

ВИВЧЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОСТОРОВОЇ КРИВОЇ ЛІНІЇ В СИСТЕМІ SOLIDWORKS

Гавриленко Є.А., д.т.н.

Холодняк Ю.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Постановка проблеми. Прискорення науково-технічного прогресу вимагає кардинального посилення підготовки інженерно-технічних і наукових кадрів. Важлива роль у рішенні цієї задачі покладається на комп'ютерну підготовку студентів.

Майбутні фахівці повинні вміти користуватися готовими пакетами прикладних програм, застосовувати їх при розв'язанні інженерних та наукових задач.

У рамках курсу «Формоутворення складних поверхонь» студенти вивчають методи формування складних робочих поверхонь, що обмежують вироби, функціональне призначення яких – взаємодія із середовищем. Теоретичні знання отримані студентами повинні бути закріплені шляхом реального моделювання на практичних заняттях. Необхідні практичні навички набуваються при створенні геометричних комп'ютерних моделей динамічних поверхонь з використанням пакета SolidWorks.

Однією із задач прикладного характеру, яку доводиться розв'язувати при формуванні моделей складних функціональних поверхонь – визначення локальних диференціально-геометричних характеристик кривих ліній, які використовують при створенні каркасу поверхні. При використанні просторових кривих ліній до таких характеристик слід відносити, положення в точках кривої елементів основного тригранника, значення кривини та скруту. Особливе значення вказані характеристики мають при моделюванні поверхонь що направляють середовище, в яких осьова лінія є просторовою кривою. В цьому випадку, поперечні перетини каркасу, розташовують відносно осьової лінії з врахуванням положення основного тригранника [1,3].

Проте, сучасні пакети геометричного моделювання, такі як SolidWorks, AutoCAD, та інші, не містять функцію визначення положення основного тригранника. Розрахувати положення елементів тригранника методами диференціальної геометрії і сформувати тригранник за результатами розрахунків в пакеті геометричного моделювання – трудомістка задача, що вимагає спеціальних знань. Рівняння, що визначає елементи тригранника Френе (дотична, головна нормаль, бінормаль) в точках просторової кривої лінії, може бути

визначене на основі вектор-функції кривої [2]. Проблема полягає в тому, що при моделюванні кривої лінії в пакеті геометричного моделювання (наприклад SolidWorks) аналітичне представлення кривої, як правило, невідомо. Крім того, формування геометричних образів по їх аналітичному представленню, в пакеті геометричного моделювання є складним із-за необхідності додаткових розрахунків й проміжних побудов.

За допомогою стандартних функцій пакета SolidWorks, в автоматизованому режимі можливо створювати дотичну пряму до просторової кривої лінії [4]. Формування головної нормалі чи бінормалі при моделюванні кривої лінії в пакетах комп'ютерного геометричного моделювання (SolidWorks, AutoCAD) не передбачено.

Розробка та вивчення методики визначення локальних характеристик кривої лінії, з використанням функцій пакета геометричного моделювання SolidWorks – актуальна задача підготовки спеціалістів в області створення комп'ютерних моделей складних функціональних поверхонь.

Основні матеріали дослідження. Метою статті є розробка методики визначення локальних характеристик в точках просторової кривої лінії, сформованої в пакеті SolidWorks.

Вихідними даними при розв'язанні поставленої задачі, є просторова крива лінія, сформована в 3D-ескізі системи SolidWorks. Крива лінія може бути сформована за допомогою функції «Сплайн», або отримана як перетин двох криволінійних поверхонь.

Функції системи SolidWorks, в автоматизованому режимі, дозволяють створювати єдиний елемент основного тригранника – пряму дотичну до просторової кривої лінії (t). Для цього з використанням функції «Співпадіння» створюється точка, яка належить кривій лінії та пряма, яка проходить через цю точку. Далі на пряму й просторову криву лінію накладають взаємозв'язок «Дотик».

Головну нормаль сформуємо як пряму, яка проходить через точку на просторовій кривій до центру відповідного стичного кола.

Стичне коло визначимо як коло, яке проходить через точку дотику з кривою лінією (ця точка є точкою дотику прямої t з кривою) та дві нескінченно близькі до неї точки, які належать до цієї кривої [2].

Для цього створимо три точки, які належать до кривої лінії та довільне коло. На коло та кожен з точок, послідовно накладаємо взаємозв'язок «Співпадіння». Між середньою з трьох розташованих на кривій точок – точкою дотику та іншими двома точками створюємо лінійні розміри. На рисунку 1 ці розміри позначені як «h».

Система SolidWorks дозволяє корегувати значення створених розмірів з точністю до 10^{-6} мм.

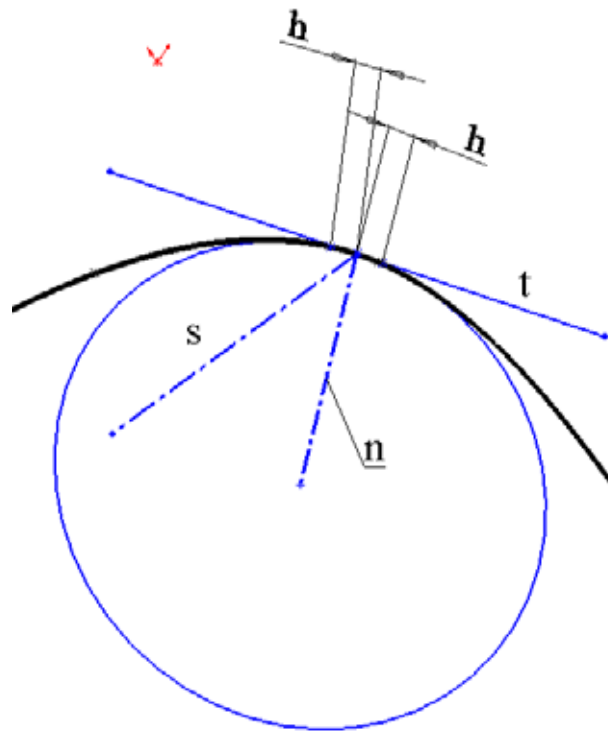


Рис. 1. Побудова основного тригранника та стичного кола в точці кривої

Зменшуючи відстань h між вказаними точками, можливо як завгодно точно визначити положення стичного кола. При цьому, пряма, яка проходить через точку дотику і центр створеного кола (на рисунку це пряма n), наближається до положення головної нормалі просторової кривої лінії.

Існує можливість визначити положення довільної прямої сформованої в SolidWorks – система автоматично розраховує кути нахилу прямої до осей координат. Якщо при зменшенні відстані h пряма n не змінює своє положення, то це означає, що ми визначили положення головної нормалі з максимальною точністю можливою в системі SolidWorks.

Після формування прямих t та n створюється бінормаль (s). Для цього на довільну пряму накладаються взаємозв'язки: «Співпадіння» з точкою дотику та «Перпендикулярність» з прямими t та n .

Система SolidWorks дозволяє переміщувати точку дотику разом з моделлю основного тригранника вздовж кривої лінії. При цьому тригранник та стичне коло обертаються навколо дотичної t відповідно до напрямку скруту кривої, а стичне коло змінює свій розмір відповідно значенням кривини в її точках.

Створена модель дозволяє визначити локальні характеристики в довільній точці кривої лінії, а також допомагає зрозуміти їх геометричний зміст.

В якості приклада практичного застосування локальних характеристик кривих ліній пропонується створити модель внутрішньої аеродинамічної поверхні призначеної для транспортування газу.

Поверхня формується в системі геометричного моделювання SolidWorks на основі дискретного лінійчатого каркаса. Осьова лінія поверхні – просторова крива. Поперечні перетини каркаса розташовані в площинах, нормальних до осьової лінії. Форма та площа поперечних перетинів плавно змінюється від прямокутника з округленими кутами до кола, відповідно до прямолінійного графіка зміни площ перетинів уздовж поверхні. Центри ваги поперечних елементів каркаса повинні розташовуватися на осьовій лінії, а вісь симетрії кожного з перетинів повинна збігатися з головною нормаллю просторової осьової лінії у відповідній точці.

Після створення головних нормалей у точках осьової лінії з якими сполучені центри ваги поперечних перетинів каркаса, на осі симетрії перетинів і головні нормалі накладається взаємозв'язок «Паралельний». При цьому вісь симетрії збігається із головною нормаллю, а перетини займають задане положення (рис. 2).

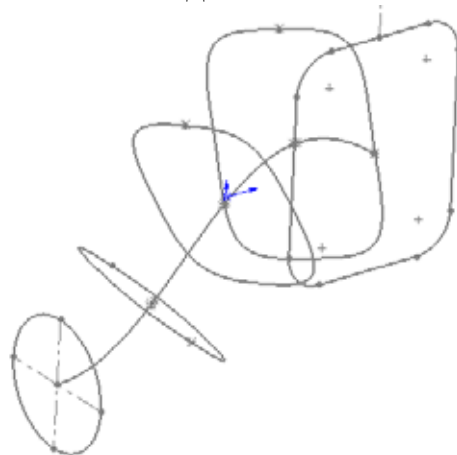


Рис. 2. Дискретний лінійчатий каркас поверхні

На основі отриманого каркаса сформовано модель поверхні, на якій, за допомогою стандартних функцій системи SolidWorks, сформовано сімейство поздовжніх ліній, а також графіки зміни значень кривини уздовж них (рис. 3). Ці лінії є так званими лініями струму, вздовж яких по поверхні переміщуються умовні частинки потоку середовища. Графіки наочно демонструють характер зміни кривини та скруту. Кривина уздовж ліній змінюється плавно, закономірно. Скрут уздовж кривих змінюється в одному напрямку. Зазначені характеристики відповідають вимогам, які висуваються до поверхонь, що направляють середовище [1].

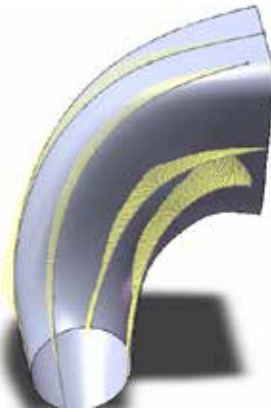


Рис. 3. Графіки зміни кривини уздовж ліній струму поверхні

Для порівняння пропонується дослідження властивості поверхонь, сформованих на основі каркасів, поперечні елементи яких орієнтовані з відхиленням від зазначеної методики. Аналіз показав, що навіть відхилення осьових ліній поперечних перетинів від положення головних нормалей, при дотриманні інших умов формування каркаса, приводить до погіршення динамічних властивостей поверхні.

Висновки. В статті запропонована методика визначення положення елементів основного тригранника та стичного кола в точках просторової кривої лінії. Формуючи за вказаною методикою зазначені локальні диференціально-геометричні характеристики студенти знайомляться з властивостями просторової кривої лінії й отримують навички розв'язання нестандартних практичних задач з використанням пакета SolidWorks. Створюючи модель аеродинамічної поверхні за методикою, яка заснована на використанні положень головних нормалей в точках просторової кривої, студенти мають можливість переконатися в важливості врахування локальних характеристик кривих при формуванні складних поверхонь на основі лінійчатих каркасів.

Список використаних джерел

1. Драганов Б.Х., Круглов М.Г., Обухова В.С. Конструирование впускных и выпускных каналов двигателей внутреннего сгорания. К.: Вища школа, 1987. 176 с.
2. Борисенко О.А. Диференціальна геометрія і топологія: навч. посіб. для студентів мех.-мат. фак. ун-тів. Х.: Основа, 1995. 209 с.
3. Ковальов Ю.М. Основи геометричного моделювання. К.: Вища школа, 2003. 231 с.
4. David C. SOLIDWORKS 2023 Quick Start. Planchard CSWP. Beginner. 2023. 270 p.