

## Синтез внутрішньої цевочної передачі

В ряді сільськогосподарських машин у гідравлічних системах застосовується внутрішня цевочна передача [1, 7]. Це обумовлено тим, що вказана передача забезпечує одночасний контакт всіх зубців ротора з усіма зубцями статора. А це в свою чергу забезпечує можливість герметизації окремих камер (міжзубових об'ємів) і одночасне витіснення об'єму робочої рідини за один оберт ротора значно більшого ніж при застосуванні, наприклад, евольвентних передач.

Вітчизняні підприємства, які освоїли виробництво деталей внутрішньої цевочної передачі, як правило, не мають нормативних документів з розрахунків параметрів передач, а користуються лише кресленнями, які були закуплені по ліцензії і мають інформацію лише на конкретний розмір передачі.

Мета даної роботи - проведення синтезу цевочної передачі з визначенням основних параметрів і їх залежностей. Такий синтез забезпечить можливість створення гами цевочних передач і технології їх виробництва.

Проведення синтезу складається з двох частин: графічної і аналітичної.

Для проведення синтезу виконані визначення основних елементів передачі: статор, ротор, коло обкату, центроїда статора і ротора, цевка, епіциклоїда, траєкторія центрів цевок, робочий профіль ротора, міжосьовий перпендикуляр та інші. Крім того були прийняті умовності, які спрощували проведення синтезу.

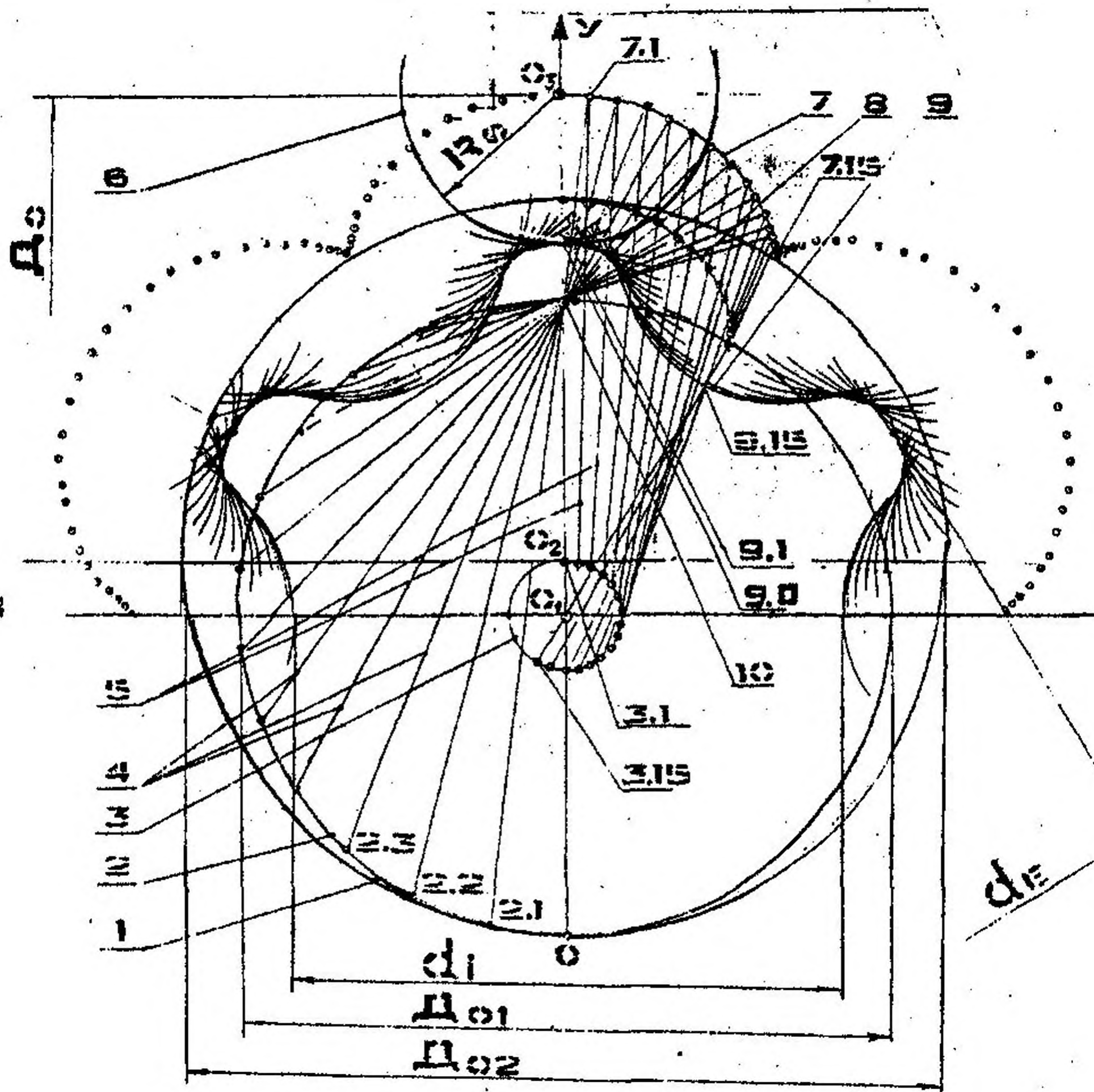
Задачею графічного синтезу профілю ротора є побудова дійсного профілю ротора використовуючи властивості деяких особливих кривих (в даному випадку епіциклоїд) та методику побудови цих кривих [2, 3, 4].

На мал. 1 зображена схема графічного синтезу робочого профілю ротора. Графічний синтез профілю ротора необхідний для визначення можливостей технологічного створення його.

Але графічний синтез є не досить точним, в зв'язку з чим необхідно провести аналітичний синтез передачі.

Для проведення аналітичного синтезу профілю ротора використовуємо розрахункову схему представлену на мал. 2.

Зробивши допоміжні побудови виводимо розрахункові формули, які визначають координати точок робочого профілю по координатним осям.



- 1, 2 – центроїди відповідно статора і ротора; 3 – коло обкату; 4 – нормаль робочого профілю;  
 5 – радіус центрів цевок; 6 – коло цевки;  
 7 – траєкторії центрів цевок; 7.1 ... 7.15 – траєкторії руху центрів цевок;  
 8 – епіциклоїда; 8.1 ... 8.15 – точки епіциклоїди;  
 9 – робочий профіль; 9.1 ... 9.15 – точки робочого профілю;  
 10 – полюс зачеплення цевочної передачі.

**Малюнок 1 – Графічний синтез цевочної передачі**

Координати  $X_{9n}$ , яка визначає положення точки робочого профілю по осі X визначається:

$$X_{9n} = 0.25(d_e - d_i) * \cos \frac{n}{m} 210^\circ + 0.5D_0 \cos \frac{n}{m} 30^\circ - r_0 \cos \left( \arctg \frac{7r_{o1} \sin \frac{n}{m} 210^\circ + 0.5D_0 \sin \frac{n}{m} 30^\circ}{7r_{o1} \cos \frac{n}{m} 210^\circ + 0.5D_0 \cos \frac{n}{m} 30^\circ} \right) \quad (1)$$

Координата  $Y_{9n}$ , що визначає положення точки робочого профілю по осі Y визначається:

$$Y_{9n} = 0.25(d_e - d_i) * \cos \frac{n}{m} 210^\circ + 0.5D_0 \cos \frac{n}{m} 30^\circ - r_0 \cos \left( \arctg \frac{7r_{o1} \sin \frac{n}{m} 210^\circ + 0.5D_0 \sin \frac{n}{m} 30^\circ}{7r_{o1} \cos \frac{n}{m} 210^\circ + 0.5D_0 \cos \frac{n}{m} 30^\circ} \right) \quad (2)$$

Складові формул (1) і (2):

$d_e$  - діаметр вершин зубців ротора;

$d_i$  - діаметр впадин зубців ротора;

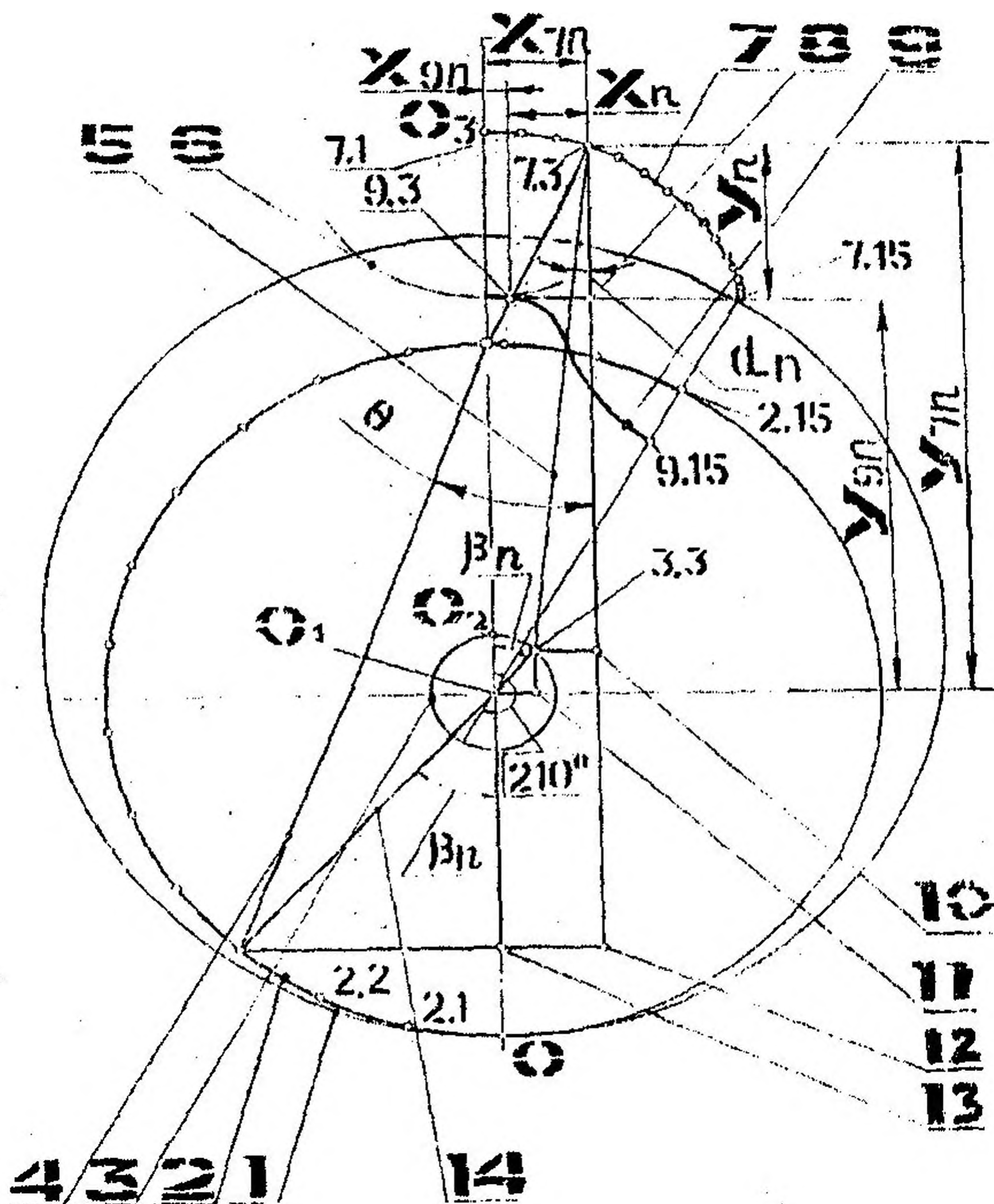
$r_{01}$  - радіус кола обкату;

$r_0$  - радіус цевок;

$D_0$  - діаметр центрів цевок;

$n$  - порядковий номер поточної точки;

$m$  - загальна кількість точок.



1, 2 – центроїди відповідно статора і ротора;

2.1 ... 2.15 – точки обкату центроїди ротора;

3.1 ... 3.15 – точки обкату центроїди статора;

3 – коло обкату; 4 – нормаль робочого профілю; 5 – радіус центрів цевок; 6 – коло цевки;

7 – траєкторії центрів цевок;

8, 10, 11, 12, 13 – точки перетину при утворенні трикутників відповідно:

9.3-7.3-8, 3.3-7.3-10, 01-3.3-11, 2.3-7.3-12, 2.3-01-13

9 – робочий профіль; 14 – нормаль кола обкату.

**Малюнок 2 – Аналітичний синтез цевочної передачі**

Виведені формули дають змогу створити внутрішню цевочну передачу з необхідними

експлуатаційними показниками, а також розробити нормативні документи по передачам.

Графічний синтез дає змогу створити технологію обробки робочого профілю ротора верстати для впровадження цієї технології.

### Література

1. Крайнев А.Ф. Словарь-справочник по механизмам. - М.: Машиностроение, 1987.- 560 с.
2. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике.- М.: Физматгиз., 1963.-870 с.
3. Савелов А.А. Плоские кривые.- М.: Физматгиз., 1960.-294 с.
4. Литвин Ф.Л. Теория зубчатых передач.- М.: Физматгиз., 1967.-341 с.
5. Берестнев О.В., Янкевич Н.Г. и др. Цевочные редукторы с циклоидальным зацеплением.- Минск, ИНДМАШ АН БССР, 1988.-45 с.
6. Шевцов Е.Н.,Сергеев С.Т. Проектирование внутреннего цевочного зацепления с учетом технологии его изготовления. Сб. детали машин, Вып.41. Киев: Техника, 1985-С.61-6
7. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика.- М.: Машиностроение, 1971.-670 с.

УДК - 621.7047

О. Крыськов, Эль-Факи Эль-Хава

### **Математическое моделирование тепловых потоков в трущедеформирующем инструменте при свободном фрикционном формообразовании втулки**

Исследование теплового режима фрикционного формообразования (ФФ) определяет не только комплекс явлений, происходящих на поверхности трения, но и энергетические характеристики технологического процесса. Математическое моделирование температурных полей в обрабатывающей системе дает возможность формировать стратегию управления нагревом заготовки, судить о количестве тепла, поглощенном контртелами и рассеянном в окружающую среду.

В результате работы трения вращения на поверхности контакта заготовки с трущедеформирующим инструментом (ТДИ) выделяется тепло. Температура поверхности трения не может превышать температуры плавления материала заготовки, потому что появление на рабочей поверхности расплавленного металла равносильно появлению смазки и приводит к резкому уменьшению работы трения. С течением времени тепло будет распространяться вглубь тел заготовки и инструмента [1]. Количество тепла, поглощенного контртелами