$$n = \frac{60 f_c}{kz} \qquad (2)$$

При цілих значеннях k товщина шару, що зрізається буде однаковою.

Список посилань

1. Chatter suppression techniques in metal cutting / Munoa J., Beudaert X., Dombovari Z., Altintas Y., Budak E., Brecher C., Stepan G. // CIRP Annals – Manufacturing Technology. – 2016. – Vol. 65. – P. 785–808.

УДК 681.6; 621.7; 616-77

Симонюк В.П., канд. техн. наук, доцент
Тимощук А.А., магістрант
Луцький національний технічний університет, volodimir_simonyuk@ukr.net

ДО ТЕХНОЛОГІЇ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПІКАННЯ

Селективне лазерне спікання (SLS) - це технологія адитивного виробництва, в якій використовується потужний лазер для спікання дрібних частинок полімерного порошку в міцну структуру на основі 3D-моделі.

3D-друк за технологією SLS був популярним серед інженерів і виробників протягом десятиліть. Завдяки низькій собівартості моделі, високій продуктивності та поширеним матеріалам ця технологія чудово підходить для вирішення широкого спектра завдань: від швидкого прототипування до виробництва в малих обсягах, виготовлення обмежених пробних партій або створення виробів за індивідуальним замовленням.

Останні досягнення в галузі техніки, матеріалів і програмного забезпечення відкрили можливість друку за технологією SLS ширшому колу компаній. Раніше такі інструменти використовувалися лише в кількох високотехнологічних галузях.

Метод адаптований для роботи з різними матеріалами, серед яких пластмаси, метали, скло, кераміка та різноманітні порошкові композиційні матеріали. Сьогодні всі ці технології класифікуються як синтез на підкладці - адитивні виробничі процеси, за допомогою яких виконується вибіркове спікання областей порошкового шару під впливом теплової енергії.

На даний момент існують дві найпоширеніші системи синтезу на підкладці - це метод на основі пластмаси, зазвичай званий селективним лазерним спіканням (SLS), і метод на основі металу, відомий як пряме лазерне спікання металів (DMLS) або селективне лазерне плавлення (SLM). До недавнього часу обидві системи були дуже дорогими і складними, що обмежувало їхнє використання виробництвом невеликих партій дорогих моделей або виробів за індивідуальним замовленням, таких як аерокосмічні компоненти або медичні пристрої.

Завдяки інноваціям у цій галузі метод SLS на основі пластику стане таким самим доступним, як і інші технології 3D-друку, наприклад стереолітографія (SLA) та моделювання методом наплавлення (FDM), і набуде широкого поширення у вигляді доступних, компактних систем.

Моделі, створені за допомогою 3D-друку за технологією SLS, мають чудові механічні характеристики: їхня міцність порівнянна з міцністю моделей, відлитих під тиском.

Особливість селективного лазерного спікання полягає в тому, що для побудови геометрично складних деталей не використовується матеріал підтримки. У ролі підтримуючої структури виступає порошок, який не зазнав впливу лазерного променя.

Матеріали для 3D-друку за технологією SLS - пластикові порошки з домішками, що мають різні механічні властивості. Широкий вибір матеріалів дає підприємствам, які впровадили SLS-технологію, додаткову гнучкість.

Технологія забезпечує високу швидкість друку. Оскільки вона не передбачає повного розплавлення частинок матеріалу, SLS-установки більш продуктивні, ніж інші 3D-принтери, що працюють із порошками.

Виявлення недоліків в існуючих лазерних системах, і їх подальше вдосконалення дозволить збільшити спектр матеріалів для 3D друку. Необхідно, також, проводити дослідження не лише для виявлення можливостей підсилення лазерної системи, а і для розробки лазерної системи з можливістю змінювати робочий струм і температуру.

Потрібно розуміти, що різні матеріали для друку вимагають різну робочу температуру лазерного спікаючого променя. Якщо пристрій не буде враховувати цих вимог, і не буде налаштовувати свою лазерну систему під конкретну температуру, то ми ризикуємо отримати результат друку, який по своїм фізико-механічним властивостям не буде відповідати заданим вимогам.

Ще одним вагомим вдосконаленням, яке ми зможемо досягти, підсиливши лазерну систему пристрою, це підвищення швидкодії пристрою. Швидкість друку по технології селективного лазерного спікання означає те, наскільки швидко лазерний промінь може розігріти мікрочастинки порошку до температури їх спікання, при цьому не пошкодивши матеріал друку. Швидкість друку – це поняття комбіноване і залежить ще і від матеріалу друку. Швидкодія напряму впливає на якість отриманої деталі, оскільки спікання йде між декількома фрагментами порошку, і якщо крайні фрагменти будуть остигати під час повільного нагрівання центрального, якість спікання буде суттєво знижуватися.

Суттєво покращити якість спікання допоможе пришвидшення процедури 3D друку, але це вимагає прикладення багатьох зусиль від розробників пристрою. Перш за все необхідно проводити скрупульозні дослідження, як потужність лазерного променю буде впливати на швидкість доведення фрагменту порошку відповідної площі до такої температури, при якій можливе якісне спікання цього фрагменту матеріалу з іншими, і при цьому не призведе до руйнування матеріалу через перегрів, його спалення, чи погіршення фізико-механічних властивостей. При цьому, необхідно враховувати дистанцію до лазеру і кількість спечених шарів під теперішнім шаром.

Провівши такі дослідження, ми отримаємо час в мікросекундах, який необхідний для якісного спікання частинок порошку конкретної марки, в конкретному просторовому положенні і з використанням конкретної потужності лазера. Отримавши ці дані, нам необхідно буде правильно запрограмувати мікроконтролер, який буде керувати процесом друку. В програмі друку будуть враховані досліджені часові інтервали. Для якісного виконання такої вимогливої програми необхідне використання сучасних мікро-контроллерів і операційних систем реального часу.

Окрім підвищення якості друкованих деталей, пришвидшення процесу друку значно покращить зручність його використання і зробить такий пристрій більш успішним на ринку, оскільки в нашому житті абсолютно все впирається в швидкодію, а якщо швидкодія 3D друку методом селективного лазерного спікання зрівняється зі швидкістю виготовлення деталей класичним способом, то ми отримаємо суттєве розповсюдження технології селективного лазерного спікання у виробництві.

Список посилань

1. The Different SLS 3D Printers on the Market. [Електронний ресурс] / Published on July 14, 2022 by Niru K. – Режим доступу: https://www.3dnatives.com/en/different-sls-3d-printers-220320184/

2. The Best SLS 3D Printers of 2022. [Електронний ресурс] / by Ile Kauppila. Updated Mar 15, 2022 – Режим доступу: https://all3dp.com/1/best-sls-3d-printer-desktop-industrial /#sintratec-kit

3. Selective Laser Sintering [Електронний ресурс] / Protolabs, 2022 – Режим доступу: https://www.protolabs.com/services/3d-printing/selective-laser-sintering/

4. Guide to Selective Laser Sintering (SLS) 3D Printing. [Електронний ресурс] / Formlabs, 2022 – Режим доступу: https://formlabs.com/blog/what-is-selective-laser-sintering/

5. What is SLS 3D printing? [Електронний ресурс] / Sinterit, 2022 – Режим доступу: https://sinterit.com/blog/sls-technology/what-is-sls-3d-printing/

6. SLS 3D Printing – The Ultimate Guide. [Електронний ресурс] / by Carolyn Schwaar. Published Jul 21, 2022 – Режим доступу: https://all3dp.com/1/sls-3d-printing-the-ultimate-guide/

УДК 621.91.002

Стецько А.Є., канд. техн. наук, доцент
Національний університет «Львівська політехніка», andrew73@ukr.net

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ДЕТАЛЕЙ ІЗ КОЛЬОРОВИХ СПЛАВІВ ФОРМУВАННЯМ Ni-Co-P ЗМІЦНЮВАЛЬНИХ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ

У поліграфічному виробництві при виготовленні етикетково-пакувальної продукції великими тиражами дуже часто виникає проблема тиражостійкості металевих штампів та кліше [1], які за технічними вимогами повинні точно відтворювати зображення протягом усього тиражу.

Виготовлені штампи і кліше промисловим способом вже після відносно невеликого тиражу (200-300 тис. тиснень) отримують механічні дефекти і руйнуються.

Розроблено метод зміцнення деталей з кольорових сплавів, застосування якого при їхньому виготовленні дає високі результати зносостійкості. Метод полягає в попередній механічні обробці поверхонь деталі, декапування, підготовці до хімічного осадження, нанесення хімічного Ni-Co-P хімічного покриття високої щільності та рівномірності, кінцева обробка.

У процесі осадження металів хімічним способом на відповідних ділянках проходять мікроструми, які утворюються в результаті окремих хімічних реакцій. Ці струми надзвичайно малі та рівномірні, що забезпечують рівномірність осадження покриттів.

За результатами наукових досліджень [2–3], нанесені зміцнені покриття на вуглецевих сталях і кольорових сплавах (в т.ч. на латунях), що дозволяють значно підвищити фізико-механічні характеристики, а саме: отримати зміцнене покриття на фізичній поверхні товщиною від 13-15 мкм за годину осадження і мікротвердістю до 9 ГПа.

Одержані нами дані наукових досліджень дають можливість отримувати зміцнені покриття на поверхнях штампів, які забезпечують потрібні фізико-механічні характеристики штампів для підвищення їх тиражостійкості та забезпечення якості отримання продукції.

Висновки: метод зміцнення шляхом хімічного осадження відновленням за допомогою гіпофосфіту з наступною термічною обробкою дозволяє отримувати надзвичайно рівномірні покриття (товщиною 5 – 30 мкм і більше) на найскладніших поверхнях із високою поверхневою твердістю (6,5 – 9 ГПа), що забезпечує захист покритих деталей машин від корозії та в рази підвищує ресурс їхньої роботи.

Список посилань

1. Стецько А. Є. Технологічне забезпечення ресурсу роботи виготовлених і відновлених деталей: монографія. – Львів: Видавнича компанія «АРС», 2013. – 240 с.

2. Stetsko A.E., Stetsko Y.T. (2020) Formation of Composite Reinforced Coating by Chemical Deposition and Chemical-Thermal Treatment of Boron and Carbon. In: Pogrebnjak A., Bondar O. (eds) Microstructure and Properties of Micro- and Nanoscale Materials, Films, and Coatings (NAP 2019). Springer Proceedings in Physics, vol 240. Springer, Singapore, P.261–270. – DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-1742-6_24.

3. Stetsko A.E., Stetsko Y.T. (2021) The Influence of Carbon, Carbon, and Boron on the Formation of Diffusion Nanocomposite Hardened Layers on the Surfaces of Steel Parts. In: Fesenko O., Yatsenko L. (eds) Nanomaterials and Nanocomposites, Nanostructure Surfaces, and Their Applications. Springer Proceedings in Physics, vol 246. Springer, Cham. P. 699-708. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51905-6_47.