ - кути ділільних (початкових) конусів ведучого і веденого зубчастих коліс.

Корисна модель належить до галузі машинобудування.

Відома конічна зубчаста передача, що складається із конічних ведучого і веденого зубчастих коліс із розташованими на них зубами, котрі шляхом взаємодії один з одним здійснюють передачу обертання і корисного навантаження від одних валів іншим валам машин і механізмів з урахуванням перетину осей зубчастих коліс під кутом $\theta=90^\circ$ [1]: Кудрявцев В.Н., Державец Ю.А., Глухарев Е.Г. Конструкции и расчет передач редукторов. - Л.: Судостроение, 1971.-328 с.

Недоліком відомої конічної зубчастої передачі є обмежена навантажувальна здатність по контактних напруженнях.

Найбільш близьким за технічною сутністю до запропонованого рішення є конічна зубчаста передача, що складається із конічних ведучого і веденого зубчастих коліс з розташованими на них прямими зубами [2]: Иванов М.Н. Детали машин. - М.: "Высшая школа",-1991.-382 с.

Недоліком вказаної конічної зубчастої передачі є також невисока навантажувальна здатність

зубчастого зачеплення по контактних напруженнях.

Задача корисної моделі - суттєве підвищення навантажувальної здатності зубчастого зачеплення по контактних напруженнях.

Для рішення задачі в конічній зубчастій передачі, що складається із конічних ведучого і веденого зубчастих коліс із розташованими на них прямими зубами, які знаходяться між собою в зачепленні, відповідно до корисної моделі твірні бічних поверхонь зубів ведучого конічного колеса виконані криволінійними у вигляді дуг кола з радіусом R , який знаходиться із виразу

$$R = \frac{b_w^2}{8\Delta S}$$

де: $b_w = \kappa L$ - довжина зуба (ширина зубчастого вінця); $\Delta S = 0,008...0,012$ мм - параметр криволінійності твірних бічних поверхонь зубів ведучого колеса в торцевих перерізах; $\kappa \leq 0,35$ - числовий коефіцієнт; $L = m_s z_1 / 2 \sin \delta_1 = m_s z_2 / 2 \sin \delta_2$ - дов-

(13) U

(11) 67595

(19) UA

жина твірної ділильного (початкового) конуса; m_s - торцевий модуль зачеплення; Z_1, Z_2 - числа зубів ведучого і веденого зубчастих коліс; $\delta_1 = \arctg(z_1/z_2)$, $\delta_2 = \arctg(z_2/z_1)$ - кути ділильних (початкових) конусів ведучого і веденого зубчастих коліс.

Порівняльний аналіз з прототипом показує, що зубчаста конічна передача, що складається із конічних ведучого і веденого зубчастих коліс із розташованими на них прямими зубами, котрі знаходяться між собою в зачепленні, відрізняється тим, що твірні бічних поверхонь зубів ведучого конічного колеса виконані криволінійними у вигляді дуг кола з радіусом R , котрий знаходиться за вище приведеною формулою.

Порівняння технічного рішення, що заявляється, не лише з прототипом, але й з іншими технічними рішеннями в даній галузі техніки, не виявило в них ознаки, характерні для технічного рішення, яке заявляється, що дозволяє зробити висновок про відповідність критерію "новизна".

На фіг. 1 зображена конічна зубчаста передача з міжосьовим кутом $\theta=90^\circ$; на фіг. 2 і 3 - перетини прямих зубів ведучого і веденого зубчастих коліс відповідно з криволінійними і прямолінійними твірними їх бічних поверхонь, а на фіг. 4 - взаємодія зубів ведучого і веденого конічних зубчастих коліс при відсутності навантаження.

У відповідності з фіг. 1-4 маємо наступні позначення: ω_1, ω_2 - кутові швидкості ведучого і веденого конічних зубчастих коліс; d_1, d_2 - діаметри ділильних кіл ведучого і веденого конічних зубчастих коліс; d_{m1}, d_{m2} - діаметри середніх ділильних кіл ведучого і веденого конічних зубчастих коліс; b_w - довжина зуба (ширина зубчастого вінця); L - довжина твірної ділильного (початкового) конуса; $\theta=\delta_1+\delta_2=90^\circ$ - міжосьовий кут; δ_1, δ_2 - кути ділильних (початкових) конусів ведучого і веденого зубчастих коліс; R - радіус кривизни твірних бічних поверхонь прямих зубів ведучого конічного зубчастого колеса.

Конічна зубчаста передача складається із ведучого 1 і веденого 2 конічних зубчастих коліс з розташованими на них зубами 3 і 4. Осі обертання 5 і 6 конічних зубчастих коліс 1 і 2 перетинаються під кутом $\theta=90^\circ$.

Твірні 7 і 8 бічних поверхонь зубів 3 ведучого конічного зубчастого колеса 1 є криволінійними, так як вони окреслені дугами кола з радіусом R . Форма твірних 7 і 8 бічних поверхонь зубів може бути не лише дуговою, але й еліптичною, параболічною, евольвентною, циклоїдальною і т.д.

Однак форма твірних 7 і 8 бічних поверхонь зубів у вигляді дуг кіл є найбільш простою і технологічною, в зв'язку із чим в наступному її слід стандартизувати.

Твірні 9 і 10 бічних поверхонь зубів 4 ведучого конічного зубчастого колеса 2 є прямолінійними, що характерно для прямозубих і косозубих традиційних зубчастих передач як з пересіченими, так і з паралельними осями обертання зубчастих коліс.

В конічних зубчастих передачах висота і товщина зубів є змінними, зменшуючись за напрямом

до вершини ділильних (початкових) конусів, що знаходиться в точці O (фіг. 1), котра відповідає пересіченню осей обертання 5 і 6 конічних зубчастих коліс. Внаслідок цієї зміни коловий шаг зубів, а з ним модуль зачеплення також зменшуються у вказаному напрямі. При цьому найбільший коловий шаг і модуль зачеплення будуть відповідати найбільшій висоті зубів.

Для виготовлення зубів ведучого конічного зубчастого колеса, які характеризуються криволінійними твірними їх бічних поверхонь, використовуються спеціальні високоточні зубошліфувальні станки німецького виробництва типу "Пфаутер" або "Хоффлер".

Конічна зубчаста передача працює наступним чином.

При обертанні двигуна, приєданого через вал до ведучого конічного колеса 1, вказане колесо приймає кутову швидкість ω_1 . При цьому вісь обертання 5 ведучого конічного колеса є горизонтальною.

Зуби 3 ведучого конічного колеса 1 з криволінійними твірними 7 і 8 бічних поверхонь у процесі обертання діють на зуби 4 з прямолінійними твірними 9 і 10 їх бічних поверхонь, котрі належать веденому конічному колесу 2.

В зв'язку із цим ведене конічне колесо 2 сприймає корисне навантаження, що передається, обертаючись з кутовою швидкістю ω_2 , причому $\omega_1 > \omega_2$, а ось обертання 6 веденого конічного колеса у випадку що розглядається є вертикальною. Напрями обертання конічних зубчастих коліс 1 і 2, що характеризуються напрямками кутових швидкостей ω_1 і ω_2 , співпадають.

Невантажені зуби 3 і 4 дотикаються одне з одним в точці k (фіг. 4). В процесі навантаження, тобто при передачі спряженою парою зубів 3 і 4 корисного навантаження, вказаний контакт в точці k перероджується в еліптичну ділянку контакту розміром πab , де a, b - відповідно мала і велика півосі еліпса.

В конічних зубчастих передачах як і у циліндричних зубчастих передачах має місце торцеве перекриття зубів, котре характеризується коефіцієнтом торцевого перекриття зубів $\epsilon_\sigma > 1$. Тому у зачепленні знаходяться дві спряжені пари зубів, що покращує умови входу і виходу зубів із зачеплення і, як наслідок, віброакустичні характеристики зубчастої передачі.

Точковий контакт зубів, на відміну від лінійного контакту зубів, котрий має місце практично у всіх традиційних евольвентних передачах, характеризується більшою величиною контактної піддатливості зачеплення, що також в процесі роботи позитивно позначається на віброакустичні характеристики.

Необхідно також відмітити, що в процесі роботи зубчастої передачі, що розглядається, корисне навантаження розсіюється по більшій ділянці контакту, у порівнянні з прямокутною ділянкою контакту при лінійній взаємодії зубів. В зв'язку із цим зменшується згинний момент, діючий на спряжену пару зубів, що призводить до підвищення навантажувальної здатності зачеплення по напруженнях згину.

А тепер перейдемо до оцінки ефективності пропонуваної конічної зубчастої передачі з просторовою точковою системою зачеплення зубів шляхом порівняння з традиційною конічною зубчастою передачею, котра характеризується плоскою лінійною системою зачеплення зубів.

Максимальні контактні напруження δ_H в конічній зубчастій передачі з лінійною взаємодією зубів розраховуються за формулою [2]: Іванов М.Н. Детали машин. - М.: "Высшая школа", -1991.-382 с.

$$\sigma_H = 0,418 \sqrt{\frac{E F_n}{v_H b_w \rho_{mw}}} \quad (1)$$

де E - модуль пружності матеріалів конічних зубчастих коліс; F_n - нормальна сила, діюча на спряжену пару зубів; $v_H=0,85$ - дослідний коефіцієнт; b_w - довжина зуба;

$\rho_{mw} = d_{m1} \cdot u \cdot \sin \alpha_w / 2\sqrt{u^2 + 1}$ - приведений радіус кривизни зубів в середньому перерізі; d_{m1} - діаметр середньої ділильної кола ведучого конічного колеса; $u=z_2/z_1$ - передаточне число; α_w - кут зачеплення зубів.

Для знаходження максимальних контактних напружень σ_{max} при точковому зачепленні зубів в пропонуваній зубчастій передачі слід скористатися залежністю [3]: Попов А.П. Контактная прочность зубчатых механизмов. - Николаев: Изд-во НУК, 2008.-580 с.

$$\sigma_{max} = \frac{0,33}{\alpha} \sqrt[3]{\frac{(\alpha + v)^2 E^2 F_n}{R^2}} \quad (2)$$

де $\alpha = \sqrt{\rho_{mw} / R}$ - коефіцієнт; v - коефіцієнт

Пуассона; $R = b_w^2 / 8\Delta S$ - радіус кривизни твірних бічних поверхонь прямих зубів ведучого конічного зубчастого колеса; ΔS - параметр криволінійності твірних бічних поверхонь зубів ведучого колеса в торцевих перерізах.

В якості прикладу візьмемо конічну зубчасту передачу, у котрій $z_1=20; z_2=80; m_s=4$ мм; $\alpha_w=20^\circ$; $\kappa=0,3$; $\Delta S=0$; $\Delta S=0,010$ мм; $v=0,3$; $F_n=0,68 \cdot 10^4$ Н; $E=2,1 \cdot 10^5$ МПа.

За вище приведеними формулами знаходимо $\delta_1=14^\circ$; $\delta_2=76^\circ$; $\theta=14^\circ+76^\circ=90^\circ$; $u=4; L=165,36$ мм; $b_w=50$ мм; $b_{m1}=68$ мм; $\rho_{mw}=11,26$ мм; $R=50^2/8 \cdot 0,010=31250$ мм;

$$\alpha = \sqrt{11,26/31250} = 0,019$$

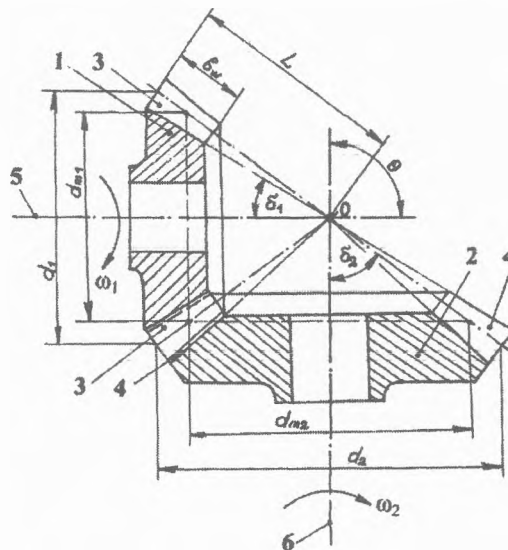
У відповідності із знайденими величинами параметрів за формулою (1) знаходимо $\sigma_H=722$ МПа, а за формулою (2) знаходимо $\sigma_{max}=547$ МПа. Коефіцієнт φ_k , що характеризує зниження величини максимальних контактних напружень σ_{max} у порівнянні з σ_H , дорівнює відношенню σ_H/σ_{max} , тобто $\varphi_k = \sigma_H/\sigma_{max} = 722/547 = 1,356$. На основі сказаного коефіцієнт підвищення навантажувальної здатності по контактних напруженням пропонуваної зубчастої передачі дорівнює

$$\varphi_F = \varphi_k^3 = 1,356^3 = 2,493$$

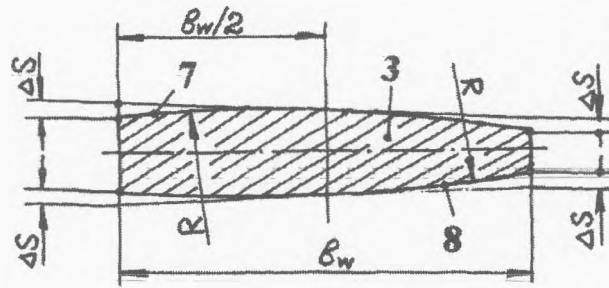
Таким чином, пропонувана зубчаста передача має навантажувальну здатність в 2,493 рази вищу у порівнянні з прототипом, що вказує на дуже високу ефективність конічної зубчастої передачі з просторовою точковою системою зачеплення зубів.

Економічний ефект від впровадження пропонуваного технічного рішення слід очікувати за рахунок суттєвого збільшення потужності, що передається або при незмінній потужності внаслідок збільшення строку служби конічної зубчастої передачі.

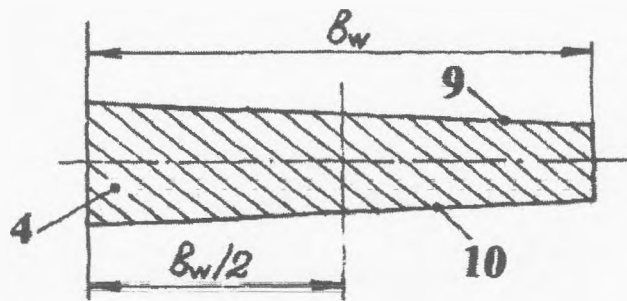
Суспільна користь технічного рішення, що залягає в покращенні віброакустичних характеристик зачеплення (промсанітарія) внаслідок збільшення податливості спряжених пар зубів.



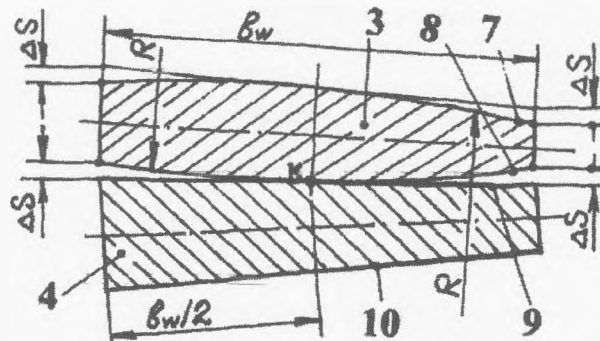
Фіг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601