

УДК 621.91.011.+515.2:18.62

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОФІЛЮВАННЯ ГВИНТОВИХ РОТОРНИХ ДВИГУНІВ ІЗ ЦИКЛОЇДАЛЬНИМ ЗАЧЕПЛЕННЯМ

Исмаїлова Н.П., к.т.н.,

Церковна О.Г.

Одеська державна академія будівництва та архітектури (Україна)

*В роботі розглянуті питання якості виготовлення гвинтів, одержання їхніх профілів у точній відповідності з формою.*

*Ключові слова: виготовлення гвинтів, гвинтові насоси з циклоїдальним зачепленням, циклоїдальне зачеплення, спряженні криволінійні поверхні.*

**Постановка проблеми.** Основним завданням при виготовленні гвинтів є одержання їхніх профілів у точній відповідності з формою. Для одержання високої якості гвинтів, що виготовляються, потрібне виконання сукупності наступних умов:

- точність розрахунку ріжучих і міряльного інструментів;
- ретельного виготовлення ріжучих і міряльних інструментів відповідно до розрахунку;
- правильна побудова технологічного процесу.

У зв'язку із цим, при профілюванні різального інструменту, розглянемо перетини характерні для гвинтів насосів із циклоїдальним зачепленням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У даний момент у різних областях промисловості й транспорту широко використовуються гвинтові роторні двигуни, компресори та насоси із циклоїдальним зачепленням [1,2]. Такі механізми відрізняються економічністю, більшим числом обертів, відносно малими габаритами й вагою. Вони знайшли застосування в галузях промисловості й транспорту: у гідро-, паро- і газотурбобудуванні, для газодувних машин, у нафтовій, перекачувальних станцій і т.д. Насоси використовуються для транспортування рідини або змащення машин і як джерела тиску в різних гідравлічних силових пристроях (гідроприводах), у зв'язку зі збільшенням потужності машин і широким впровадженням автоматизації.

**Формулювання цілей статті.** Підвищити ефективність розрахунково - графічних робіт у процесі проектування гвинтових насосів та двигунів із циклоїдальним зачепленням.

**Основна частина.** Робочий орган гвинтового роторного насоса

являє собою взаємодіючі попарно гвинтові ротори, поміщені в облягаючий їх порожнину. Профіль зубів одного з роторів у парі в торцевому перерізі утворений довгими ділянками епіциклоїди, а профіль зубів іншого ротора в парі утворений увігнутими ділянками епіциклоїди з щільним контактом між ними. Геометричні співвідношення нарізок гвинтів підбрані так, щоб забезпечити герметичність робочих органів при відсутності передачі крутного моменту між роторами, тобто між гвинтами є щільний зазор. При обертанні роторів щільний зазор буде переміщатися по висоті зуба, а поверхні роторів в області щілини матимуть різну швидкість, так як ротори з циклоїдальною формою зубів завжди мають прослизання один щодо одного. Ця різниця в швидкостях потоків у поверхнях роторів викликає появу кавітації, яка обмежує швидкість обертання роторів. Синхронізація роторів забезпечується тільки за рахунок тиску середовища, і при її неоднородностях (наприклад, наявність газових включень в рідкому середовищі) ця синхронізація буде порушуватися, що призводить до порушень герметичності, появи силового контакту роторів і до збільшення їх зносу. Такий контакт особливо шкідливий для ведених роторів, що мають гострі кромки [1]. Для кожної поверхні, лінія різання являє собою безперервну плавну криву. Гвинти можуть виготовляти наступними методами: фрезеруванням за допомогою дискової, пальцевої або черв'ячної фрези, струганням спеціальними різцями, обробкою профільним різцем на токарському верстаті.

Продуктивний спосіб обробки гвинтів - черв'ячними багатозахідними фрезами з більшим кутом підйому витків. Такі фрези дозволяють обробляти за новою технологією за одну установку й один прохід багатозахідні гвинти з більшим кутом підйому, з неконгруєнтними профілями канавок. Поверхні гвинта й черв'ячної фрези є спряженими. З метою підвищення точності спряжених поверхонь їхніх виробів необхідно, профілювати інструмент із просторовою різучою крайкою.

На підставі теореми професора Подкоритова А. Н. вихідна гвинтова поверхня  $\Sigma_A$  формується сімейством що обгинають гелікоїдів, кожний з яких задається віссю поверхні  $i = AA$ , її гвинтовим параметром, що направляє – гвинтовий паралельно, інцидентна  $\Sigma_A$  і прямолінійної утворюючої. Положення утворюючої вибирається з умов приналежності її дотичної площини для поверхні  $\Sigma_A$  в точках на обраній гвинтовій паралелі й задоволенню кінематичній діаграмі гвинта. Кожному гелікоїду із зазначеного сімейства ставиться у відповідність по кінематичній діаграмі гвинта інший гелікоїд з віссю, що збігається з віссю шуканої гвинтової поверхні  $\Sigma_B$ , спряженої з поверхнею  $\Sigma_A$ . Геометрична модель

кінематичного методу спряжених гвинтових поверхонь.

Розглянемо побудову конволютного гелікоїда ( $\Sigma_B$ ), заданого параметрами з діаграми, показаної на рис.1.

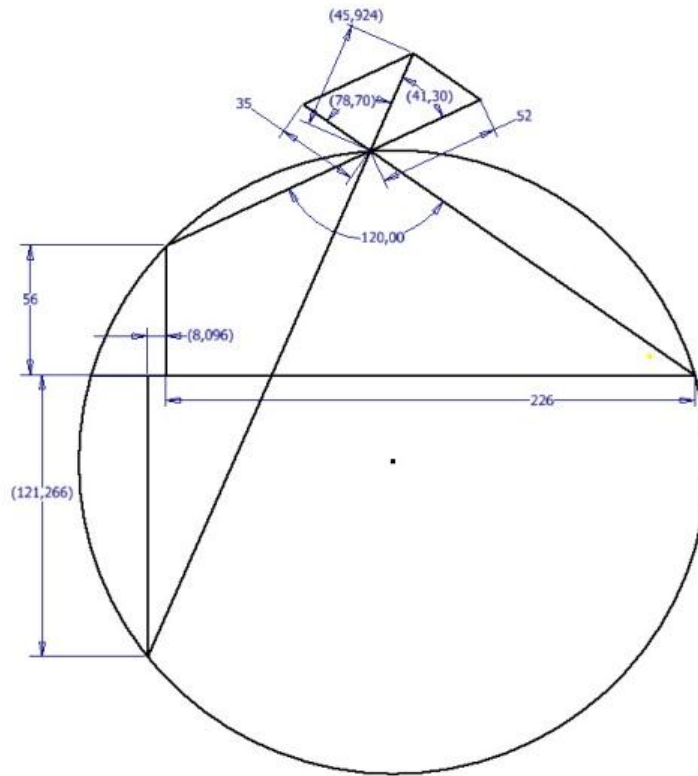


Рис.1. Діаграма кінематичного гвинта

Гвинтова лінія гелікоїда  $\Sigma_B$  (1) задана формулою:

$$\begin{cases} X = \sqrt{b^2 + \frac{\omega_a^2 \sin^2 \beta}{\cos^2 \alpha}} * \cos \varphi - e; \\ Y = \sqrt{b^2 + \frac{\omega_a^2 \sin^2 \beta}{\cos^2 \alpha}} * \sin \varphi * \cos \theta + \left[ \rho * \varphi + \frac{\omega_a * \cos \beta}{\cos \alpha} \right] * \sin \theta; \\ Z = \sqrt{b^2 + \frac{\omega_a^2 \sin^2 \beta}{\cos^2 \alpha}} * \sin \varphi * \sin \theta + \left[ \rho * \varphi + \frac{\omega_a * \cos \beta}{\cos \alpha} \right] * \cos \theta. \end{cases} \quad (1)$$

З рис.1 та формули (1) отримаємо наступні значення параметрів:  $\alpha = 78,7^\circ$ ;  $\beta = 41,3^\circ$ ;  $\theta = 120^\circ$ ;  $b = 8,096$  мм;  $\omega_a = 35$ ;  $e = 226$  мм;  $\rho = 56$  мм. Прийнемо значення  $\varphi = \left[ 0; \frac{\pi}{30}; 10\pi \right]$ .

Побудуємо по заданих параметрах гвинтову лінію в системі MatLAB. Результати побудови лінії представлені на рис. 2.

Розглянемо побудову сімейства гвинтових кривих по діаграмах, зображених на рис.3-6.

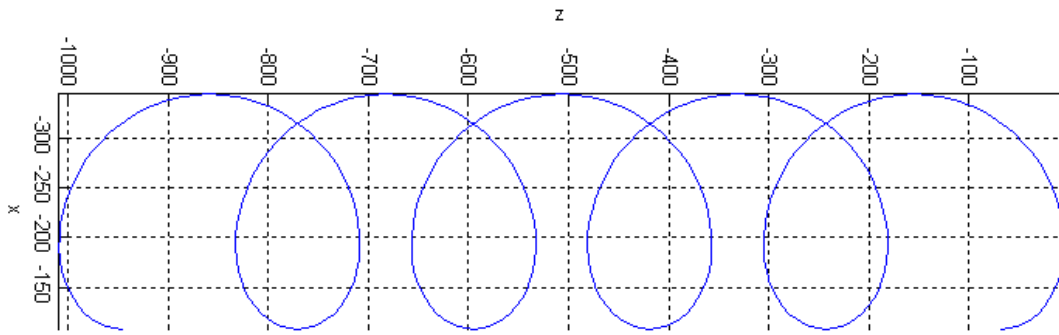


Рис.2.

Розглянемо побудову сімейства гвинтових кривих по діаграмах, зображених на рис.3-6.

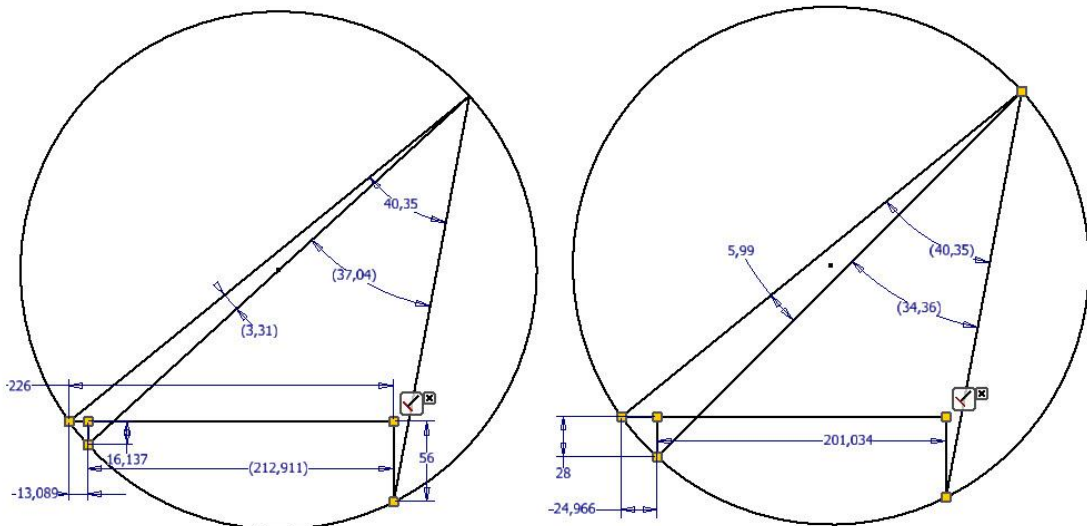


Рис.3. Діаграми 1-2

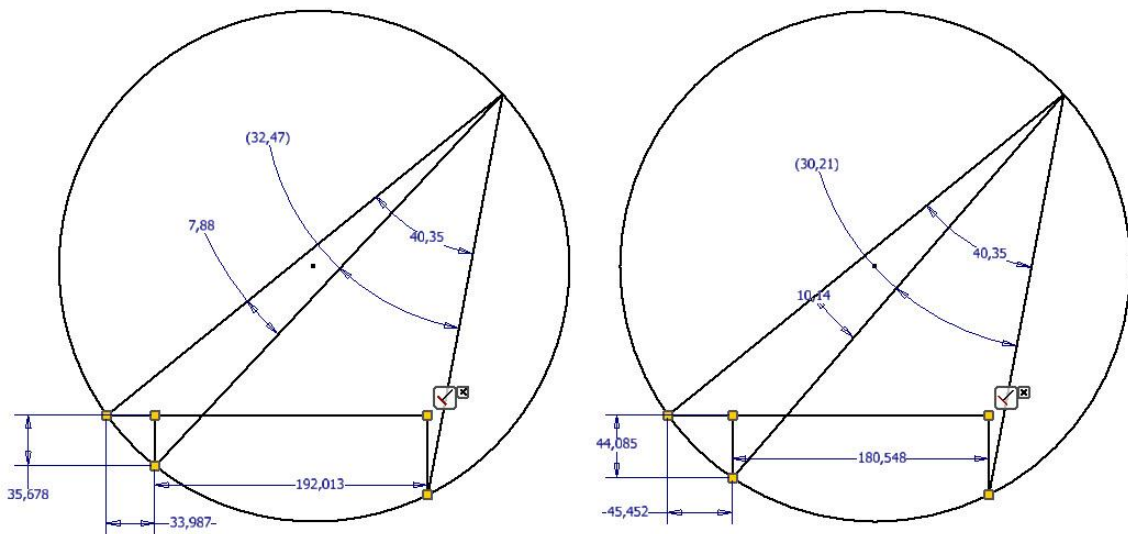


Рис.4. Діаграми 3-4

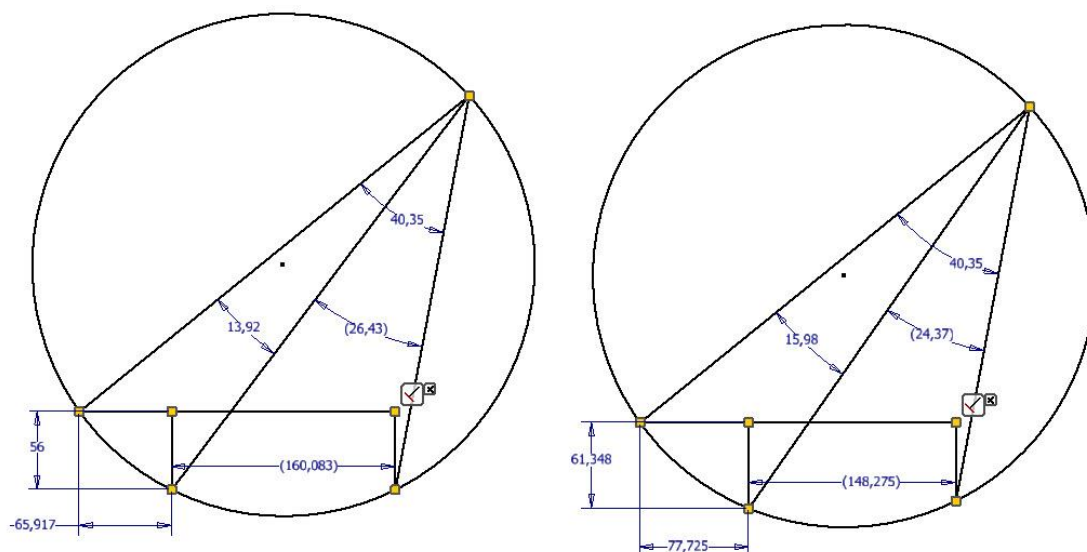


Рис.5. Діаграми 5-6

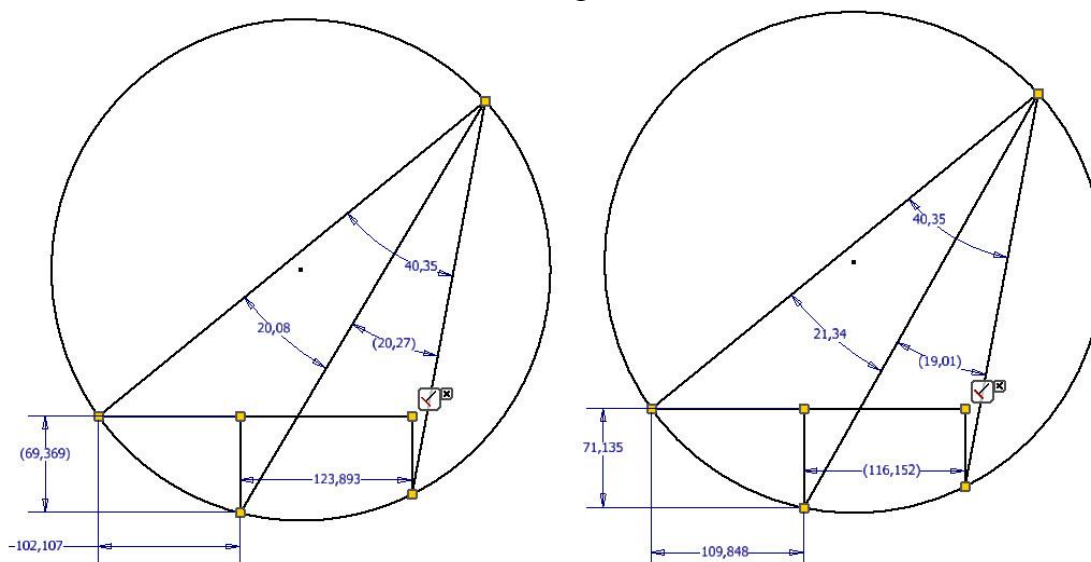


Рис.6. Діаграми 7-8

Результати побудови сімейства гвинтових кривих представлені (рис. 7).

Застосування у виробництві криволінійних виробів зі змінними гвинтовими параметрами, у свою чергу, вимагає розробки ефективних кінематичних способів утворення спряжених криволінійних поверхонь, що забезпечують високу точність, але й що дозволяють розширити область застосування найбільш прогресивних методів обробки складних виробів.

Одним з основних питань теорії утворення спряжених поверхонь із різними гвинтовими параметрами є визначення поверхонь виробів, які широко застосовуються в автоматичних лініях.

Визначення сімейств спряжених гвинтових ліній здійснюється за допомогою кінематичного гвинта, що представляє собою зображення трьох просторових рухів, з яких один повинне бути гвинтовим.

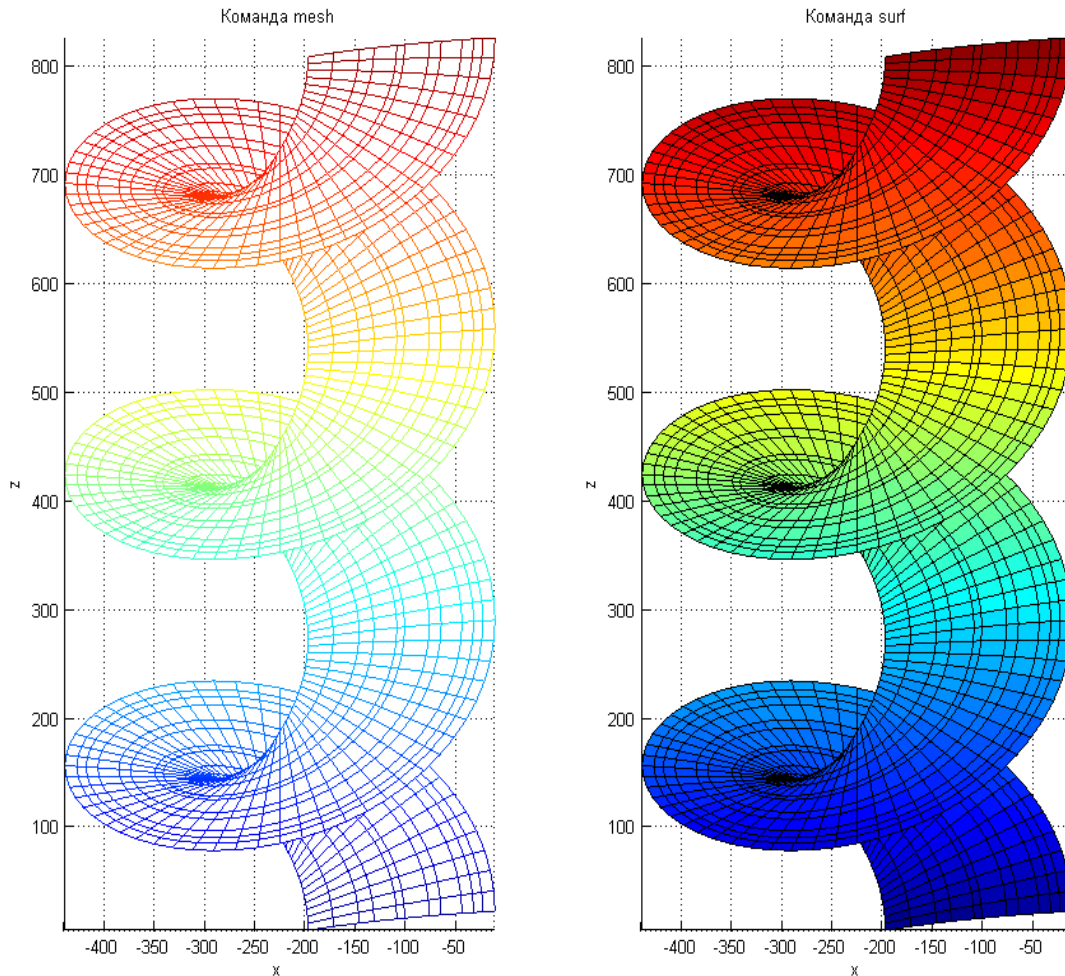


Рис.7. Проекція XZ

**Висновки.** Створення моделювання вихідної криволінійної поверхні гвинтів роторної машини, зі збільшенням швидкості обертання роторів, зменшення габаритів і ваги машини, уникання появи кавітації, яка обмежує швидкість обертання роторів.

### *Література*

1. Жмудь А.Е. Винтовые насосы с циклоидальным зацеплением / А.Е. Жмудь. – М.: Машгиз, 1963.
2. Родин П.Р. Основы теории проектирования режущих инструментов / П.Р. Родин. – М.: Киев, 1960. – 160 с.
3. Подкорытов А.Н. Исключение интерференции сопряженных поверхностей зубчатых передач / А.Н. Подкорытов // INTERNATIONAL CONGRES - GEAR TRANSMISSIONS. – Sofia - BULGARIA, 1995. – С.143-145.

4. Подкоритов А.Н. Метод формирования сопряженных винтовых нелинейчатых поверхностей семейством огибающих геликоидов / А.Н. Подкоритов, Н.П. Исмаилова, Л.Г. Дюкре // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – Харків: ХДУХТ, 2007. – Вип.17. – С.12-15.

## **ОСОБЕННОСТИ ВИНТОВЫХ РОТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ЦИКЛОИДАЛЬНЫМ ЗАЦЕПЛЕНИЕМ**

Исмаилова Н.П., Церковная О.Г.

*В работе рассмотрены вопрос качества изготовления винтов, получения их профилей в точном соответствии с формой. Смоделированы основные технические параметры: преобразования исходной криволинейной поверхности на базе параметрического кинематического винта в роторном двигателе.*

*Ключевые слова: изготовление винтов, винтовые насосы с циклоидальным зацеплением, циклоидальное зацепление, сопряжение криволинейных поверхностей.*

## **ESPECIALLY SCREW ROTARY ENGINES CYCLOIDAL**

N. Ismailova, O. Tserkovnaya

*In this work we consider a question of quality making screws and getting their profiles in strict accordance with the form. Modeled the main technical parametric such as transformation of the original curved surface on the basis of the kinematic screw parametric rotary engine.*

*Keywords: manufacturing screws, screw pumps cycloidal, cycloidal engagement, pair of curved surfaces.*