

УДК 514.18

ДІАГРАМА ГВИНТА ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ ДО ВИЗНАЧЕННЯ СПРЯЖЕНИХ КВАЗІГВИНТОВИХ ПОВЕРХОНЬ, ЩО ВИКЛЮЧАЮТЬ ІНТЕРФЕРЕНЦІЮ

Ісмаїлова Н.П., к.т.н.,

Підкоритов А.М., д.т.н.

Одеська державна академія будівництва і архітектури

Тел. 067-795-64-61

Анотація – запропоновано спосіб виключення інтерференції спряжених квазігвинтових поверхонь у просторових механізмах на базі параметричного кінематичного гвинта.

Ключові слова – квазігвинтові поверхні, кінематичний гвинт, інтерференція.

Постановка проблеми. Один з основних напрямів нарисної геометрії – формування складних спряжених квазігвинтових поверхонь – нерозривно пов'язаних з усіма галузями та видами виробництва.

Аналіз останніх досліджень. У роботах Ніколаєва А.Ф. та Апухтіна Г.І. розглядався кінематичний гвинт стосовно лінійних спряжених поверхонь. Підкоритов А.Н. розширив можливості існуючої діаграми гвинта, визначив характеристики нелінійних гвинтових поверхонь.

Формулювання цілей статті. Розробити спосіб геометричного моделювання квазігвинтових поверхонь, що виключають інтерференцію, на базі параметричного кінематичного гвинта, стосовно просторових механізмів.

Основна частина. Впровадження більш сучасної технології обробки виробів у гнучких автоматизованих виробництвах, на обробляючих модулях, у свою чергу, потребує розробки ефективних методів геометричного моделювання спряжених квазігвинтових поверхонь.

Розглянемо геометричне зображення кінематичного гвинта у вигляді двох обертів навколо осі, що перехрещуються та застосування цього зображення до складання та розкладання рухів твердого тіла [1].

Зображення осі, що роблять оберти прямими, пов'язаними з точками, що лежать на колі, зустрічаються у багатьох авторів. Однак, ця побудова застосовується авторами щодо твердого тіла. Завдяки вдосконаленню, ця побудова виявилася здатною розглянути більшу

кількість випадків складання та розкладання рухів твердого тіла. Вдосконалення геометричного зображення гвинта, будемо називати просторовим параметричним кінематичним гвинтом.

Нехай дано два оберти навколо осі, що перехрещуються i та j (рис. 1) з найкоротшою відстанню AB , з кутовими швидкостями ω_A та ω_B та кутом γ між ними.

Визначимо результирувальний рух. Знайдемо напрям геометричної суми векторів ω_A та ω_B , прикладених у довільній точці O (рис. 2). Позначимо цю суму через ω_C :

$$\omega_C = \omega_A + \omega_B,$$

Модуль вектора ω_C можна визначити з рівності

$$\omega_C^2 = \omega_A^2 + \omega_B^2 + 2\omega_A\omega_B \cos \gamma, \quad (1)$$

а його напрям з рівностей (1.2)

$$\frac{\omega_A}{\sin \beta} = \frac{\omega_B}{\sin \alpha} = \frac{\omega_C}{\sin \gamma}. \quad (2)$$

Тут α та β - кути, які вектора ω_A та ω_B утворюють з векторами ω_C , $\gamma = \alpha + \beta$.

Розкладемо ω_A та ω_B (рис. 1) на складові $\omega_A \cos \alpha$ та $\omega_B \cos \beta$, паралельні ω_C та $\omega_A \sin \alpha$ та $\omega_B \sin \beta$, перпендикулярні ω_C складові $\omega_A \cos \alpha$ та $\omega_B \cos \beta$, як паралельні та однаково спрямовані, еквівалентні оберту з кутовою швидкістю.

$$\omega_C = \omega_A \cos \alpha + \omega_B \cos \beta \quad (3)$$

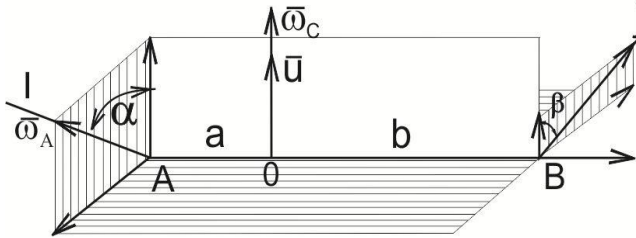


Рис. 1.

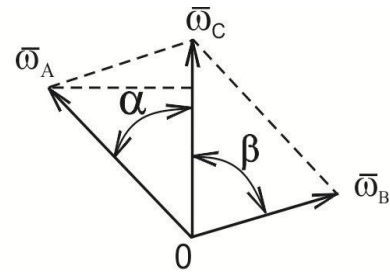


Рис. 2.

Навколо паралельної осі, що проходить через точку O прямої AB та задовольняє рівності

$$\frac{AO}{\omega_B \cos \beta} = \frac{OB}{\omega_A \cos \alpha} = \frac{AB}{\omega_C}. \quad (4)$$

AO та OB в подальшому будуть позначені відповідно a та b .

Складові $\omega_A \sin \alpha$ та $\omega_B \sin \beta$ дорівнюють за величиною (рис. 2) але зворотні за напрямом. Вони утворюють пару обертів, еквівалентних поступальному руху з швидкістю, модуль якої

$$u = AB \omega_A \sin \alpha = AB \omega_B \sin \beta. \quad (5)$$

Прикладемо вектор u у точці O . Отримаємо сукупність двох рухів: обертального з кутовою швидкістю ω_c та поступального з швидкістю u , спрямованому по ω_c . Така сукупність двох векторів еквівалентна гвинту з параметром h , що визначається рівностями (4) та (5):

$$h = \frac{u}{\omega_c} = b \operatorname{tg} \alpha = a \operatorname{tg} \beta. \quad (6)$$

Відстань між осями i та j домовимося відраховувати від точки O по осі x , вважаючи її спрямованою, наприклад, направо (рис.1). У такому випадку b буде позитивним, a - негативним. Домовимося приписувати знак плюс до кута, що утворений обертанням напівпрямой, на якій лежить ω_c , навколо точки O проти годинникової стрілки, якщо дивитися з позитивного кінця осі Ox , та в іншому випадку знак мінус (рис. 1 та 2).

За цієї умови у нашому випадку кут α буде позитивним, а кут β - негативним; тому у рівності (6) $\operatorname{tg} \beta$ буде негативним. Так як a також величина негативна, то

$$a \operatorname{tg} \alpha > 0.$$

З рівності (6) знаходимо:

$$\frac{a}{b} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}. \quad (7)$$

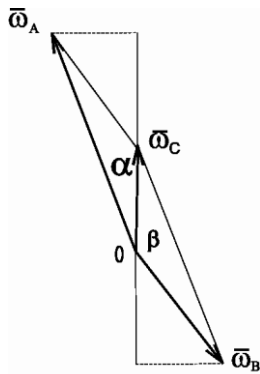


Рис. 3.

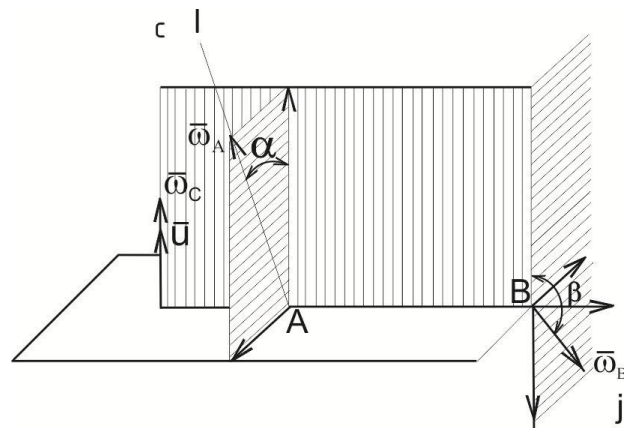


Рис.4.

Отже, миттєва ось обертання – ковзання гвинтового руху, еквівалентного двом обертам навколо осей, що перехрещуються, спрямована паралельно діагоналі паралелограма, побудованого на кутових швидкостях обертів; ця ось проходить через таку точку, яка ділить найкоротшу відстань між осями обертів на частини, прямо пропорційні тангенсам кутів, що утворюються за допомогою складових обертів з осі результативного (гвинтового) руху.

Виводячи рівності (6) ми передбачали, що кути α та β – обидва гострі (рис. 1 та 2). Припустимо тепер, що один з кутів, наприклад β ,

буде тупим (рис. 3 та 4). У такому випадку ω_A як сторона, що лежить напроти тупого кута, за абсолютною величиною буде більше кожної з двох інших сторін ω_C, ω_B . Розкладемо тепер ω_A та ω_B на складові:

- 1) За напрямом ω_C
- 2) За напрямом, перпендикулярному ω_C .

Знаходимо:

- 1) $\omega_A \cos \alpha$, спрямовану наверх та $\omega_B \cos \beta$, спрямовану донизу.

Припустимо, що перша за абсолютною величиною більша за другу.

- 2) $\omega_A \sin \alpha$ та $\omega_B \sin \beta$, що лежать у горизонтальній площині, чисельно є рівними, паралельними та протилежно спрямованими.

Складові $\omega_A \cos \alpha$ та $\omega_B \cos \beta$ еквівалентні обертанню з кутовою швидкістю

$$\omega_C = \omega_A \cos \alpha - \omega_B \cos \beta. \quad (8)$$

Навколо паралельної осі, що проходить через точку O , що лежить на продовженні прямої AB та задовольняє рівності (4).

Складові $\omega_A \sin \alpha$ та $\omega_B \sin \beta$ еквівалентні поступальному руху зі швидкістю u , що задовольняють рівності (5). Результативний рух буде гвинтовим з параметром h , що визначається рівністю (6), та віссю OC , положення якої визначається з рівності (7).

Припустимо, що $\omega_A \cos \alpha$ більше $\omega_B \cos \beta$. У цьому випадку ω_C , що лежить на продовженні AB за вектором більшої кутової швидкості ($\omega_A \cos \alpha$) та спрямований в бік обертання з більшою кутовою швидкістю, тобто наверх, буде співпадати з напрямом u . Гвинт у такому випадку буде правим. Якщо ж $\omega_A \cos \alpha$ буде меншим за $\omega_B \cos \beta$, - то спрямований у бік $\omega_B \cos \beta$, тобто донизу,

$$\omega_C = \omega_B \cos \beta - \omega_A \cos \alpha.$$

Точка прикладання O вектора ω_C буде лежати на продовженні AB з права, за точкою B . Гвинт у цьому випадку буде лівим.

Таким чином, гвинт буде правим у наступних випадках: якщо кути α и β обидва гострі.

Гвинт буде лівим, якщо при кутах α – гострий, а β – тупий $|\omega_A \cos \alpha| < |\omega_B \cos \beta|$.

Гвинт цілком характеризується осі C , швидкістю ковзання u , паралельною C та кутовою швидкістю ω_C , спрямованою по C . Гвинт може бути заданий також осі C , параметром h та кутовою швидкістю ω_C . Будемо позначати гвинт через (C, h, ω_C) .

У тих випадках, коли потрібно знати u та ω_C , домовимося позначати гвинт $(C, h,)$.

Параметр гвинта $h = \frac{u}{\omega_C}$, що має розмірність довжини та виражає поздовжнє переміщення тіла під кутом повороту, що дорівнює одному радіану, буде позитивним, якщо u та ω_C спрямовані в один бік; якщо ж u та ω_C спрямовані у протилежні боки, то h буде негативним.

Відповідно, гвинт буде правим, якщо параметр h буде позитивним та лівим, якщо h буде негативним.

Якщо $h = 0$, то гвинтовий рух стане обертальним. Обертальний рух навколо осі A з кутовою швидкістю ω_A домовимося позначати символом (A, ω_A) .

Якщо $h = \infty$, то гвинтовий рух перетворюється у поступовий. Поступовий рух зі швидкістю u , що паралельний будь-якій прямій T , домовимося позначати (T, u) , а пряму T будемо називати віссю поступального руху.

При значному позитивному значенні коефіцієнта відносного зміщення осі параметричного кінематичного гвинта має місце інтерференція профілей зубців ріжучого інструменту та частини евольвентного профіля, який належить до головки зуба колеса, що призводить до зрізу цієї частини профіля. У цьому випадку має місце загострення зуба колеса.

При значному заперечному значенні коефіцієнта відносного зміщення осі параметричного кінематичного гвинта має місце інтерференція профілей зубців ріжучого інструменту та частини евольвентного профіля, який належить до ніжки зуба колеса, що призводить до зрізу цієї частини профіля.

Зміна профілей зубців призводить до збільшення кінематичної точності механізму. Підрізання ніжок зубців зубчатих колес є небажаним, тому що це послаблює ніжку зуба колеса, що призводить до зменшення навантаженої здатності механізму.

Таким чином, визначаємо точність усередненого значення коефіцієнта відносного зміщення, при якому забезпечується відсутність підрізання ніжок та загострення головок, лише в цьому випадку виключена інтерференція зубчатого зачеплення.

Висновки. Точність та продуктивність побудови квазігвинтових поверхонь, що виключають інтерференцію, на базі параметричного кінематичного гвинта, може бути основою формування точних методів проектування складних поверхонь деталей, забезпечить їхню оптимальну форму та розміри з точки зору надійності, точності профілювання та підвищення продуктивності конструкторських робіт.

Література

1. 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.

2. *Подкорытов А.Н.* Исключение интерференции сопряженных поверхностей зубчатых передач. INTERNATIONAL CONGRES–GEAR TRANSMISSIONAL, Sofia–BULGARIA, 1995. – С.143–145.
3. *Исмаилова Н. П.* Алгоритм утворення кінематичного метода визначення інтерференції спряжених не лінійчатих поверхонь.// Міжвідомчий науково-технічний збірник. Випуск №84 «Вісник КНУБА» – Київ, 2010. – С. 271-275.

ДИАГРАММА ВИНТА И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СОПРЯЖЕННЫХ КВАЗИВИНТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИСКЛЮЧАЮЩИХ ИНТЕРФЕРЕНЦИЮ

Н.П. Исмаилова, А.М. Подкорытов

Аннотация – предложен метод исключения интерференции сопряженных квазивинтовых поверхностей в пространственных механизмах, на базе параметрического кинематического винта.

CHART SCREW AND ITS APPLICATION TO THE ADJOINT KVAZIVINTOVYH SURFACE EXCEPT INTERFERENCE

N. Ismailova, A. Pidkoritov

Summary

The method of Interference kvazivintovyh conjugate surfaces in the spatial arrangements on the basis of parametric kinematic screw.