

УДК 515.2:536.3:664.8

**Г.В. Трушков**

Військова академія (м. Одеса), Україна

## ГРАФІЧНИЙ СПОСІБ ПРОФІЛЮВАННЯ ЧЕРВ'ЯЧНОЇ ФРЕЗИ ДЛЯ ОБРОБКИ ГВИНТОВИХ ЗУБЧАСТИХ ЗАЧЕПЛЕНЬ

У статті розглядаються питання утворення поверхонь рухом лінії. Однак питання утворення поверхонь рухом допоміжних поверхонь (посередників) розроблені недостатньо повно. Разом з тим, технологія обробки складних поверхонь найбільш продуктивним методом обкатки тісно пов'язана з профілюванням спряжених нелінійчатих поверхонь, утворених рухом посередників.

**Ключові слова:** гвинтові нелінійчаті поверхні, зубчасті зчеплення.

### Постановка проблеми

Розробка нових способів обробки гвинтових нелінійчатих поверхонь ріжучого інструменту черв'ячної фрези, для обробки зубчастих зачеплень підйомного механізму гармат, поворотних механізмів башти танку та самохідних артилерійських установок. Гвинтові нелінійчаті поверхні, що мають великий кут підйому витків і розробка нових способів профілювання зубчастих зачеплень з застосуванням сучасних комп'ютерних технологій базується на теоремі про миттєві аксоїди [1] і кінематичного просторового параметричного гвинта є досить актуальною.

### Аналіз досягнень і публікацій

У роботах Апухтіна Г.І. [1] і Миколаєва А.Ф. [2] розглядався кінематичний параметричний гвинт стосовно лінійчатих спряжених поверхонь. В основі утворення спряжених гвинтових нелінійчатих поверхонь лежить теорема професора Подкоритова А.Н. [3] з якої випливає, що поверхні  $\Sigma_A$  і  $\Sigma_B$  будуть спряженими, якщо кожна з них утворена відповідним відносним рухом  $\Phi_A/\Sigma_A$  і  $\Phi_B/\Sigma_B$  конгруентних посередників  $\Phi_A = \Phi_B$ . Поверхня  $\Sigma_A$  і поверхня посередника  $\Phi_A$  є взаємоогиначаючими з лінійним контактом  $l^1(l^1_2)$  [5].

### Формулювання цілей статті

Метою є розробка способу конструювання і виробництва гвинтових зубчастих передач, виведення співвідношень для розрахунку настройки верстата, а також визначення раціональної геометрії ріжучого інструменту черв'ячної фрези.

### Основна частина

Питання утворення поверхонь рухом лінії в прикладній геометрії розглянуті досить докладно. Однак питання утворення поверхонь рухом допоміжних поверхонь (посередників) розроблені недостатньо повно. Разом з тим, технологія обробки складних поверхонь найбільш продуктивним методом обкатки тісно пов'язана з профілюванням спряжених поверхонь, утворених рухом посередників.

Одним з основних питань при профілювання ріжучих інструментів, що працюють методом обкатки, є визначення профілю вихідної гвинтовий інструментальної поверхні черв'ячної фрези  $\Sigma_A$ , спряженою з оброблюваною гвинтовою поверхнею  $\Sigma_B$ .

Розглянемо профілювання вихідної гвинтовий інструментальної поверхні  $\Sigma_B$  черв'ячної фрези, призначеної для обробки поверхні  $\Sigma_A$  зубчастого зачеплення.

Нехай поверхня  $\Sigma_A$  задана визначником  $\Sigma_A(i, H, a)$ , тобто віссю  $i(i_1, i_2)$ , кроком  $H$ , перетином  $a(a_1$  і  $a_2)$  і напрямком гвинтових паралелей (рис. 1). Для вихідної інструментальної поверхні  $\Sigma_B$  черв'ячної фрези відомі положення осі  $i_1(i^1_1, i^1_2)$  і крок  $H^1_0$ .

Для визначення циліндричного посередника  $\Phi_A$ , спряженого з гвинтовою нелінійчатих поверхнею  $\Sigma_A(i, H, a)$ , необхідно на поверхні  $\Sigma_A$  провести сімейство ліній і спроекувати ці лінії на будь-яку площину, що проецується променями, паралельними утворюючим посередника  $\Phi_A$ .

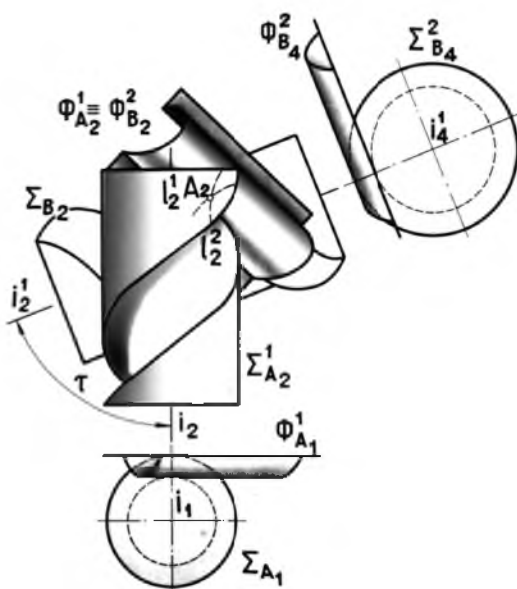


Рис. 1. Геометрична модель спряжених гвинтових нелінійчатих поверхонь утворених конгруентними посередниками

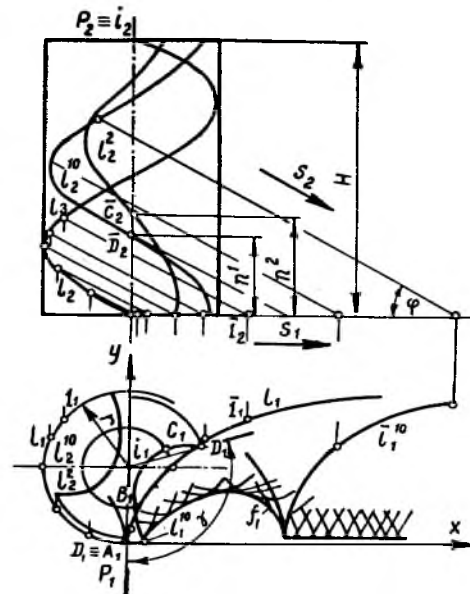


Рис. 2. Профілювання вихідної інструментальної поверхні черв'ячних фрез

Вироджена проекція посередника  $\Phi_A$  визначається як огинаюча проекцій ліній, що належать поверхні  $\Sigma_A$ . На рис. 2 на поверхні  $\Sigma_A$  проведені гвинтові паралелі  $l(l_1, l_2)$ ,  $l^1(l_1^1, l_2^1)$ ,  $l^2(l_1^2, l_2^2)$  і побудовані їх косокутні проекції на площину  $\Pi_1$ .

Щоб можна було отримати дотик спряжених поверхонь  $\Sigma_A$  і  $\Phi_A$  по лінії, що перетинає всі гвинтові паралелі поверхні  $\Sigma_A$ , напрям проектування  $s(s_1, s_2)$  вибирається під кутом  $\varphi$  до площини  $\Pi_1$ , так як кут  $\varphi$  відповідає куту підйому гвинтової паралелі  $l(l_1, l_2)$ , що лежить на початковому циліндрі поверхні  $\Sigma_A$ .

Косокутні проекції гвинтових паралелей на площину  $\Pi_1$  уявляють собою сімейство трохіода. Його можна будувати аналітично, графічно і за допомогою сучасних комп'ютерних технологій.

Вироджена проекція  $f_1$  спільно з напрямком утворюючих повністю визначає циліндричний посередник  $\Phi_A$ , пов'язаний із заданою поверхнею  $\Sigma_A$ .

Маючи посередник  $\Phi_B$ , конгруентний  $\Phi_A$ , можна приступити до профілізації гвинтової поверхні  $\Sigma_B$ , спряженою з  $\Sigma_A$ . Однак на відміну від існуючих методів слід зазначити, що жодний перетин посередника  $\Phi_B$  не може бути прийнято за перетин поверхні  $\Sigma_B$ , так як характеристика цих поверхонь не є плоскою лінією. Тому для профілювання гвинтової нелінійчатої поверхні  $\Sigma_B$ , спряженої з  $\Phi_B$ , доводиться звертатися до криволінійного проєцирування. Нормальний до осі  $i_1$  перетин поверхні  $\Sigma_B$  будується як огинаюча сімейства гвинтових проекцій ліній, що належать поверхні посередника  $\Phi_B$ . В якості таких ліній доцільно брати конгруентні перетини посередника. Для отримання найбільш простого рішення при побудові поверхні  $\Sigma_B$ , поєднаної з  $\Phi_B$ , слід вибирати ті конгруентні перетини посередника, які при гвинтовому проектуванні на площину, перпендикулярну осі  $l_1$ , також давали б конгруентні перетини.

Для контролю профілю черв'ячної фрези при профілюванні шаблону необхідно визначити перетин поверхні  $\Sigma_A$ , що лежить в площині, перпендикулярній до гвинтової паралелі на початковому циліндрі з діаметром  $dn$ .

Профіль шаблону можна визначити графічно.

Профіль шаблону можна визначити графічно та аналітично. Криволінійний профіль (рис. 3) шаблону  $n_4$ , що лежить в площині  $P(P_2)$ , перпендикулярній гвинтовій паралелі  $l(l_1, l_2)$ , визначений графічно.

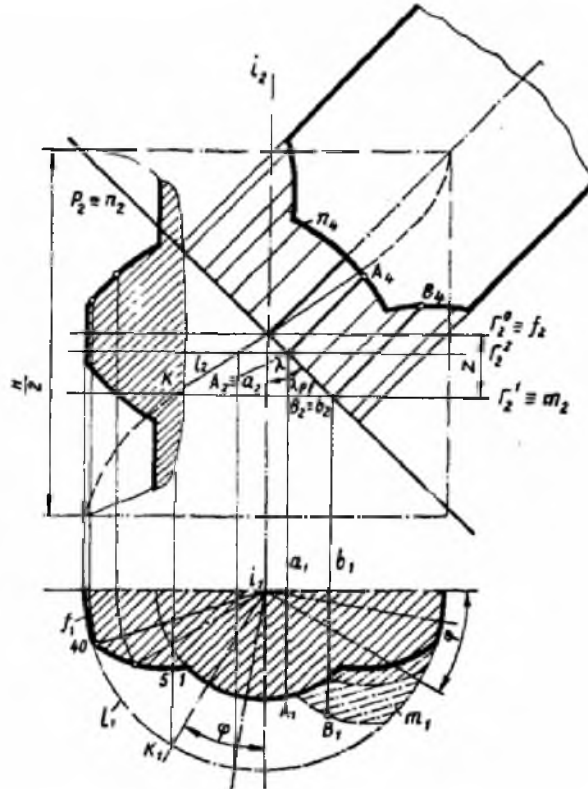


Рис. 3. Графічне визначення профілю шаблону для контролю черв'ячних фрез

Черв'ячні фрези, що працюють найбільш продуктивним методом обкатки, в даний час знаходять широке застосування в машинобудуванні для обробки ряду деталей в масовому і крупносерійному виробництвах (рис. 4, 5).

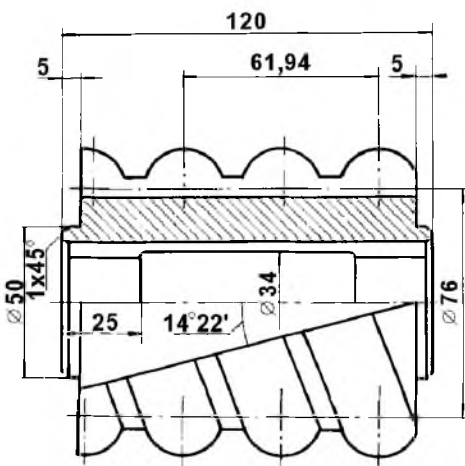


Рис. 4. Чистова черв'ячна фреза з кутом підйому  $18^\circ 22'$

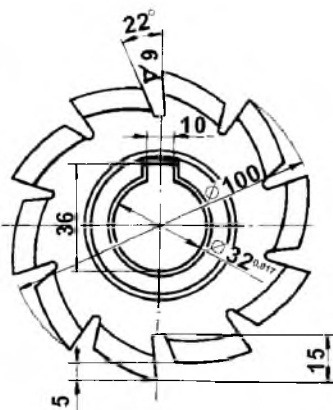


Рис. 5. Зовнішній вигляд чистової черв'ячної фрези з кутом підйому  $18^\circ 22'$

Сімейства складних кривих  $a^0, a^1, \dots, a^n$  (рис. 4) і (рис. 5) можна побудувати за допомогою ЕОМ.

**Висновок:** Розроблено геометричний спосіб обробки складних поверхонь методом обкатки. Профілювання спряжених поверхонь утворених рухом посередників, стосовно до гвинтового зубчастого зачеплення.

### Список використаних джерел.

1. Апухтин Г.И. Исследование косозубых гипоидных передач. — Тр. семинара по теории машин и механизмов / Г.И. Апухтин // АН СССР, ин-т машиноведения. — вып. 37, т. 10, — М.: 1950. — С. 1–66.
2. Николаев А.Ф. Диаграмма винта и ее применение к определению сопряженных линейчатых поверхностей с линейным касанием / А.Ф. Николаев // Тр. семинара по теории механизмов и машин. / АН СССР. Ин-т Машиноведения, т. 10. — Вып. 37. — М., 1950 — С. 52–106.
3. Podkorutov A.N. The geometry modeling of conjugate curved surfaces excluding interference, scientific basic // Proceeding of the eighth international conference on engineering design graphics and descriptive geometry / 1998, Austin, Texas, USA, Vol. 2, p. 446-449.
4. Исмаилова Н.П. Автоматизированное параметрическое определение характеристики сопряженных винтовых аксоидов // Геометричне та комп'ютерне моделювання. — Вип. 17. — ХДУХТ. — Харків, 2007. — С. 22–26.
5. Подкоритов А. М., Исмаилова Н. П. Теоретичні основи спряжених квазігвинтових поверхонь, що виключають інтерференцію [Текст]: монографія // Херсон : ФОП Грінь Д. С., 2016. — 330 с.

**Рецензент:** Исмаилова Н.П., д.т.н., доцент, Військова академія (м. Одеса)

## ГРАФИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПРОФИЛИРОВАНИЯ ЧЕРВЯЧНОЙ ФРЕЗЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВИНТОВЫХ ЗУБЧАТЫХ ЗАЦЕПЛЕНИЙ.

Г.В. Трушков

*В статье рассматриваются вопросы образования поверхностей движением линии. Однако вопросы образования поверхностей движением вспомогательных поверхностей (посредников) разработаны недостаточно полно. Вместе с тем технология обработки сложных поверхностей наиболее производительным методом обкатки тесно связана с профилированием сопряженных нелинейчатых поверхностей, образованных движением посредников.*

**Ключевые слова:** винтовые нелинейчатые поверхности, зубчатые зацепления.

## GRAPHIC METHOD FOR PROFILING A WORM MILL FOR THE PROCESSING OF SCREW CAPTURES.

Trushkov German

*The article deals with the formation of surfaces by the motion of a line. However, the problems of surface formation by the movement of auxiliary surfaces (intermediaries) have not been fully developed. At the same time, the technology of processing complex surfaces by the most productive running-in method is closely related to the profiling of conjugated non-linear surfaces formed by the movement of intermediaries.*

**Keywords:** helical non-linear surfaces, gear meshing.