УДК 621.454:621.791.92
DOI:10.62717/3083-7057-2026-1-026

Коваленко С.С.,
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: kovalenko-s@365.dnu.edu.ua

Золотько О.Є.,
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: zolotko_ol@365.dnu.edu.ua

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТА ВИРОБНИЦТВІ РАКЕТНИХ ДВИГУНІВ

Анотація: У тексті розглянуто застосування адитивних технологій у ракетно-космічному двигунобудуванні, зокрема технологію селективного лазерного плавлення металевого порошку (SLM). Описано принцип її роботи, який базується на пошаровому розплавленні металевого порошку за допомогою лазерного випромінювання на основі CAD-моделей, а також наведено основні переваги порівняно з традиційними методами виробництва. Розглянуто можливості створення композиційних, градієнтних і наноструктурованих матеріалів, а також перспективи використання технології Spray forming для отримання сплавів із покращеними властивостями.
Ключові слова: адитивні технології, селективне лазерне плавлення (SLM), 3D-друк металом, композиційні матеріали, ракетно-космічне двигунобудування.

S. Kovalenko,
Oles Honchar Dnipro National University
E-mail: kovalenko-s@365.dnu.edu.ua

O. Zolotko,
Oles Dnipro National University
E-mail: zolotko_ol@365.dnu.edu.ua

PROSPECTS FOR THE USE OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE DESIGN AND PRODUCTION OF ROCKET ENGINES

Abstract: The text considers the application of additive technologies in rocket and space engine manufacturing, particularly the technology of selective laser melting (SLM) of metal powder. The principle of this technology is based on the layer-by-layer melting of metal powder using laser radiation according to CAD models, and its main advantages over traditional manufacturing methods are highlighted. The possibilities of creating composite, gradient, and nanostructured materials, as well

as the prospects of using Spray forming technology to obtain alloys with improved properties, are also discussed.
Keywords: additive technologies, selective laser melting (SLM), metal 3D printing, composite materials, rocket and space engine manufacturing.

Найбільш перспективним видом адитивних технологій для застосування у ракетно-космічному двигунобудуванні вважається інноваційна технологія виробництва за допомогою лазерного плавлення металевого порошку за математичними CAD-моделями [1]. SLM (Selective laser melting)-технологія 3D-друку або (3D-друк металом) передбачає послідовне пошарове розплавлення порошкового матеріалу за допомогою потужного лазерного випромінювання. За допомогою SLM-технології створюють високоточні деталі, з яких складаються відповідальні вузли та агрегати, а також нерозбірні конструкції підвищеної надійності.

У порівнянні з традиційними технологія селективного лазерного сплавлення має ряд суттєвих переваг [2]. Вона дозволяє вирішувати складні технологічні задачі, скорочує об’єми та терміни виконання науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, стає можливим внесення оперативних змін на будь-якому етапі проектування та виробництва. Деталі, створені на 3D-принтері з металу, за своїми механічними властивостями у деяких випадках перевершують аналоги, отримані за допомогою лиття або механічної обробки. Забезпечується економічна доцільність дрібносерійного виробництва та виробництва кастомізованої продукції. Устаткування для адитивних технологій дозволяє виготовляти складні системи охолодження на основі сітчастих конструкцій, які неможливо отримати традиційними методами – литтям або штампуванням. Можливості машин дозволяють також виробляти деталі з композитних матеріалів, використовуючи кілька систем подачі різнорідних порошків. Є досвід створення так званих градієнтних матеріалів способом пошарового нанесення та сплавлення двох або декількох матеріалів з різними фізико-хімічними властивостями [3].

Отримано композиційні матеріали, в яких матрична основа посилена керамікою. Такі матеріали демонструють підвищену жорсткість та стійкість до зношування. Створено унікальний матеріал Al-Si з вмістом кремнію 70% за вагою. Змінюючи співвідношення кремнію та алюмінію, можна отримати сплави із заданим коефіцієнтом термічного розширення (наприклад, постійним у широкому діапазоні температур). Технологія Spray forming створює перспективи для застосування нових конструкційних наноструктурованих матеріалів - унікальних сплавів з рівномірним включенням до об'ємної структури наночастинок різних матеріалів – металів, включаючи рідкоземельні, оксидів та ін.

Бібліографічні посилання

1. Additive Manufacturing. With Amperprint for 3D-Printing you Have the Powder to Create. [Електронний ресурс]: https://www.hoganas.com/en/powder-technologies/additive-manufacturing/3d-printingpowders/
2. NASA tests limits of 3D-prnting with powerfull rocket engine check. [Електронний ресурс]: http://nasa.gov
3. Інтернет-видання «Design Engineering», «Orbex opens large scale 3D-printed rocket engine production facility». [Електронний ресурс]: https://www.design-engineering.com/orbex-opens-large-scale-3d-printed-rocket-engine-production-facility-1004037855/