

УДК515.2

Нікітенко О.А.

Одеська державна академія будівництва та архітектури

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КРИВОЛІНІЙНИХ СПРЯЖЕНИХ ПОВЕРХОНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ДІАГРАМИ КІНЕМАТИЧНОГО ГВИНТА

Нікітенко О.А. Геометричне моделювання криволінійних спряжених поверхонь з використанням діаграми кінематичного гвинта. В даній роботі для заданої криволінійної гвинтової поверхні побудовано криволінійну поверхню обертання та криволінійну гвинтову поверхню. Для вирішення задачі спряжених поверхонь було використано діаграму кінематичного гвинта для таких поверхонь. Спряжені поверхні подані у графічному редакторі AutoCAD.

Ключові слова: спряжені поверхні, поверхня обертання, гвинтова поверхня, діаграма кінематичного гвинта.

Никитенко О.А. Геометрическое моделирование криволинейных сопряженных поверхностей с использованием диаграммы кинематического винта. В данной работе для заданной криволинейной винтовой поверхности построено криволинейную поверхность вращения и криволинейную винтовую поверхность. Для решения задачи сопряженных поверхностей было использовано диаграмму кинематического винта для таких поверхностей. Сопряженные поверхности поданы в графическом редакторе AutoCAD.

Ключевые слова: сопряженные поверхности, поверхности вращения, винтовая поверхность, диаграмма кинематического винта.

Nikitenko O. Geometric modeling curved conjugate surfaces with using of a diagram of kinematic screw. In this paper curved surface of revolution and curved helical surface are constructed for a given curved helical surface. Diagram of a kinematic screw is used for such surfaces to solve this problem of conjugate surfaces. These surfaces are drawn in the graphics program AutoCAD.

Постановка проблеми. На даний час в різних галузях виробництва все більш широке використання знаходять різноманітні складні криволінійні поверхні. Використання комп'ютерних технологій дозволяє доповнювати математичні методи завдання поверхонь та їх розрахунки трьохвимірними комп'ютерними моделями. Це в свою чергу надає потужний імпульс розвитку прикладної геометрії поверхонь, а також стимулює поширене використання у виробництві. В роботах вітчизняних та зарубіжних вчених, таких як Михайленка В.С., Підгорного О.Л., Павлова А.В., Тевліна А.М., Підкоритова А.М., приділялась велика увага формуванню поверхонь з урахунком все більшої кількості наперед заданих умов та законами конструювання. Особливе місце серед складних криволінійних поверхонь займають криволінійні спряжені поверхні, які використовуються у різноманітних зубчастих зачепленнях і в гвинтових компресорах. Складність формоутворення таких поверхонь полягає у тому, що: по-перше, вони повинні конструюватись не поодиноці, а у парі, тобто одна поверхня є чітко обвідною іншої; по-друге, потрібно урахувати рух цих поверхонь, так як у статичному русі вони не використовуються. У зв'язку з цим розкривається широке поле діяльності для науковців, проєктантів та пошукувачів в області вдосконалення відомих зубчастих передач та пошуках нових видів зачеплень.

Аналіз останніх досліджень. Великий внесок у формуванні спряжених криволінійних гвинтових поверхонь вніс Підкоритов А.М. [1, 2]. При конструюванні двох спряжених лінійчатих поверхонь враховується наступна умова – через кожну точку лінії контакту проходить нормаль до характеристики (твірної обох поверхонь) і вона в свою чергу перетинає осі заданих спряжених поверхонь. Цю умову і закладено в побудові діаграми кінематичного гвинта для лінійчатих спряжених поверхонь. Теорія Підкоритова А.М. для конструювання криволінійних поверхонь полягає у впровадженні сім'ї обвідних аксоїдів для кожної поверхні з урахуванням параметрів, які задовольняють діаграму кінематичного гвинта. Тобто, для сім'ї гвинтових ліній заданої поверхні будується сім'я гвинтових ліній шуканої поверхні і всі параметри спряження (відстань від характеристики до відповідної осі та кути нахилу) визначаються за допомогою діаграми. Фактично для конструювання однієї пари спряжених криволінійних поверхонь діаграма гвинта використовується багаторазово. Учні Підкоритова А.М. наполегливо розвивали запропоновану ним теорію у своїх працях [3, 4, 5, 6].

Метою дослідження є процес побудови для гвинтової криволінійної поверхні спряженої, а саме – спряженої криволінійної поверхні обертання і криволінійної гвинтової поверхні.

Виклад основного матеріалу. На даний час теорія Підкоритова А.М. щодо використання діаграми кінематичного гвинта для побудови спряжених поверхонь достатньо розвинута. Було захищено декілька докторських і кандидатських дисертацій у цьому напрямку. Але незважаючи

на велику кількість публікацій і досліджень чіткої побудови таких поверхонь у редакторі AutoCAD не було зроблено. Частково це відбулося через вирішування більш практичних завдань, а не теоретичних. Хоча розв'язування останніх не тільки полегшує рішення практичних, а й надає подальші шляхи розвитку як теорії так і практики.

Необхідно додати, що діаграму кінематичного гвинта для спряжених поверхонь, яку запропонував Підкоритов, у процесі використання у редакторі AutoCAD було змінено. З діаграми було прибрано швидкості миттєвих аксоїдів, так як вони були зайві. Так як вихідні параметри спряження – відстань та кут між осями сталі, а лише змінюються відстані та кути щодо характеристики, то було запроваджено сім'ю твірних аксоїдів (характеристик) у зоні криволінійного контакту [7]. В наведеній роботі якраз було розглянуто побудову спряженої гвинтової поверхні для криволінійної поверхні обертання. А в даній статі розглянуто зворотню задачу – для заданої криволінійної гвинтової поверхні побудувати спряжені – гвинтову та обертання.

Наприклад, задано довільну гвинтову криволінійну поверхню з кроком $h = 60$ (Рис. 1). Параметри спряження наступні: відстань між осями $l = 100$, $\varphi = 19$. Для побудови діаграми відкладаємо відстань l , крок h і кут φ . Через три точки проводимо коло. У «зоні спряження» беремо сім'ю характеристик, положення яких у діаграмі відзначає кути нахилу до осей та відстані до них (Рис. 2). Алгоритм побудови спряженої поверхні наступний:

1. У комп'ютерному просторі відкладаємо відстань між осями l і задаємо вісь поверхні обертання, нахилу до осі заданої поверхні під кутом φ .
2. Будуємо сім'ю твірних аксоїдів, відповідні параметри для яких визначаємо з діаграми.
3. За допомогою команди «Сховати» графічно визначаємо точки перетину заданої поверхні з побудованими характеристиками (Рис. 3). Якщо поверхня буде задано аналітично, то координати точок перетину можна буде визначити розрахунками.
4. Точки перетину з'єднуються у просторову криву, яка в свою чергу буде твірною для поверхні обертання.
5. За допомогою команди «Моделювання сітки обертання» формуємо шукану поверхню (Рис. 4). При аналітичному завданні вихідної поверхні можна буде отримати аналітичний опис шуканої.

Необхідно відмітити, що головним критерієм у формуванні таких поверхонь – це відсутність їх перетину. Оглянувши побудовані комп'ютерні моделі поверхонь з різних сторін ми можемо упевнитись у відсутності останнього.

Якщо уважно придивитись до просторової лінії контакту двох поверхонь, то можна припустити, що контакт цих поверхонь проходить по геодезичній лінії.

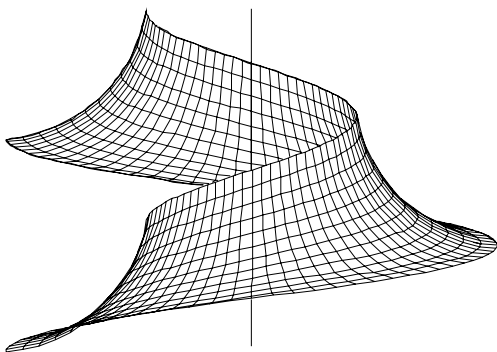


Рис. 1. Довільна гвинтова криволінійна поверхня з кроком $h = 60$

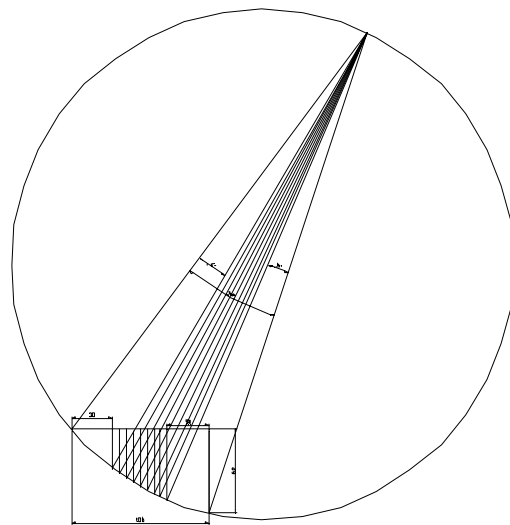


Рис. 2. Сім'я характеристик, положення яких у діаграмі відзначає кути нахилу до осей та відстані до них.

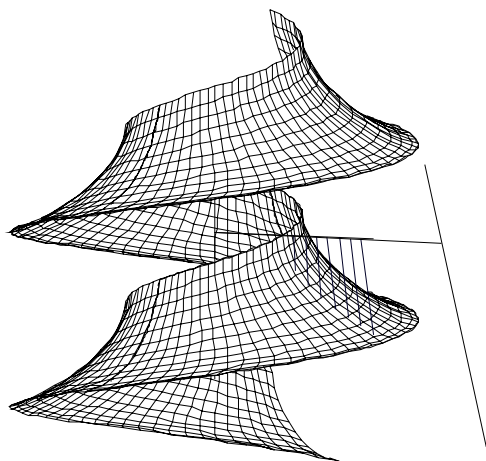


Рис. 3. Визначення точки перетину заданої поверхні з побудованими характеристиками

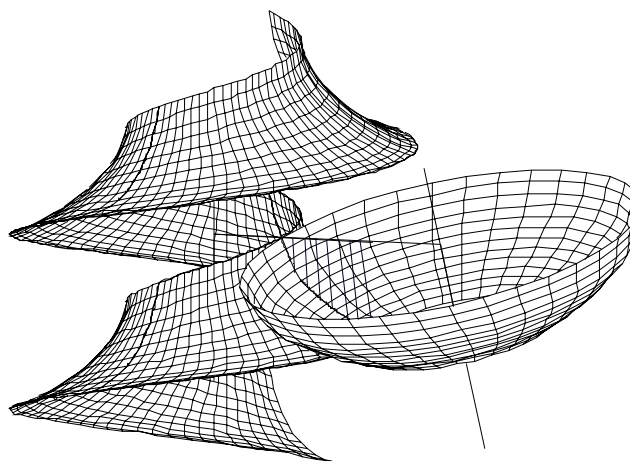


Рис. 4. Результат команди «Моделювання сітки обертання»

А зараз розглянемо іншу задачу – побудову двох криволінійних гвинтових спряжених поверхонь. Відстань між осями $l = 80$, $\varphi = 16$, крок заданої гвинтової поверхні $h_1 = 60$, а шуканої $h_2 = 20$. Для побудови діаграми відкладаємо відстань l , кроки h_1 і h_2 та кут φ . Через три точки проводимо коло (Рис. 5). Далі побудова діаграми та спряжених поверхонь аналогічна першій задачі. Винятком є лише шукана поверхня – в першій задачі це поверхня обертання, а в другій – це гвинтова поверхня (Рис. 6). Тобто в першій задачі для кожної гвинтової лінії будувалося спряжене коло, а в цій задачі для кожної гвинтової лінії будується спряжена гвинтова. Сім'я цих гвинтових ліній утворює шукану гвинтову криволінійну поверхню.

Обертаючи дві поверхні у комп'ютерному редакторі (Рис. 7) ми можемо впевнитись, що побудовані поверхні не перетинаються і задовольняють вимогу щодо спряжених поверхонь.

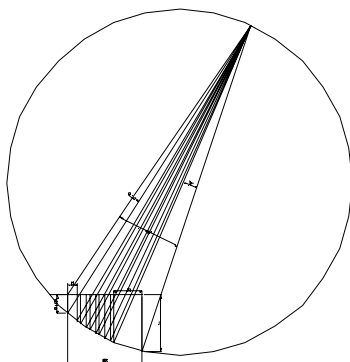


Рис. 5

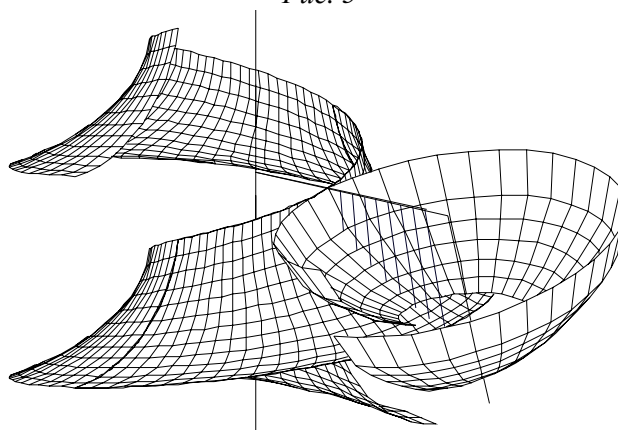


Рис. 6

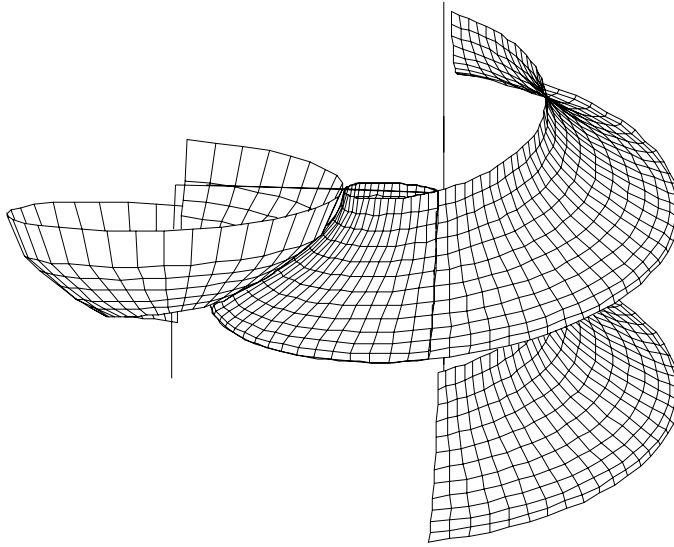


Рис. 7

Висновок. Як бачимо, за допомогою запропонованої діаграми можна будувати спряжені криволінійні поверхні. Розроблений метод допомагає на стадії проектування креслень запобігти перетину таких поверхонь.

Якщо уважно придивитись до просторової лінії контакту двох поверхонь, то можна припустити, що контакт цих поверхонь проходить по геодезичним лініям. Певно, що це припущення має бути доведено аналітично. Але якщо це є так, то конструювання двох криволінійних поверхонь може звестися до визначення необхідних геодезичних ліній, а це вже значно розширює пошуки.

Наступним кроком у пошуках буде аналітичний опис таких спряжених поверхонь. Для того щоб впорядкувати криволінійні поверхні і мати можливість використати математичний апарат введемо такий клас гвинтових поверхонь, які утворені дугами та кривими другого порядку - еліпсом, параболою та гіперболою.

1. Подкорытов А.Н. Кинематический метод образования сопряженных винтовых поверхностей с применением диаграммы винта. Труды Московского научно-методического семинара по начертательной геометрии и инженерной графике. 1963. – Вып. 2. – С. 36 - 45.
2. Подкорытов А.Н. Аналитический метод и алгоритм определения интерференции сопряженных криволинейных поверхностей на базе ЭВМ // Приклад. геометрия и инж. графика : респ. межвед. науч.-техн. сб. – К., 1987. – Вып. 43. – С. 11 – 13.
3. Подкорытов А.Н., А. Ю. Браилов Определение параметров кинематического винта сопряженных поверхностей // Приклад. геометрия и инж. графика : респ. межвед. науч.-техн. сб. – К., 1997. – Вып. 61. – С. 22 – 24.
4. Подкорытов А.Н. А. В. Павлышко, Л. Г. Дюкре Развитие кинематического винта // Тр. Одес. политехн. ун-та. – О., 2006. – Вып. 1 (25). – С. 17 – 19.
5. Підкоритов А.М., Юрчук В.П. Конструювання спряжених поверхонь вилчатих і дискових копачів шляхом застосування діаграм гвинта // Приклад. геометрія та інж. графіка : респ. міжвід. наук.-техн. зб. – К., 1994. – Вып. 56. – С. 28 – 31.
6. Підкоритов А.М., Юрчук В.П. Комп'ютерне моделювання кінематичного гвинта. // Прикладная геометрия и инженерная графика. – Мелитополь: ТГАТА, 1999. Вып. 4. – Том 10. – С. 30-34.
7. Нікітенко О.А. Геометричне моделювання спряжених криволінійних поверхонь з використанням діаграм кінематичного гвинта. // Тезиси докладов міжнародної науково-методическої конференції «Современные проблемы геометрического моделирования». – Донецк: ДонГТУ, 2000. – С. 118–119.