синтезованих термітних сталей, вплив окремих фазових складових (зокрема карбідів ванадію) на властивості сталей та вплив металотермічного способу синтезу на структуру сплаву. 7. Встановлені значення границі повзучості і границі витривалої міцності для синтезованих термітних сталей, а також їх залежність від температури.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Жигуц Ю.Ю. Сплави, синтезовані металотермією і СВС-процесами [монографія] / Жигуц Ю.Ю. – Ужгород: Ґражда. – 2008. – 276 с.
2. Пат. 20045 Україна, МПК B22C9/00. Металотермічний реактор / Жигуц Ю.Ю., Скиба Ю.Ю., Крайняй І.І. – № u200606530; заяв. 13.06.2006; опубл. 15.01.2007, Бюл. №1.
3. Жигуц Ю. Ресурсозберігаюча технологія термітного зварювання сталевих деталей/Жигуц Ю., Лазар В. – Тернопіль: Вісник ТДТУ. – 2009. – Том 14. – № 4. – С. 94–98.
4. Жигуц Ю.Ю. Методика розрахунку складу екзотермічних шихт на основі термохімічного аналізу /Жигуц Ю., Широков В. // Машинознавство. – 2005. – № 4. – С. 48–50.
5. Жигуц Ю.Ю. Синтез термітної хромонікелевої сталі Х18Н9Т / Жигуц Ю.Ю., Фірко М.Ю. // Materialy IX miedzynarodowej naukowi-praktycznej konferencji „Kluczowe aspekty naukowej dzialalnosci". V. 16. Techniczne nauki. Przemyśl: Nauka i studia. 2013. − С. 3-5.
6. Жигуц Ю.Ю. Синтез термітних кавітаційностійких сталей / Жигуц Ю.Ю.// Восточно-европейский журнал передовых технологий. Прикладная физика и материаловедение. Харьков. Техн. центр. 2013. №1/5 (61). − С. 4−6.

АННОТАЦИЯ

ТЕРМИТНЫЕ СРЕДНЕЛЕГИРОВАННЫЕ ТЕПЛОСТОЙКИЕ И ЖАРОПРОЧНЫЕ СТАЛИ

Применение металлотермических способов синтеза материалов для изготовления отливок из среднелегированных теплостойких и жаропрочных сталей позволяет частично решить проблему экстренного получения отливок и ремонта деталей. Для обоснованного использования термитного материала необходимо исследовать влияние металлотермического метода синтеза на химический состав, структуру и свойства теплостойких и жаропрочных сталей, а после этого выбрать тот материал, который обеспечит оптимальную структуру и наилучшие свойства. В результате проведенных теоретических и экспериментальных работ установлено состав шихты и химический состав синтезированных термитных теплостойких и жаропрочных сталей, их структура, физико-механические и служебные свойства.

Ключевые слова: металлотермия, синтез, термитные стали, физико-механические свойства, теплостойкие и жаропрочные стали.

THE SUMMARY

THE THERMITE MIDALLOYED HEAT-RESISTANT STEELS

The using of metallothermal methods of synthesise materials for the production of castings of midalloyed heat-resistant steels can partially solve the problem of emergency castings and repair parts. The sustainable using of thermite material is necessary to investigate the influence of metallothermic synthesis method of the chemical composition, structure and properties of heat-resistant steels, and then select the material that will provide the best structure and the best properties. The result of theoretical and experimental works was established the composition of the charge and the chemical composition of the synthesized thermite heat-resistant steels, and their structure, physical, mechanical properties and service properties.

Keywords: metallothermy, synthesis, thermite steel, mechanical properties, heat-resistant steel.

УДК 687: 658

АПРОКСИМАЦІЯ КОНТУРУ ДЕТАЛЕЙ ОДЯГУ ПОЛІНОМАМИ ТА ЛІНІЯМИ ДРУГОГО ПОРЯДКУ

М.І. ІГНАТИШИН, С.С. МАТВІЙЧУК
Мукачівський державний університет

В роботі авторами зроблено огляд проблеми апроксимації детелей дягу, розроблено методику розбиття контуру деталей одягу поліномами та лініями другого порядку. Методика була апробована представленням контурів уніфікованих лекал чоловічих штанів у виді аналітичної функції.
Ключові слова: *технологічність, контури лекал, апроксимація, лінії другого порядку.*

До пріоритетних напрямків розвитку сучасного промислового виробництва належить широке застосування обчислювальної техніки, яка забезпечує виконання великого кола завдань підготовки виробництва виробів, їх реалізації та оцінки діяльності підприємства у певний період часу.

Ефективна робота підприємств швейної промисловості залежить від здатності в найкоротший термін реалізувати високоякісну продукцію, що неможливо реалізувати без технічних засобів. Система автоматизованого проектування одягу (САПР) характеризує науково-технічний напрям в проектуванні та забезпечує більш високий рівень технологічності виробу, що є одним з основних напрямків підвищення ефективності промислового виробництва при незначних додаткових витратах на його здійснення.

Об'єкт та методи дослідження.

За ГОСТ 14.205-83 [108] технологічність конструкції виробу (ТКВ) – це сукупність властивостей конструкції виробу, які забезпечують його виготовлення, ремонт та технічне обслуговування за найбільш ефективною технологією у порівнянні з однотипними конструкціями того ж призначення при однакових умовах їх виготовлення та експлуатації при тих же показниках якості.

Сучасні засоби автоматизації дозволяють поєднати в єдиний комплекс конструкторську та технологічну підготовку виробництва, проектування обладнання та управління технологічними процесами, а також усю виробничу діяльність підприємства.

Специфіка математичних моделей об'єктів, що проектуються, визначає математичне забезпечення системи САПР та внутрішній зміст процедур взаємодії інженера та ЄОМ.

При конструюванні розгорток оболонок виробів складних форм, якими є швейні вироби, виникає необхідність побудови ліній, пов'язаних з поверхнею, що конструюється.

Автоматизація процесу побудови та розмноження лекал швейних виробів передбачає наявність інформації про об'єкт у вигляді математичної моделі та координат точок контурів лекал, а також математичної моделі перетворення контурів лекал вихідного розміру в лекала любого заданого розміру. Представлення інформації у вигляді математичної моделі здійснюється при апроксимації криволінійних контурів лекал закономірними кривими.

Задача побудови ліній може бути вирішена наступними інженерними методами [1].:

- графічною побудовою лекальних кривих;
- графічною побудовою кривих параболістичного типу;
- кусково-дуговою апроксимацією контурів;
- апроксимацією контурів кривими другого порядку;
- аналітичним заданням кривих другого порядку;
- афінним способом розрахунку другого порядку;
- апроксимацією контурів способом найменших квадратів.

Традиційно для математичного опису контуру криволінійних ділянок лекал використовують метод інтерполяції та апроксимації.

Апроксимація – заміна одних математичних об’єктів іншими, наближеними до вихідних. В геометричному проектуванні апроксимація зводиться до заміни дискретно заданого контуру лекал кривими, які можуть бути виражені через різні функціональні залежності.

Аналіз деталей одягу показав, що, незважаючи на велику кількість різноманітних конструктивних рішень, їх форма може бути представлена у вигляді сукупності прямолінійних та криволінійних ділянок, що утворюють замкнений контур. Відповідно, якщо в пам’яті машини буде зберігатися деяка множина можливих варіантів конструктивних рішень контурів лекал деталей або окремих ділянок, то, змінюючи параметри можна отримувати деталі нових моделей одягу різної форми. База даних цих варіантів може бути використана як у масовому, так і при дрібносерійному виробництві при виготовленні нових конструкцій. Широке застосування дана база має також при розробці лекал похідних деталей, коли здійснюється перетворення лекал основних деталей в лекала похідних деталей.

Для технічного розмноження лекал можуть бути задіяні різні способи задання контурів: кривими другого порядку, поліномом n-ї ступеня, дугами та кусково-лінійною апроксимацією.

В зв’язку з тим, що швейні лекала мають різноманітну складну конфігурацію, описати єдиним рівнянням весь контур майже неможливо, тому аналітичний опис подається на окремі ділянки. Кусково - аналітична модель, що використовується при цьому, представляє собою сукупність аналітично описаних простих ділянок та структуру з’єднання цих ділянок [2].

Постановка задачі

Метою роботи є розробка методики розбиття контуру деталей одягу поліномами та лініями другого порядку та апробація роботи представленням контурів уніфікованих лекал чоловічих штанів у виді аналітичної функції.

Результати дослідження

Будемо апроксимувати контури деталей одягу прямою:

$$y(x) = kx + l \ , \tag{1}$$

параболою:

$$y(x) = ax^2 + bx + c \ , \tag{2}$$

та лініями другого порядку (параболою, гіперболою, еліпсом), що довільно розміщені відносно прямокутної системи координат XOY:

$$Ax^2 + Bxy + Cy^2 + Dx + Ey + 1 = 0 \ . \tag{3}$$

Задача полягає в тому, щоб апроксимувати контури деталей одягу кусковими функціями в виді прямих та ліній другого порядку, параметри *k, l, a, b, c, A, B, C, D, E* знайти за відомими координатами точок контуру деталей одягу $(X_i; Y_i)$ з дотриманням умов спряження ліній (*i* – номер точки контуру, контур обходитимемо за годинниковою стрілкою).

<u>Знаходження параметрів прямої, параболи та ліній другого порядку за координатами точок контуру деталі одягу.</u> Пряму та параболу побудуємо як поліноми Лагранжа [3]

першого та другого порядків відповідно. Загалом параметри всіх ліній знаходяться як розв‘язки систем рівнянь котрі математично описують факт проходження лінії контуру деталі одягу через задані точки.

1. Лінія проходить через дві точки. Параметри прямої лінії знайдемо за координатами двох точок (X_i; Y_i) та (X_{i+1}; Y_{i+1}) як розв'язок матричним способом [4] системи двох рівнянь:

$$\begin{pmatrix} k \\ l \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_i & 1 \\ X_{i+1} & 1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} Y_i \\ Y_{i+1} \end{pmatrix}, \qquad 4)$$

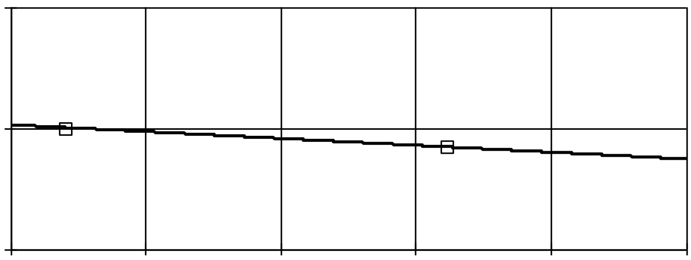


Рис. 1. Апроксимація лінії, що проходить через дві точки, прямої.

2. Лінія проходить через три точки. Це парабола. Параметри параболи знайдемо за координатами трьох точок (X_i; Y_i), (X_{i+1}; Y_{i+1}) та (X_{i+2}; Y_{i+2}) як розв‘язок матричним способом системи трьох рівнянь:

$$\begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_i^2 & X_i & 1 \\ X_{i+1}^2 & X_{i+1} & 1 \\ X_{i+2}^2 & X_{i+2} & 1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} Y_i \\ Y_{i+1} \\ Y_{i+2} \end{pmatrix}, \qquad 5)$$

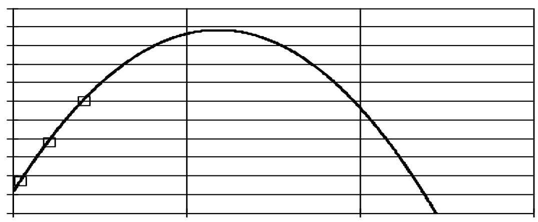


Рис. 2. Апроксимація лінії, що проходить через три точки, параболи.

3. Лінія проходить через п’ять точок. Параметри ліній другого порядку знайдемо за координатами п‘яти точок (X_i; Y_i), (X_{i+1}; Y_{i+1}), (X_{i+2}; Y_{i+2}), (X_{i+3}; Y_{i+3}) та (X_{i+4}; Y_{i+4}) як розв‘язок матричним способом системи п‘яти рівнянь:

$$\begin{pmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_i^2 & X_iY_i & Y_i^2 & X_i & Y_i \\ X_{i+1}^2 & X_{i+1}Y_{i+1} & Y_{i+1}^2 & X_{i+1} & Y_{i+1} \\ X_{i+2}^2 & X_{i+2}Y_{i+2} & Y_{i+2}^2 & X_{i+2} & Y_{i+2} \\ X_{i+3}^2 & X_{i+3}Y_{i+3} & Y_{i+3}^2 & X_{i+3} & Y_{i+3} \\ X_{i+4}^2 & X_{i+4}Y_{i+4} & Y_{i+4}^2 & X_{i+4} & Y_{i+4} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}, \qquad (6)$$

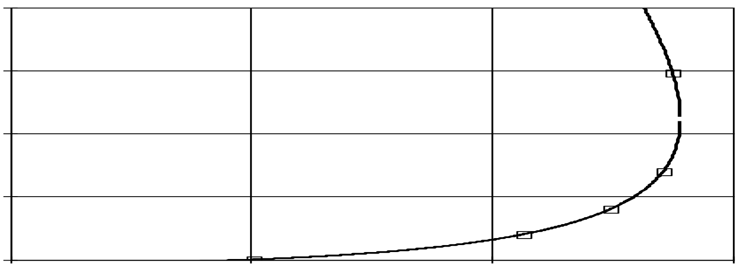


Рис. 3. Апроксимація лінії, що проходить через п'ять точки, лінії другого порядку.

З співвідношення (3) знайдемо рівняння кривих другого порядку в явному виді:

$$y_{1,2}(x) = \frac{-Bx - E \pm \sqrt{(B^2 - 4AC)x^2 + 2(BE - 2CD)x + E^2 - 4C}}{2C} \qquad (7)$$

Криві існують, якщо:

$$(B^2 - 4AC)x^2 + 2(BE - 2CD)x + E^2 - 4C \geq 0 .$$

Спряження кускових функцій, що апроксимують контури деталі одягу. Параметри ліній знаходять з розв‘язку систем рівнянь, що математично описують проходження лінії другого порядку через задані точки контуру деталі одягу та спряження її з прямою в заданій точці.

4. Спряження прямої та параболи. Задано три точки: $(X_i; Y_i)$, $(X_{i+1}; Y_{i+1})$ та $(X_{i+2}; Y_{i+2})$. В точці $(X_{i+1}; Y_{i+1})$ умову спряження прямої та параболи представимо як рівність похідних:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx}(kx + l) = \frac{d}{dx}(ax^2 + bx + c) = k = 2ax + b \qquad (8)$$

Останнє співвідношення пов‘язує координату точки (X_{i+1}) з параметрами прямої та параболи:

$$2aX_{i+1} + b = k \ . \qquad 9)$$

Розглянемо два випадки послідовності прямої та параболи при обході контуру деталі одягу:

а) Перехід пряма-парабола.

Параметри прямої знайдемо з розв'язку системи рівнянь (4).

Параметри параболи знайдемо з розв‘язку системи трьох рівнянь:

$$\begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2X_{i+1} & 1 & 0 \\ X_{i+1}^2 & X_{i+1} & 1 \\ X_{i+2}^2 & X_{i+2} & 1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} k \\ Y_{i+1} \\ Y_{i+2} \end{pmatrix} , \qquad 10)$$

при умові

$$X_i > X_{i+1} > X_{i+2} \text{ або } X_i < X_{i+1} < X_{i+2} .$$

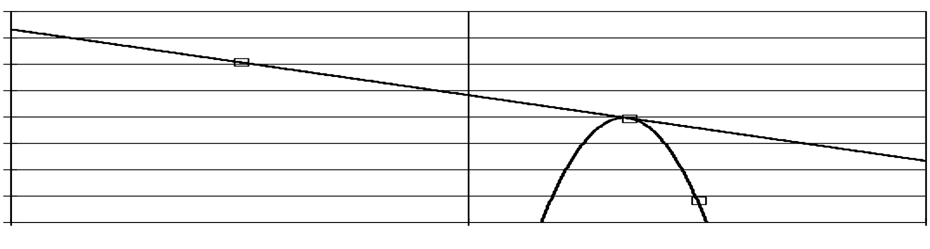


Рис. 4. Спряження пряма-парабола.

б) Перехід парабола-пряма. Точка спряження (X_{i+1}; Y_{i+1}).

Параметри прямої знайдемо з розв‘язку системи рівнянь:

$$\begin{pmatrix} k \\ l \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{i+1} & 1 \\ X_{i+2} & 1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} Y_{i+1} \\ Y_{i+2} \end{pmatrix} . \qquad 11)$$

Параметри параболи знайдемо з розв‘язку системи трьох рівнянь:

$$\begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2X_{i+1} & 1 & 0 \\ X_{i+1}^2 & X_{i+1} & 1 \\ X_i^2 & X_i & 1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} k \\ Y_{i+1} \\ Y_i \end{pmatrix} . \qquad 12)$$

при умові

$$X_i > X_{i+1} > X_{i+2} \text{ або } X_i < X_{i+1} < X_{i+2} .$$

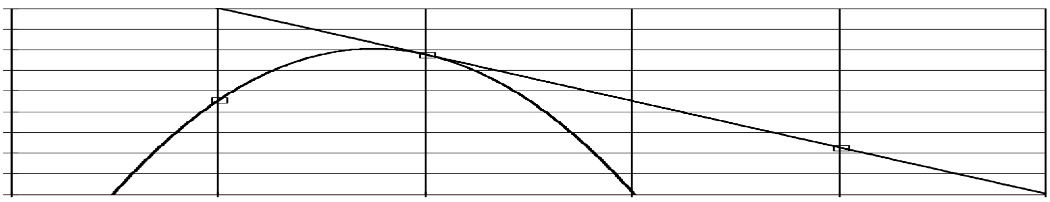


Рис. 5. Спряження парабола-пряма.

5. Спряження прямої та лінії другого порядку довільно розміщеної відносно прямокутної системи координат XOY. Задано п’ять точок: (X_i; Y_i), (X_{i+1}; Y_{i+1}), (X_{i+2}; Y_{i+2}), (X_{i+3}; Y_{i+3}), (X_{i+4}; Y_{i+4}). Умову спряження прямої та лінії другого порядку представимо як рівність похідних:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx}(kx+l) = -\frac{\dfrac{dz(x;y)}{dx}}{\dfrac{dz(x;y)}{dy}} = k = -\frac{2Ax+By+D}{Bx+2Cy+E} \qquad 13)$$

де

$$z(x;y) = Ax^2 + Bxy + Cy^2 + Dx + Ey + 1 .$$

Розглянемо два випадки послідовності прямої та лінії другого порядку при обході контуру деталі одягу:

а) Перехід пряма-лінія другого порядку.

Співвідношення (13) координати точки (X_{i+1}; Y_{i+1}) з параметрами прямої та лінії другого порядку представимо так:

$$2X_{i+1}A + (kX_{i+1} + Y_{i+1})B + 2kY_{i+1}C + D + kE = 0 . \qquad 14)$$

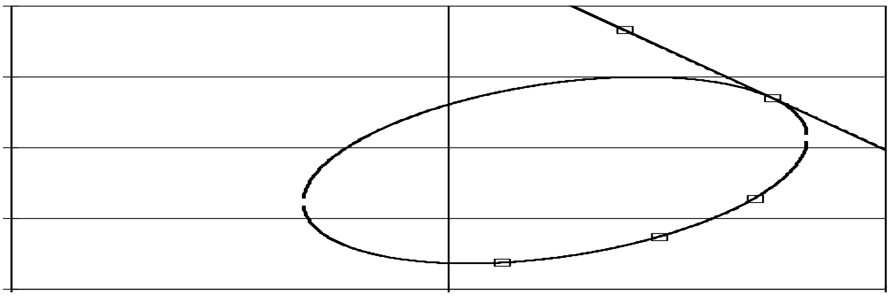


Рис. 6. Спряження пряма-еліпс.

Параметри прямої знайдемо з розв‘язку системи рівнянь (4).

Параметри лінії другого порядку знайдемо з розв‘язку системи п’яти рівнянь:

$$\begin{pmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2X_{i+1} & kX_{i+1}+Y_{i+1} & 2kY_{i+1} & 1 & k \\ X_{i+1}^2 & X_{i+1}Y_{i+1} & Y_{i+1}^2 & X_{i+1} & Y_{i+1} \\ X_{i+2}^2 & X_{i+2}Y_{i+2} & Y_{i+2}^2 & X_{i+2} & Y_{i+2} \\ X_{i+3}^2 & X_{i+3}Y_{i+3} & Y_{i+3}^2 & X_{i+3} & Y_{i+3} \\ X_{i+4}^2 & X_{i+4}Y_{i+4} & Y_{i+4}^2 & X_{i+4} & Y_{i+4} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}. \qquad 15)$$

б) Перехід лінія другого порядку-пряма.

Пов’яжемо координати точки (X_{i+3}; Y_{i+3}) з параметрами прямої та лінії другого порядку:

$$2X_{i+3}A + (kX_{i+3}+Y_{i+3})B + 2kY_{i+3}C + D + kE = 0\ . \qquad 16)$$

Параметри прямої знайдемо з розв‘язку системи рівнянь:

$$\begin{pmatrix} k \\ l \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{i+3} & 1 \\ X_{i+4} & 1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} Y_{i+3} \\ Y_{i+4} \end{pmatrix}. \qquad 17)$$

Параметри лінії другого порядку знайдемо з розв‘язку системи п‘яти рівнянь:

$$\begin{pmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2X_{i+3} & kX_{i+3}+Y_{i+3} & 2kY_{i+3} & 1 & k \\ X_{i+1}^2 & X_{i+1}Y_{i+1} & Y_{i+1}^2 & X_{i+1} & Y_{i+1} \\ X_{i+2}^2 & X_{i+2}Y_{i+2} & Y_{i+2}^2 & X_{i+2} & Y_{i+2} \\ X_{i+3}^2 & X_{i+3}Y_{i+3} & Y_{i+3}^2 & X_{i+3} & Y_{i+3} \\ X_i^2 & X_iY_i & Y_i^2 & X_i & Y_i \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}. \qquad 18)$$

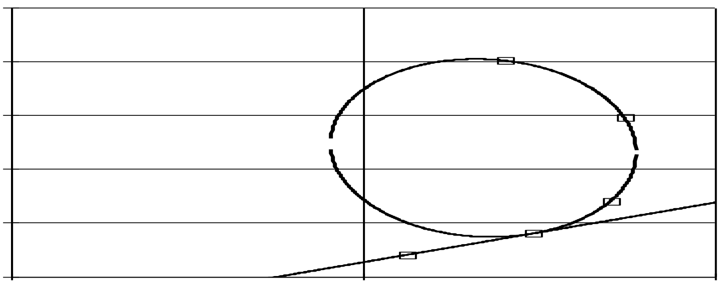


Рис. 6. Спряження еліпс-пряма.

6. Спряження двох парабол. Задано чотири точки: (X_i; Y_i), (X_{i+1}; Y_{i+1}), (X_{i+2}; Y_{i+2}), (X_{i+3}; Y_{i+3}). Умову спряження двох парабол представимо як рівність похідних:

$$\frac{dy}{dx}=\frac{d}{dx}\left(a_1x^2+b_1x+c_1\right)=\frac{d}{dx}\left(a_2x^2+b_2x+c_2\right)=2a_1x+b_1=2a_2x+b_2 \qquad 19)$$

Розглянемо два випадки послідовності парабол при обході контуру деталі одягу:

а) Точка спряження парабол (X_{i+2}; Y_{i+2}).

Параметри парабол знайдемо з розв‘язку систем рівнянь:

$$\begin{pmatrix} a_1 \\ b_1 \\ c_1 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} X_i^2 & X_i & 1 \\ X_{i+1}^2 & X_{i+1} & 1 \\ X_{i+2}^2 & X_{i+2} & 1 \end{pmatrix}^{-1}\begin{pmatrix} Y_i \\ Y_{i+1} \\ Y_{i+2} \end{pmatrix}, \qquad 20)$$

та

$$\begin{pmatrix} a_2 \\ b_2 \\ c_2 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 2X_{i+2} & 1 & 0 \\ X_{i+2}^2 & X_{i+2} & 1 \\ X_{i+3}^2 & X_{i+3} & 1 \end{pmatrix}^{-1}\begin{pmatrix} 2a_1X_{i+2}+b_1 \\ Y_{i+2} \\ Y_{i+3} \end{pmatrix}. \qquad 21)$$

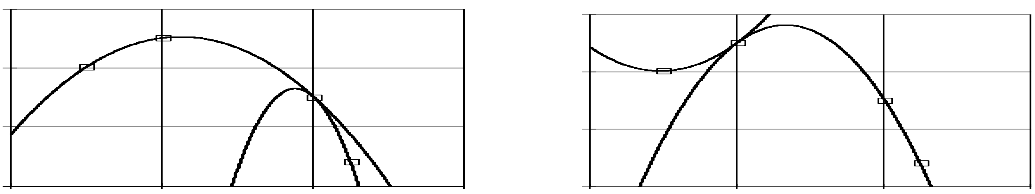
б) Точка спряження парабол (X_{i+1}; Y_{i+1}).

Параметри парабол знайдемо з розв‘язку систем рівнянь:

$$\begin{pmatrix} a_1 \\ b_1 \\ c_1 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} X_{i+1}^2 & X_{i+1} & 1 \\ X_{i+2}^2 & X_{i+2} & 1 \\ X_{i+3}^2 & X_{i+3} & 1 \end{pmatrix}^{-1}\begin{pmatrix} Y_{i+1} \\ Y_{i+2} \\ Y_{i+3} \end{pmatrix}, \qquad 22)$$

та

$$\begin{pmatrix} a_2 \\ b_2 \\ c_2 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 2X_{i+1} & 1 & 0 \\ X_{i+1}^2 & X_{i+1} & 1 \\ X_i^2 & X_i & 1 \end{pmatrix}^{-1}\begin{pmatrix} 2a_1X_{i+1}+b_1 \\ Y_{i+1} \\ Y_i \end{pmatrix}. \qquad (23)$$



а ***б***

Рис. 7. Спряження двох парабол, *а*-точка спряження (X_{i+2}; Y_{i+2}),*б*- точка спряження (X_{i+1}; Y_{i+1}).

7. Спряження параболи та лінії другого порядку. Задано шість точок точки: (X_i; Y_i), (X_{i+1}; Y_{i+1}), (X_{i+2}; Y_{i+2}), (X_{i+3}; Y_{i+3}), (X_{i+4}; Y_{i+4}), (X_{i+5}; Y_{i+5}). Умову спряження прямої та лінії другого порядку представимо як рівність похідних:

$$\frac{dy}{dx}=\frac{d}{dx}\left(ax^2+bx+c\right)=-\frac{\dfrac{dz(x;y)}{dx}}{\dfrac{dz(x;y)}{dy}}=2ax+b=-\frac{2Ax+By+D}{Bx+2Cy+E} \qquad 24)$$

Розглянемо два випадки послідовності параболи та лінії другого порядку при обході контуру деталі одягу:

а) Точка спряження параболи та лінії другого порядку (X_{i+4}; Y_{i+4}).

Параметри лінії другого порядку та параболи знайдемо з розв‘язку систем рівнянь:

$$\begin{pmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_i^2 & X_iY_i & Y_i^2 & X_i & Y_i \\ X_{i+1}^2 & X_{i+1}Y_{i+1} & Y_{i+1}^2 & X_{i+1} & Y_{i+1} \\ X_{i+2}^2 & X_{i+2}Y_{i+2} & Y_{i+2}^2 & X_{i+2} & Y_{i+2} \\ X_{i+3}^2 & X_{i+3}Y_{i+3} & Y_{i+3}^2 & X_{i+3} & Y_{i+3} \\ X_{i+4}^2 & X_{i+4}Y_{i+4} & Y_{i+4}^2 & X_{i+4} & Y_{i+4} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix} \qquad 25)$$

та

$$\begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2X_{i+4} & 1 & 0 \\ X_{i+4}^2 & X_{i+4} & 1 \\ X_{i+5}^2 & X_{i+5} & 1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} -\dfrac{2AX_{i+4} + BY_{i+4} + D}{BX_{i+4} + 2CY_{i+4} + E} \\ Y_{i+4} \\ Y_{i+5} \end{pmatrix}. \qquad 26)$$

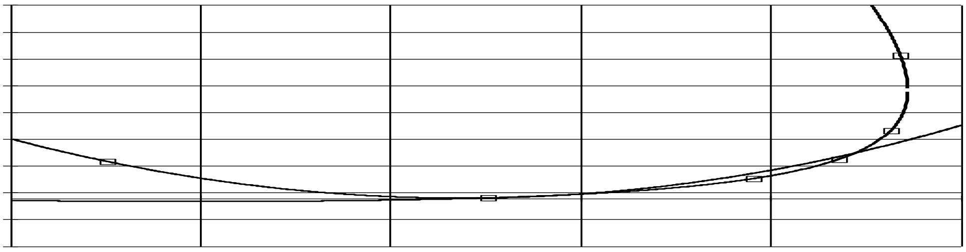


Рис. 8. Спряження параболи та лінії другого порядку, точка спряження (*X_{i+4}; Y_{i+4}*).

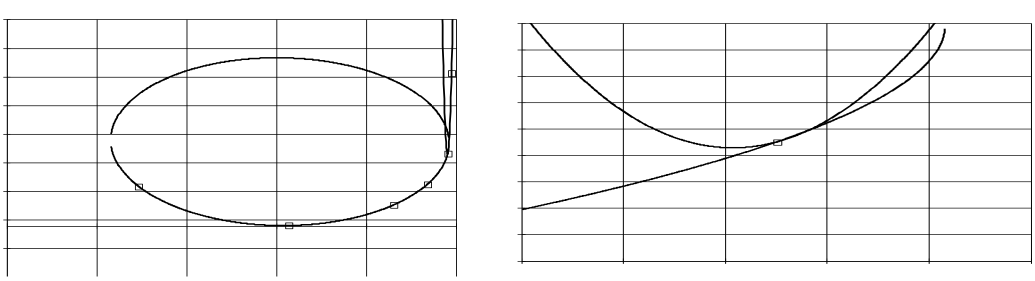
б) Точка спряження параболи та лінії другого порядку (X_{i+1}; Y_{i+1}).

Параметри лінії другого порядку та параболи знайдемо з розв‘язку систем рівнянь:

$$\begin{pmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{i+1}^2 & X_{i+1}Y_{i+1} & Y_{i+1}^2 & X_{i+1} & Y_{i+1} \\ X_{i+2}^2 & X_{i+2}Y_{i+2} & Y_{i+2}^2 & X_{i+2} & Y_{i+2} \\ X_{i+3}^2 & X_{i+3}Y_{i+3} & Y_{i+3}^2 & X_{i+3} & Y_{i+3} \\ X_{i+4}^2 & X_{i+4}Y_{i+4} & Y_{i+4}^2 & X_{i+4} & Y_{i+4} \\ X_{i+5}^2 & X_{i+5}Y_{i+5} & Y_{i+5}^2 & X_{i+5} & Y_{i+5} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix} \qquad 27)$$

та

$$\begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2X_{i+1} & 1 & 0 \\ X_{i+1}^2 & X_{i+1} & 1 \\ X_i^2 & X_i & 1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} -\dfrac{2AX_{i+1} + BY_{i+1} + D}{BX_{i+1} + 2CY_{i+1} + E} \\ Y_{i+1} \\ Y_i \end{pmatrix}. \qquad 28)$$



а ***б***

Рис. 9. Спряження параболи та лінії другого порядку, *а* - точка спряження (*X_{i+1}; Y_{i+1}*), *б*- збільшено.

8. Спряження двох ліній другого порядку. Задано вісім точок точки: (X_i; Y_i), (X_{i+1}; Y_{i+1}), (X_{i+2}; Y_{i+2}), (X_{i+3}; Y_{i+3}), (X_{i+4}; Y_{i+4}), (X_{i+5}; Y_{i+5}), (X_{i+6}; Y_{i+6}) , (X_{i+7}; Y_{i+7}). Умову спряження двох ліній другого порядку представимо як рівність похідних:

$$\frac{dy}{dx}=-\frac{\frac{dz(x;y)}{dx}}{\frac{dz(x;y)}{dy}}=-\frac{2A_1x+B_1y+D_1}{B_1x+2C_1y+E_1}=-\frac{2A_2x+B_2y+D_2}{B_2x+2C_2y+E_2}=-t \qquad 29)$$

Розглянемо два випадки послідовності ліній другого порядку при обході контуру деталі одягу:

а) Точка спряження ліній другого порядку ($X_{i+4}; Y_{i+4}$).

Параметри ліній другого порядку знайдемо з розв‘язку систем рівнянь:

$$\begin{pmatrix} A_1 \\ B_1 \\ C_1 \\ D_1 \\ E_1 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} X_i^2 & X_iY_i & Y_i^2 & X_i & Y_i \\ X_{i+1}^2 & X_{i+1}Y_{i+1} & Y_{i+1}^2 & X_{i+1} & Y_{i+1} \\ X_{i+2}^2 & X_{i+2}Y_{i+2} & Y_{i+2}^2 & X_{i+2} & Y_{i+2} \\ X_{i+3}^2 & X_{i+3}Y_{i+3} & Y_{i+3}^2 & X_{i+3} & Y_{i+3} \\ X_{i+4}^2 & X_{i+4}Y_{i+4} & Y_{i+4}^2 & X_{i+4} & Y_{i+4} \end{pmatrix}^{-1}\begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix} \qquad 30)$$

та

$$\begin{pmatrix} A_2 \\ B_2 \\ C_2 \\ D_2 \\ E_2 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 2X_{i+4} & Y_{i+4}-tX_{i+4} & -2tY_{i+4} & 1 & -t \\ X_{i+4}^2 & X_{i+4}Y_{i+4} & Y_{i+4}^2 & X_{i+4} & Y_{i+4} \\ X_{i+5}^2 & X_{i+5}Y_{i+5} & Y_{i+5}^2 & X_{i+5} & Y_{i+5} \\ X_{i+6}^2 & X_{i+6}Y_{i+6} & Y_{i+6}^2 & X_{i+6} & Y_{i+6} \\ X_{i+7}^2 & X_{i+7}Y_{i+7} & Y_{i+7}^2 & X_{i+7} & Y_{i+7} \end{pmatrix}^{-1}\begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}. \qquad 31)$$

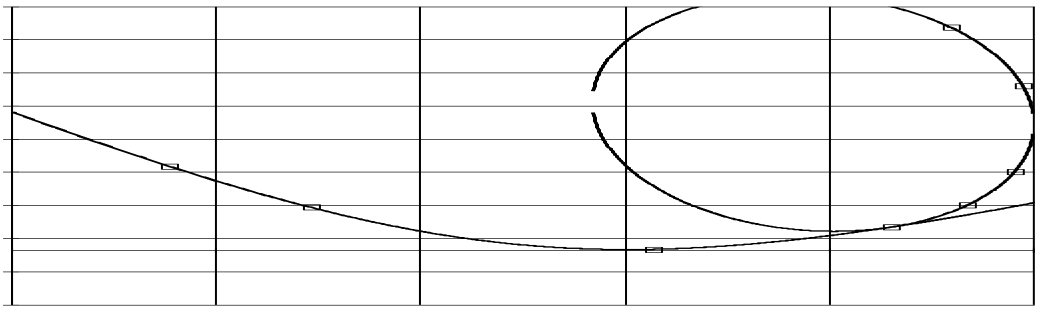


Рис. 10. Спряження ліній другого порядку, точка спряження (*$X_{i+4}; Y_{i+4}$*).

б) Точка спряження ліній другого порядку ($X_{i+3}; Y_{i+3}$).

Параметри ліній другого порядку знайдемо з розв‘язку систем рівнянь:

$$\begin{pmatrix} A_1 \\ B_1 \\ C_1 \\ D_1 \\ E_1 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} X_{i+3}^2 & X_{i+3}Y_{i+3} & Y_{i+3}^2 & X_{i+3} & Y_{i+3} \\ X_{i+4}^2 & X_{i+4}Y_{i+4} & Y_{i+4}^2 & X_{i+4} & Y_{i+4} \\ X_{i+5}^2 & X_{i+5}Y_{i+5} & Y_{i+5}^2 & X_{i+5} & Y_{i+5} \\ X_{i+6}^2 & X_{i+6}Y_{i+6} & Y_{i+6}^2 & X_{i+6} & Y_{i+6} \\ X_{i+7}^2 & X_{i+7}Y_{i+7} & Y_{i+7}^2 & X_{i+7} & Y_{i+7} \end{pmatrix}^{-1}\begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix} \qquad 32)$$

та

$$\begin{pmatrix} A_2 \\ B_2 \\ C_2 \\ D_2 \\ E_2 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 2X_{i+3} & Y_{i+3}-tX_{i+3} & -2tY_{i+3} & 1 & -t \\ X_{i+3}^2 & X_{i+3}Y_{i+3} & Y_{i+3}^2 & X_{i+3} & Y_{i+3} \\ X_{i+2}^2 & X_{i+2}Y_{i+2} & Y_{i+2}^2 & X_{i+2} & Y_{i+2} \\ X_{i+1}^2 & X_{i+1}Y_{i+1} & Y_{i+1}^2 & X_{i+1} & Y_{i+1} \\ X_i^2 & X_iY_i & Y_i^2 & X_i & Y_i \end{pmatrix}^{-1}\begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}. \qquad 33)$$

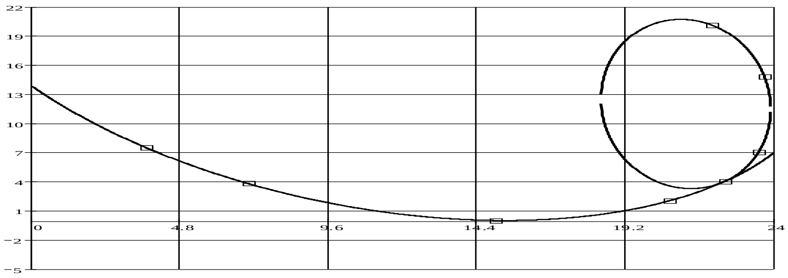


Рис. 11. Спряження ліній другого порядку, точка спряження (X_{i+3}; Y_{i+3}).

На рис.12 представлено побудову [5] контуру деталі чоловічих штанів – уніфікованого лекала підкладки передньої бічної кишені.

Кускові функції $L_{верх}(x)$ та $L_{низ}(x)$ такі:

$$L_{верх}(x)=\begin{cases} L_1(x)\ \text{якщо}\ X_3 \le x \le X_4 \\ L_2(x)\ \text{якщо}\ X_1 \le x \le X_3 \\ Y_2(x)\ \text{якщо}\ X_4 \le x \le X_0 \end{cases},\text{та}\ L_{низ}(x)=\begin{cases} Y_1(x)\ \text{якщо}\ X_8 \le x \le X_0 \\ Y_3(x)\ \text{якщо}\ X_1 \le x \le X_8 \end{cases} \qquad 34)$$

де $X_0 = 25{,}79$,

$$L_1(x) = -\frac{8}{141}x + \frac{4951}{141},\quad L_2(x) = -\frac{5}{4}x^2 + \frac{59}{4}x + \frac{21}{2}, \qquad 35)$$

$$Y_1(x) = \frac{-(C_1x+E_1)+\sqrt{(C_1x+E_1)^2-4B_1(A_1x^2+D_1x+1)}}{2B_1} \qquad 36)$$

$$Y_2(x) = \frac{-(C_1x+E_1)-\sqrt{(C_1x+E_1)^2-4B_1(A_1x^2+D_1x+1)}}{2B_1} \qquad 37)$$

$$Y_3(x) = \frac{-(C_2x+E_2)-\sqrt{(C_2x+E_2)^2-4B_2(A_2x^2+D_2x+1)}}{2B_2} \qquad 38)$$

при значеннях параметрів ліній :

$A_1 = 1{,}479\times10^{-3}$, $B_1 = -3{,}71\times10^{-4}$, $C_1 = -1{,}439\times10^{-4}$, $D_1 = -0{,}079$, $E_1 = 0{,}012$,

$A_2 = 4{,}266\times10^{-3}$, $B_2 = 1{,}593\times10^{-3}$, $C_2 = 1{,}538\times10^{-3}$, $D_2 = -0{,}131$, $E_2 = -0{,}094$.

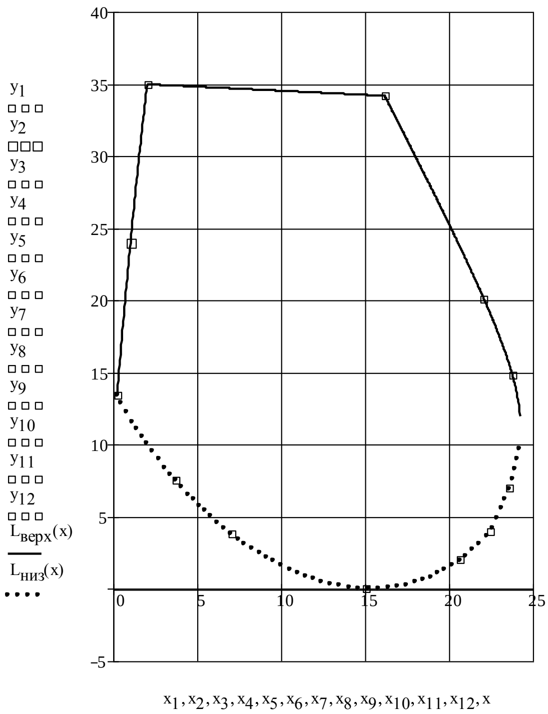


Рис. 12. Лінія контуру деталі одягу, що проходить через 12-ть точок (0,2;13,4),(1;24),(2;35),(16,1;34,2),(22;20,1),(23,7;14,8),(23,5;7),(22,4;4),(20,6;2),(15;0),(7;3,8), та (3,7;7,5), кординати точок в сантиметрах.

Висновки

Розроблено методику розбиття контуру деталей одягу поліномами та лініями другого порядку та здійснено апробація роботи представленням контурів уніфікованих лекал чоловічих штанів у виді аналітичної функції, зокрема для лекал похідних деталей – підкладки кишень.

Описана вище методика авторами реалізована в програмний продукт системи Mathcad Professional, що дає можливість частково автоматизувати процес апроксимації контуру деталі одягу заданого координатами точок поліномами та лініями другого порядку.

В роботі розглянуто одинадцять варіантів апроксимації контурів деталей одягу в тому числі вісім варіантів спряжень ліній, що базуються на координатах від двох до восьми точок.

Особливості апроксимації контуру деталей одягу поліномами та лініями другого порядку зокрема такі:

1. Апроксимація поліномом першого порядку тобто прямою здійснюється по двом точкам і є однозначною.

2. Апроксимація поліномом другого порядку тобто параболою можлива тоді коли три точки слідують одна за другою в порядку зростання або спадання значення X_i, X_{i+1}, X_{i+2}.

3. Апроксимація спряженими трьох і більше точок дає плавні лінії за певних умов, що стосуються координат.

Внаслідок стабільності даного асортименту доцільним є розробка технологічної конструкції та представлення контурів лекал її деталей у виді аналітичної функції, що прискорить процес побудови похідних деталей, розмноження лекал та розробку нових моделей шляхом внесення коректив у програму.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Коблякова Е. Б. Конструирование одежды с елементами САПР: учебник / Е.Б.Коблякова, Г.С.Ивлеева, В.Е.Романов и др. – М.: КДУ, 2007. – 464 с.
2. Коблякова Е. Б. , Савостицкий А.В., Ивлеева Г.С. Основы конструирования одежды: учебник / под ред. Е.Б.Кобляковой. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 448 с.
3. Самборська О. М., Шелестовський Б. Г. Чисельні методи. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2010. – 164 с.
4. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Корн Г., Корн Т. - М.:Наука. 1978. –160 с
5. Ігнатишин М. І., Матвійчук С. С., Особливості апроксимації контуру деталей одягу поліномами та лініями другого порядку. – Вісник хмельницького національного університету, технічні науки, №5 – Хмельницький. 2012 р. – 72-78 с.

АННОТАЦИЯ

АППРОКСИМАЦИЯ КОНТУРА ДЕТАЛЕЙ ОДЕЖДЫ ПОЛИНОМАМИ И ЛИНИЯМИ ВТОРОГО ПОРЯДКА

В работе авторами сделан обзор проблемы аппроксимации детелей одежды, разработана методика разбиения контура деталей одежды полиномами и линиями второго порядка. Методика была апробирована представлением контуров унифицированных лекал мужских брюк в виде аналитической функции.

Ключевые слова: технологичность, контуры лекал, аппроксимация, линии второго порядка.

THE SUMMARY

CONTOUR APPROXIMATION PARTS CLOTHING LINES POLYNOMIALS AND SECOND ORDER

Summary. The author reviews the problem of approximating deteley dyahu, the technique of partitioning circuit components and clothing lines polynomials of the second order. The procedure was tested presentation outlines uniform pattern making men's trousers in the form of an analytic function.

Keywords: adaptability, outline curves, approximation, second-order line.

УДК 539.3

ОПТИМІЗАЦІЯ МЕХАНІЧНОГО ГАСНИКА КОЛИВАНЬ.

М.І. ІГНАТИШИН
Мукачівський державний університет

В роботі зроблено огляд узагальненої проблеми оптимізації механічних гасників, розглянуто конкретну проблему, - досліджено АЧХ маятникового та циліндричного гасників механічних коливань з допомогою тригонометричних формул Вієта, розраховано значення резонансних частот гасника та проведено розрахунок конструктивних та механічних параметрів гасника за заданими резонансними частотами. Отримані аналітичні співвідношення використані для оптимізації параметрів гасників механічних коливань на стадії їх конструювання.

Ключові слова: *механічні гасники, маятниковий механічний гасник, циліндричний механічний гасник, оптимізація механічного гасника.*

Механічні гасники коливань мають широке застосування у техніці. Вони призначені для гасіння коливань механізмів, машин, будівельних споруд тощо. Причиною виникнення небажаних коливань можуть бути техногенні та природні фактори, наприклад, землетрус.

Об'єкт та методи дослідження

Досліджуваний механічний гасник коливань відноситься до двохмасових механічних систем. Такі системи активно досліджуються з метою їх оптимізації. В праці [1] Баженова В. А., Погорелова О. С., Постнікова Т. Г розвинуто метод продовження за параметром для віброударних систем при моделювання удару силою контактної взаємодії, теоретичні викладки розроблені для двохмасових систем з двома ступнями вільності, відмічаються переваги цього методу, які дозволяють суттєво зменшити обчислювальні витрати. Судак Ф.М., Вороніна І.Ф., Алтухов Д.П. [2] провели дослідження з метою зменшення шуму