

Щербина Є.Ю., аспірант гр. 131А-21-2

Науковий керівник: Дербаба В.А., к.т.н., доцент, завідувач кафедри Технологій машинобудування та матеріалознавства

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ПРОЦЕС ФОРМОУТВОРЕННЯ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕННЯ (SLM) В АДИТИВНОМУ ВИРОБНИЦТВІ (AM)

Адитивне виробництво (AM) - це технологія, яка дозволяє створювати об'єкти шляхом пошарового нанесення матеріалу. AM є перспективною технологією, оскільки дозволяє створювати складні об'єкти з заданими властивостями, які важко або неможливо виготовити традиційними методами виробництва.

Селективне лазерне плавлення (SLM) - це найбільш широко використовувана технологія AM. У процесі SLM лазерний промінь фокусується на шарі порошкового матеріалу, плавлячи його. Потім, коли лазерний промінь переміщується на наступний шар, перший шар твердне. Таким чином, об'єкт створюється пошарово.

Процес SLM відбувається під дією таких фізичних явищ як: поглинання лазерної енергії, проникнення лазерної. відбивна здатність матеріалу та теплопровідність.

Важливими факторами, що впливають на переплавлення матеріалів у процесі SLM є поглинання лазерної енергії та теплопровідність матеріалу.

Теплопровідність матеріалу залежить від його фізико-хімічних властивостей. Зокрема, теплопровідність металів є вищою, ніж теплопровідність полімерів.

Процес SLM є процесом, що активується теплом. Для досягнення переплавлення матеріал нагрівають за короткий проміжок часу за допомогою сфокусованого потужного лазерного променя. Потім, коли лазерний промінь переміщується на наступний шар, перший шар твердне. Цей процес призводить до високого температурного градієнта між переплавленим матеріалом та його оточенням, що викликає термічні напруження.

Негативними наслідками процесу SLM включає деформація виробу після видалення опорних конструкцій. Це пов'язано з тим, що в процесі SLM виникають термічні напруження, які можуть призвести до деформації виробу. Також включає низьке подовження матеріалу після процесу SLM. Це означає, що матеріал погано піддається деформації без руйнування. Для усунення цих негативних наслідків можна використовувати термічну обробку.

Важливим фактором, що впливає на переплавлення матеріалів у процесі SLM є здатність поглинання матеріалу. Відбивна здатність металів висока і може досягати 100% для полірованих поверхонь. Тому для підвищення ефективності процесу SLM необхідно використовувати матеріали з високою здатністю поглинання. [3]

Теплопровідність під час процесу SLM залежить від фізико-хімічних властивостей порошку, довжини хвилі лазерного випромінювання та часу експозиції плями. Механізми для опису теплопередачі в процесах SLM можна виділити поглинання енергії середовищем з високою теплопровідністю, в даному випадку металевими частинками, також дифузія енергії в області з низькою теплопровідністю після стабілізації температури металевої частинки та проведення тепла шляхом фізичного контакту між частинками металевого порошку.

Теплопровідність за рахунок адгезії рідкої фази до твердої та теплопровідність і конвекція в рідкому металевому басейні мають менший вплив на теплопередачу в процесі SLM.

Поглиняльна здатність порошкових матеріалів з фракцією, меншою за розмір плями сфокусованого лазерного променя, є вищою через багаторазове відбиття

лазерного випромінювання від наступних частинок порошку. Це зменшує втрати на відбиття лазерного променя.

Параметри процесу SLM впливають на пористість деталі, що виготовляється, мікроструктуру, напруження і час виготовлення. Вони впливають на тепловий баланс (стратегія сканування, потужність лазера) та швидкість виготовлення (відстань між точками сканування, відстань між сканованими лініями/доріжками, час сканування на точку).

Великий градієнт температури та висока швидкість охолодження призводять до формування стовпчастих зерен у мікроструктурі металевих сплавів. У деяких випадках можуть утворюватися дрібні зерна.

Умови затвердіння рідкого металу, а також неправильно підібрані параметри процесу можуть призвести до утворення небажаних явищ, таких як залишкові напруження та дефекти у вигляді пор і тріщин. Таким чином, вибір змінних параметрів має вирішальний вплив на якість виготовлених деталей.

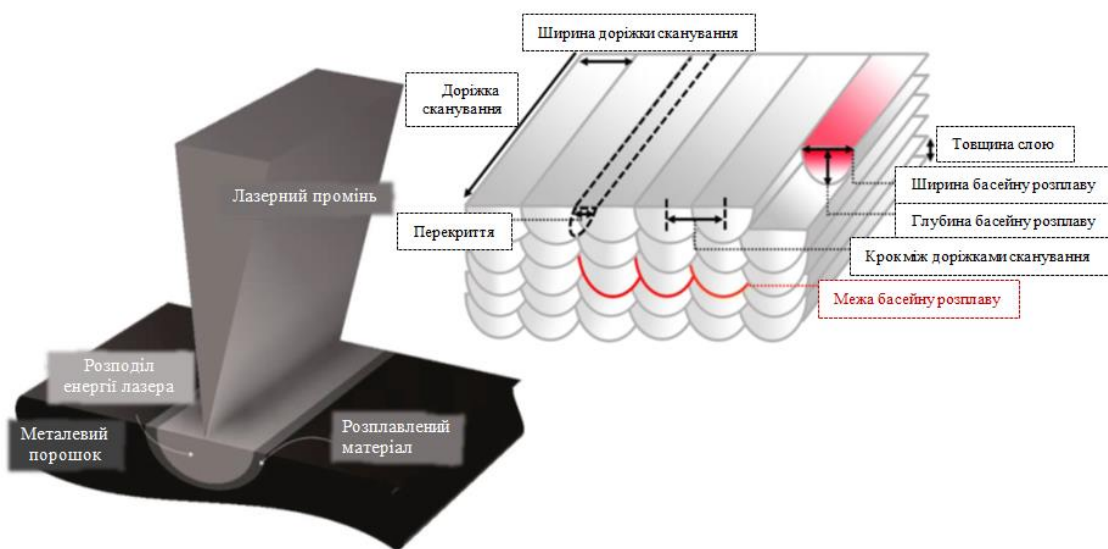


Рисунок 1 – Графічне представлення параметрів процесу формоутворення SLM [1, 2]

Перелік посилань

1. Eyob Messele Sefene (2022). State-of-the-art of selective laser melting process: A comprehensive review. *Article in Journal of Manufacturing Systems*, (63), 250-274. <https://www.elsevier.com/locate/jmansys>
2. Marios M. Fyrrillas, Yiannos Ioannou, Loucas Papadakis, Claus Rebbholz, Allan Matthews and Charalabos C. Doumanidis (2019). Phase Change with Density Variation and Cylindrical Symmetry: Application to Selective Laser Melting. *Journal of Manufacturing and Materials Processing – MDPI, St. Alban-Anlage 66, 4052 Basel, Switzerland*, (3), 70-87. www.mdpi.com/journal/jmmp
3. Tomasz Kurzynowski. (2019). METODA PROJEKTOWANIA I IMPLEMENTACJI TECHNOLOGII SELEKTYWNEJ LASEROWEJ MIKROMETALURGII PROSZKÓW. *Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2019*, (1), 190. <http://www.oficyna.pwr.edu.pl>.