



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **84487** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
B23F 15/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2013 04432</p> <p>(22) Дата подання заявки: 08.04.2013</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.10.2013</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.10.2013, Бюл.№ 20</p>	<p>(72) Винахідник(и): Костогриз Сергій Григорович (UA), Підгайчук Ярослав Олександрович (UA), Ткачук Андрій Васильович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016 (UA)</p>
--	--

(54) СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ МІЦНОСТІ НА ЗГИН ЗУБЦІВ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

(57) Реферат:

Спосіб підвищення міцності на згин зубців циліндричних зубчастих коліс полягає у коригуванні профілю зубців. Коригування профілів зубців здійснюється у вихідному твірному контурі зубців.

UA 84487 U

Корисна модель належить до машинобудування, а саме до виготовлення циліндричних зубчастих коліс, і є удосконаленням відомого способу коригування профілю зубців.

Відомий спосіб підвищення міцності зубців різних видів зубчастих коліс, що полягає у застосуванні термічної та хіміко-термічної обробки, наприклад, об'ємне гартування, цементация азотування, тощо [1].

Відомий також спосіб підвищення міцності на згин зубців циліндричних зубчастих коліс, що полягає у коригуванні профілю зубців [2] за рахунок відповідного вибору коефіцієнтів зміщення вихідного твірного контуру зубців при нарізанні зубців методом обкатки за рекомендаціями ГОСТ 13755-68, виконання яких забезпечують рівну міцність на згин спряжених зубчастих коліс, або відсутність підрізання профілю зубців біля їх основи, коли кількість зубців колеса менша, ніж та, що відповідає умовам відсутності їх підрізання. Ці способи як правило використовуються у комбінації.

Однак, застосування цих способів не вирішує в повній мірі проблему міцності зубців на згин, насамперед у відкритих зубчастих передачах, які працюють в умовах абразивного середовища при пікових та тривалих перенавантаженнях, наприклад зубчасті колеса обладнання гірничого, металургійного та будівельного комплексу.

В основу корисної моделі поставлена задача створити спосіб підвищення міцності на згин зубців циліндричних зубчастих коліс, які працюють у абразивному середовищі в екстремальних умовах технологічного навантаження.

Поставлена задача вирішується тим, що при нарізанні зубців використовується коригування профілю зубців шляхом трансформації кроку у вихідному твірному контурі профілю зубців.

Трансформований вихідний твірний контур зубців відрізняється від стандартного вихідного твірного контуру тим, що крок зубців у ньому обчислюється за формулою:

$$p^* = p \cdot k, \quad (1)$$

де p - крок зубців у стандартному вихідному контурі зубців, Фіг. 1;

$$p = \pi \cdot m, \quad (2)$$

де m - стандартний модуль вихідного твірного контуру;

$$\pi = 3,14 - \text{константа};$$

p^* - крок зубців у трансформованому вихідному твірному контурі зубців, Фіг. 1;

k - коефіцієнт трансформації стандартного вихідного твірного контуру зубців.

$$k = \frac{p^*}{p} = \frac{z}{z^*}, \quad (3)$$

де z - число зубців у нетрансформованому зубчастому колесі, спрофільованому стандартним вихідним твірним контуром;

z^* - число зубців у колесі, спрофільованому трансформованим вихідним твірним контуром (трансформоване зубчасте колесо).

Стандартний вихідний твірний контур евольвентного зубчастого колеса (ГОСТ 13755-68) представлений на Фіг. 1, а на Фіг. 2, поданий трансформований вихідний твірний контур евольвентного зубчастого колеса, що одержаний із стандартного контуру шляхом збільшення кроку зубців при незмінних всіх інших параметрах контуру.

На Фіг. 3 зображений контур зубців евольвентного прямозубого циліндричного нульового колеса, обкатаний стандартним вихідним твірним контуром (Фіг. 1) з параметрами: модуль $m = 8$ мм, кут профіль зубців $\alpha = 20^\circ$. Обкатка здійснювалась на приладі ТММ42 [3], коефіцієнт зміщення вихідного твірного контуру зубців $\chi = 0$, (нульове колесо), число зубців $z = 18$, близьке до граничного ($z_{\min} = 17$) за умов непідрізання зубців, діаметр ділильного кола колеса $\alpha = 144$ мм.

Профілі зубців коліс, обкатаних трансформованим вихідним твірним контуром з коефіцієнтами трансформації $k = 1,5$ і $k = 2,0$ зображені відповідно на Фіг. 4 та Фіг. 5. Геометричні параметри зубчастих коліс, обкатаних трансформованим за кроком вхідним твірним контуром зубців, за виключенням кроку та товщини зубців ті ж самі, що у колеса, обкатаного стандартним вихідним твірним контуром зубців (кут профілю зубців на колі заданого радіусу α_y , модуль m , діаметр ділильного кола d , основного кола d_b , кола вершин d_a , кола впадин d_f). При цьому число зубців у трансформованому колесі в k разів менше, ніж у нетрансформованому.

Так, при $k = 1,5$ (Фіг. 4) число зубців з $z = 18$ зменшилось до $z^* = 12$, а при $k = 2,0$ (Фіг. 5) - $z = 18$ до $z^* = 9$.

З Фіг. 4 та Фіг. 5 видно, що трансформація кроку зубців у вихідному твірному контурі призводить до зростання в k разів товщини їх при основі, тобто в небезпечному з точки зору міцності на згин зубців перерізі. Це означає, що момент опору зубців згину зростає у k^2 разів. Наприклад, при $k = 2$ (Фіг. 5) буде мати чотирикратне зростання моменту опору зубців згину.

5 При певному значенні коефіцієнта трансформації вихідного твірного контуру зубців коефіцієнт перекриття зубців у їх зачепленні може прийняти значення менше за одиницю, що не допускається. Це граничне значення коефіцієнта трансформації обчислюється за формулою, отриманою з виразу, подану в роботі [4].

$$k_{\delta\delta} = \frac{z_1(\operatorname{tg}\alpha_{a_1} - \operatorname{tg}\alpha_w) + z_2(\operatorname{tg}\alpha_{a_2} - \operatorname{tg}\alpha_w)}{2\pi}, \quad (4)$$

10 де z_1 і z_2 - числа зубців спряжених зубчастих коліс із нетрансформованим профілем;

α_w - кут зачеплення (для пари евольвентних зубчастих коліс нарізаних без зміщення вихідного контуру);

$\alpha_w = \alpha$, де $\alpha = 20^\circ$ кут профілю інструменту;

α_{a_1} і α_{a_2} кути профілю зубців на колах вершин відповідно шестерні та колеса.

$$15 \operatorname{tg}\alpha_a = \frac{\sqrt{(z+2)^2 + z^2 \cos^2 \alpha}}{z \cos \alpha}, \quad (5)$$

Наприклад, при $z_1 = z_2 = 18$ і $\alpha = 20^\circ$, $k_{r\delta} = 1,71$.

При граничних і більших за граничні значеннях коефіцієнта трансформації вихідного твірного контуру зубців, зубчасті колеса для забезпечення перекриття зубців у зачепленні потрібно виготовляти косозубими з кутом нахилу зубців.

$$20 \beta \geq \arcsin \frac{1}{\varphi_n} \left[\pi k[\varepsilon] - \frac{z_1(\operatorname{tg}\alpha_{a_1} - \operatorname{tg}\alpha_w) + z_2(\operatorname{tg}\alpha_{a_2} - \operatorname{tg}\alpha_w)}{2} \right], \quad (6)$$

$$\text{де } \varphi_m = \frac{b}{m}$$

де b - ширина зубчастого колеса;

$[\varepsilon] \geq 1,25$ допустиме значення коефіцієнта перекриття зубців у зачепленні.

25 Перевагою запропонованого технічного рішення є те, що воно дозволяє у кілька разів підвищити міцність зубців на згин, не збільшуючи при цьому основні геометричні параметри зубчастих коліс та не застосовуючи спеціальні надміцні матеріали для їх виготовлення.

Джерела інформації:

1. Зубчастые передачи: Справочник/ Е.Г. Гинзбург, Н.Ф. Голованов, Н.Б. Фирун, Н.Т. Халебский; Под. общ. ред. Е.Г. Гинзбурга. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. - С. 339-342.

2. Решетов Д.Н. Детали машин. Учебник для вузов. Изд. 3-е, испр. и перераб. - М.: "Машиностроение", 1974. - С. 273-276.

3. Юденич В.А., Петрокас Л.В. Лабораторный практикум по теории механизмов и машин. - М.: Физматшз, 1960. - 172 с.

35 4. Болотовский И.А., Гурьев Б.И., Смирнов В.Э., Шепдерей Б.И. Цилиндрические эвольвентные зубчатые передачи внешнего зацепления. - М.: "Машиностроение", 1974. - С. 60-81.

40

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб підвищення міцності на згин зубців циліндричних зубчастих коліс, який полягає у коригуванні профілю зубців, який **відрізняється** тим, що коригування профілів зубців здійснюється у вихідному твірному контурі зубців, причому крок зубців у трансформованому твірному контурі обчислюється за формулою:

$$p^* = p \cdot k, \quad (1)$$

де $p = \pi \cdot m$ - крок зубців у стандартному вихідному твірному контурі;

m - стандартний модуль вихідного твірного контура зубців;

50 $\pi = 3,14$ - константа;

k - коефіцієнт трансформації вихідного твірного контура зубців,

$$k = \frac{p^*}{p} = \frac{z}{z^*}, \quad (2)$$

де z - число зубців у колесі, обкатаному інструментом, що має стандартний вихідний твірний контур зубців;

5 z^* - число зубців у колесі, яке обкатане інструментом, що має трансформований по кроку вихідний твірний контур зубців.

2. Спосіб підвищення міцності на згин зубців циліндричних зубчастих коліс за п. 1, який **відрізняється** тим, що для забезпечення необхідного значення коефіцієнта перекриття у зубчастій передачі, утвореній зубчастими колесами з трансформованим кроком зубців, зубчасті колеса виготовляють косозубими, а кут нахилу зубців визначається за формулою

10

$$\beta \geq \arcsin \frac{m}{b} \left[\pi k [\varepsilon] - \frac{z_1(\operatorname{tg} \alpha_{a1} - \operatorname{tg} \alpha_w) + z_2(\operatorname{tg} \alpha_{a2} - \operatorname{tg} \alpha_w)}{2} \right], \quad (3)$$

де b - ширина зубчастого колеса;

$[\varepsilon]$ - допустиме значення коефіцієнта перекриття у зубчастому зачепленні.

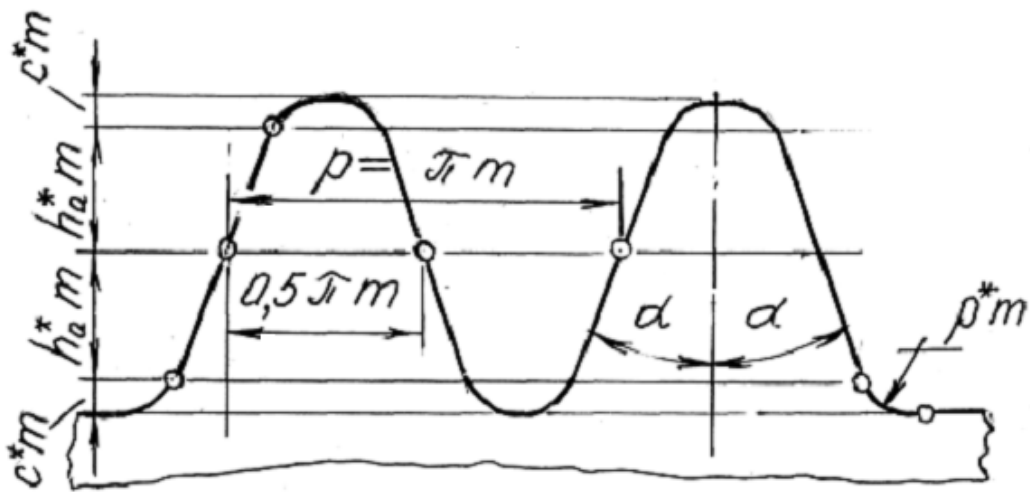


Fig. 1

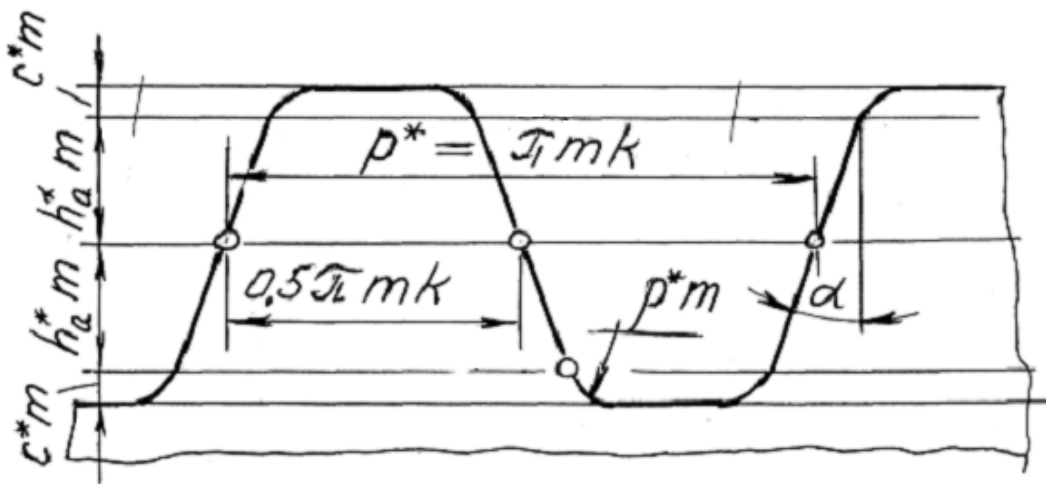
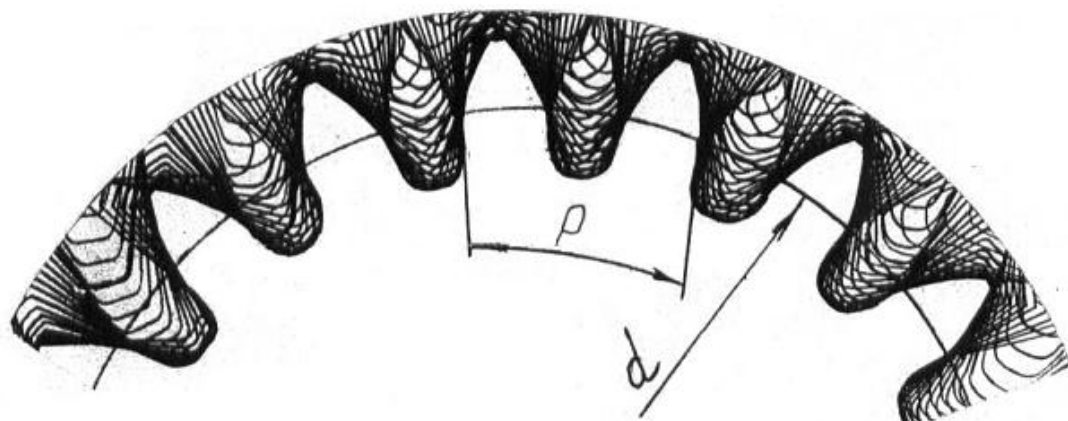
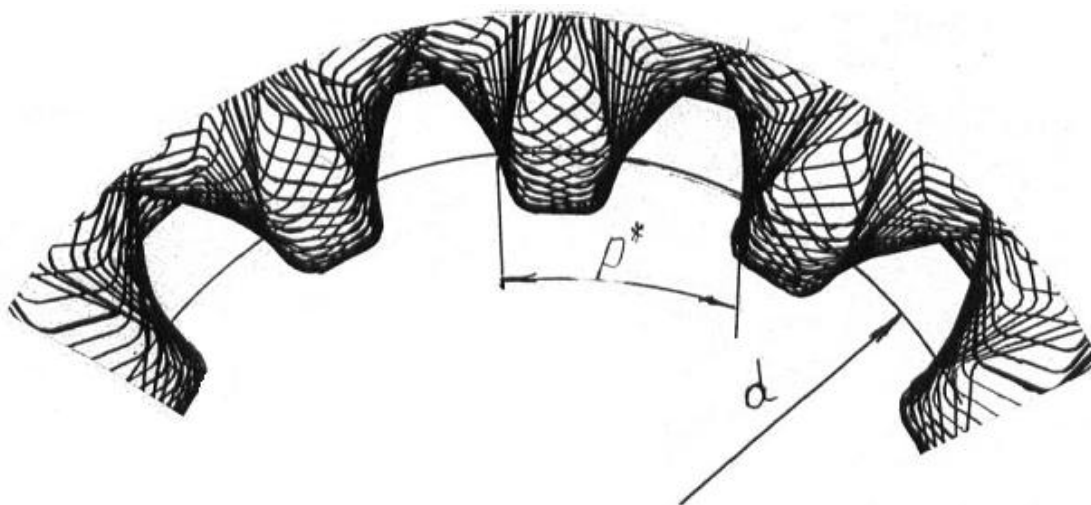


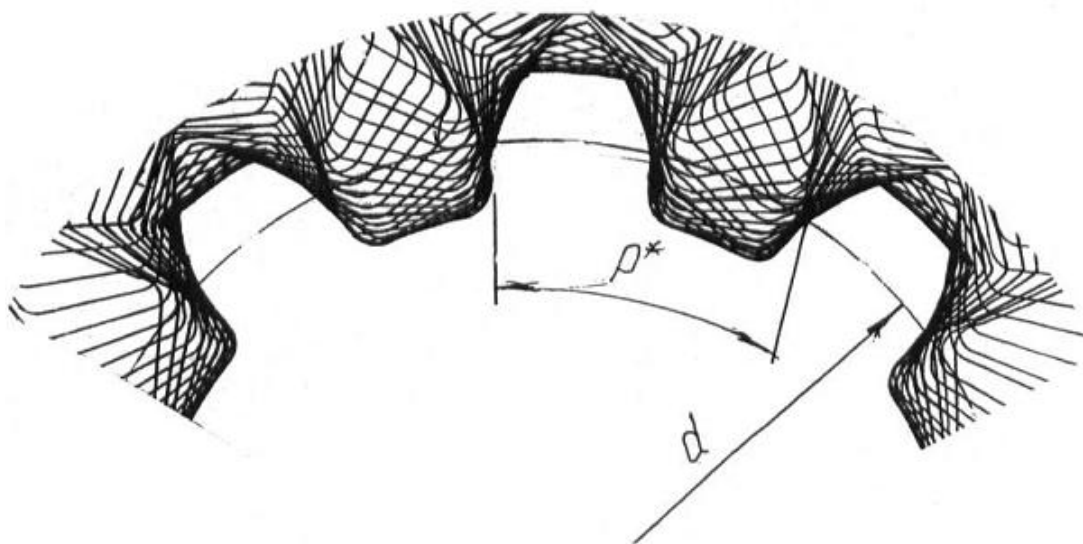
Fig. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

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