

ПАРАМЕТРИЧНИЙ КІНЕМАТИЧНИЙ ГВИНТ СПРЯЖЕНИХ КРИВОЛІНІЙНИХ ПОВЕРХОНЬ ПРИ ОБРОБКИ ШЛІФУВАННЯМ

У даній роботі пропонується побудова параметричного кінематичного гвинта двох спряжених криволінійних поверхонь, одна з яких є інструментом (фасонний шліфувальний круг), а інша – виробом (гвинт, використовуваний в передачі гвинт-зайка коенця (ГТК)).

Постановка проблеми. Різноманітні форм поверхонь створює великі труднощі при їх вивченні. Для того, щоб полегшити процес вивчення поверхонь, доцільно вивчити їх систематизацію, розподіливши всі поверхні на класи, підкласи, групи і підгрупи.

Аналіз досягнень і публікацій. В нарисній геометрії геометричні фігури задаються графічно, тому доцільно розглядувати поверхню як сукупність всіх послідовних положень деякої лінії, що переміщається у просторі. Утворення поверхні за допомогою лінії дозволяє дати інше визначення поверхні, що базується на основних елементарних геометричних поняттях, таких, як точка і множина. В свою чергу лінія визначається як безперервна однопараметрична безліч точок. Теоретичні основи моделі конструювання криволінійних технологічних поверхонь наперед заданих параметрах і профілізації зв'язаних криволінійних поверхонь, а також моделювання кінематичного гвинта стосовно просторових механізмів дозволяє збільшити точність і продуктивність процесу конструкторської і технологічної підготовки виробництва.

Формулювання цілей статті – розкладання складних криволінійних поверхонь на прості класи, підкласи, групи, підгрупи, а також побудову параметричного кінематичного гвинта, стосовно цих поверхонь, на прикладі обробки шліфуванням фасонним кругом.

Основна частина. Два тверді тіла, дотикаються поверхнями і що мають можливість рухатися щодо один одного, утворюють кінематичну пару (КП). КП допускає не будь-який рух ланок щодо один одного, а тільки такий рух, який узгоджується з характером зіткнення і з формою дотичних поверхонь. Складніші відносні рухи можна реалізувати в парах, характер дотику ланок в яких допускає не лише відносне ковзання, але і перекочування. Такі пари називаються вищими (ВКП). ВКП – пара, в якій необхідний відносний рух ланок може бути отримане тільки стиканням ланок по лінійках або по точках. У ВКП поверхневий контакт неможливий оскільки він унеможливило перекочування тіл. Якщо контакт у ВКП відбувається по лінії, то вона називається миттєвою контактною лінією і рухаючись щодо кожної з дотичних ланок. Ця лінія як би «покриває» описує, або формує його поверхню, тобто поверхня кожної з ланок пари можна розглядувати як геометричне місце миттєвих контактних ліній в системі координат, пов'язаній з ланкою. Миттєва контактна лінія – лінійка

перетину поверхні зачеплення з будь-якою з двох дотичних поверхонь. При точковому контакті, контактна точка в системі координат пов'язаних з ланками описує деяку контактну лінію на контактуючій поверхні, в нерухомій системі координат – лінію зачеплення.

Перейдемо до розгляду двох тіл I і 2 , що здійснюють обертальний рух, відповідно навколо центрів $O1$ і $O2$ з кутовими швидкостями $\omega 1$ і $\omega 2$, і створюючих між собою вищу кінематичну пару.

Основна теорема зачеплення. Контактна нормаль до профілів вищої пари перетинає лінію центрів в полюсі відносного обертання ланок. Профілі у вищій кінематичній парі мають бути виконані так, щоб контактна нормаль до них проходила через полюс відносного обертання ланок.

$Vk2, Vkl$ - вектора відносної швидкості;

$Vk2_{kl}$ - вектор швидкості відносного ковзання в точці контакту;

IKP - відстань від контактної крапки до полюса відносного обертання – є нормаллю до профілів в точці контакту.

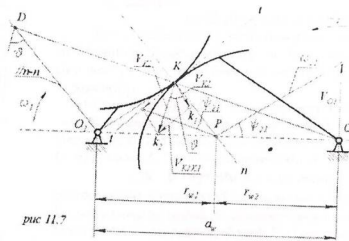


рис 11.7

Розглянемо кінематичне співвідношення двох тіл, одне з якого інструмент ΣI (шліфувальний круг), а друге виріб $\Sigma 2$ (гвинт, використовуваний в передачі ГТК).

Хай тіло ΣI обертається біля осі $O1$ з кутовою швидкістю $\omega 1$, а тіло $\Sigma 2$ – біля осі $O2$ з кутовою швидкістю $\omega 2$. Позначимо миттєву вісь відносного руху через V . Найкоротша відстань між осями $O1$ і $O2$ позначимо через a_{ω} , відстань цих осей до осі V будуть відповідно a і a' , тоді $a + a' = a_{\omega}$.

Кут між осями i і V позначимо через α , кут між осями j і V через β , а кут між осями i і j – γ , так що

$$\alpha + \beta = \gamma.$$

Відносний рух тіл, що обертаються, буде гвинтовим рухом, що складається з обертання біля миттєвої осі V з кутовою швидкістю $\omega \sin \alpha$ ковзання уздовж цієї осі із швидкістю u .

Положення миттєвої осі визначається з умови:

$$a \operatorname{tg} \beta = \epsilon \operatorname{tg} \alpha.$$

Напрямок миттєвої осі V визначається рівнянням

$$\omega \sin \alpha = \omega \sin \beta$$

Кутова швидкість обертання біля осі V знаходиться з рівняння

$$\omega \cos \alpha = \omega \cos \beta + \omega \sin \beta$$

Швидкість поступальної ходи уздовж осі V буде:

$$u = a \omega \sin \alpha = a \omega \sin \beta$$

Відносний гвинтовий рух тіл, що обертаються, характеризується параметром миттєвого гвинта h , який дорівнює відношенню швидкості поступальної ходи u до швидкості обертання $\omega \sin \alpha$:

$$h = (u) / \omega \sin \alpha$$

Аксoidsми двох спряжених криволінійних поверхонь між осями, що перехрещуються, будуть: A - односмуговий гіперболоїд і B - гелікоїд, що є геометричними місцями положень осі V в тілах ΣI і $\Sigma 2$.

У кульково-гвинтовій передачі при обробці гвинта шліфувальним фасонним довкола поверхні інструменту і виробу відноситься до загального класу I - нелінійчаті. Критерії для ділення класу на підкласи, групи, підгрупи і види беруться з визначника поверхні. У даній передачі інструмент - шліфувальний круг, профіль якого має арочну форму і відноситься до наступних підрозділів:

- 2-ої підклас, оскільки поверхня, образована обертанням утворюючої лінії і називається *поверхнею обертання*;
 - група А - поверхня обертання загального вигляду, яка утворюється довільний кривій при її обертанні навколо нерухомої осі. До складу визначника входить твірна g і вісь обертання i .
- Умова визначника -

$$\Phi(g, i); [g_j = R(g)].$$

Виріб - гвинт, його критерії:

- 3-ій підклас, оскільки поверхня утворена гвинтовим переміщенням утворюючою і називається *гвинтовою поверхнею*;
- група А - гвинтова поверхня з криволінійною утворюючою. Закон цього переміщення визначається видом гвинтової лінії (її діаметром, кроком і ходом) і характером розташування утворюючої. Визначник гвинтової поверхні має вигляд

$$\Phi(g, i); [g_j = T_i(g) \circ R_i(g)],$$

де g - твірна (крива), i - вісь гвинтової лінії.

На рис.2 представлена обробка гвинта фасонним шліфувальним кругом на шліфувальному верстаті з ЧПУ.

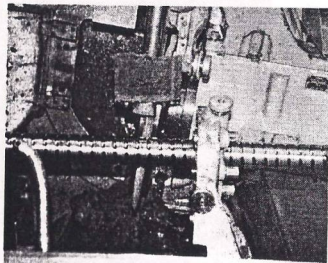


Рис.2 Шліфувальна обробка виробу

При обробці нелінійчатих поверхонь по методу обкатки (шліфування) поверхня виробу має бути такою, що огинає у відносному русі інструменту, тобто поверхні виробу і інструменту мають бути спряженими.

Способ побудови діаграми спряжених поверхонь звольєнтова гвинтова поверхня і поверхня обертання загального вигляду. Нелінійчатим гелікоїдом називають гвинтову поверхню, утворену рухом $(3, h)$ прямою A . Так як A віддалена від осі гвинта I на відстань

$$de \alpha - \text{кут між } A \text{ і } I, \text{ то такий гелікоїд називається таким, що}$$

розгортає або відкриває або звольєнтований гвинтову поверхню (Рис. 3). В цьому випадку твірна A зближується з дотичною, проведеною до відповідної точки гвинтової лінії. Ця гвинтова лінія з ребром повернення поверхні, що розгортається. Торцевий перетин відкритого гелікоїда буде звольєнстрою кола радіуса r .

За допомогою визначника гвинта в загальному випадку визначаються наступні 13 визначальних параметрів зв'язаних гвинтових поверхонь: $\Sigma 1, \Sigma 2, \Phi$.

1. AB — відстань між осями i і j , що схрещуються;
2. a — відстань між осями i і m , що схрещуються;
3. b — відстань між осями j і m , що схрещуються;
4. r — радіус кола звольєнстрою $(k=a/b)$;
5. γ — кут між осями i і j ;
6. δ — кут між осями i і m ;
7. β — кут між осями j і m ;
8. α — кут A ;
9. β_1 — кут B ;
10. β_2 — кут B ;
- 10.13 — кут B ;

Відносний рух тіл, що обертаються, буде гвинтовим рухом, що складається з обертання біля миттєвої осі V з кутовою швидкістю $\omega \phi$ ковзання уздовж цієї осі із швидкістю u .

Положення миттєвої осі визначається з умови:

$$a \operatorname{tg} \beta = v \operatorname{tg} \alpha.$$

Напрямок миттєвої осі V визначається рівняннями

$$\omega_A \sin \alpha = \omega_B \sin \beta$$

Кутова швидкість обертання біля осі V знаходиться з рівняння

$$\omega_C = \omega_A \cos \alpha + \omega_B \cos \beta$$

Швидкість поступальної ходи уздовж осі V буде:

$$u = a_{\omega} \omega_A \sin \alpha = a_{\omega} \omega_B \sin \beta$$

Відносний гвинтовий рух тіл, що обертаються, характеризується параметром миттєвого гвинта h , який дорівнює відношенню швидкості поступальної ходи u до швидкості обертання $\omega \phi$:

$$h = (u) / \omega \phi.$$

Аксoidами двох спряжених криволінійних поверхонь між осями, що перекрещуються, будуть: A - односмугвий гіперболоїд і B - гелікоїд, що є геометричними місцями положень осі V в тілах $\sum 1$ і $\sum 2$.

У кульково-гвинтовій передачі при обробці гвинта шліфувальним фасонним доволка поверхні інструменту і виробу відноситься до загального класу I - нелінійчаті. Критерії для ділення класи на підкласи, групи, підгрупи і види беруться з визначника поверхні. У даній передачі інструмент - шліфувальний круг, профіль якого має арочну форму і відноситься до наступних підрозділів:

- 2-ой підклас, оскільки поверхня, образована обертанням утворюючої лінії і називається *поверхнею обертання*;

- група А - поверхня обертання загального вигляду, яка утворюється довільний кривій при її обертанні навколо нерухомої осі. До складу визначника входить твірна g і вісь обертання t .

Умова визначника -

$$\Phi(g, t); [g] = R(g).$$

Виріб - гвинт, його критерії:

- 3-ній підклас, оскільки поверхня утворена гвинтовим переміщенням утворюючої і називається *гвинтовою поверхнею*;

- група А - гвинтова поверхня з криволінійною утворюючою. Закон цього переміщення визначається видом гвинтової лінії (її діаметром, кроком і ходом) і характером розташування утворюючої. Визначник гвинтової поверхні має вигляд

$$\Phi(g, t); [g] = T(t(g) \circ R_t(g)).$$

де g - твірна (крива), t - вісь гвинтової лінії.

На рис.2 представлена обробка гвинта фасонним шліфувальним кругом на шліфувальному верстаті з ЧПУ.

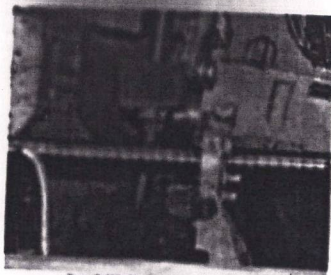


Рис.2 Шліфувальна обробка виробу

При обробці нелінійчатих поверхонь по методу обкатки (шліфування) поверхня виробу має бути такою, що огинає у відношенню руці інструменту, твірна поверхні виробу і інструменту мають бути спряженими

Спосіб побудови діаграми спряжених поверхонь звольнена гвинтова поверхня і поверхня обертання загального вигляду. Нелінійчатим гелікоїдом називають гвинтову поверхню, утворену рухом

(3, h) прямою A . Так як A віддалена від осі гвинта Z на відстань

де a - кут між A і Z , то такий гелікоїд називається таким, що

розгортає або відкриває звольненої гвинтовою поверхнею (Рис. 3). В цьому випадку твірна A збігається з дотичною, проведеною до відповідної точки гвинтової лінії. Ця гвинтова лінія є ребром повернення поверхні, що розгортається. Торцевий перетин відкритого гелікоїда буде звольненою кола радіусу.

За допомогою кінематичного гвинта в загальному випадку визначаються наступні 13 взаємоз'язаних параметрів зв'язаних гвинтових поверхонь: $\sum 1, \sum 2, \Phi$:

1. AB — відстань між осями i і j , що схрещуються;
2. a — відстань між осями i і m , що схрещуються;
3. b — відстань між осями j і m , що схрещуються;
4. k — передавальне відношення ($k=a/b$);
5. γ — кут між осями i і j ;
6. α — кут між осями i і m ;
7. β — кут між осями m і j ;
8. h_1 — крок A ;
9. h_2 — крок гелікоїда B ;
10. h_3 — крок гелікоїда Φ ;

11. ω_A — швидкість обертання осі j ;
 12. ω_B — швидкість обертання осі i ;
 13. ω_C — швидкість обертання осі m .

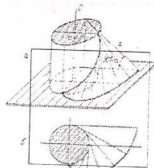


Рис. 3 Витова поверхня

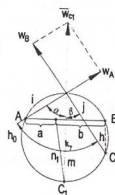


Рис. 4 Кінематичний гвинт

1. A_B
2. a
3. b
4. перед. отн. a/b
5. α
6. β
7. γ
8. h
9. h_0
10. h_0
11. w_A
12. w_B
13. w_{ct}

Висновки. У даній статті представлений параметричний кінематичний гвинт для спряжених криволінійних двох поверхонь, одна з яких є інструмент (фасонний шліфувальний круг), а друга – виріб (гвинт, використовуваний в передачі ГТК). Розглянута складна криволінійна поверхня і розподілена на класи, підкласи, групи і підгрупи.

Література

1. А.Н.Подкоритов. Автоматизация, электронное моделирование и дослідження інтерференції зв'язаних криволінійних поверхонь на базі ЕОМ. – Омськ; Зап-сіб.кн.ізд, 1976г., 168с.
2. Г.И.Анухтин. Исследование косозубых передач. – М.: Машгиз., 1950. – 50с.
3. А.Ф.Николаев. Диаграмма винта и ее применение к определению сопряженных линейчатых поверхностей с линейным касанием. – М.: Машгиз., 1950. – 55с.
4. С.А.Фролов. Начертательная геометрия. – М.: Машиностроение, 1983. – 240с

THE PARAMETRICAL KINEMATIC SCREW OF INTERFACED CURVILINEAR SURFACES REPRESENTED BY THE EXAMPLE OF PROCESSING BY GRINDING

A.Perperi

In the given work construction of the parametrical kinematic screw of two interfaced curvilinear surfaces one of which is the tool (a shaped grinding

circle), and another - a product (the screw used in transfer the screw-nut качения (ВГК)) is offered.