



УКРАЇНА

(19) UA (11) 41765 (13) U  
(51) МПК (2009)  
B23F 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) СПОСІБ НАРІЗАННЯ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

1

2

(21) u200814286

(22) 11.12.2008

(24) 10.06.2009

(46) 10.06.2009, Бюл.№ 11, 2009 р.

(72) ДАНИЛЬЧЕНКО ЮРІЙ МИХАЙЛОВИЧ, UA,  
КРИВОШЕЯ АНАТОЛІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, UA,  
МЕЛЬНИК ВОЛОДИМИР ЄВГЕНІЙОВИЧ, UA,  
ПАСТЕРНАК СЕРГІЙ ІГОРОВИЧ, UA, РОЗЕНБЕРГ  
ОЛЕГ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, РЯБЕКА ІРИНА  
ОЛЕГІВНА, UA

(73) ІНСТИТУТ НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ ІМ.  
В.М. БАКУЛЯ НАН УКРАЇНИ, UA

(57) Спосіб нарізання зубчастих коліс, згідно з  
яким розташовують циліндричну дискову фрезу на  
оправці з ексцентриситетом відносно її осі, потім  
надають оправці обертального руху, а циліндрич-

ній дисковій фрезі - радіальну подачу в напрямку  
заготовки, якій, в свою чергу, надають безперерв-  
ного руху ділення, який **відрізняється** тим, що  
нарізання зубчастих коліс здійснюють в два етапи,  
на першому етапі фрезу розміщують на оправці з  
ексцентриситетом  $e < 1,5m$ , а на другому етапі  
фрезу розміщують з ексцентриситетом  $e > 2m$   
або нарізання зубчастих коліс здійснюють в один  
етап одночасно двома фрезами, які розташовують  
на двох різних оправках, при цьому одну фрезу  
розміщують з ексцентриситетом  $e < 1,5m$ , другу -  
з ексцентриситетом  $e > 2m$ , де  $m$  - модуль зу-  
бчастого колеса.

Корисна модель відноситься до металооброб-  
ки, а саме до нарізання евольвентних зубчастих  
колес.

Відомі способи нарізання зубчастих коліс дис-  
ковою циліндричною фрезою [див. Патент України  
№15843., МПК B23F 5/00, опубл. 2006.07.17]. Суть  
цього способу полягає в тому, що фрезу розташо-  
вують на оправці під кутом схрещення осей фрези  
і заготовки в діапазоні  $(0-4)^\circ$ , при цьому її додатко-  
во зміщують в осьовому напрямку відносно осі  
заготовки на величину, що не перевищує 0,5 ді-  
аметра заготовки.

Недоліком способу є те, що за таким способом  
неможливо провести обробку евольвентних зубча-  
тих коліс.

За найближчий аналог прийнято спосіб нарі-  
зання синусоїдальних зубчастих коліс [див. "УІЦ  
"Наука. Техника. Технологія. "Спосіб нарезания  
синусоидальных колес Е.М. Благута". с.47], згідно  
з яким розташовують циліндричну дискову фрезу  
на оправці з ексцентриситетом відносно її осі, по-  
тім надають оправці обертального руху, а цилін-  
дричній дисковій фрезі - радіальну подачу в нап-  
рямку заготовки, якій в свою чергу надають  
безперервного руху ділення, причому величина  
ексцентриситету складає від 0,5 $m$  до 1,5 $m$ , де  $m$ -  
модуль зубчастого колеса.

Недоліком описаного способу є те, що за його  
допомогою можливо обробити лише зубчасті ко-

леса з синусоїдальним профілем і неможливо  
провести чорнову обробку зубчастих коліс з ево-  
львентним профілем із забезпеченням отримання  
рівномірного припуску при вершинах і в западинах  
зубів для наступної чистової обробки.

В основу корисної моделі покладено завдання  
такого удосконалення способу нарізання зубча-  
стих коліс, при якому за рахунок того, що нарізання  
зубчастих коліс здійснюють в два етапи, на пер-  
шому етапі фрезу розміщують на оправці з ексце-  
нтриситетом  $e < 1,5m$ , а на другому етапі фрезу  
розміщують з ексцентриситетом  $e > 2m$  або нарі-  
зання зубчастих коліс здійснюють в один етап од-  
ночасно двома фрезами, які розташовують на  
двох різних оправках, при цьому одну фрезу розмі-  
щують з ексцентриситетом  $e < 1,5m$ , другу - з екс-  
центриситетом  $e > 2m$ , забезпечується такий техні-  
чний результат як отримання рівномірного  
припуску на чистову обробку, як при вершинах  
зубів, так і в западинах, і, як наслідок, розширення  
технологічних можливостей металорізальних вер-  
статів за рахунок забезпечення можливості оброб-  
ки на них зубчастих коліс з евольвентним профі-  
лем з використанням дискових фрез.

Для вирішення цього завдання у способі нарі-  
зання зубчастих коліс, згідно з яким розташовують  
циліндричну дискову фрезу на оправці з ексцент-

(13) U  
(11) 41765  
(19) UA

риситетом відносно її осі, потім надають оправці обертального руху, а циліндричній дисковій фрезі - радіальну подачу в напрямку заготовки, якій в свою чергу надають безперервного руху ділення, згідно корисної моделі нарізання зубчастих коліс здійснюють в два етапи, на першому етапі фрезу розміщують на оправці з ексцентриситетом  $e_1 < 1,5m$ , а на другому етапі фрезу розміщують з ексцентриситетом  $e_2 > 2m$  або нарізання зубчастих коліс здійснюють в один етап одночасно двома фрезами, які розташовують на двох різних оправках, при цьому одну фрезу розміщують з ексцентриситетом  $e_1 < 1,5m$ , другу - з ексцентриситетом  $e_2 > 2m$ , де  $m$  - модуль зубчастого колеса.

Застосування запропонованого способу нарізання зубчастих коліс має ряд переваг, які насамперед полягають у підвищенні універсальності самого процесу обробки за рахунок заміни складнопрофільних інструментів (черв'ячні фрези, обкатні довбачі тощо) інструментами простої форми (відрізні дискові фрези), при цьому забезпечується можливість отримати наближений до евольвентного профілю зубчастого колеса, що оброблюється, і забезпечити рівномірний припуск на чистову обробку при вершинах зубів при значенні ексцентриситету  $e_1 < 1,5m$ , і у западинах зубів - при значенні ексцентриситету  $e_2 > 2m$ . При такому способі евольвентні зубчасті колеса нарізуються не спеціальним інструментом, а стандартною дисковою фрезою, яка є набагато простішою і в декілька разів дешевішою. Крім того, однією і тією ж дисковою фрезою можуть нарізатись колеса будь-якого модуля, що досягається зміщенням геометричної вісі фрези відносно осі шпинделя.

На кресленнях проілюстровано пропонований спосіб нарізання зубчастих коліс, де на Фіг.1. а, б представлено схему нарізання колеса однією фрезою в два етапи відповідно, на Фіг.2. - схему реалізації способу нарізання колеса одночасно двома фрезами.

На Фіг.1а проілюстровано перший етап обробки: фреза 1 устанавлюється на оправку 2 з ексцентриситетом  $e_1 < 1,5m$  відносно вісі оправки, потім надають оправці 2 і заготовці 3 узгодженого обертального руху. Механізм утворення профілю западини LKMP зуба такий. Фреза 1 входить в контакт із заготовкою 3 в т. L і починає утворювати западину по кривій LK профілю. Коли напрям ексцентриситету  $e_1 < 1,5m$  стане перпендикулярним осі заготовки 3 (розріз A-A), різальна кромка ab фрези 1 досягне свого крайнього положення, що відпові-

дає утворенню ділянки KM профілю западини. При подальшому узгодженому обертанні фрези 1 і заготовки 3 різальна кромка ab фрези 1 буде зміщуватись від свого крайнього положення у зворотному напрямку, і при цьому буде утворюватись западина по кривій MP профілю. У т. P фреза 1 вийде із тіла заготовки 3, обробивши весь профіль LKMP. На другому етапі (Фіг.1б) обробки встановлюємо фрезу 1 з ексцентриситетом  $e_2 > 2m$  відносно вісі оправки 2, при чому ексцентриситети  $e_1 < 1,5m$  і  $e_2 > 2m$  спрямовані в одному напрямку. При наданні оправці 2 і заготовці 3 тих же рухів, що і на першому етапі, фреза 1 буде рухатись відносно заготовки 3 по траєкторії CDEF і здійснювати кінцеве формування наближеного евольвентного профілю западини зуба. Розріз A-A показує положення фрези 1 в момент, коли різальна кромка ab утворює западину по кривій DE профілю.

На Фіг.2. одночасно на дві оправки 2 встановлені фрези 1 з відповідними ексцентриситетами  $e_1 < 1,5m$  і  $e_2 > 2m$  відповідно відносно осей оправок 2. Надаючи оправкам 2 і заготовці 3 узгодженого обертального руху, фрези 1 обробляють профіль западини зуба за один цикл обробки.

Приклад конкретної реалізації запропонованого способу.

#### Приклад №1.

Практичний експеримент способу нарізання евольвентного зубчастого колеса ( $m = 5\text{мм}$ ,  $z = 9$ ) ексцентрично-розташованою на оправці 2 дисковою фрезою 1 з вибраними розмірами і параметрами установки проводився в лабораторії відділу №20 Інституту надтвердих матеріалів НАНУ на зубофрезерному верстаті 5B312. Матеріал інструменту - швидкорізальна сталь P6M5. У якості заготовок 3 зубчастого колеса використовувались заготовки шестерень гідронасосів Вінницького заводу тракторних агрегатів. Матеріал заготовок 3 зубчастого колеса - сталь 45, твердість HB195.

Оправці 2, закріпленій в інструментальному шпинделі верстату, надають обертального руху, а шпиндельному вузлу (циліндричній дисковій фрезі 1) - радіальну подачу в напрямку заготовки 3 зубчастого колеса, якій в свою чергу надають безперервного руху ділення.

Дослідження проводились на таких режимах обробки: частота обертання фрезерної оправки  $n = 100\text{об/хв}$  ( $v_p \approx 32\text{м/хв}$ ); колова подача

$S_{\text{кол}} = 11,1\text{об/хв}$ , осьова подача  $S_0 = 0,25\text{мм/хв}$ .

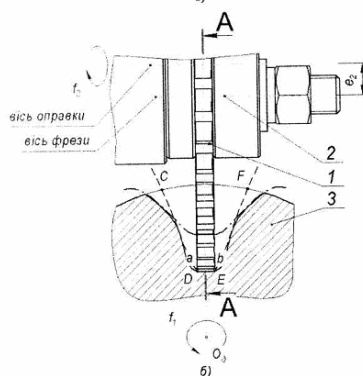


Fig. 1

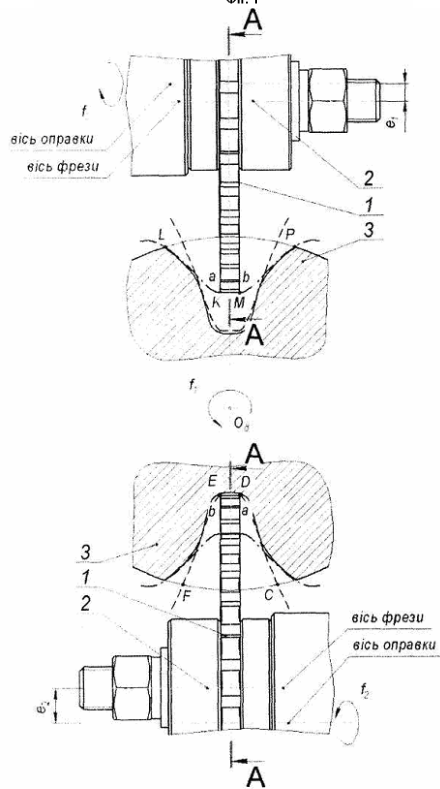


Fig. 2

