УДК 621.9.04:621.9.02

О.І. Скібінський, ст. викл., канд. техн. наук., М.М. Підгаєцький, доц., канд. техн. наук, А.І. Четвертак, студ.
Кіровоградський національний технічний університет

Спосіб шліфування робочого профілю цівкового колеса епіциклоїдальної передачі в умовах обкату

В статті розроблено спосіб шліфування робочого профілю цівкового колеса позацентроїдної епіциклоїдальної передачі внутрішнього зачеплення в умовах обкату.
шліфування, позацентроїдна епіциклоїдальна передача внутрішнього зачеплення, цівкове колесо, випукла частина еквідистанти епіциклоїди

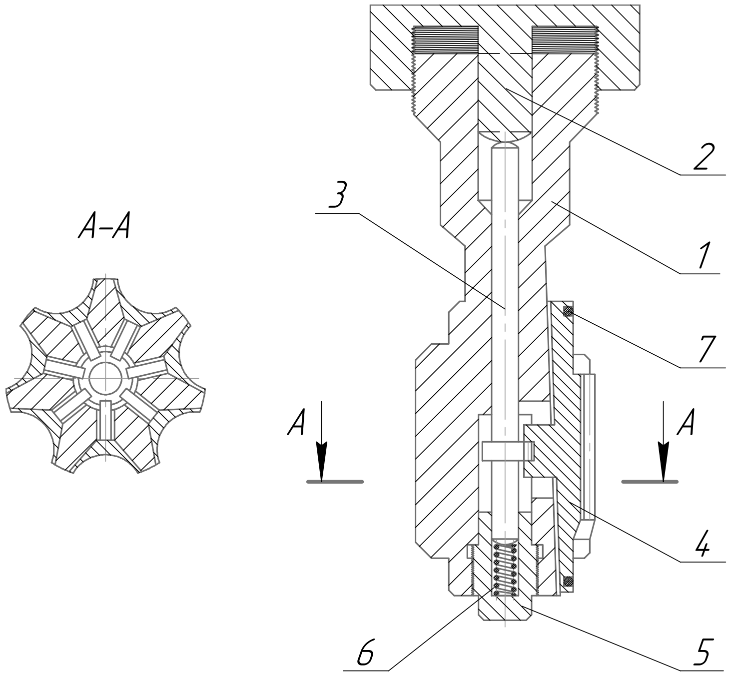
Позацентроїдні епіциклоїдальні передачі внутрішнього зачеплення (ПЕПВЗ) застосовуються в гідравлічних машинах та механізмах, зокрема в рульових механізмах сільськогосподарської та іншої техніки.

До робочих поверхонь деталей ПЕПВЗ пред'являються високі вимоги по точності та якості, що обумовлено їх функційним призначенням.

Підвищення точності та якості робочих поверхонь деталей ПЕПВЗ дає можливість підвищити ресурс роботи передачі, покращити експлуатаційні показники передач: забезпечення герметизації робочих камер – міжзубових об'ємів, плавність роботи і т. ін.

Найбільш розповсюдженим способами фінішної обробки робочого профілю цівкового колеса ПЕПВЗ в умовах великосерійного та масового виробництва є:

- *спосіб хонінгування* [1] робочого профілю цівкового колеса, який здійснюється за допомогою інструменту (Рис. 1), профіль якого має форму, що відповідає



1– оправка; 2– тримач; 3– стержень; 4– блок ковзання; 5– гайка; 6– пружина; 7– кільцева пружина.

Рисунок 1 – Інструмент для хонінгування робочого профілю цівкового колеса

© О.І. Скібінський, М.М. Підгаєцький, А.І. Четвертак. 2006

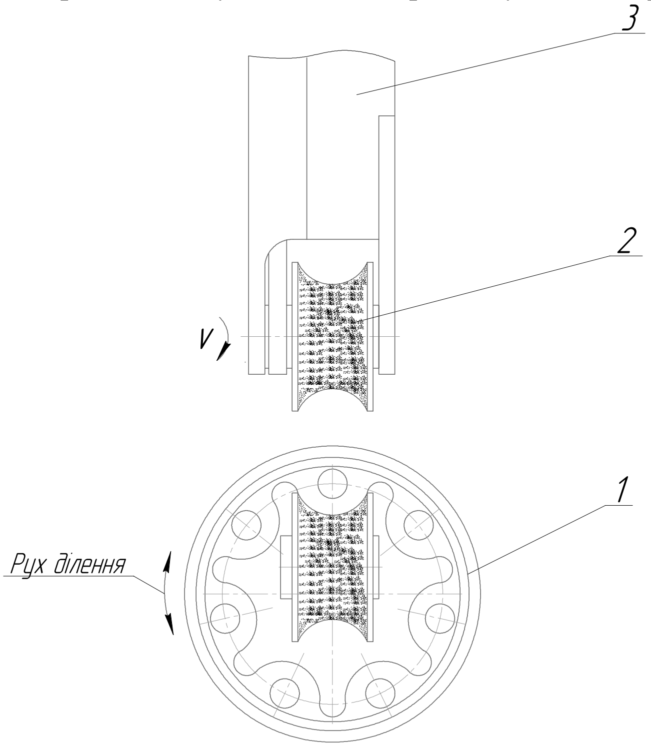
робочому профілю оброблюваного цівкового колеса. Спосіб здійснюється при ротаційному та орбітальному рухах оброблюваної деталі, інструмент виконує зворотно поступальний рух різання.

Недоліком такої схеми обробки є складність і висока собівартість виготовлення інструменту, складність правки інструменту та невисока гнучкість технології.

- *спосіб шліфування* [2] (Рис. 2), що здійснюється профільно-шліфувальними дисками на спеціальних верстатах фірми KAPP, Німеччина (наприклад, мод. VIG 41). Вказані верстати мають високу вартість (1050000,00 ЄВРО).

На зазначеному верстаті використовуються виключно профільно-шліфувальні диски CBN. Вони складаються із прецизійного закаленого стального диску з нанесеним, гальванічним способом, одношаровим покриттям кубічного нітриду бора. Завдяки цій спеціальній технології не має потреби у пристосуваннях для правки, а також пов'язаного з цим обладнання. Вартість одного такого диску для попереднього шліфування становить 651,00 ЄВРО, а диску для доведення – 873,00 ЄВРО.

Така технологія має досить високу продуктивність і собівартість обробки. Висока собівартість обробки компенсується великою серійністю. Тому цей метод доцільно використовувати при масовому та велико-серійному типах виробництва.



1 – оброблюване цівкове колесо; 2 – профільно-шліфувальний диск; 3 – оправка.

Рисунок 2 – Схема шліфування робочого профілю цівкового колеса ПЕПВЗ профільними дисками

Крім того, недоліком способу є те, що обробка проходить в умовах копіювання з дискретним діленням, а це вносить додаткові похибки обробки.

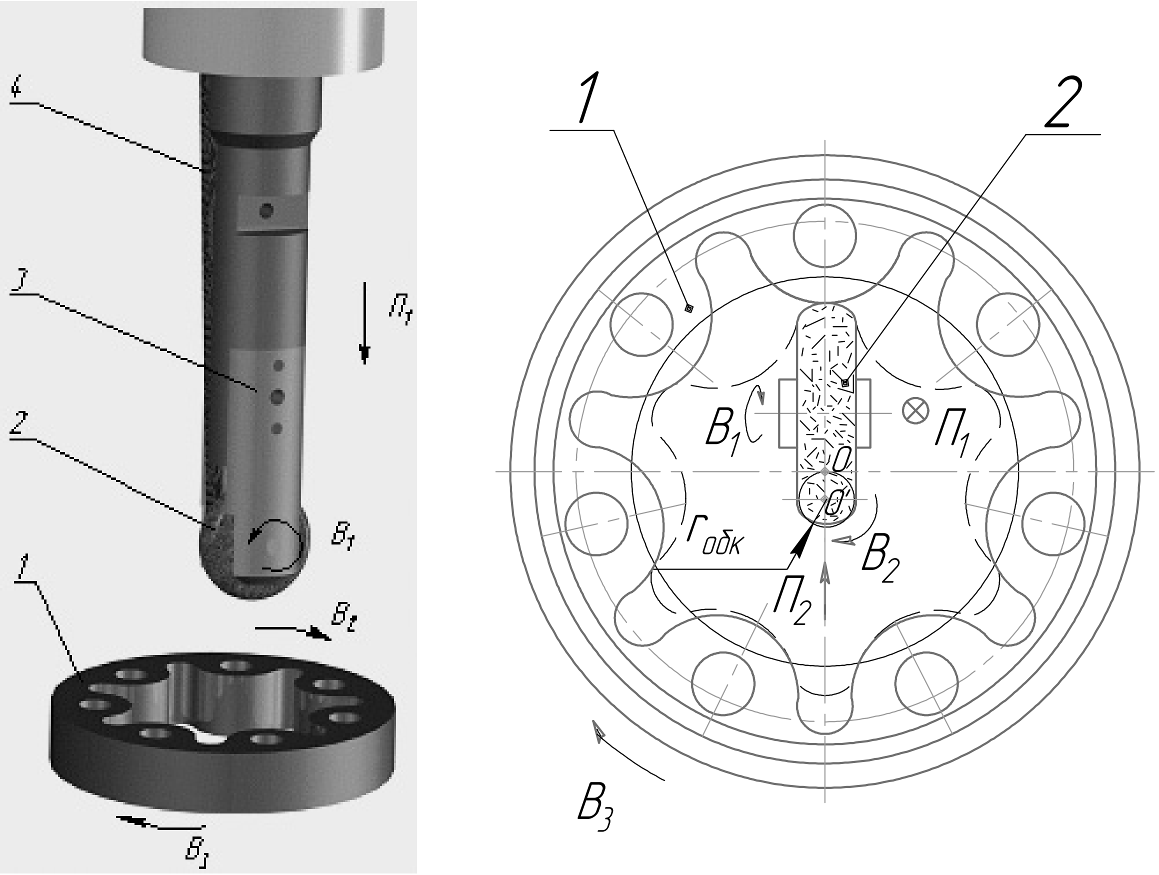
Загальними недоліками способів обробки є невисока гнучкість технології у зв'язку з наявністю інструмента, який повторює профіль конкретної оброблюваної деталі, складність інструменту і висока собівартість обробки.

Тому є необхідність в створенні способу шліфування в умовах обкату, який мав би порівняно простий інструмент, відповідав умовам гнучкості та забезпечував необхідну точність та якість обробки.

Для кінцевої обробки робочого профілю цівкового колеса ПЕПВЗ пропонується застосувати метод шліфування в умовах обкату.

Сутність способу полягає у тому, що шліфування робочого профілю цівкового колеса 1 (Рис.3) здійснюється абразивним кругом 2 в умовах обкату.

При цьому оброблюване цівкове колесо 1 виконує планетарний рух, який складається із обертання B_3 навколо власної геометричної вісі О-О та рух B_2 обертання навколо вісі О'-О' по радіусу кола обкату $r_{обк}$. Інструмент виконує поступальний рух $П_1$ і обертальний рух B_1. Крутний момент від електродвигуна передається на шліфувальний круг через пасову передачу 4.



1 – оброблюване цівкове колесо; 2 – шліфувальний круг; 3 – оправка; 4 – пасова передача.

Рисунок 3 – Спосіб шліфування робочого профілю цівкового колеса ПЕПВЗ в умовах обкату.

Особливістю методу є те, що інструмент (абразивний круг) має форму випуклої частини еквідистанти епіциклоїди, що визначає профіль зубчастого колеса ПЕПВЗ, а також те, що шліфування здійснюється в умовах обкату.

Координати x_i, y_i робочого профілю інструмента - шліфувального круга, визначаємо відповідно до роботи [3]:

Кут переміщення, який відповідає точкам переходу еквідистантного епіциклоїдальному профілю із випуклого в увігнутий, визначаємо по формулі:

$$\varphi_{перех.} = \frac{z_{ц.к.}}{z_i}\left(\pm \arccos \frac{R_{ц.к.}^2 \left(\frac{z_{ц.к.} - z_i}{z_{ц.к.}} \right)^3 + e'^2}{R_{ц.к.} e' \left(\frac{z_{ц.к.} - z_i}{z_{ц.к.}} \right)\left(\frac{2z_{ц.к.} - z_i}{z_{ц.к.}} \right)} + 2k_2\pi \right) \quad (1)$$

Запропонований спосіб шліфування може бути реалізований на координатно-шліфувальних верстатах, наприклад, на координатно-шліфувальному верстаті Hauser 5SM. Вказаний верстат необхідно оснастити планетарним столом з ЧПК [4], завдяки застосуванню якого оброблюване цівкове колесо виконує планетарний рух адекватний рухові в ПЕПВЗ при умові, що зубчасте колесо нерухоме. У базовому комплекті цього верстату є набір оправок, що дає можливість проводити вказану обробку.

Правка інструменту здійснюється відповідно до способу [5].

Перевагами такого способу шліфування є:

- простота конструкції інструменту;
- гнучкість технології;
- відсутність похибок, які мають місце при способах шліфування в умовах копіювання з дискретним діленням;
- відносно невисока вартість у порівнянні з відомими методами кінцевої обробки.

В подальшому необхідно виконати дослідження способу по точності.

Список літератури

1. Apparatus for producing the ring member of a gear set (Устройство для обработки кольцевого элемента героторной передачи): Пат. 3,817,000 United States Patent / Svend Age Holm. - № 264.032; Filed 18.06.74.
2. www.kapp-coburg.de.
3. Скібінський О.І. Удосконалення процесу формоутворення робочих поверхонь цівкових коліс позацентроїдних епіциклоїдальних передач внутрішнього зачеплення; Автореферат дисертації кандидата технічних наук: 05.03.01/ Кіровоградській національний технічний університет. – Кіровоград, 2004. – 20с.
4. Поворотний стіл зі змінним ексцентриситетом: Пат. 46348 Україна, МПК 7В 23F5/00 № 2001064472/UA: Заявл. 26.06.2001; Опубл. 15.05.2002, Бюл. №5.
5. А.с. 761770 (СССР). Зубчато-кулисный планетарный механизм для воспроизведения циклоидальных кривых / Рудой Э.И. - №2634546/25-28; Заявл. 29.06.78; Опубл. 07.09.80, Бюл. №33.

В статье разработан способ шлифования рабочего профиля цевочного колеса внецентроидной эпициклоидальной передачи внутреннего зацепления в условиях обкатки.

In clause the way of grinding of a working structure of extracentroid epicycloidal transfer of internal gearing.

Одержано 30.10.06