

УДК 669.295:620.193

Гордієнко М.Р.¹, Ткач Д.В.²

¹ аспірант НУ «Запорізька політехніка»

² доц. канд. техн. наук НУ «Запорізька політехніка»

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ 3D-ДРУКУ МЕТОДОМ АДИТИВНОГО ЗВАРЮВАННЯ ТЕРТЯМ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВІДПОВІДАЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ

Новим етапом розвитку виробництва стало впровадження машин 3д-друку для виготовлення деталей різної конфігурації. Методи 3д-друку якнайкраще підходять для виготовлення деталей як для широкого використання, так і відповідальних деталей для космічної промисловості.

Принтери для об'ємного друку машинобудівних деталей за методами формування кінцевої продукції поділяються на два основних типи - лазерні та нелазерні.

Перші через простоту експлуатації отримали більш широке поширення. Формування деталі відбувається при впливі лазерного променя на порошкову суміш. Металеві частки розігріваються і, спікаючись, утворюють монолітний металевий шар. Потім платформа опускається на величину кроку побудови. Далі додається (англ. Add) порція будівельного матеріалу, який розрівнюється спеціальним роликком, після чого знову «працює» лазер. Таким чином, шар за шаром вирощується необхідний об'єкт.

Іншим видом 3д-друку є нелазерні технології. Однією з технологій виробництва є ротаційне зварювання тертям. Зварювання тертям - це добре відомий твердотільний процес зварювання, у якому дві заготовки вирівнюються по одній осі: одна тримається нерухомо, а інша кріпиться до шпинделя, який обертається з постійною швидкістю за допомогою електродвигуна. Шпиндель розкручується до заданої постійної швидкості, і заготовка, що обертається, підводиться до нерухомої. У міру стирання поверхонь, вони нагріваються до пластичного стану. Обертання триває протягом заданого часу або до встановленого значення вкорочення (спалення). Потім шпиндель від'єднується від привідного вузла і застосовуються гальмо, щоб зупинити шпиндель. Одночасно осьове зусилля підвищується (зусилля зсуву) і підтримується протягом короткого часу, щоб завершити зварювання. 3Д друк тертям дещо відрізняється від зварювання і є, скоріше, наплавленням металу шар за шаром, за допомогою тієї ж насадки з великою швидкістю обертання. Матеріал для друку подається через отвір в центрі робочого інструмента і «втирається» в основу або нижні шари.

Новий метод має ряд важливих переваг, перед такими відомими способами друку як наплавлення за допомогою промислових лазерів і селективне спікання. Поступається ротаційному тривимірному друку і методу WAAM. Основним плюсом можна вважати те, що перехід порошкового матеріалу в рідку фазу відбувається під дією тиску, що не вимагає створення дуже високих температур. Робоча температура нових установок набагато нижче, ніж температура плавлення металу. Це дозволяє уникнути багатьох побічних ефектів, які неминучі при сильному нагріванні, таких як виникнення залишкових напружень усередині матеріалу, поява порожнин і пор і розтріскування при охолодженні. Також ротаційний спосіб знижує кількість відходів, що дуже важливо при великих обсягах виробництва.

Як вже говорилося, деталі, що друкуються даним методом мають невеликі розміри, та потребують механічної обробки після виготовлення. Але при цьому ротаційне зварювання тертям дозволяє добитись градієнтності, тобто отримати різні властивості матеріалу в окремих частинах деталі.

Дослідниками показано задовільне зв'язування шарів між собою. На межі зварного шва спостерігали тонку дрібнозернисту область. Зазвичай це пов'язують із динамічною рекристалізацією, що відбувається під час зварювання тертям. Безпосередньо поруч із межею зварного шва була вузька зона термомеханічного впливу, за якою йшла зона теплового впливу, типова для зварних з'єднань тертям. Випробування на розтяг на твердих циліндричних зразках з алюмінієвого сплаву, виготовлених за допомогою зварювання тертям дозволило встановити, що властивості розтягування цих зразків (границя плинності 378 МПа, границя міцності на розрив: 586 МПа, відносне видовження 35 %) відповідають властивостям стандартних кованих стрижнів AISI

310 (границяплинності 375 МПа, границя міцності 578 МПа, відносне видовження45 %)

Отже, застосування запропонованої технології може бути успішно застосовано для виготовлення присадок тривимірних металевих деталей, коли це доречно поєднується з обробкою з ЧПУ для отримання геометричних деталей. Процес особливо привабливий для виробництва великих деталей, які або неможливі, або економічно не вигідні з існуючими процесами виробництва деталей. Швидкості осадження, досяжні за допомогою цього процесу, набагато вищі порівняно з іншими застарівшими процесами виробництва металевих деталей.