

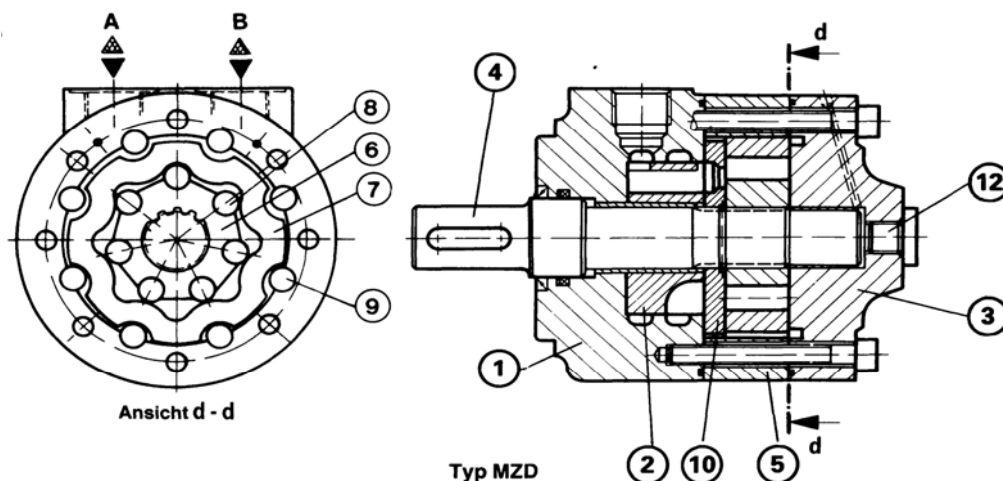
О.І. Скібінський, доц., канд. техн. наук., М.М. Підгасцький, доц., канд. техн. наук,
 І.І. Павленко, проф., д-р техн. наук., Д.Б. Козинець, студ.
 Кіровоградський національний технічний університет

Абразивна обробка гіпоциклоїдального профілю конічно-циліндричним кругом в умовах планетарного обкату

В статті представлено спосіб абразивної обробки конічно-циліндричним кругом в умовах обкату внутрішнього гіпоциклоїдального профілю корінного статора безкарданного циклоїдального гідравлічного мотору.

шліфування, гіпоциклоїдальна передача внутрішнього зачеплення, корінний статор

В гідравлічних системах сільськогосподарської та іншої техніки знайшли застосування гідравлічні мотори різноманітних типів в тому числі і гідравлічні мотори, в яких робочим органом є циклоїдальні передачі внутрішнього зачеплення. Останнім часом частіше застосовуються, так звані, безкарданні циклоїдальні гідромотори, наприклад, гідромотор типу MZD (рис. 1) німецької фірми Mannesmann Rexroth, в яких ротор, що з'єднаний із вихідним валом виконує лише обертальний рух (замість планетарного як це має місце в карданних конструкціях). Планетарний рух в цьому випадку виконує корінний статор. Зазначенні конструкції гідромоторів мають ряд переваг: високий коефіцієнт корисної дії; можливість створення великого крутного моменту при малій кількості обертів; передача крутного моменту здійснюється через центральний вал; можливість керування витісненням рідини; невелика кількість рухомих частин; мінімальна кількість поверхонь спряження; високий пусковий момент; компактність конструкції.



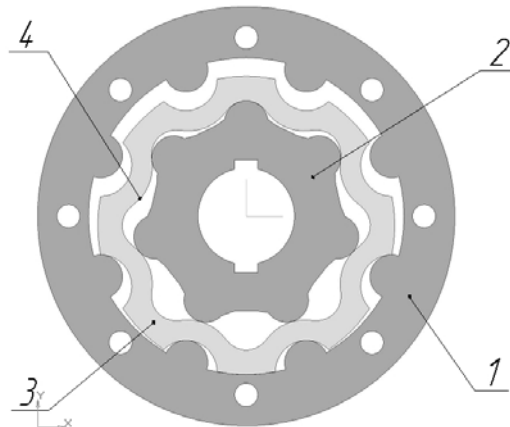
- 1- кришка верхня; 2- колектор; 3- кришка нижня; 4- вал; 5- зовнішнє цівкове колесо; 6- ротор;
 7- корінний статор (корінна центральна шестерня); 8- цівки ротора;
 9- цівки зовнішнього цівкового колеса; 10- розподільник; 12- різьбова пробка

Рисунок 1 - Конструкція циклоїдального безкарданного гідромотору типу MZD

Всі зазначені переваги мають місце при високій точності виготовлення основних, функціональних деталей безкарданного гідравлічного мотору, особливо деталей гіпоциклоїдальної передачі внутрішнього зачеплення.

В статті розглянуті питання технології фінішної обробки деталей передачі, а саме робочого гіпоциклоїдального профілю корінного статора.

Корінний статор 3 (рис. 2) входить до складу гіпоциклоїдальної позацентроїдної передачі внутрішнього зачеплення. В даній передачі зовнішнє цівкове колесо 1 нерухоме, ротор 2 (внутрішнє цівкове колесо) має можливість обертання навколо власної вісі, а корінний статор 3 утримується від провороту цівками нерухомого колеса 1.



1- зовнішнє цівкове колесо; 2- ротор (внутрішнє цівкове колесо);
3- корінний статор (корінна центральна шестерня); 4- гіпоциклоїдальна крива

Рисунок 2 - Конструкція гідромоторної циклоїдальної безкарданної передачі внутрішнього зачеплення

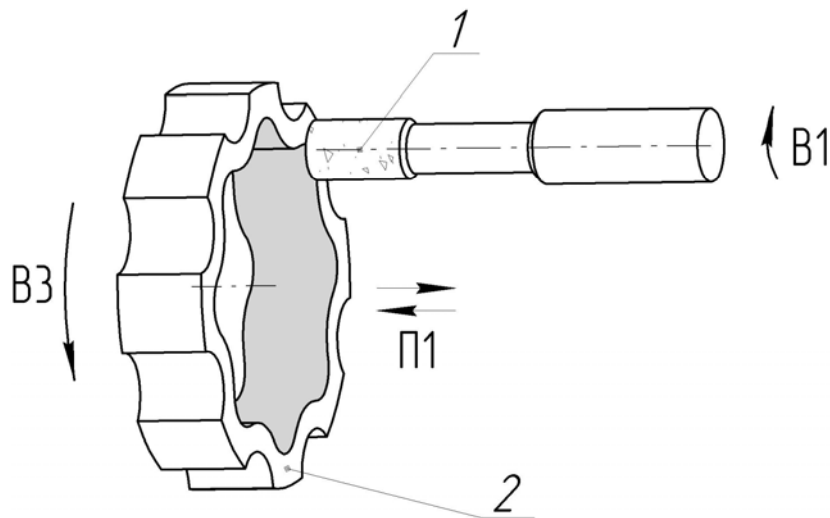
Корінний статор має складну робочу внутрішню гіпоциклоїдальну поверхню 4, яка має обмежену кількість способів формоутворення [1, 2, 4], це обумовлено складнощами при створенні способів і інструментів, які пов'язані, насамперед, з тим, що обробляється внутрішній профіль, при цьому розміри інструменту обмежуються діаметром виступів та западинами між сусідніми зубцями, що знижує його жорсткість та утруднює доступ до поверхонь, які оброблюються.

Для кінцевої обробки внутрішнього профілю корінного статора позацентроїдної гіпоциклоїдальної передачі внутрішнього зачеплення пропонується застосувати метод шліфування в умовах планетарного обкату. При використанні даного методу можна отримати високу точність та якість оброблюваної поверхні.

Найбільш близьким технічним рішенням до пропонуємого способу, є обробка робочого профілю статора циліндричним кругом, діаметр якого відповідає діаметру цівки ротора (внутрішнього цівкового колеса) передачі в умовах обкату при планетарному русі оброблюваного колеса (рис. 3). Спосіб здійснюється на універсальних внутрішньо шліфувальних верстатах оснащених планетарним пристроєм виробу, який дає можливість оброблюваному колесу виконувати планетарний рух В3 адекватний рухові при роботі передачі. Шліфувальний круг виконує обертальний рух В1 і зворотно-поступальний рух П1.

Вказаний метод має той недолік, що при шліфуванні гіпоциклоїдального профілю кругом, який має діаметр утворюючого кола (відповідає діаметру цівки ротора), останній буде змінювати свій діаметр в процесі шліфування, і за рахунок цього утворюваний профіль зуба не буде відповідати необхідній гіпоциклоїдальній кривій. Тому його застосування недоцільне із-за неможливості правки круга. Але враховуючи

простоту виконання абразивної обробки робочого профілю корінного статора циліндричним шліфувальним кругом, доцільно було б модернізувати спосіб шліфування таким чином, щоб зберегти постійним діаметр шліфувального круга у процесі шліфування.



- 1- шліфувальний круг; 2- оброблюване колесо;
 П1- зворотно-поступальний рух шліфувального круга;
 V1- обертальний рух шліфувального круга навколо власної вісі;
 V3- планетарний рух оброблюваного колеса

Рисунок 3 - Спосіб шліфування робочого профілю корінного статора циліндричним кругом, радіус якого дорівнює радіусу утворюючого кола гіпоциклоїдальної кривої на внутрішньо шліфувальних верстатах оснащених планетарним пристроєм виробу

В основу способу поставлена задача створення інструменту, який забезпечує обробку робочого профілю корінного статора гіпоциклоїдальної передачі з можливістю послідуочної багаторазової заправки інструменту при умові збереження постійного його діаметра.

Поставлена задача вирішується запропонованим способом (рис. 4), котрий повторює рух двох спряжених коліс позацентроїдного внутрішнього гіпоциклоїдального зачеплення, одне з яких є деталлю, а інше інструментом, причому, у площині перпендикулярній власній вісі деталь виконує планетарний рух, який складається з обертання навколо власної вісі і руху останньої по траєкторії, яка є колом, відносно нерухомого інструменту, який проектується на вказану площину у вигляді одного, взаємодіючого з деталлю зуба, що має формоутворюючий профіль. При цьому траєкторія руху вісі деталі є колом, радіус якого визначається за формулою:

$$r_{обк} = r_{кор.ст} - r_{рот}$$

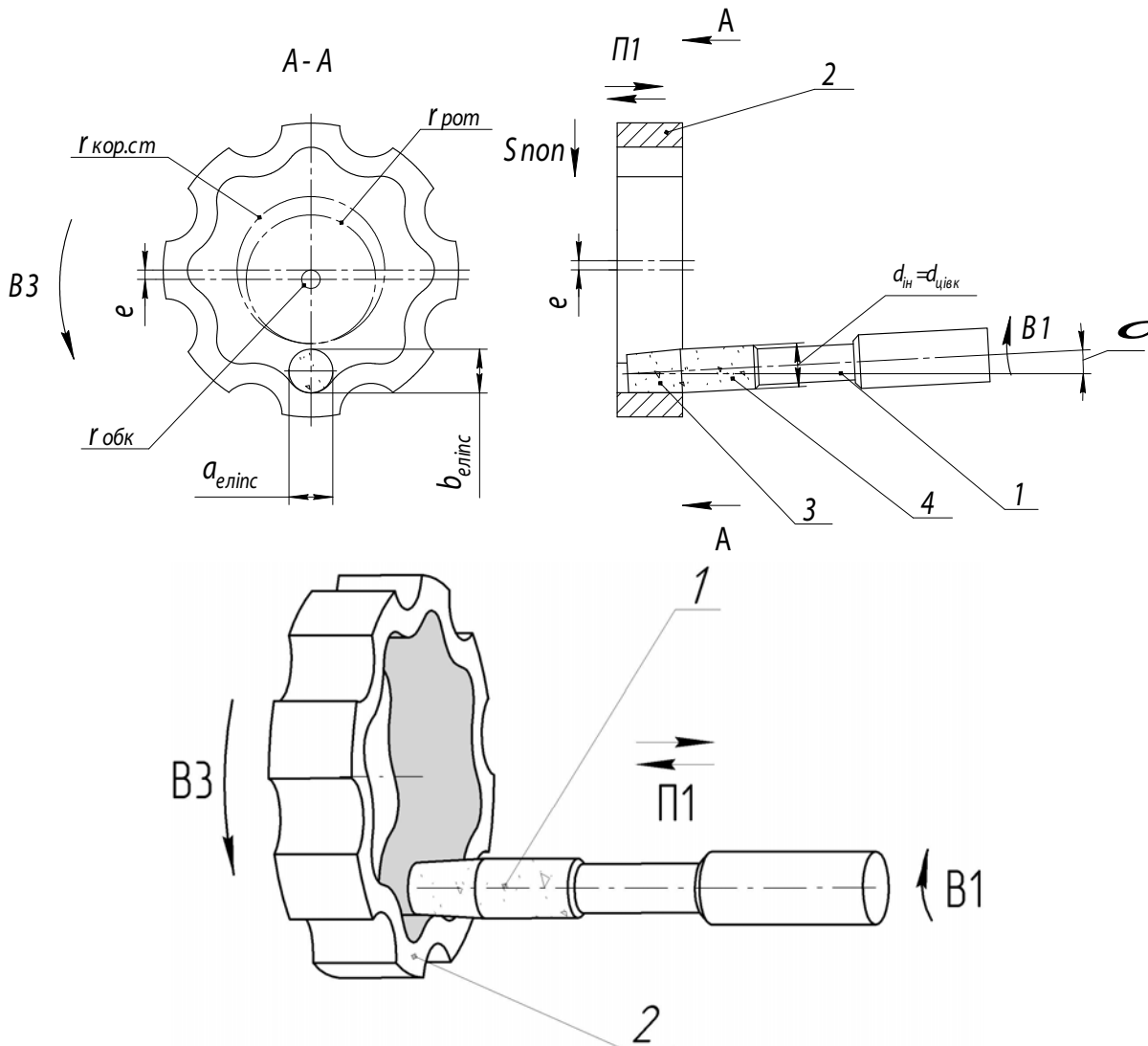
де $r_{кор.ст}$ – радіус центроїди корінного статора;

$r_{рот}$ - радіус центроїди ротора (внутрішнього цівкового колеса).

Відмінною властивістю пропонуємого методу є те, що вісь інструмента розміщена під кутом α до вісі деталі. У площині, перпендикулярній до власної вісі, інструмент складається з двох геометричних тіл, які мають єдину вісь, одне з яких виконане у формі зрізаного конусу 3, більша основа якого переходить у циліндр 4, діаметр якого дорівнює діаметру цівки ротора (діаметру утворюючого кола).

Спосіб здійснюється наступним чином: оброблювана деталь виконує планетарний рух $B3$ тобто обертання навколо власної вісі та рух вісі по колу обкату $r_{обк}$. Одночасно з обертанням оброблювана деталь виконує зворотно-поступальний рух повздовжньої подачі $П1$ паралельно до власної вісі та рух поперечної подачі $S_{ноп}$ перпендикулярно до власної вісі. Інструмент виконує обертання навколо власної вісі зі швидкістю $B1$. При цьому вісь інструмента розміщена під кутом α до вісі деталі, що забезпечує паралельність ріжучої кромки інструменту до вісі оброблюваної деталі.

Таким чином при одночасному переміщенні й обертанні деталі та інструменту за рахунок різних центрів їх обертання змінюється відстань між ріжучою кромкою інструменту та центром обертання деталі і відтворюється формоутворюючий рух.



1- шліфувальний круг; 2- оброблюване колесо; 3- конічна частина шліфувального круга; 4- циліндрична частина шліфувального круга; α - кут нахилу інструмента; $S_{ноп}$ - поперечна подача шліфувального круга; $П1$ - зворотно-поступальний рух шліфувального круга; $B1$ - обертальний рух шліфувального круга навколо власної вісі; $B3$ - планетарний рух оброблюваного колеса; e - ексцентриситет циклоїдальної передачі; $r_{кор.ст}$ - радіус центроїди корінного статора; $r_{рот}$ - радіус центроїди ротора; $r_{обк}$ - радіус кола обкату; a - мала піввісь еліпсу; b - велика піввісь еліпсу; $d_{ін}$ - діаметр циліндричної частини інструменту, який дорівнює діаметру цівки внутрішнього цівкового колеса

Рисунок 4 - Спосіб шліфування робочого профілю корінного статора конічно-циліндричним кругом, радіус якого дорівнює радіусу утворюючого кола гіпоциклоїдальної передачі на внутрішньо шліфувальних верстатах оснащених планетарним пристроєм виробу

У перерізі, перпендикулярному до площині різання $A-A$ на межі переходу конічної частини круга у циліндричну, циліндрична частина шліфувального круга являє собою еліпс, із малою a та великою b піввісьями. Мала піввісь a дорівнює радіусу цівки (утворюючого кола) ротора (зовнішнього цівкового колеса), а велика піввісь b максимально наближена до зазначеного радіусу. Величина відхилення залежить від кута зрізаного конуса. Залежність відхилення діаметра круга у площині нормального перерізу від кута зрізаного конуса представлена у вигляді формули:

$$b_{\text{дв}} = \frac{d_{\text{дв}}}{\cos \alpha},$$

де $d_{\text{дв}}$ - діаметр утворюючого гіпоциклоїдальний профіль кола (діаметр цівки ротора).

Графік залежності дійсної похибки круга від величини кута конуса представлено на рис. 5.

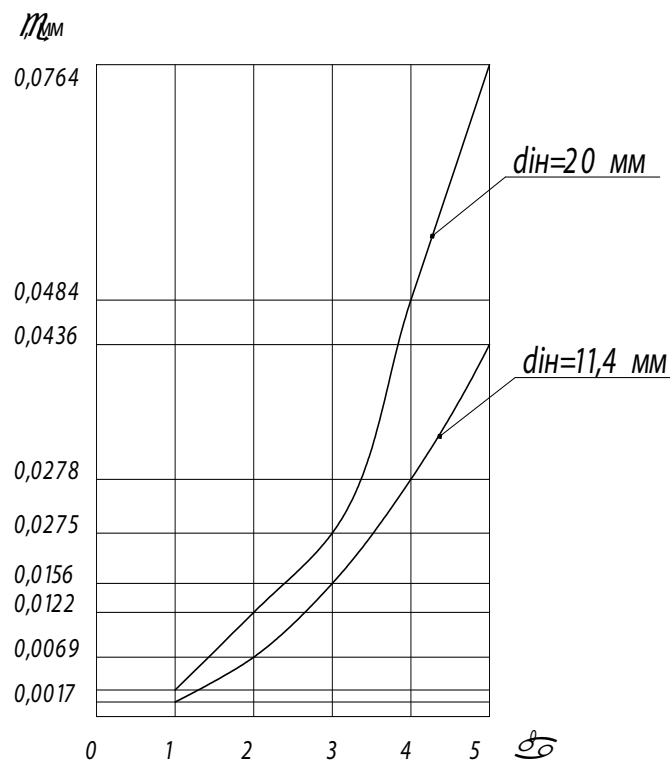


Рисунок 5 - Графік залежності дійсної величини похибки круга від значення кута конічної частини шліфувального круга

З графіку видно, що використовувати кут конічної частини круга більше 3° недоцільно, через велику похибку дійсного значення діаметру формоутворюючої частини шліфувального круга.

Таким чином після правки інструмента у перерізі, перпендикулярному до площини різання зрізаний конус буде мати ті самі розміри, що й до правки із відомою допустимою величиною відхилення.

Запропонований спосіб абразивної обробки може бути реалізований на внутрішньо шліфувальних верстатах в яких передбачена можливість повороту шліфувальної бабки.

Перевагами такого способу шліфування є: простота конструкції інструменту; можливість правки інструменту, що підвищує його стійкість; гнучкість технології.

Список літератури

1. Н.М. Карелин Бескопирная обработка цилиндрических деталей. М.: «Машиностроение», 1966. -187 с.
2. В.К. Кулик, Ю.В. Петраков, В.В. Иотов Прогрессивные процессы обработки фасонных поверхностей. Киев: «Техника», 1987. -176 с.
3. www.boschrexroth.de.
4. 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.
5. Litvin F.L. Gear Geometry and Applied Theory, Prentice Hall, New Jersey, 1994. - 724p.
6. Shung J.B., Pennock G.R. Geometry for trochoidal-tupe machines with conjugate envelopes. Mech. Mach. Theory. – 1992. - Vol. 29, No 1.
7. Townsend D.P. Dudley's Gear Handbook. The Design, Manufacture, and Application of Gears. 2nd Edition, McGraw Hill, Inc., NY. 1992.

В статье представлен способ абразивной обработки коническо - цилиндрическим кругом в условиях обкатки внутреннего гипоциклоидального профиля коренного статора безкарданного циклоидального гидравлического мотора.

In clause the mode of abrasive processing conical by cylindrical circle in conditions of a running in internal gipocycloidal a cross-section of a radical stator without cardan the cycloidal hydraulic motor is developed.