



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **104483** (13) **U**
(51) МПК (2016.01)
B29C 41/02 (2006.01)
G06F 17/50 (2006.01)
G06F 19/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2015 04549</p> <p>(22) Дата подання заявки: 12.05.2015</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.02.2016</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.02.2016, Бюл.№ 3</p>	<p>(72) Винахідник(и): Доброскок Володимир Ленінмирович (UA), Вітязев Юрій Борисович (UA), Погарський Андрій Володимирович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків-2, 61002 (UA)</p>
---	---

(54) СПОСІБ ПОШАРОВОЇ ПОБУДОВИ ВИРОБІВ СЕЛЕКТИВНИМ ЛАЗЕРНИМ СПІКАННЯМ

(57) Реферат:

Спосіб пошарової побудови виробів селективним лазерним спіканням включає триангуляцію 3D CAD-моделі з заданою похибкою на етапі, що передує пошаровому з'єднанню частинок вихідного порошкового матеріалу під впливом енергії лазерного променя. Перед побудовою виробу визначають компенсуючу деформацію вихідної триангуляційної моделі, значення якої вибирають за результатами виробничих випробувань:

$$z_i = z_i^* - f(x_i, y_i).$$

UA 104483 U

Корисна модель належить до формоутворення, зокрема до побудови виробів селективним лазерним спіканням, і може бути використана в машинобудуванні.

Відомі способи матеріалізації (побудови) виробів пошаровими методами на установках селективного лазерного спікання (SLS), при яких побудова здійснюється шляхом пошарового спікання частинок порошку під впливом енергії лазерного променя [1, 2]. Конфігурація кожного окремого шару (перетину) що спікається залежить від геометричних особливостей вихідної полігональної моделі. Шари вихідного порошку перед спіканням формуються обертливим роликком що рівномірно розподіляє частинки порошку в області побудови. У робочій камері установки SLS, порошковий матеріал попередньо розігрівається до температури нижче точки плавлення для зниження необхідної енергії лазерного променя при спіканні. Недоліком цих способів є виникнення похибки формоутворення виробів. Під похибкою формоутворення розуміється відхилення від правильної геометричної форми виробів.

Відомий спосіб матеріалізації виробів селективним лазерним спіканням з підвищеною точністю [3], згідно з яким здійснюється зниження різниці температури виробу в робочій камері і спікання вихідного порошкового матеріалу. Зниження різниці температур досягається шляхом використання матеріалу з температурою спікання приблизно 70 °С.

Недоліком даного способу є досить низькі експлуатаційні характеристики виробів, а саме низька теплостійкість.

Найближчим до того, який заявляється, є спосіб виробництва виробів селективним лазерним спіканням [4], що включає триангуляцію 3D CAD-моделі з заданою похибкою на етапі, що передує пошаровому з'єднанню частинок вихідного порошкового матеріалу під впливом енергії лазерного променя.

Недоліком даного способу є виникнення залишкових деформацій що з'являються через внутрішні напруження, що виникають в результаті температурного впливу (нагрівання-охолодження) на вихідний порошковий матеріал.

В основі корисної моделі стоїть задача підвищення точності побудови виробів на установках селективного лазерного спікання.

Поставлена задача вирішується тим, що перед побудовою виробу застосовують компенсуючу деформацію вихідної триангуляційної моделі, значення якої вибирають за результатами виробничих випробувань.

Технічний результат досягається тим, що при здійсненні способу пошарової побудови виробу селективним лазерним спіканням, компенсуюча деформація, яка застосована до вихідної триангуляційної 3D моделі зворотна по знаку та відповідає характеру прогнозованої залишкової деформації.

На фіг. 1 показаний приклад застосування компенсуючої деформації триангуляційної моделі.

На фіг. 2 показані деформація виробу та зворотна їй компенсуюча деформація.

На фіг. 3 і 4 представлені триангуляційні 3D моделі тестових виробів, із застосуванням компенсуючої деформації для здійснення запропонованого способу пошарової побудови.

Розглянемо застосування запропонованого способу пошарової побудови виробів. На етапі, що передує побудові, CAD-модель представляється у вигляді системи трикутних граней (триангуляційна 3D модель), кількість яких впливає на якість апроксимації моделі. До триангуляційної моделі 1 застосовується технологічна компенсуюча деформація, що відповідає закону зміни та зворотна за знаком прогнозованої (очікуваної) залишкової деформації виробу. Знак прирощення кривизни компенсуючої деформації 2 має бути зворотним залишковій деформації виробу 3. Компенсуюча деформація визначає координати поверхні відносно прилеглої площини 4. Основними параметрами компенсуючої деформації є стріла прогину - δ та відносний зсув центру кривизни деформації - k_c . Закон змінювання та його параметри вибираються відповідно з результатами виробничих випробувань.

Під деформацією триангуляційної 3D моделі (в геометричному сенсі) розуміється зміна координат вершин z_i по осі Z у відповідності з заданим законом та залежно від поточного значення координат x_i, y_i по осях X, Y. У загальному вигляді, зміна координати по осі Z для кожної вершини проводиться по формулі:

$$z_i = z_i^* - f(x_i, y_i), \quad (1)$$

де z_i, z_i^* - деформаційні та вихідні значення координат вершин; $f(x_i, y_i)$ - деформаційна функція.

Деформаційна функція описує відхилення контрольної площини виробу від прилеглої площини. Компенсуючі деформації можуть бути різних типів, які визначаються деформаційною

функцією і вибираються, виходячи з геометричних особливостей виробів (співвідношення розмірів і форми). Тип деформації відрізняється законом зміни координат вершин моделі.

Відмітною ознакою запропонованого рішення, яке описує деформацію триангуляційної 3D моделі за формулою (1), представляється раніше невідомим технологічним прийомом.

5 Наявність раніше невідомої ознаки дозволяє зробити висновок про відповідність запропонованого способу критерію "новизна".

Реалізація запропонованого підходу передбачає можливість виконання заданих компенсуючих деформацій вихідної триангуляційної моделі на етапі, який передує побудові.

Приклад.

10 Проводилась тестова побудова виробів на установці селективного лазерного спікання з застосуванням запропонованого способу.

При побудові була вибрана модель 5, при довжині якої по осі X $l_{Xsize}=171$ мм була застосована компенсуюча деформація з радіальною деформаційною функцією з максимальною стрілою прогину $\delta_x=1$ мм (за результатом вимірювань залишкової деформації подібних виробів).

15 Основними параметрами радіальної компенсуючої деформації є: стріла прогину по осі X та/або Y- δ_x , δ_y , відносний зсув центру кривизни деформації по осях X та / або Y- k_{cx} , k_{cy} . Деформаційна функція:

$$f(x_i, y_i) = R_X + \sqrt{R_X^2 - x_T^2} - R_Y + \sqrt{R_Y^2 - y_T^2}, \quad (2)$$

20 де x_T , y_T , R_X , R_Y - параметри деформаційної функції:

радіуса кривизни деформацій по осях X, $Y \Rightarrow R_X = (\delta_x + x_{cmax}^2 / \delta_x) / 2$,

$R_Y = (\delta_y + y_{cmax}^2 / \delta_y) / 2$, де δ_x , δ_y - задана стріла прогину по осях X, Y; x_{cmax} , y_{cmax} - найбільша хорда по осях X, Y.

25 відстань від центру кривизни деформації до i-ої вершини $\Rightarrow x_T = x_i - x_c$, $y_T = y_i - y_c$, де x_c , y_c - центра кривизни деформації по осях X, Y.

центр кривизни деформації по осях X, $Y \Rightarrow x_c = x_{min} + k_{cx} l_{Xsize}$, $y_c = y_{min} + k_{cy} l_{Ysize}$, де x_{min} , y_{min} - найменші координати вершин трикутників моделі по осях X, Y; l_{Xsize} , l_{Ysize} - розміри моделі по осях деформації X, Y.

Так як по осі Y компенсація деформації не проводилася, Y-складова дорівнюватиме нулю.

30 Стріла прогину виробу 6, що побудований по моделі з компенсуючою деформацією по осі X склала $\Delta_x=0,15$ мм. Застосування даного способу побудови суттєво підвищило точність виробу (знизило похибку форми) до 85 % в порівнянні з раніше відомим способом.

Використання запропонованого способу дозволяє підвищити точність побудови виробів на установках селективного лазерного спікання. Це досягається за рахунок того, що на етапі, який передує матеріалізації, застосовується компенсуюча деформація триангуляційної моделі, внаслідок чого є можливість регулювати процес побудови виробів з похибкою форми виробів.

Джерела інформації:

40 1. Пат. 5155324 А США, МКИ В29С41/12; С04В35/64; В05С19/00; В29С41/46; В22F7/02; С23С24/10; G05В19/4099; В23К26/34; С23G24/08; В29С35/04; В22F3/105; G05В19/41; С23С26/02; В22F3/00; В29С67/00; В23К26/08. Method of producing parts.

2. Пат. 0946325 В1 ЕП, МКИ В29С67/00; В22F3/105; В23К26/34. Selective laser sintering at melting temperature.

45 3. Пат. 20060159896 АІ США, МКИ В29С67/00; В29С65/00; С23С24/10; В22F3/16; В01J2/00; В22F3/105; С23С24/08; В22F1/00; С04В35/634; В32В37/00. Laser sintering method with increased process precision, and particles used for the same.

4. Пат. 4863538 США, МКИ В27N 3/00; В32В 31/00; В23К 9/00; В29С 67/00. Method and apparatus for producing parts by selective laser sintering.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

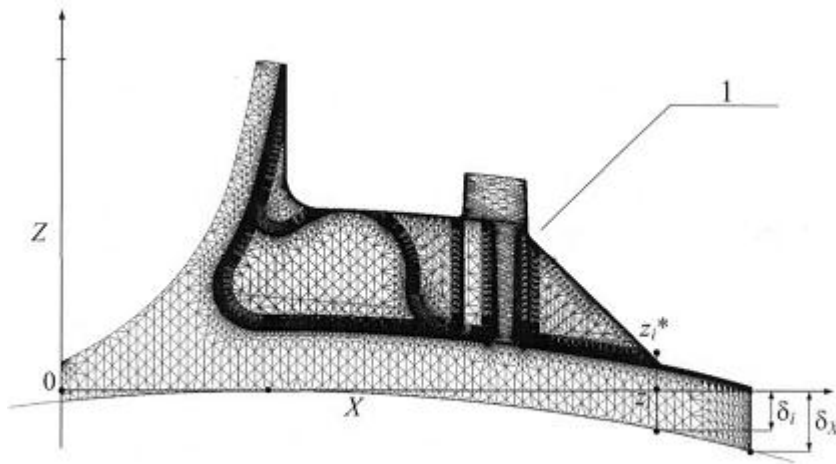
50 Спосіб пошарової побудови виробів селективним лазерним спіканням, що включає триангуляцію 3D CAD-моделі з заданою похибкою на етапі, що передує пошаровому з'єднанню частинок вихідного порошкового матеріалу під впливом енергії лазерного променя, який **відрізняється** тим, що перед побудовою виробу застосовують компенсуючу деформацію вихідної триангуляційної моделі, значення якої вибирають за результатами виробничих випробувань:

$$z_i = z_i^* - f(x_i, y_i),$$

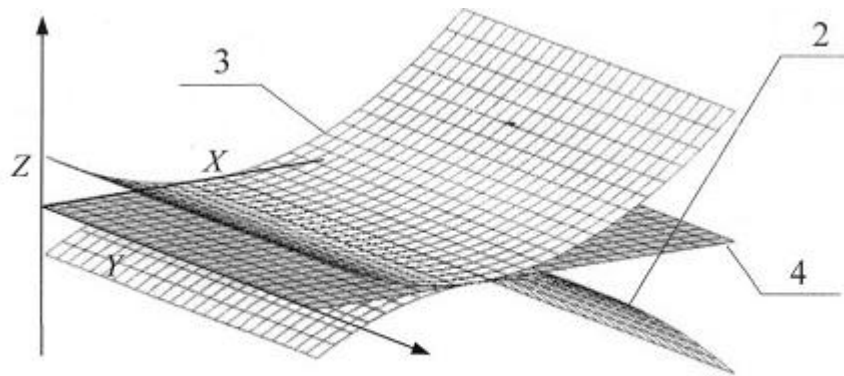
де z_i - деформаційні значення координат вершин;

z_i^* - вихідні значення координат вершин;

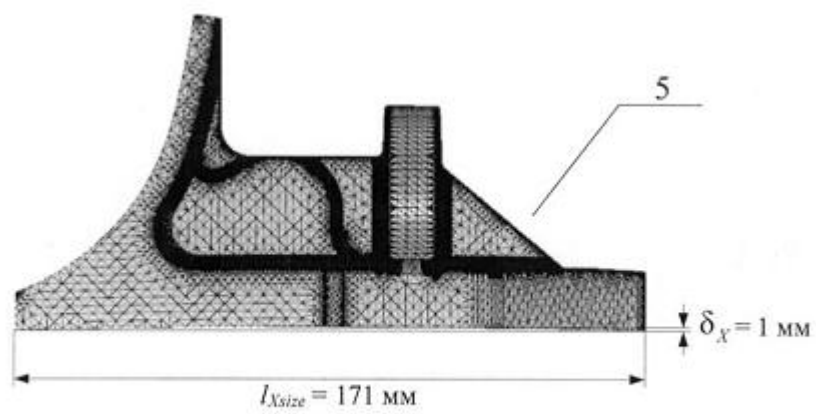
$f(x_i, y_i)$ - деформаційна функція, вибрана за результатами виробничих випробувань.



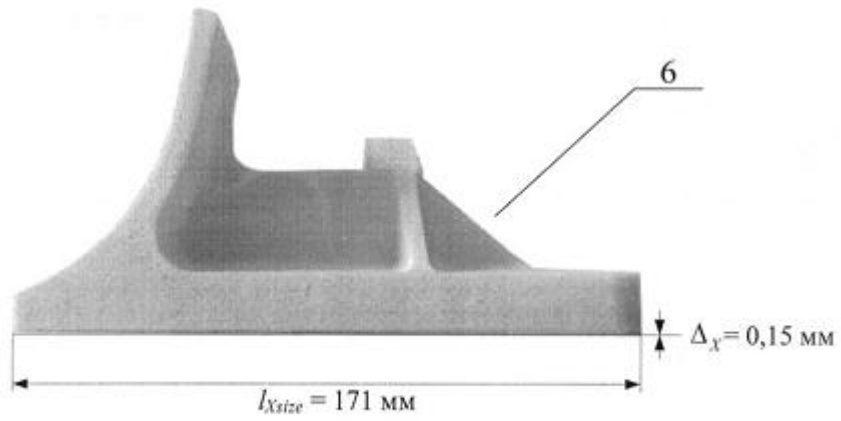
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

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

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