

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Тіткова Євгенія Петровича**  
**«Структура та фазовий склад зносостійких покриттів, отриманих методом багатоканального детонаційного напилення»**

яку представлено на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 132 – «Матеріалознавство»

Представлена дисертаційна робота Тіткова Євгенія Петровича присвячена вивченню структурно-фазового складу зносостійких покриттів отриманих з порошків різних систем методом багатоканального детонаційного напилення. У роботі проведено дослідження особливостей структури зносостійких металокерамічних покриттів систем:  $Al_2O_3-Al/Ti$ ;  $Zr(SiO_4)$ ;  $Cr_3C_2-NiCr$ ;  $WC-Co-Cr$ ;  $Ni-Cr-Fe-B-Si$  в залежності від технологічних режимів багатоканального детонаційного напилення (співвідношення окиснювача до пального газу, витрат та фракції порошку, довжини ствола гармати).

Одним з перспективних напрямів промислового застосування захисних покриттів є використання інноваційних металокерамічних матеріалів для виготовлення температуростійких і водночас зносостійких покриттів. Для досягнення цієї мети перспективним шляхом є застосування технології напилення покриттів методом багатоканального детонаційного напилення, яку розроблено в ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України. Дана технологія дозволяє підвищити продуктивність напилення покриттів із одночасним досягненням високих експлуатаційних і якісних властивостей. Актуальною задачею є дослідження структурних особливостей формування таких покриттів залежно від режиму їх нанесення. Саме таку задачу розв'язує у своїй роботі автор.

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків і списку використаних джерел. Дисертація викладена на 131 сторінках, містить 53 рисунки, 24 таблиці та список використаних джерел з 95 найменувань.

Основний зміст дисертаційної роботи опубліковано у 16 наукових працях, із яких 6 – статті у наукових фахових виданнях України і періодичних виданнях іноземних держав, 3 з яких включених до міжнародної наукометричної бази даних SCOPUS, та 10 публікацій у матеріалах міжнародних конференцій.

Дисертаційну роботу присвячено дослідженню структурно-фазових результатів формування температуро- і зносостійких покриттів методом багатоканального детонаційного напилення. Методами оптичної мікроскопії вивчено структуру покриттів, напилених на різні металеві основи. Досліджено та проаналізовано структуру отриманих покриттів методом трансмісійної електронної мікроскопії, а саме субзеренну та дислокаційну структуру, розподіл щільності дислокацій, а також частинок фазових виділень у матриці покриттів та їх параметри.

У розділах та висновках дисертаційної роботи наведено рекомендації щодо практичного застосування її основних результатів. Науково-практичні рекомендації щодо вибору технологічних параметрів нанесення зносостійких покриттів, які отримано у дисертаційній роботі, можуть бути використані в сучасній наукоємній високотехнологічній промисловості при впровадженні технологій напилення покриттів методом багатокамерного детонаційного напилення.

В цілому дисертаційна робота виконана на сучасному науково-технічному рівні та відповідає вимогам, які пред'являються до такого роду досліджень. Однак, до роботи є наступні зауваження:

1. Дисертаційна робота охоплює надто великий обсяг досліджень, який виходить за межі вимог до здобуття наукового ступеня доктора філософії. У ній надано більше 10-ти варіантів досліджень покриттів різних систем, напилених на різні основи із застосуванням різних технологічних режимів багатокамерного детонаційного напилення. Достатньо було б представити лише 3-5 варіантів досліджень покриттів з матеріалів 1-3 систем.
2. В пункті 2 наукової новизни вказано «що високий рівень зміцнення і тріщиностійкість покриттів забезпечуються за рахунок дрібнозернистої структури при рівномірному розподілі зміцнюючих фаз та дислокаційної щільності». Але отримані покриття різні за структурно-фазовим складом та відрізняються за властивостями, тому не зовсім ясно, чому автор об'єднав їх по структурним показникам.
3. В дисертаційній роботі запропоновано аналітичну оцінку дисперсійного зміцнення згідно залежності Орована, але не розглянуто інші моделі дисперсійного зміцнення.
4. У дисертаційній роботі доцільно було б надати більш розширене розшифрування прийнятих символів та скорочень. Це б облегшило сприйняття матеріалу.
5. Зображення мікроструктур покриттів доцільно було б в усіх випадках доповнювати масштабним маркуванням для спрощення їх порівняння.
6. У розділі 2 (п. 2.4) наведено розрахункові залежності щодо різних механізмів структурного зміцнення, але відсутня залежність для розрахунку дислокаційного зміцнення.
7. У 4 розділі представлено експериментально-аналітичні оцінки та графічні зображення локальних внутрішніх напружень, як характеристики тріщиностійкості, але не вказано у яких програмних пакетах проведено обробку експериментальних даних.

Заключна оцінка дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Тіткова Євгенія Петровича за темою «Структура та фазовий склад зносостійких покриттів, отриманих методом багатокамерного детонаційного напилення», що представлена на здобуття наукового ступеня

доктора філософії за спеціальністю 132 «Матеріалознавство», є завершеною науково-дослідною роботою. Усі сформульовані в дисертації висновки надійні та обґрунтовані. Робота базується на достатній кількості наукових публікацій, містить нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, які мають певне науково-практичне значення в галузі матеріалознавства.

За актуальністю розглянутих задач, обсягом досліджень, науковим рівнем і практичною цінністю отриманих результатів, дисертаційна робота Тіткова Євгенія Петровича за темою «Структура та фазовий склад зносостійких покриттів, отриманих методом багатокамерного детонаційного напилення» відповідає вимогам, викладеним у постанові КМУ від 12 січня 2022 р. № 44 «Порядок присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», а її автор заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 132 «Матеріалознавство».

Рецензент

д.т.н., пров.н.с. відділу №21  
ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України

В. Ю. Хаскін

Підпис д.т.н., пров.н.с. відділу №21 ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України В.Ю. Хаскіна засвідчую:

Учений секретар  
ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України,  
к.т.н.

І. М. Клочков