

УДК 515.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМИ ПОВЕРХНІ ПОЛІМЕРНОЇ СТРІЧКИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОМПОЗИТНИХ ДЕТАЛЕЙ

Ванін В.В., д.т.н.,

Грязнова Г.П.*

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Тел. (044) 406-82-51

Анотація – У статті розглянуто питання дослідження форми полімерної стрічки при виробництві композитних деталей з вуглецевих полімерів.

Ключові слова – намотка, композиційні матеріали, філь’єр, різьбові поверхні Монжа.

Постановка проблеми. Розглянемо окремі питання, які постають при розробці та створенні намотувальних адаптивних роботів-верстатів, оснащених системою технічного зору, які використовуються при виробництві деталей із композитних матеріалів. Моделювання адаптивної системи управління дозволяє контролювати складний нелінійний рух виконавчих органів армуючого маніпулятора відповідно до форми оправки та заданих характеристик композиту. Автоматизація всього комплексу контролю та управління технологічним процесом намотки деталей складної геометричної форми із волоконних композитних матеріалів є актуальною.

Аналіз останніх досліджень. Проблема автоматизації намотувального обладнання шляхом геометричного моделювання процесу намотки та вдосконалення адаптивних верстатів з системою технічного зору розглядалась кількома авторами [1,2]. Дослідники [1] для математичного опису поверхонь оправок використовували метод Кунса, створюючи на його основі тривимірні об’єкти. Інший клас об’єктів створювався за допомогою плоских паралельних перерізів на точковому каркасі. Автори [2] досліджували базові схеми армування виробів у вигляді поверхонь обертання, використовуючи плоску полімерну стрічку.

Формулювання цілей статті. У даній роботі розглядаються питання дослідження геометричної форми стрічки з волоконних

*Науковий керівник: д.т.н., професор Ванін В.В.

оправок різної форми та пов'язані з цим аспекти вдосконалення частин напрямних органів намотувальних верстатів.

Основна частина. Розглянемо процес накладання плоскої композитної стрічки, що знаходиться в натягу, на зовнішню поверхню оправки циліндричної форми Δ' (рис.1). Один кінець стрічки заданою шириною закріплений на поверхні Δ' , а інший на неї намотується. Тоді лінія АВ, що на виході філь'єру намотувального пристрою, описує поверхню Δ , яка є різьбовою поверхнею Монжа [3,4]. АВ – її профіль, вісь обертання в кожному мить змінює своє положення і збігається з твірною Δ' . Таким чином, Δ' є еволюта поверхні Δ . Поверхня Δ має дві групи ліній кривини: меридіани m (наприклад, АВ, CD на рис. 1), і криві АС, BD, які є ортогональні траєкторії точок ходу. Еволюти LFK і ERS – геодезичні лінії Δ' .

Якщо напрямна поверхня циліндрична, то всі її паралелі є плоскі лінії, розташовані у паралельних площинах, ортогональні твірним напрямного циліндру.

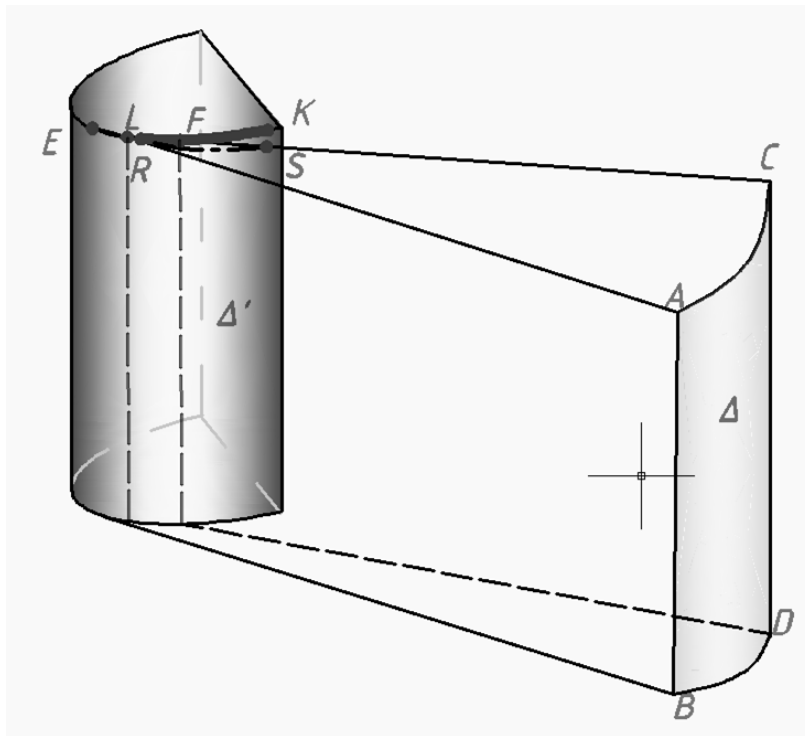


Рис.1. Різьбова поверхня Монжа в процесі намотки на оправку циліндричної форми.

На рисунку 2 показано частину намотувального пристрою в процесі створення зовнішнього шару виробу у формі тора. Розглянемо формування частини стрічки у філь'єрі (рис. 3), яка при намотуванні відповідає поверхні оправки А, і відбувається за рахунок згинання плоскої стрічки В постійної ширини.

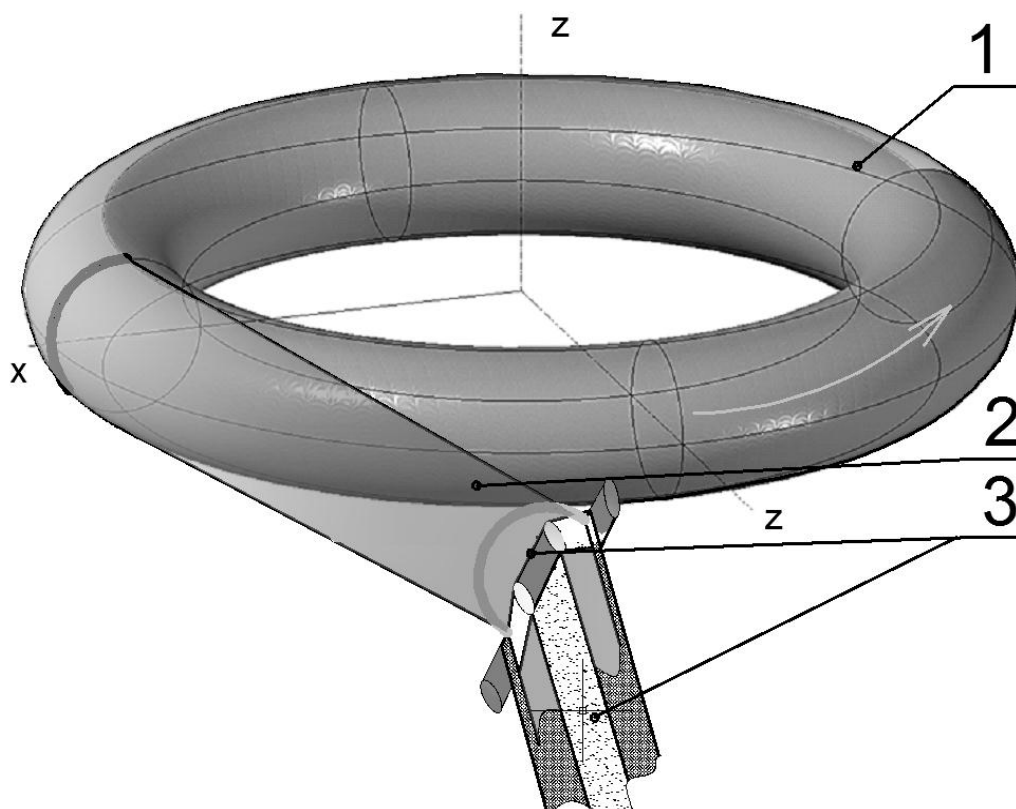


Рис. 2. Укладка полімерної стрічки по зовнішній поверхні оправки у формі тора:

- 1 – оправка;
- 2 – полімерна стрічка;
- 3 – філь'єр з системою напрямних роликів.

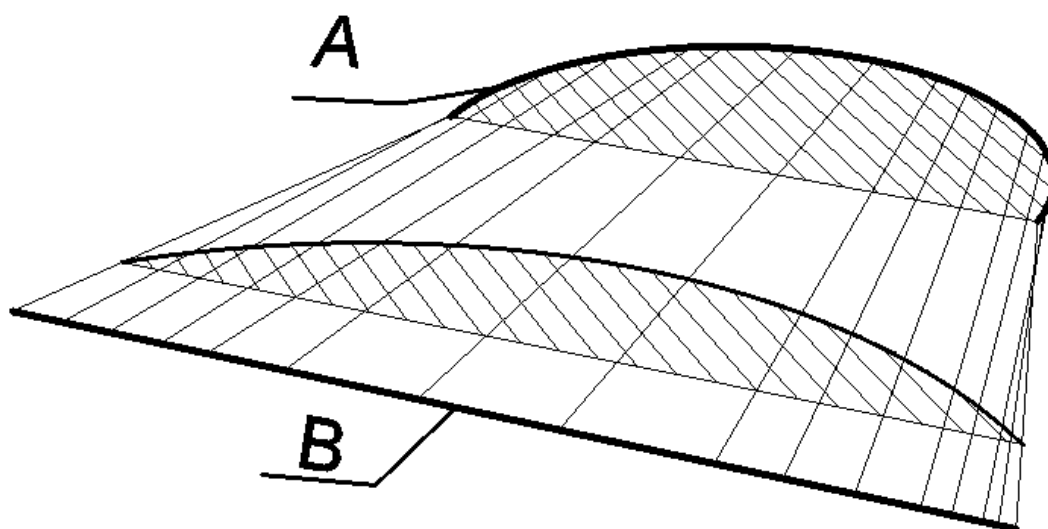


Рис. 3. Форма полімерної стрічки від оправки А до виходу з філь'єру В.

Постає питання розрахунку ширини стрічки для намотки одного шару заданої частини поверхні. Якщо крива A може бути задана або апроксимована за допомогою безперервної функції та має безперервну похідну на даному сегменті $[a,b]$, то довжина її може бути обчислена за формулою [6]:

$$|L| = \int_a^b \sqrt{1 + f'^2(x)} dx. \quad (1)$$

Якщо крива L визначається полярним рівнянням $r=r(\theta)$, $\theta_1 \leq \theta \leq \theta_2$, а функція $r(\theta)$ безперервна та має на сегменті $[\theta_1, \theta_2]$ безперервну похідну, то крива L може бути спрямлена, та її довжина вираховується наступним чином:

$$|L| = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sqrt{r^2(\theta) + r'^2(\theta)} d\theta. \quad (2)$$

У випадку завдання кривої у параметричному вигляді:

$$\begin{aligned} x &= \varphi(t); \\ y &= \psi(t); \\ z &= \chi(t); \end{aligned} \quad (3)$$

і якщо функції (3) безперервні та мають безперервні перші похідні на сегменті $[\alpha, \beta]$, то довжина її дуги може бути знайдена за формулою:

$$|L| = \int_{\alpha}^{\beta} \sqrt{\varphi'^2(t) + \psi'^2(t) + \chi'^2(t)} dt. \quad (4)$$

Висновки. Наведений метод дозволяє точно розрахувати ширину стрічки при армуванні виробу будь-якої геометричної форми. Подальші дослідження стосуються технологічного процесу навивки полімерних шарів по внутрішній поверхні виробу.

Література

1. *Аюшев Т.В.* Геометрические вопросы адаптивной технологии изготовления конструкций намоткой из волокнистых композиционных материалов / Т.В. Аюшев. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2005. – 212 с.
2. *Куценко Л.М.* Поверхні обертання зі змінної уздовж осі кривиною меридіанів та їх зміцнення шляхом намотування кевларової нитки / Л.М. Куценко, С.Ю. Руденко // Міжвузівський збірник "Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво". – Вип. 6. – Луцьк: ЛНТУ, 2011 р. - с. 148-153.
3. *Рекач В. Г.* Расчет оболочек сложной геометрии / В.Г. Рекач,

- С.Н. Кривошапко. – М.: Изд-во УДР, 1988. – 176 с.,ил.
4. *Выгодский М.Я.* Дифференциальная геометрия / М.Я. Выгодский. – М.: Гос. изд-во технико-теор. л-ры, 1949. – 511с.
 5. *Ванин В.В.* Эвольвентно-эволютные модели в упорядоченных потоках: дис....д-ра техн. наук: 05.01.01 / В.В. Ванин. – К.: КПИ, 1996. – 415с.
 6. *Андреев Г.Н.* Дополнительные главы геометрии. Дифференциальная геометрия кривых и поверхностей: Учебное пособие / Г.Н. Андреев. – М.: МГИУ, 2007. – 183 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРНОЙ ЛЕНТЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ

В.В. Ванин, Г.П. Грязнова

Аннотация – в статье рассмотрен вопрос исследования формы полимерной ленты при производстве композитных деталей из углеродных полимеров.

INVESTIGATION OF SURFACE SHAPE OF POLYMER TAPE IN THE COMPOSITE PARTS PRODUCTION

V. Vanin, G. Gryaznova

Summary

The article describes the research of a polymer tape shape in the production of composite parts of carbon polymers.