

УДК 681.5

М.Б. Дранівська, Н. В. Залуцька, В. Я. Гаврилюк

(Відокремлений структурний підрозділ "Тернопільський фаховий коледж" Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя)

ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ 3D ДРУКУ ЗВАРЮВАННЯМ

М.В. Dranivska,

OVERVIEW OF 3D PRINTING TECHNOLOGIES BY WELDING

Зварювання — це процес з'єднання деталей шляхом розплавлення заготовки та додавання присадочного матеріалу. Його також визначають як послідовну техніку з'єднання для складання металевих частин із застосуванням тепла. Тривимірне зварювання описується як конструювання металевих кульок, шар за шаром, для отримання тривимірного металевого об'єкта [1]. Відмінності між звичайним зварюванням і 3D-зварюванням показано на рис. 1. Технологія адитивного зварювання є одним із процесів виготовлення 3D деталей для металу.

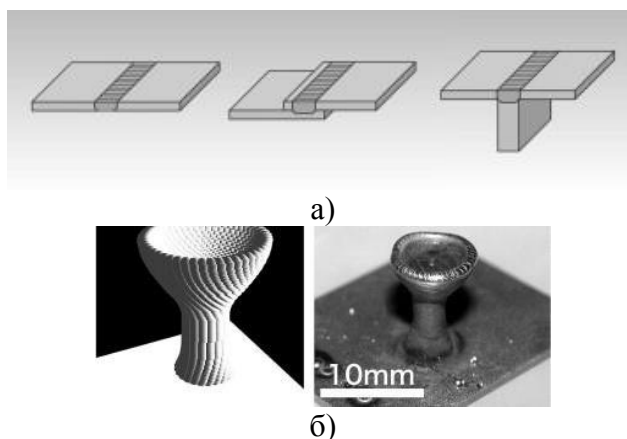


Рисунок 1. Приклад поширених типів зварювання: а) квадратне стикове, нахлесткове та Т-подібне з'єднання; б) 3D-комп'ютерне графічне зображення чашки та сформований об'єкт за допомогою 3D мікрозварювання

Найпоширеніша техніка 3D-друку складається з порошкового сплавлення, екструзії матеріалу, ламінування листів, спрямованого осадження енергії, струминного нанесення матеріалу та струминного нанесення сполучного матеріалу. Методи екструзії матеріалу та струминного нанесення зв'язувального матеріалу застосовувалися до пластмас і кераміки лише протягом останніх років, але тепер вони також використовуються в 3D-друку металу завдяки прогресу в техніці адитивного виробництва. Матеріал, який використовується для металевого 3D-друку в більшості випадків порошковий та дротяний.

Порошкове сплавлення (PBF) є провідною технологією в галузі, яка демонструє свою актуальність для металевих предметів [2]. Технології PBF дозволяють виготовляти вироби з хорошими механічними властивостями та складними формами з високою точністю ($\pm 0,02$ мм) [3]. За словами Бергера, DMLS є найбільш бажаною технологією PBF для зварювання 3D-друку з коротким часом виготовлення, економічно ефективним

складанням і широким вибором металевих деталей. DMLS — це процес швидкого створення прототипів і інструментів на основі лазера, за допомогою якого деталі чистої форми виготовляються за один процес.

Потрібні значні дослідження та подальше розуміння аспектів конструкції машини та інтеграції процесів, оптимізації та рівня автоматизації, у тому числі для планування процесів для задоволення майбутніх вимог. Однією з проблем, пов'язаних із виготовленням 3D-друку з металу, є вибір матеріалу. Наприклад, титан і його сплави широко використовуються в різних галузях промисловості через їх високу продуктивність, але це тривалий час і висока вартість обробки, якщо вони виконуються звичайними. Поширеною сталлю, що використовується для тривимірного зварювання, є інструментальна сталь, аустенітна нержавіюча сталь, нержавіюча сталь, що піддається дисперсійному гартуванню, і мартенситна сталь. Через різні властивості кожного металу необхідно вибрати правильний матеріал, щоб забезпечити основну мету процесу, яка полягає в зменшенні вартості, відходів та енергії. Окрім відмінностей у властивостях, слід враховувати й інші речі, такі як ціна, метод чи техніка та зміцнення самого металу. Подальші дослідження кожного металу допоможуть у виборі відповідного матеріалу. По-друге, дефекти після процесу 3D зварювання також є недоліком цього процесу. Утворення пустот, анізотропна мікроструктура та механічні властивості, що відрізняються від дизайну до виконання та поява шару за шаром, виділені як проблеми, які пов'язані з природою такого друку. Висока пористість, створена в продукті, призводить до зменшення міжфазного зв'язку між друкованим шаром, який також зменшить його механічні характеристики. Однак це залежить від методу та типу використовуваного матеріалу.

Інші проблеми, пов'язані з металевим 3D-друком, – це погана обробка поверхні, неточні розміри та вимога постобробки (механічна обробка, термічна обробка або хімічне травлення) для завершення деталі. Однак поєднання технології 3D-друку з еквівалентним виробництвом і субтрактивним виробництвом створить додаткові переваги для вдосконаленого виробництва. Процес зварювання в поєднанні з фрезеруванням є концептуальною ідеєю. Воно дає велику гнучкість виробництва, а також підвищує якість поверхні та точність розмірів. Залишкове напруження та деформація сильно залежать від стратегії нанесення матеріалу, що також призводить до постійної висоти, яку можна виміряти шар за шаром. Більшість машин для 3D-друку, доступних на ринку, є порошковими матеріалами. Оскільки це порошок, міцність виготовлених деталей призводить до деяких проблем. Процес після зварювання повинен бути зосереджений не тільки на точності та обробці поверхні, але також повинен враховувати міцність виробу.

Література.

1. Горії Т., Кіріхара С., Міямото Ю. Вільне виготовлення об'єктів з суперсплавів за допомогою 3D мікрозварювання // Матеріали та дизайн. 2009. Т. 30, № 4. С. 1093-1097.
2. Роланд Бергер Стратегічні Консультанти. Додаткове виробництво: революція в промисловості виробництва. Мюнхен, Німеччина, листопад 2013 року. URL: www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_Additive_Manufacturing_20131129.pdf (дата звернення: червень 2015 року).
3. Вибіркова лазерна плавильна машина SLM 500 | SLM Solutions. URL: <https://slm-solutions.com/products/machines/selective-laser-melting-machine-slm-500> (дата звернення: 23 жовтня 2017 року).