

УДК 515.2+563.3

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗУБЧАСТОГО ЗАЧЕПЛЕННЯ НА БАЗІ ПАРАМЕТРИЧНОГО КІНЕМАТИЧНОГО ГВИНТА

Подкоритов А.М., д.т.н.

*Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького*

Ісмаїлова Н. П., д.т.н.,

Трушков Г.В.

Військова академія (Україна, м. Одеса),

Дана стаття присвячена геометричному моделюванню зубчастого внутрішнього зачеплення, проектування зубчастих коліс на базі параметричного кінематичної гвинта.

Ключові слова: зубчасті передачі, модулювання, інтерференція, параметризація, параметричний кінематичний гвинт, внутрішнє зачеплення, зубчасте колесо.

Постановка проблеми. Зубчасті передачі є складовою частиною багатьох приводів механізмів і машин. У багатьох випадках саме зубчасті передачі визначають технічні характеристики, масу, габарити приводу, його вартість, тобто ті показники, від яких залежить якість машини в цілому. А саме якість визначає конкурентоспроможність продукції машинобудування в ХХІ столітті.

При моделюванні спряжених форм поверхонь сучасних машин в деяких випадках практично неможливо вирішити поставлені завдання без визначення спряжених поверхонь зубчастих зачеплень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі було встановлено, що для вирішення завдань формування нової геометрії спряжених нелінійчатих поверхонь зачеплення, існуючі способи виявилися складними і неефективними. Деякі з них цілком можливо застосовувати, але при моделюванні нової кінематики зачеплення з ланками, які здійснюють складні рухи, потрібні наочна реальна картина зміни конструкції передач безпосередньо на діаграмі кінематичного гвинта та розширити можливості існуючої теореми о миттєвих аксоїдах - професора А.М. Подкоритова.

Формування цілей статті. У зв'язку з вищевикладеним метою статті є підвищення якості контакту зубів зубчастого зачеплення шляхом моделювання і дослідження процесу формоутворення робочої поверхні зубів конічної шестерні інструментом рейкового типу на основі двопараметричного огибання, що забезпечує заданий

відхилення формованої поверхні від теоретичної [2].

Основна частина. Різноманітність вимог, що пред'являється до зубчастих передач, зводиться в основному до підвищення надійності і довговічності, ККД, здатності навантаження і кінематичної точності при одночасному зниженні їх маси і габаритів. Комплексне задоволення цих вимог вдосконаленням традиційних передач стає все важче.

Колеса з внутрішнім зачепленням являють собою особливий вид зубчастих шестерень. Вони призначені для передачі поступального руху, завдяки якому між собою взаємодіють два вала. Також така модифікація коліс використовується якщо рух відбувається строго в одній площині без зміни її характеристик. Такі колеса більш компактні в порівнянні з зубчастими моделями аналогічних розмірів. Зубчасті колеса з внутрішнім зачепленням, вони ж планетарні, використовуються в великих механізмах зразок танків, екскаваторів, ходових кранів, в самоскидах. Зазвичай розраховані на роботу з вагою від 30 до 450 тонн.

Розглянемо геометричне моделювання зубчастих спряжених поверхонь Σ круговим перетворенням вихідної криволінійної поверхні Φ (рис.1).

Поверхня Σ формується обертанням відносно осі $m(u)$ кожної точки заданої вихідної поверхні Φ на кут $\varphi(\sigma, \tau)$, залежно, в загальному випадку, від положення точки на вихідній поверхні Φ (рис. 1).

Для формування аналітичної моделі спряженої поверхні Σ вважатимемо, що точка M задана радіус-вектором $\vec{r}(\sigma, \tau)$, де σ і τ – криволінійні координати точки M на поверхні Φ (рис. 1).

Нехай вихідна криволінійна поверхня Φ задана радіус-вектором $\vec{r}(\sigma, \tau)$ і криволінійною віссю $m(u)$, яка визначається радіус-вектором $\vec{m}(u)$.

Спряжена поверхня Σ формується обертанням навколо відповідних точок, які належать осі $m(u)$, кожної точки заданої вихідної поверхні Φ на кут $\varphi(\sigma, \tau)$, який залежить, у загальному випадку, від положення точки на вихідній поверхні Φ .

Виберемо на твірній $\ell(\tau)$ поверхні Φ деяку точку M . Проведемо через неї горизонтальну площину Γ . Точка M_0 , в якій площина Γ перетинає вісь m , є проекцією точки M на вісь m . Повернемо точку M навколо точки M_0 на деякий кут $\varphi(\sigma, \tau)$. Описане кругове перетворення точки M визначається положенням точки M^* . Здійснюючи аналогічні перетворення всіх інших точок твірної $\ell(\tau)$ поверхні Φ , отримаємо точки контактної лінії $\ell^*(\tau)$ поверхні Σ .

Для формування каркасу спряженої поверхні контакту Σ будемо вважати, що точка M задана радіус-вектором $\vec{r}(\sigma, \tau)$, де σ і τ є

криволінійними координатами точки M на поверхні Φ (рис. 1).

Побудувати каркас шуканої поверхні контакту спряжених поверхонь можна за допомогою кругових перетворень точок заданої поверхні. Цей процес пояснюється так:

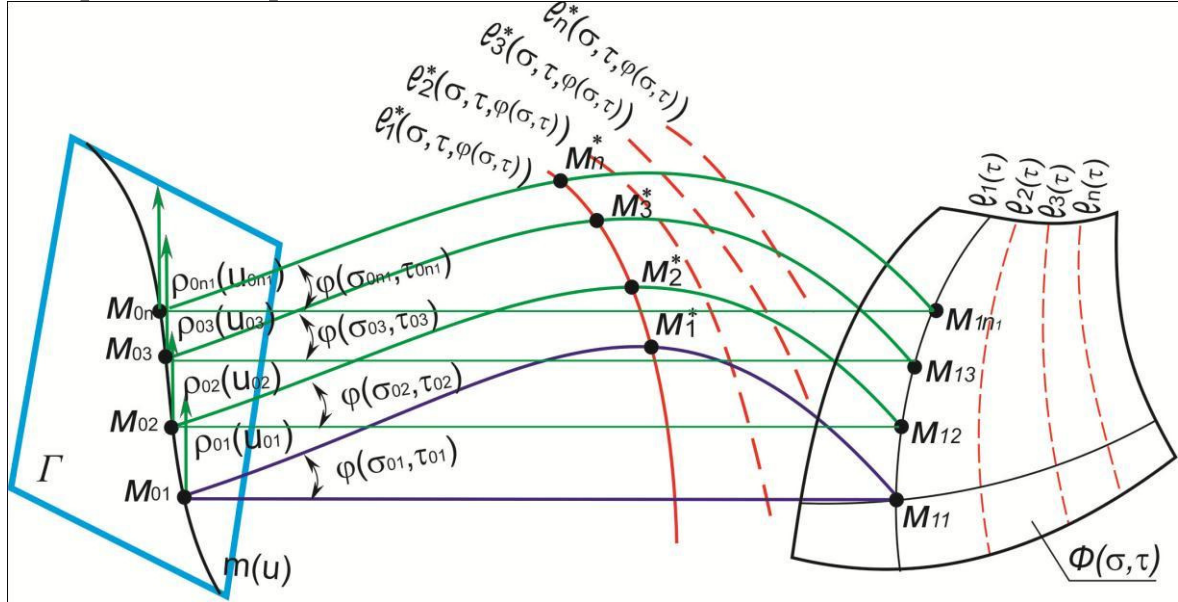


Рис. 1. Побудова каркасу поверхні контакту внутрішнього зачеплення спряжених поверхонь круговим перетворенням

Застосуємо перетворення до кожної обраної точки M_{ij} на кожній твірній $\ell_i(\tau)$ вихідної поверхні Φ (рис. 2.3). В результаті отримаємо сім'ю дискретно поданих ліній $\ell_i^*(\sigma, \tau, \varphi(\sigma, \varphi))$, яка визначає каркас поверхні Σ :

1. Будуємо горизонтальну проекцію точок $M_{01}, M_{02}, M_{03}, \dots, M_{0n}$;
2. Поворот точок $M_1, M_2, M_3, \dots, M_n$ дозволяє задати каркас гвинтових ліній поверхні із змінним кроком. Сімейство дискретно поданих ліній

$$\left. \begin{matrix} \ell_1^*(\sigma, \tau, \varphi(\sigma, \varphi)) \\ \ell_2^*(\sigma, \tau, \varphi(\sigma, \varphi)) \\ \ell_2^*(\sigma, \tau, \varphi(\sigma, \varphi)) \\ \dots \\ \ell_n^*(\sigma, \tau, \varphi(\sigma, \varphi)) \end{matrix} \right\} \text{задає каркас поверхні контакту } \Sigma.$$

За допомогою створеного комп'ютерного моделі просторового параметричного кінематичного гвинта, визначимо параметри поверхні зачеплення (рис.2, таблиця 1).

Розробка комп'ютерної моделі, що моделює просторову діаграму кінематичного гвинта, дозволяє побудувати поверхню контакту зачеплення і підвищити точність продуктивності

профілізації спряжених поверхонь. Точність збільшується у зв'язку з тим, що розроблений автоматизований метод дозволяє побудувати велике число пар спряжених гелікоїдів, і визначити їх контактну поверхню зачеплення, таким чином підвищуючи як наслідок продуктивність конструкторських робіт, і якість отримуваних виробів на стадії проектування.

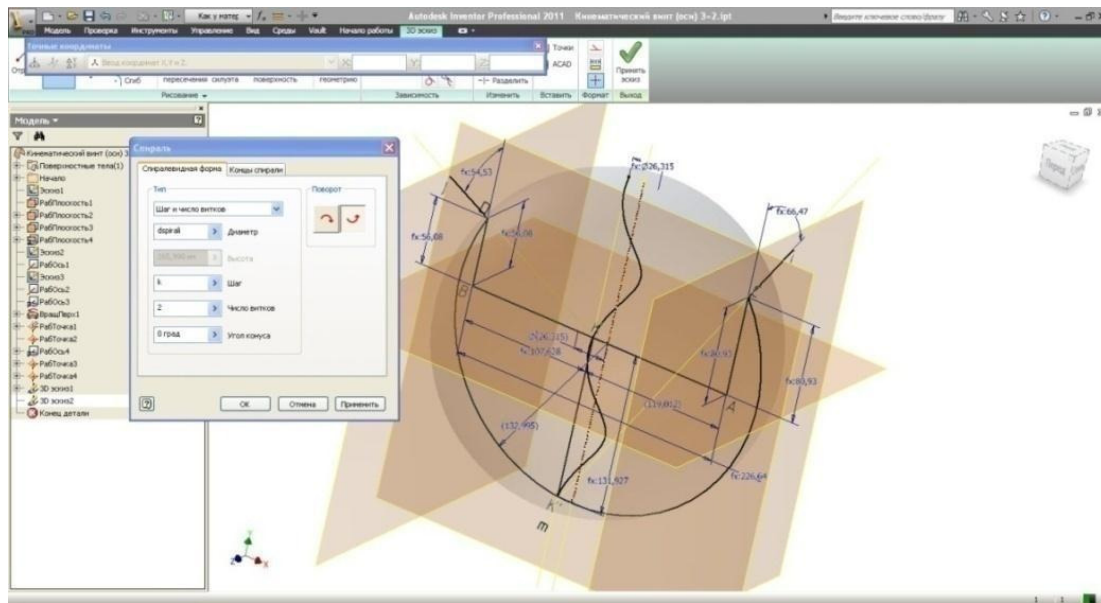


Рис.2. Параметры поверхности зачепления

Параметры кинематического винта для сопряженных зубчатых поверхностей представлена в табл. 1.

Таблица 1

Параметры кинематического винта

Початкові параметри			Отримані параметри		
Параметр	Позначення на рис.1	Значення	Параметр	Позначення на рис.1	Значення
AB	AB	226.64	α	$\angle wAO_{wm}$	64.43°
h_1	AC	79.93	β	$\angle wBO_{wm}$	53.51°
h_2	BD	54.07	ω_m	wm	54.08
γ	$\angle COD$	123°	a	AK	117.12
ω_A	wA	51.32	b	BK	106.61
ω_B	wB	55.82	h_m	KK'	132.97

Висновки. З метою підвищення точності і надійності широкого класу виробів космічних кораблів, авіації, машинобудування розроблені наукові основи формування спряжених зубчатих

поверхонь що виключають інтерференцію. Вільні від інтерференції зубчасті передачі і ріжучий інструмент дозволяють уникнути підрізувань, заклинювань і небезпечної концентрації напруги, а також підвищується точність і надійність складного ріжучого інструменту та зубчастого зачеплення.

Література

1. Подкорытов А.Н. Исключение интерференции сопряженных поверхностей зубчатых передач / А.Н. Подкорытов // INTERNATIONAL CONGRES–GEAR TRANSMISSIONAL. – Sofia, BULGARIA, 1995. – С.143–145.
2. Подкорытов А.М. Теоретичні основи спряжених квазігвинтових поверхонь, що виключають інтерференцію [Текст]: монографія / А. М. Подкорытов, Н. П. Исмаилова // Херсон : ФОП Грінь Д. С., 2016. – 330 с.

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗУБЧАТОГО ЗАЦЕПЛЕННЯ НА БАЗІ ПАРАМЕТРИЧНОГО КІНЕМАТИЧНОГО ГВИНТА

Подкорытов А.Н., Исмаилова Н.П., Трушков Г.В.

Данная статья посвящена геометрическому моделированию зубчатого внутреннего зацепления, проектированию зубчатых колес на базе параметрического кинематического винта.

Ключевые слова: зубчатые передачи, моделирование, интерференция, параметризация, параметрический кинематический винт, внутреннее зацепление, зубчатое колесо.

GEOMETRICHE MODELUVANNY ZUBCHATOGO ZAGCELENIYA ON THE BASIS OF PARAMETRIC CINEMATICAL SCINES

Podkorytov A., Ismailova N., Trushkov G.

This article is devoted to the geometric modeling of internal gearing, the design of gears based on a parametric kinematic screw.

Key words: gear transmissions, modeling, interference, parametrization, parametric kinematic screw, internal engagement, gear wheel.