



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **91024** (13) **U**  
(51) МПК (2014.01)  
**F16S 5/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

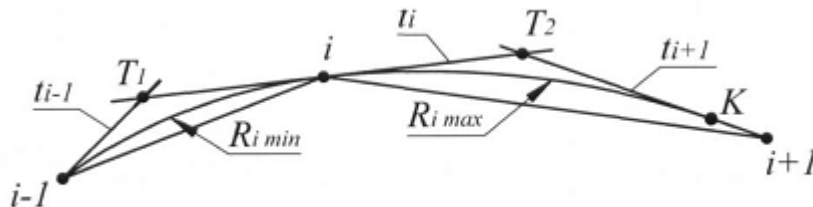
## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2013 11250</b>	(72) Винахідник(и): <b>Гавриленко Євген Андрійович (UA), Холодняк Юлія Володимирівна (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>23.09.2013</b>	(73) Власник(и): <b>ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.06.2014</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.06.2014, Бюл.№ 12</b>	

## (54) СПОСІБ МОДЕЛЮВАННЯ ЛІНІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КАРКАСА СКЛАДНИХ ПОВЕРХОНЬ, ЯКІ ОБМЕЖУЮТЬ ТЕХНІЧНІ ВИРОБИ, ЩО ВЗАЄМОДІЮТЬ ІЗ СЕРЕДОВИЩЕМ

### (57) Реферат:

Спосіб моделювання лінійних елементів каркаса складних поверхонь, які обмежують технічні вироби, що взаємодіють із середовищем, що полягає у формуванні дискретно представленої кривої на основі упорядкованого точкового ряду, причому на робочій поверхні визначається область розташування кривої, яка є елементом каркаса поверхні, за умови монотонної зміни диференціально-геометричних характеристик, при цьому положення точок, які належать кривій, призначаються всередині отриманої області.



Фиг. 3

UA 91024 U



Корисна модель, що пропонується, належить до машинобудівної технології і може бути використана при проектуванні робочих поверхонь, які обмежують технічні вироби, функціональним призначенням яких є взаємодія із середовищем (рідиною, газом, сипучими матеріалами), наприклад каналів двигунів внутрішнього згоряння, робочих органів сільськогосподарських машин, корпусу автомобіля, трубопроводів тощо.

Відомий спосіб побудови елементів каркаса поверхонь, які обмежують лопатки осьових турбін [Борисенко В.Д., Котляр Д.В. Геометричне моделювання охолоджуваних лопаток осьових турбін з криволінійною віссю. // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці ТДАТУ. - Випуск 4, т. 53. - Мелітополь: ТГАТУ, 2012. – с. 13-17], який міститься у аналітичному визначенні елементів каркасу поверхні, яка обмежує виріб, з урахуванням граничних умов: координат граничних точок та диференціально-геометричних характеристик у цих точках.

Недоліком способу побудови елементів каркасу поверхонь, які обмежують лопатки осьових турбін, є відсутність можливості управляти властивостями кривої у проміжних точках елементів каркаса та поверхні, що формується.

Як прототип вибрано спосіб моделювання елементів каркаса складних поверхонь, які обмежують технічні вироби, що взаємодіють із середовищем [Гавриленко Є.А., Холодняк Ю.В. Геометричне моделювання криволінійних поверхонь на основі дискретно представлених кривих. // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці ТДАТУ. - Випуск 4, т. 51. - Мелітополь: ТГАТУ, 2011.-с. 121-126], який включає формування кривих, які є елементами каркасу поверхні, що формується, на основі наперед заданого упорядкованого точкового масиву.

Недоліком способу, взятого за прототип, є неможливість забезпечення монотонної зміни диференціально-геометричних характеристик уздовж кривої, яка є елементом каркаса поверхні, що може призвести до появи турбулентності потоку середовища.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу моделювання елементів каркасу складних поверхонь, які обмежують технічні вироби, що взаємодіють із середовищем, шляхом забезпечення монотонної зміни диференціально-геометричних характеристик кривої, яка є елементом каркасу поверхні, за рахунок формування кривої всередині наперед визначеної області її розташування, яка забезпечує відповідність характеристик кривої умовам задачі. Це дозволяє забезпечити ламінарний характер обтікання складних поверхонь, які обмежують технічні вироби, функціональним призначенням яких є взаємодія із середовищем (рідиною, газом, сипучими матеріалами), наприклад каналів двигунів внутрішнього згоряння, робочих органів сільськогосподарських машин, корпусу автомобіля, трубопроводів тощо).

Поставлена задача вирішується тим, що у способі моделювання лінійних елементів каркаса складних поверхонь, які обмежують технічні вироби, що взаємодіють із середовищем, що полягає у формуванні дискретно представленої кривої на основі упорядкованого точкового ряду, відповідно до корисної моделі, на робочій поверхні визначається область розташування кривої, яка є елементом каркаса поверхні, за умови монотонної зміни диференціально-геометричних характеристик, при цьому положення точок, які належать кривій, призначаються всередині отриманої області.

Запропонований спосіб дозволяє забезпечити ламінарний характер обтікання робочої поверхні, яка обмежує виріб, середовищем (рідиною, газом, сипучими матеріалами), що призводить до зменшення втрат енергії потоку при взаємодії із поверхнею, що транспортує середовище (канали двигунів внутрішнього згоряння, трубопроводи) або зменшення опору при взаємодії з поверхнею, яка обтикається середовищем (робочий орган сільськогосподарської машини, корпус автомобіля).

Суть способу, що пропонується, пояснюється кресленням, на якому:

на фіг. 1 зображено приклад розташування лінійних елементів каркасу складної поверхні, що обмежує технічний виріб;

на фіг. 2 - схему розташування дотичних у вузлах ДПК;

на фіг. 3 - схему визначення радіусів кривини у точках вихідної ДПК;

на фіг. 4 - схему локального згущення точок кривої, що визначають ділянку ДПК, уздовж якої кривина змінюється монотонно.

На поверхні 1, що обмежує технічний виріб, приведені лінійні елементи 2 каркасу цієї поверхні.

Спосіб моделювання лінійних елементів каркаса складних поверхонь, які обмежують технічні вироби, що взаємодіють із середовищем, що пропонується, полягає у наступному: у точках наперед заданого точкового ряду  $\dots i-1, i, i+1 \dots$ , що визначає криву, призначаються положення дотичних  $\dots t_{i-1}, t_i, t_{i+1} \dots$ , при яких задача формування ДПК другого порядку гладкості

з монотонною зміною кривини має розв'язок (фіг. 2). При моделюванні кривої із монотонною зміною кривини необхідно, щоб розташування дотичних відповідало вимозі

$$n_i < m_i,$$

де  $n_i, m_i$ , - довжини відрізків, які визначаються дотичними.

5 Далі для вихідних вузлів визначаються діапазони радіусів кривини, які можна отримати у відповідності до умов задачі (фіг. 3). Розташування дотичних  $t_{i-1}$  та  $t_i$  визначає діапазон можливих радіусів кривини  $R_{i\min} \leq R_i < \infty$  для точки  $i$ ; розташування дотичних  $t_i$  та  $t_{i+1}$  визначає для цієї точки діапазон радіусів кривини  $0 < R_i \leq R_{i\max}$ . Умовою моделювання монотонної кривої є перетин вказаних діапазонів.

10 Далі виконується корегування положень дотичних з метою забезпечення плавної зміни радіусів кривини уздовж ДПК. Для оцінки плавності зміни радіусів кривини використовується критерій  $k_i = \frac{\Delta R_i}{l_i}$ , який визначається діапазоном радіусів кривини у точці  $i(\Delta R_i)$  та довжиною кривої ( $l_i$ ) на ділянці  $i-1 \dots i+1$ . Довжина кривої оцінюється як сума довжин кривих Без'є, які визначаються точками  $i-1, i, i+1$  та дотичними  $t_{i-1}, t_i, t_{i+1}$ .

15 Після призначення дотичних таким чином, що значення критерію  $k_i$  задовольняє умові задачі, всередині отриманих діапазонів ( $\Delta R_i$ ) призначаються значення радіусів кривини, які необхідно забезпечити в процесі моделювання.

ДПК формується окремо по ділянках, які обмежені двома послідовними вихідними точками.

Значення радіусів кривини у точках ДПК оцінюються за допомогою критерію

$$20 \quad R_i = \frac{n_i^3}{S_i}, \quad R_{i+1} = \frac{m_i^3}{S_i},$$

де  $S_i$  - площа трикутника, який обмежений дотичними  $t_i, t_{i+1}$  та хордою супровідної ламаної лінії ДПК  $[i; i+1]$ .

25 Положення точки згущення призначається по центру відрізка, який з'єднує точку перетину дотичних  $t_i$  та  $t_{i+1}$  із серединою хорди  $[i; i+1]$  (на фіг. 4 це точка А). Положення дотичної  $t_{3г}^1$ , яка відповідає точці згущення, призначається паралельно хорді  $[i; i+1]$ . В результаті отримуються положення точок  $i, A, i+1$  та дотичних  $t_i, t_{3г}^1, t_{i+1}$ , які визначають нову ДПК та забезпечують у вузлах  $i$  та  $i+1$  такі ж самі характеристики, що і до моделювання. При цьому отримані значення характеристик відрізняються від призначених.

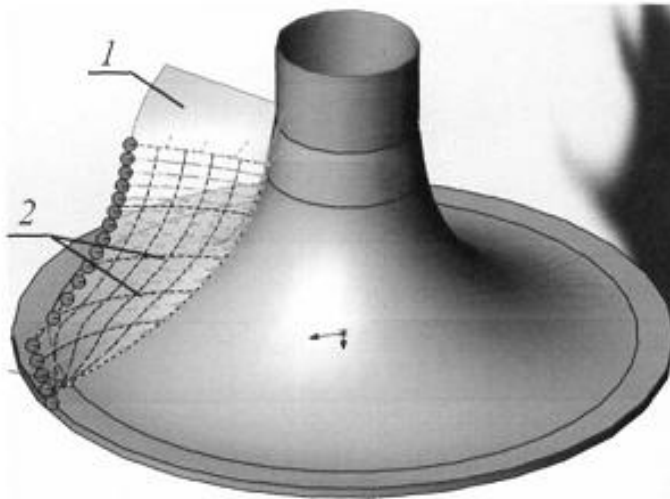
30 Корегування положення точок та характеристик отриманої ДПК виконується в процесі подальшого моделювання ділянки кривої та проводиться за рахунок вибору положення  $t_{3г}^1$  та переміщення точки згущення уздовж  $t_{3г}^1$ . При збільшенні відстані  $h$  між  $t_{3г}^1$  та хордою супровідної ламаної лінії  $[i; i+1]$  радіуси кривини, які можна отримати при такому розташуванні точок ДПК та дотичних, у вихідних вузлах пропорційно збільшуються. При переміщенні точки згущення в точку  $i_{3г}^1$  по дотичній вказаний радіус кривини у вузлі, в сторону якого точка переміщується, зменшується.

35 На наступному кроці моделювання всередині отриманих ділянок призначаються положення точок згущення ( $i_{3г}^2$ ) та відповідних їм дотичних ( $t_{3г}^2$ ). Дотичні призначаються паралельно відповідним хордам супровідної ламаної лінії. Відстані між дотичними та хордами ( $h_1$  та  $h_2$ ) обираються таким чином, щоб характеристики отриманої ДПК відповідали призначеним.

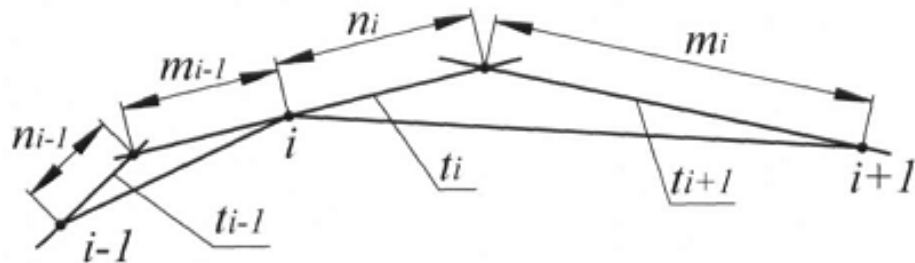
40 При виконанні подальших кроків моделювання точки згущення призначаються на серединах відрізків, які з'єднують точки перетину дотичних із серединами відповідних хорд супровідної ламаної лінії. Це дає можливість зберігати призначені характеристики кривої. Область можливого розташування ДПК із монотонною зміною кривини після кожного кроку згущення уточнюється. Процес моделювання припиняється у випадку, коли ширина області розташування ДПК із монотонною зміною кривини стає менше заданої точності.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

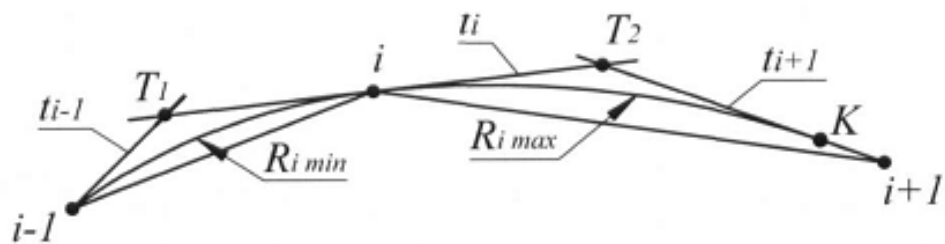
- 5 Спосіб моделювання лінійних елементів каркаса складних поверхонь, які обмежують технічні вироби, що взаємодіють із середовищем, що полягає у формуванні дискретно представлені кривої на основі упорядкованого точкового ряду, який **відрізняється** тим, що на робочій поверхні визначається область розташування кривої, яка є елементом каркаса поверхні, за умови монотонної зміни диференціально-геометричних характеристик, при цьому положення точок, які належать кривій, призначаються всередині отриманої області.



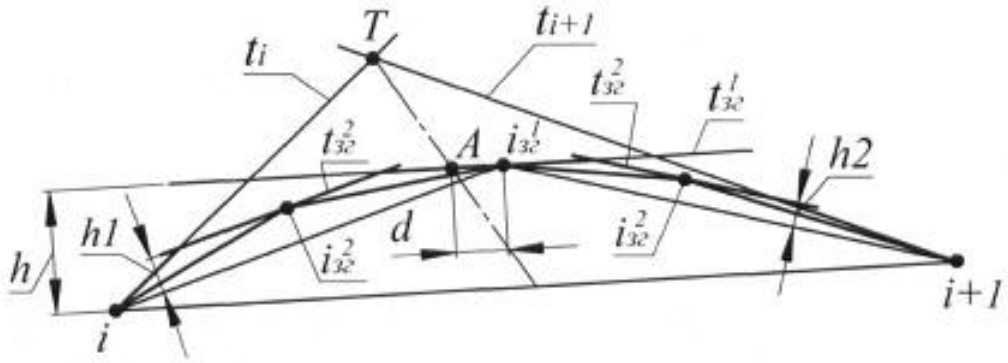
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

---

Комп'ютерна верстка С. Чулій

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601