

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу

### **Шмирка Віктора Васильовича**

«Розроблення оксидокерамічних покриттів на основі алюмінію для захисту від зношування металізаційно відновлених деталей»

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.02.01 – матеріалознавство

#### **Актуальність теми дисертації**

Алюмінієві та магнієві сплави широко використовуються в багатьох галузях промисловості та сільського господарства із-за високих технологічних та експлуатаційних характеристик. Проте, сплави алюмінію та магнію володіють пониженою здатністю чинити опір зношуванню та корозивно-механічному руйнуванню. В цьому напрямку важливим є вивчення та вдосконалення методів підвищення даних характеристик. Одним із методів зміцнення та відновлення поверхонь деталей є комплексний підхід, який включає в себе газотермічне напилення покриттів із алюмінієвих дротів з подальшим плазмоелектролітним синтезом на них оксидокераміки (ПЕО) на основі  $\alpha$ -фази  $Al_2O_3$  (корунду). Враховуючи різноманітність матеріалів, на яких вдається отримувати ПЕО, а також середовищ та режимів синтезу оксидокераміки дослідження в даному напрямку складають високий науково-практичний інтерес.

Актуальність роботи підтверджується її виконанням в відділах «Фізико-хімічних методів зміцнення та захисту металів» і «Поверхневого зміцнення конструкційних матеріалів» у рамках двох держбюджетних тематик ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України.

#### **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації**

Обґрунтованість і достовірність наукових положень дисертаційної роботи Шмирка В. В. забезпечується багатостороннім аналізом літературних джерел, які охоплюють аналіз методів нанесення газотермічних покриттів, їх переваги та недоліки, а також способи нанесення захисних покриттів на алюміній та



сплави на його основі. Проаналізовано особливості формування ПЕО шарів на вентильних металах та способи дослідження їх функціональних властивостей. Показано, що внаслідок формування оксидокераміки на поверхні алюмінію та його сплавів можна суттєво підвищити їх фізико-механічні властивості.

### **Достовірність отриманих в роботі результатів**

При виконанні експерименту використовувався широкий спектр методів: електронну та оптичну мікроскопію, рентгенофазовий і локальний хімічний аналізи, акустичні, трибологічні, мікромеханічні, електрохімічні дослідження, вивчали напружений стан покриттів та шорсткість поверхонь. Логічне трактування експериментального матеріалу та його узгодження з відомими даними вітчизняних і закордонних авторів

### **Новизна отриманих в роботі результатів**

До основних результатів, які складають фундаментальну частину та становлять наукову новизну дисертаційної роботи, слід віднести наступні.

Вперше встановлено механізм формування оксидокерамічних шарів на ЕДП на основі алюмінієвих сплавів, напилених на різну підкладку, у тому числі, коли такий шар формується на покритті і переростає у підкладку: для підкладки з алюмінієвого сплаву межа поділу між ПЕО-шарами відсутня. Виявлено, що швидкість росту товщини оксидокерамічного шару на електродугових покриттях на 20...30% вища, ніж на сплаві такого ж хімічного складу.

Встановлено, що мідь в алюмінієвому сплаві підвищує модуль пружності, мікропластичність та його опірність тріщиноутворенню, тому оксидний шар, синтезований на сплаві Д16Т, руйнується за більших значень деформації, ніж на технічному алюмінії, як на сплавах, так і на покриттях з них.

Показано, що абразивна зносостійкість оксидокерамічного шару на ЕДП зі сплаву Д16 вища, ніж загартованої сталі ШХ15, на два порядки за випробовування закріпленим абразивом, що зумовлено найбільшим вмістом у ньому фази  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ , порівняно з іншими покриттями.



Вперше зафіксовано, що за граничного тертя зразків із оксидним шаром з включенням міді в парі зі сталлю реалізується ефект вибіркового переносу у мастильному середовищі машинної оливи з гліцерином, внаслідок чого на поверхнях тертя утворюються залізні гліцератні плівки і коефіцієнт тертя зменшується від 0,16 до 0,01. Під час тертя оксидокерамічного шару в парі з бронзою БрС-30 додаток гліцерину до мастила не змінює трибологічні параметри контактуючих пар під навантаженнями понад 10 МПа. Натомість, додаток іонів окиснювачів ( $Fe^{3+}$ ) як ініціаторів вибіркового переносу кардинально міняє їх трибологічну поведінку, і така пара тертя працює в режимі вибіркового переносу.

### **Практична цінність**

Обґрунтовано доцільність плазмоелектролітного нанесення оксидокерамічних шарів для захисту деталей із алюмінію та його сплавів, а також синтезу на ЕДП, аналогічних за хімічним складом до цих сплавів, для відновлення та захисту зношених деталей.

Розроблено технологічну інструкцію нанесення оксидокерамічних шарів на ЕДП з підкладкою сплавів з Al, Mg, Ti. Виконано промислово дослідну перевірку на підприємствах поліграфічної галузі (ТзОВ “Бібльос” та ТзОВ “Підприємство КЛШЕ”).

### **Повнота викладу результатів в опублікованих працях**

Основні результати дисертаційної роботи в повному обсязі висвітлено в опублікованих наукових працях автора та апробовано на науково-технічних конференціях. Автореферат дисертації повністю відповідає основним положенням дисертації.

### **Зміст дисертації**

Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаних літературних джерел і додатків.



Матеріал у роботі викладено логічно, розділи взаємопов'язані і повністю розкривають поставлену мету.

### **Зауваження по змісту дисертації**

За матеріалами дисертації можна зробити наступні зауваження:

1. Запропонована методика визначення тріщиностійкості ПЕО дозволяє вивчати процеси руйнування поверхневих шарів. Ця можливість недостатньо використана в роботі, хоча могла б бути додатковим інструментом для поглиблення розуміння цих процесів. Не обґрунтовано, чому для цієї методики використовували електроліт типу “кислий дощ”, і чи впливає його провідність на точність випробувань.
2. У роботі доцільно б було використати методику розсіяних електронів для фазового аналізу та визначення напружень у локальних ділянках покриття.
3. Не приведений у роботі вплив оксидокерамічних покриттів на опір втомних досліджень, а такі дослідження варто б провести, оскільки більшість деталей, працюють саме за таких умов.
4. Не зрозуміло з викладеного матеріалу, який процент товщини покриття складає технологічний шар, який зішліфовується, можливо доцільним є аналітичне вирішення цього питання.
5. Необхідно вказати причину зменшення вмісту фази  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  в оксидокерамічних шарах на електродугових покриттях, порівняно з шарами на аналогічних сплавах.
6. У роботі та авторефераті зустрічаються незначні орфографічні та стилістичні неточності.
7. У підписі до рис.5.10 не вказано вид покриттів, які випробовуються.
8. Через малий розмір шрифту важко читаються позначення осей і числові значення на рис.6. (автореферат)
9. Малоінформативний підпис рисунку 2 (важко зрозуміти на яких ЕДП отримані оксидокерамічні структури рис.2г і 2д). Крім того, в тексті автореферату відсутні посилання на рис.2г, 2д і 2е.

## Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам

Дисертація Шмирка Віктора Васильовича «Розроблення оксидокерамічних покриттів на основі алюмінію для захисту від зношування металізаційно відновлених деталей» є завершеною науковою роботою, в якій представлено нові, важливі в науковому і практичному плані результати, спрямовані на вирішення актуальної науково-практичної задачі – підвищення зносостійкості і довговічності елементів із конструкційних матеріалів.

За актуальністю, науковою новизною отриманих результатів і зроблених висновків, обґрунтованістю наукових положень, їх достовірністю та практичною цінністю дисертаційна робота Шмирка Віктора Васильовича повністю відповідає вимогам пунктів 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавство.

Офіційний опонент,  
завідувач кафедри технології матеріалів  
і машинобудування НЛТУ України,  
заслужений діяч науки і техніки України,  
доктор технічних наук, професор

В.М. Голубець

**ЗАВІРЯЮ**  
Вчений секретар  
Національного лісотехнічного  
університету України

14.06.2016



Отримано  
14.06.2016