



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **120074** (13) **C2**

(51) МПК (2019.01)

B23F 19/00

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2018 00513	(72) Винахідник(и): Ковришкін Микола Олександрович (UA), Ковальчук Анна Вікторівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 18.01.2018	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.09.2019	(73) Власник(и): ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Університетський, 8, м. Кропивницький, 25006 (UA)
(41) Публікація відомостей про заяву: 25.07.2019, Бюл.№ 14	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.09.2019, Бюл.№ 18	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 84471 U, 25.10.2013 UA 97626 U, 25.03.2015 UA 39595 A, 15.05.2001 UA 104503 C2, 10.02.2014 RU 2510789 C2, 10.04.2014 US 3504565 A, 07.04.1970 US 5129185 A, 14.07.1992 US 4211511 A, 08.07.1980 DE 3447389 A1, 14.08.1985 Ковришкін М.О. Формоутворення евольвентного профілю зубчастих коліс кінцевими фрезами шляхом суміщення обертального та прямолінійного поступального рухів / М.О.Ковришкін, А.І.Гречка, Хамуйєла Ж.А. Герра // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – 2010. – Вип. 23. – С. 321-325

(54) СПОСІБ ОБРОБКИ ЕВОЛЬВЕНТНИХ ПОВЕРХОНЬ ПАРНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС**(57) Реферат:**

Винахід належить до галузі машинобудування, а саме до механічної обробки різанням циліндричним інструментом евольвентного профілю зубців циліндричних зубчастих коліс і може бути використаним для одночасної обробки, наприклад кінцевою фрезою, евольвентного профілю зубців парних циліндричних зубчастих коліс.

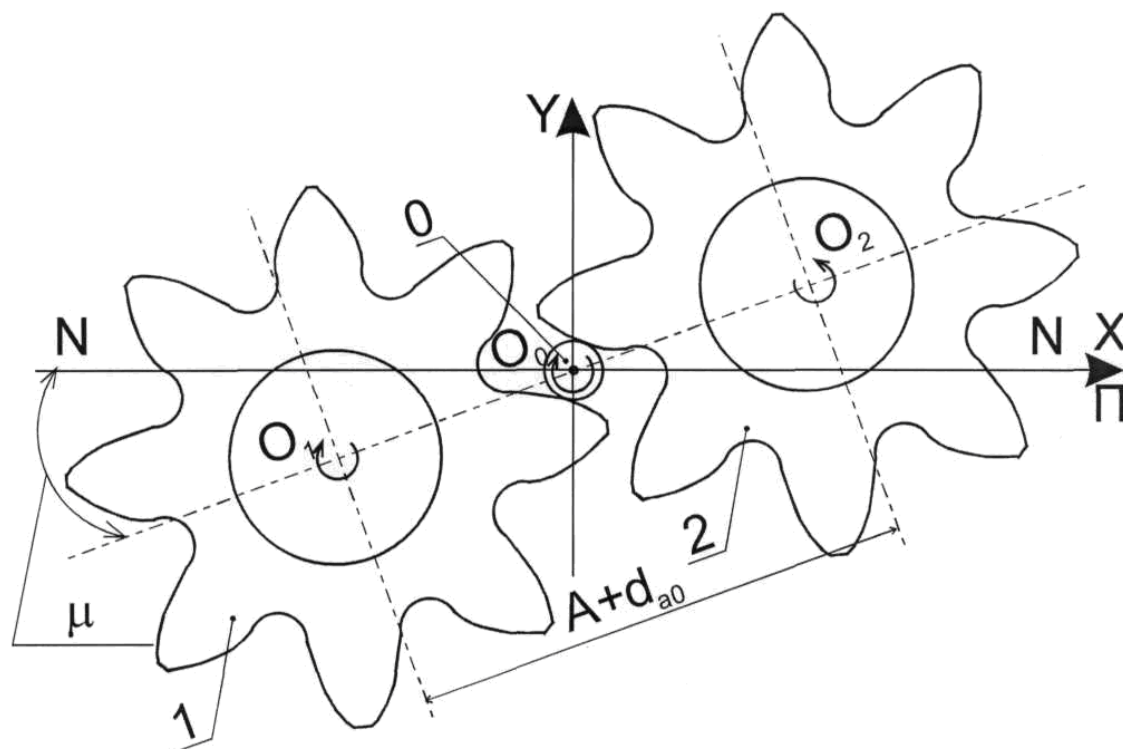
Спосіб обробки евольвентних поверхонь парних циліндричних зубчастих коліс з утворенням номінального евольвентного профілю, який відрізняється тим, що циліндричний інструмент, який закріплений у шпинделі верстата та обертається разом із ним, з відносним рухом, що направлений вздовж загальної нормалі, одночасно у верстатному зачепленні обробляє евольвентні поверхні парних циліндричних зубчастих коліс, які узгоджено обертаються імітуючи зубчасте зачеплення та перед обробкою розташовані одне над одним, рознесені на відстань, що на зовнішній діаметр циліндричного інструмента перевищує їх міжосьову відстань, а також повернуті відносно прямої подачі на кут μ , що визначається з виразу:

UA 120074 C2

$$\mu = 90^\circ - \alpha,$$

де α - кут зачеплення.

Використання винаходу приведе до підвищення точності обробки евольвентних поверхонь парних циліндричних зубчастих коліс та зменшення вартості обробки.



Фіг. 2

Винахід належить до галузі машинобудування, а саме до механічної обробки різанням циліндричним інструментом евольвентного профілю зубців циліндричних зубчастих коліс і може бути використаним для одночасної обробки, наприклад кінцевою фрезою, евольвентного профілю зубців парних циліндричних зубчастих коліс.

Найближчим до запропонованого способу по технічній суті є спосіб лезової обробки евольвентних поверхонь циліндричних зубчастих коліс після прорізання впадин, який здійснюється в умовах обкату з одиничним діленням на один кутовий крок при обертовому русі різання, здійснюваному інструментом повздовж оброблюваної поверхні із швидкістю поздовжньої подачі, з утворенням номінального евольвентного профілю так, що формоутворююча різуча кромка знаходиться на продовженні радіусів кривизни евольвентного профілю так, що її початкова точка описує при русі формоутворення номінальний евольвентний профіль [1].

В умовах цього способу [1]:

утворення евольвентного профілю здійснюється сімейством окружностей, які повторюють траєкторію руху обумовленої різальної кромки, дотичних до обробленої поверхні і утворюючих номінальний евольвентний профіль в перерізі зуба, який співпадає з діаметральним перерізом обумовлених окружностей;

деталь здійснює формоутворюючий рух обкату, що складається з двох рухів, а саме: кочення без проковзування основного кола по прямій, дотичній до нього, та обертання навколо власної осі;

формоутворюючий рух обкату являється періодичним, з повторюванням його при переміщенні інструменту поздовж деталі на величину поздовжньої подачі;

після кожного формоутворюючого руху обробки евольвентної поверхні зубчасте колесо повертається у вихідне положення при одночасному установчому повороті на один кутовий крок для підводу у вихідне положення при одночасному установчому повороті на один кутовий крок для підводу у вихідне положення наступного евольвентного профілю;

опозитні евольвентні профілі обробляються двома інструментами, початкові точки формоутворюючих різальних кромки яких розміщені на загальній нормалі на відстані L , яка визначається з виразу:

$$L = 2r \cdot \sin\left(\cos^{-1} \frac{r_0}{r_e}\right), \quad (1)$$

де r_e - радіус вершин зубців, мм;

r_0 - радіус основного кола, мм.

Основними недоліками відомого способу є:

по-перше окрема обробка парних (шестерні та колеса, що складають зубчасту пару) евольвентних зубчастих коліс, що проводиться з окремих встановлень відповідних заготовок та зменшує досяжну точність зубчастої передачі в цілому;

по-друге потреба у спеціальному інструменті, який необхідно виготовляти за окремим замовленням з відповідним збільшенням вартості обробки;

по-третє необхідність використання двох спеціальних інструментів для обробки опозитних евольвентних профілів одного зубця, що зменшує досяжну точність оброблюваного зубчастого колеса та збільшує вартість обробки;

по-четверте необхідність округлення значення L , яке отримане в результаті розрахунку за виразом (1), що відобразиться на точності опозитних евольвентних профілів одного зубця та зменшить досяжну точність обробки.

Відомий [2] спосіб обробки евольвентних поверхонь циліндричних зубчастих коліс, що здійснюється в умовах обкату дисковим інструментом, розміщеним на шпинделі, який переміщують повздовж оброблюваної поверхні з утворенням номінального евольвентного профілю із швидкістю поздовжньої подачі, з утворенням номінального евольвентного профілю так, що його центральна точка знаходиться на шпинделі і описує при русі формоутворення номінальний евольвентний профіль, при цьому шпиндель змінює свою довжину пропорційно протилежної точки кінця шпинделя по еволюті номінального евольвентного профілю.

Основними недоліками відомого способу є:

по-перше окрема обробка парних (шестерні та колеса, що складають зубчасту пару) евольвентних зубчастих коліс, що проводиться з окремих встановлень відповідних заготовок та зменшує досяжну точність зубчастої передачі в цілому;

по-друге потреба у спеціальному інструменті, який необхідно виготовляти за окремим замовленням з відповідним збільшенням вартості обробки;

по-третє необхідність використання спеціального шпинделя, який змінює свою довжину пропорційно переміщення протилежної точки кінця шпинделя по еволюті номінального евольвентного профілю, що зменшує досяжну точність оброблюваного зубчастого колеса та збільшує вартість обробки;

5 по-четверте необхідність округлення значення зміни довжини шпинделя, що зменшує досяжну точність обробки.

Відомий [3] спосіб обробки великомодульних циліндричних зубчастих коліс, в умовах якого обробку заготовок по зовнішньому діаметру зубчастих коліс і зубофрезерування бокових сторін зубців безперервною обкаткою черв'ячною фрезою проводять до отримання заданих розмірів
10 так, що обробку заготовок по зовнішньому діаметру зубчастих коліс і зубофрезерування бокових сторін зубців безперервною обкаткою черв'ячною фрезою здійснюють одночасно, при цьому на одній осі з черв'ячною фрезою розташовують циліндричну фрезу, різальні елементи якої базують відносно зовнішнього діаметра зубчастого колеса, що оброблюється.

Основними недоліками відомого способу є:

15 по-перше окрема обробка парних (шестерні та колеса, що складають зубчасту пару) евольвентних зубчастих коліс, що проводиться з окремих встановлень відповідних заготовок та зменшує досяжну точність зубчастої передачі в цілому;

по-друге потреба у такому складному у виготовленні та обслуговуванні спеціальному інструменті, яким є черв'ячна фреза, з відповідним збільшенням вартості обробки;

20 по-третє необхідність одночасного розташування на одній осі з черв'ячною фрезою циліндричної фрези з відповідними похибками взаємного розташування та різними періодами стійкості їх зубців, що викликає необхідність частіше перевстановлювати інструменти, зменшує досяжну точність обробки та підвищує вартість обслуговування.

В основу винаходу поставлена задача підвищення точності обробки евольвентних
25 поверхонь циліндричних зубчастих коліс шляхом одночасної обробки зубців парних зубчастих коліс та зменшення вартості обробки, яка забезпечується застосуванням простого та дешевого циліндричного металорізального інструмента, наприклад стандартної кінцевої фрези.

Поставлена задача вирішується тим, що циліндричний інструмент, який закріплений у шпинделі верстата та обертається разом із ним, з відносним рухом, що направлений вздовж
30 загальної нормалі, одночасно у верстатному зачепленні обробляє евольвентні поверхні парних циліндричних зубчастих коліс, які узгоджено обертаються імітуючи зубчасте зачеплення та перед обробкою розташовані одне над одним, рознесені на відстань, що на зовнішній діаметр циліндричного інструмента перевищує їх міжосьову відстань, а також повернуті відносно напрямку подачі на кут/л, що визначається з виразу:

$$\mu = 90^\circ - \alpha, \quad (2)$$

35 де α - кут зачеплення.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, на яких показані:

на фіг. 1 зображено вид спереду на верстатне зачеплення циліндричного різального інструмента з одночасно оброблюваними парними евольвентними циліндричними колесами;

на фіг. 2 - вид зверху на відповідне верстатне зачеплення.

40 На фіг. 1 зображено циліндричний інструмент 0 із зовнішнім діаметром $d_{\alpha 0}$, наприклад стандартна кінцева фреза, з одночасно оброблюваними парними евольвентними циліндричними колесами 1 та 2, що розташовані одне над одним з товщиною b_1 та b_2 відповідно, у спосіб, що пропонується. Циліндричний інструмент 0 закріплений у шпинделі 3, вздовж вісі якого направлена вісь декартової системи координат Z. Парні евольвентні зубчасті
45 колеса 1 та 2 розташовуються у технологічному пристосуванні на столі верстата.

На фіг. 2 зображено циліндричний інструмент 0, що виконує обертальний рух O_1 , з відносним рухом П, що направлений вздовж загальної нормалі NN, яка співпадає з віссю X декартової системи координат, перпендикулярно якій розташована вісь Y, а точка їх перетину лежить на осі Z та парні евольвентні циліндричні колеса 1 та 2, які рознесені на відстань, що на
50 зовнішній діаметр циліндричного інструмента $d_{\alpha 0}$ перевищує їх міжосьову відстань A, які узгоджено обертаються імітуючи зубчасте зачеплення виконуючи обертальні рухи O_1 та O_2 відповідно, а також повернуті відносно напрямку подачі П на кут μ , що визначено за виразом (2).

Спосіб, що пропонується, здійснюється наступним чином. Перед початком обробки циліндричний інструмент 0, наприклад кінцева фреза, закріплюється у шпинделі 3 над
55 оброблюваними зубчастими колесами, а парні евольвентні зубчасті колеса 1 та 2 на столі верстата розміщуються у технологічному пристосуванні так, щоб вони були рознесені на відстань, що на зовнішній діаметр циліндричного інструмента $d_{\alpha 0}$ перевищує їх міжосьову

відстань A , а також повернуті відносно напрямку подачі P на кут μ , що визначено за виразом (2). Інструменту O надається обертальний рух O_0 та переміщення вздовж осі Z на величину товщини парних коліс b_1 та b_2 . Парним зубчастим колесам надаються обертальні рухи O_1 та O_2 відповідно та одночасно з ними надається прямолінійний рух подачі столу верстата P вздовж осі загальної нормалі NN циклічно під час обробки евольвентних поверхонь лівої та правої сторін зубця. Після повторення циклу обробки для евольвентного профілю усіх зубців обробка припиняється, а інструмент O відводиться у початкове положення.

В результаті обробки у винайдений спосіб циліндричним інструментом евольвентних поверхонь зубців парних циліндричних зубчастих точність обробки суттєво підвищується, а вартість обробки - зменшується.

Принципова відмінність запропонованого рішення від прототипу полягає у тому, що циліндричний інструмент, що закріплений у шпинделі верстата та обертається разом із ним, з відносним рухом, що направлений вздовж загальної нормалі, одночасно у верстатному зачепленні обробляє евольвентні поверхні парних циліндричних зубчастих коліс.

Запропонований спосіб не потребує для свого здійснення застосування високовартісних зубофрезерних верстатів і може відтворюватись на існуючих фрезерних верстатах, наприклад на вертикальному фрезерному верстаті 6P13ФЗ з пристроєм числового програмного управління. Для реалізації способу потрібно лише технологічне пристосування, що розміщується на столі верстата та забезпечує встановлення парних зубчастих коліс, поворот їх на кут μ відносно напрямку подачі, а також їх обертальні рухи.

Економічна ефективність забезпечується за рахунок підвищення точності обробки евольвентних поверхонь циліндричних зубчастих коліс шляхом одночасної обробки зубців парних зубчастих коліс та зменшення вартості обробки, яка забезпечується за рахунок простого та дешевого циліндричного металорізального інструмента, наприклад стандартної кінцевої фрези.

Простота застосування винаходу та його широкі технологічні можливості дозволяють йому знайти широке застосування у машинобудуванні, а саме під час одночасної обробки різанням кінцевою фрезою евольвентного профілю зубців парних циліндричних зубчастих коліс.

Джерела інформації:

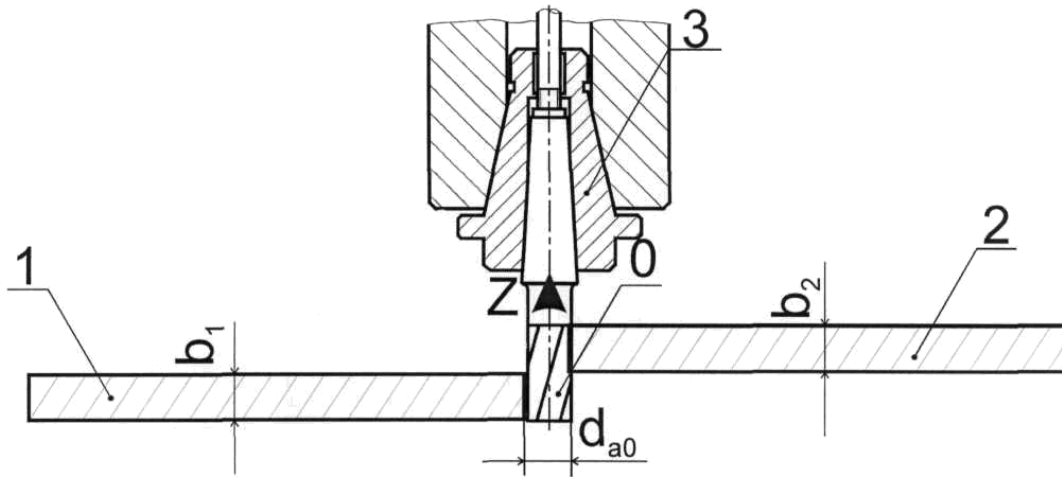
1. UA 84471 U, 25.10.2013.
2. UA 97626U, 25.03.2015.
3. UA 39595 A, 15.06.2001.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

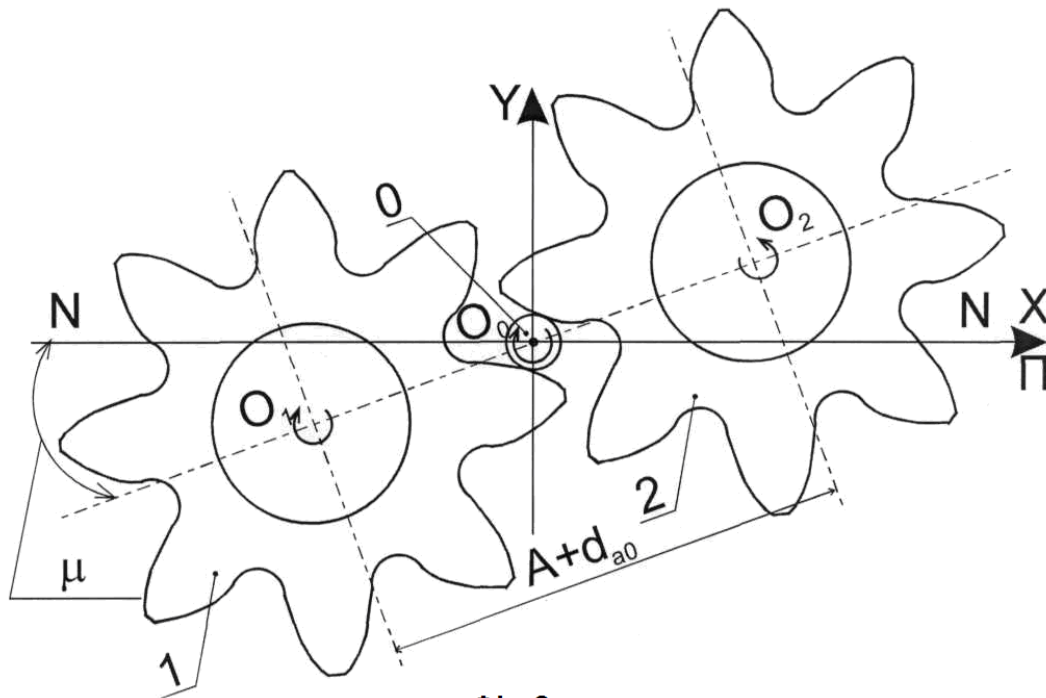
Спосіб обробки евольвентних поверхонь парних циліндричних зубчастих коліс з утворенням номінального евольвентного профілю, який **відрізняється** тим, що циліндричний інструмент, який закріплений у шпинделі верстата та обертається разом із ним, з відносним рухом, що направлений вздовж загальної нормалі, одночасно у верстатному зачепленні обробляє евольвентні поверхні парних циліндричних зубчастих коліс, які узгоджено обертаються імітуючи зубчасте зачеплення та перед обробкою розташовані одне над одним, рознесені на відстань, що на зовнішній діаметр циліндричного інструмента перевищує їх міжосьову відстань, а також повернуті відносно напрямку подачі на кут μ , що визначається з виразу:

$$\mu = 90^\circ - \alpha,$$

де α - кут зачеплення.



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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