

28 02 23 128

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу *Олександра Войтенка*
«Мікроплазмове адитивне наплавлення просторових виробів з металевих
матеріалів»,
що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії
по галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 132
«Матеріалознавство»

Дисертаційна робота Олександра Войтенка присвячена актуальній темі – отриманню методами адитивного мікроплазмового наплавлення просторових об'єктів із використанням сталевих дровових і порошкових присаджувальних матеріалів, дослідженню впливу технологічних параметрів на формування мікроструктури і напружено-деформованого стану (НДС) матеріалу, створенню на основі цього інтелектуальних апаратурно-програмних засобів для автоматичного 3D друку об'ємних металевих виробів із заданою структурою і прогнозованим напруженим станом.

Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 134 найменувань та додатку з 2 актами впровадження

У вступі обґрунтовані цілі, задачі та актуальність виконаних досліджень, сформульована новизна і практична значення отриманих результатів.

У **першому** розділі представлено аналіз сучасного стану 3D-технологій виготовлення об'ємних металевих виробів. Показано, що для виготовлення точних деталей малих розмірів є доцільним застосування лазерних технологій (наприклад, SLM), для великогабаритних деталей – застосування зварювальних технологій (наприклад, WAAM, PTA). Серед адитивних зварювальних технологій найперспективнішими є плазмово-дугові. Наведено основні переваги та проаналізовано недоліки адитивних зварювальних технологій отримання тривимірних металевих конструкцій складної форми.

У **другому** розділі описані матеріали і методики досліджень, вибрано відповідне технологічне обладнання і на його основі створено лабораторний стенд.

У **третьому** розділі описані експерименти з адитивного наплавлення металевих просторових виробів трьома методами: електродугове MAG наплавлення електродним струмопровідним дротом, мікроплазмове наплавлення присаджувальним дротом і порошком. Визначено базові особливості процесів, їх взаємні недоліки та переваги. Обрано оптимальні режими адитивного наплавлення за критеріями якісного з'єднання і утворення рівновісної структури наплавлених шарів.

Четвертий розділ присвячено розрахунковим дослідженням процесів газодинаміки в контурах стандартного плазмотрону. Проведено моделювання

оптимальної динаміки газових потоків за критеріями ламінарності, повноти введення матеріалів у плазму, фокусування газових потоків в робочій зоні та стабілізації режиму нагріву/охолодження сопел.

У п'ятому розділі розроблено базові технологічні прийоми адитивного порошкового мікроплазмового наплавлення. Для стабілізації погонної енергії і довжини дуги застосовано систему автоматичного регулювання напруги дуги. Створено технологічний комплекс обладнання, який дозволяє виконувати адитивне мікроплазмове наплавлення об'єктів довільної форми у просторі $X:Y:Z=500\times400\times400$ мм із продуктивністю до 0,8 кг/год. Для автоматизації контролю якості об'єкта, що наплавляється, розроблено відповідну систему автоматичного моніторингу, яка поєднує контроль в реальному часі за допомогою нейронних мереж і розрахункове прогнозування температури та НДС. Випробування даної системи довело ефективність її застосування для прогнозування та оцінки якості об'ємних виробів, що наплавляють. На підставі інтеграції розробленої системи автоматичного моніторингу із 3D принтерами та зварювальними роботами створено дві лінійки обладнання, впроваджені на ТОВ «Науково-виробничий центр «ПЛАЗЕР»» (Україна).

В цілому робота справляє добре враження, проте є наступні зауваження:

1. Як на мій погляд, дисертація має надлишковий обсяг – 217 сторінок. Не обов'язково було наводити занадто детальний опис деякого обладнання, а от умовні позначення та скорочення наведені не повністю.

2. В роботі проводиться співставлення трьох процесів адитивного наплавлення – мікроплазмового з присаджувальним порошком, мікроплазмового з присаджувальним дротом і дугового з плавким електродом. Найбільш дослідженим є процес адитивного мікроплазмового наплавлення з присаджувальним порошком. Особливості інших двох процесів досліджені дуже стисло. Наприклад, формування залишкового напружно-деформаційного стану тривимірних об'єктів досліджено лише для випадку порошкового наплавлення.

3. Не дивлячись на досить непогане представлення мікроструктур наплавлених шарів, макрошліфи наплавленої стінки наведені лише для випадку дугового наплавлення з плавким електродом. Вважаю, що додаткова інформація по металографічним дослідженням для двох розглянутих в роботі випадків адитивного мікроплазмового наплавлення покращила б сприйняття роботи.

4. В роботі відсутня інформація щодо утворення тріщин або мікротріщин у наплавлених шарах. Виникає питання – даний дефект не спостерігався автором в умовах експерименту, або питання тріщиноутворення не розглядалося автором взагалі?

5. По стилю написання та подачі матеріалу робота справляє гарне враження, однак у тексті іноді зустрічались друкарські помилки та неточності.

Не дивлячись на зроблені зауваження, роботу можна вважати такою, що відповідає вимогам, які висуваються до робіт рівня наукового ступеня доктора філософії.

Взагалі дисертація Олександра Войтенка є закінченою науковою працею, заслуговує позитивної оцінки і не дивлячись на зроблені зауваження може бути представлена до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії по галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 132 «Матеріалознавство».

Рецензент

к.т.н., с.н.с. відділу № 22
ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ



Алла ТУНІК

Підпис ТУНІК Алли Юріївни засвідчую:



Леонід ПАБАНОВ