

УДК 621.791

## ЕЛЕКТРОШЛАКОВЕ НАПЛАВЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ВИРОБІВ КОМПОЗИЦІЙНИМИ ЗНОСОСТІЙКИМИ ДОМІШКАМИ

А. В. ЗАХАРОВ, аспірант

І. М. РИБАЛКО, доктор технічних наук

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

*E-mail: kafedraTSRP@i.ua*

Розроблено спосіб отримання зносостійких композиційних покриттів електрошлаковим наплавленням з використанням струмопідвідного кристалізатора і порошкових дротів, що містять детонаційну шихту від утилізації боєприпасів та бентонітову глину. Вивчено термічні умови формування тонкого шару зносостійкого наплавленого металу і виявлена кінетика переходу в нього мікрочастинок з наповнювача порошкового дроту.

Композиційні сплави, в структуру яких впроваджені наночастинки хімічних сполук, мають високі показники твердості і зносостійкості. Наплавлення таких сплавів на робочі поверхні деталей машин, що працюють в екстремальних умовах абразивного зношування, виконують з використанням покритих і трубчастих електродів, порошкових сумішей, а також флюсів, що містять в своєму складі частинки карбідів і боридів металів. Однак застосовувані для цих матеріалів дугові і газополуменеві способи наплавлення мають низьку технологічність і продуктивність. Більш ефективні механізовані способи електрошлакового наплавлення порошковими дротами, що містять в наповнювачі тугоплавкі тверді компоненти. Цілеспрямовано керувати якістю одержуваного наплавленого металу можна з використанням технології електрошлакового наплавлення в струмопідвідному кристалізаторі, що забезпечує регулювання тепловиділення в шлаку як поблизу металеві ванни, так і в області плавлення наплавлених матеріалів. Це дає можливість при мінімальному і рівномірному проплавленні основного металу створювати умови для гарантованого переходу тугоплавких частинок в наплавлений метал.

Мета роботи полягає в дослідженні процесу формування тонкого шару зносостійкого металу при електрошлаковому наплавленні в горизонтальному положенні з використанням струмопідвідного кристалізатора і порошкових дротів, що містять детонаційну шихту від утилізації боєприпасів та бентонітову глину.

**Методика проведення досліджень.** Зразки сплавів наплавляли з використанням порошкових дротів, порожнистих графітових електродів і водоохолоджуваного двосекційного струмопідвідного кристалізатора (рис. 1). Графітові електроди, струмопідвідного кристалізатора і виріб включені в мережу електроживлення постійним струмом за двоконтурною схемою [1]. Основні режими наплавлення: швидкість подачі дроту 11,4 см/хв, режим наплавлення струм 1,2-1,5 кА, напруга 32-35 В. Також використовували

робочий флюс АНФ-29 хімічний склад якого наведено в таблиці 1. Дроти діаметром 2,8мм виготовляли зі сталеві стрічки товщиною 0,3мм. В якості наповнювача порошкової проволоки використовували порошки різного хімічного складу, а також детонаційну шихту та бентонітову глину у кількості 5-7% від маси електроду. З середнім розміром частинок 15мкм. Хімічний аналіз детонаційної шихти від утилізації боєприпасів та бентонітової глини наведено у таблицях 2 і 3.

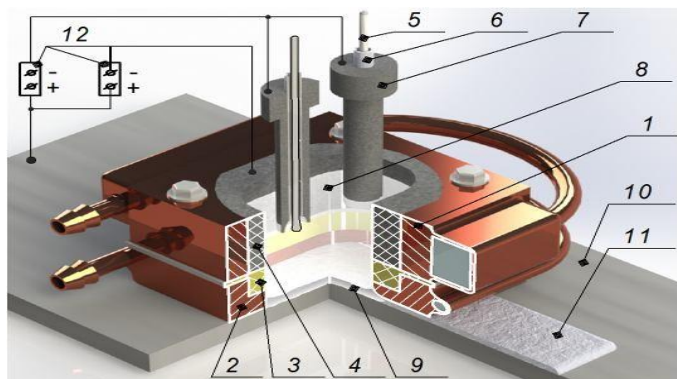


Рисунок 1 – Схема процесу електрошлакового наплавлення: 1, 2 – струмопідвідна і формуюча секції кристалзатора; 3 – керамічний елемент; 4 – графітове футерування; 5 – порошковий дріт; 6 – керамічна трубка; 7 – порожнистий графітовий електрод; 8 – шлакова ванна; 9 – металева ванна; 10 – виріб; 11 – наплавлений метал; 12 – джерело струму

Таблиця 1 – Хімічний склад флюсу

SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	CaF <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P
11-15	24-30	2-6	37-45	13-17	Не більше 0,10	Не більше 0,5	Не більше 0,06	Не більше 0,03

Наведення шлакової ванни відбувається в самому кристалзаторі (твердий старт) графітовим електродом Ø20мм. Верхній рівень ванни розташований в нижній частині струмопідвідної секції кристалзатора, що дозволяє робочому струму протікати від струмопідвідної секції через ванну на наплавлену заготовку, підключену до джерела живлення.

Таблиця 2 – Хімічний склад бентонітової глини

Fe	K	Ca	S	Mg	Si	Al	Na
1,65	0,25	0,15	0,06	0,2	54,88	32,42	0,3

Таблиця 3 – Хімічний склад детонаційної шихти від утилізації боєприпасів

Na	Mg	Al	Si	S	P	Ba	Ca	C
0,005	0,21	0,7	0,25	0,002	0,02	0,36	0,045	0,46
Cl	K	Fe	O	Ti	Cu	Zn	Pb	
0,45	0,013	0,06	2,59	0,07	0,26	0,15	0,29	

Випробування наплавленого металу на абразивне зношування при терті при жорстко закріпленому абразиві потрібно проводити на лабораторній машині. Статичне навантаження на зразок має становити 0,950 МПа. Поверхня тертя представлятиме собою шліфувальний папір із зернистістю абразиву Р100. Коефіцієнт відносної зносостійкості металу визначати як відношення втрати маси експериментального зразка до втрати маси зразка.

**Результати досліджень.** Експериментально встановлено, що при використанні двоконтурної системи електроживлення кристалізатора і електродів постійним струмом теплова потужність, що виділяється в шлаку при протіканні струму через контур "секція - виріб", дозволяє забезпечити стійке підтримання електрошлакового процесу, а також дає можливість підвищити однорідність температурного поля в нижній частині осьового перетину шлакової ванни, що обумовлює рівномірну глибину проплавлення основного металу і сталість хімічного складу по ширині наплавленого шару. Це досягається при використанні в конструкції струмопідвідного кристалізатора кільцеподібного керамічного елемента, розташованого в проточці, що формує секції, які впливають на розподіл, протікає через шлак з поверхні струмопідвідної секції кристалізатора.

Моделювання топології електричних полів в шлаку, виконана за методикою [2], показало, що така конструкція струмопідвідного кристалізатора дає можливість збільшити тепловиділення в обсязі шлаку, розташованому по периметру металеві ванни, за рахунок 2-3 разового підвищення щільності струму в цій області в порівнянні з іншим обсягом шлакової ванни. Це сприяє підвищенню температури зварювальної ванни і зменшенню поверхневого натягу на міжфазних межах в найбільш важливій периферійній зоні зварювальної ванни, де підвищена швидкість тепловідведення в кристалізатор. При цьому теплова потужність, що виділяється в приелектродних областях шлакової ванни, витрачається переважно на плавлення електронейтральних присадних дротів. Утворені при спільному електромагнітному впливі від струмопідвідної секції кристалізатора і електродів циркуляційні потоки в шлаковій ванні сприяють її перемішуванню і зниженню температурних градієнтів. Завдяки цьому забезпечується якісне формування тонких (від 2,5мм) і широких (від 50мм) шарів з металевих сплавів при відносно невеликому (до 15-20%) проплавленні основного металу.

Регулювання величини струму, що протікає через електрод, дозволяє в широких межах змінювати температуру шлаку в цих зонах, що дає можливість створити оптимальні теплові умови для плавлення дротів і зменшити інтенсивність розчинення наночастинок, що містяться в їх наповнювачі.

**Висновки.** Використання при електрошлаковому наплавленні двоконтурної схеми електроживлення струмопідвідного кристалізатора і порожнистих графітових електродів постійним струмом, а також електронейтрального порошкового дроту з додаванням детонаційної шихти від утилізації боєприпасів та бентонітової глини в складі наповнювача забезпечує бездефектне формування на горизонтальній поверхні тонкого шару наплавленого металевих сплаву, що володіє підвищеною стійкістю до абразивного зношування.

### Список використаних джерел

1. Электрошлаковая наплавка торцевых поверхностей изделий с использованием двухконтурной схемы питания шлаковой ванны / И.В. Зорин,

Г.Н. Соколов, А.А. Артемьев, В.И. Лысак // Автоматическая сварка. – 2008. – №1. – С. 12-16.

2. Формирование высокотемпературных областей в шлаке при электрошлаковой наплавке / И.В. Зорин, Г.Н. Соколов, А.А. Артемьев, В.И. Лысак // Сварка и диагностика. – 2009. – №3. – С. 39-43.

УДК 004.4.681.5

**РОЗРОБКА ANDROID ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ  
ТАБЛИЧНОГО ПРЕДСТАВЛЕННЯ З МЕТОЮ СПРОЩЕННЯ РОБОТИ  
З ТАБЛИЦЯМИ НА СМАРТФОНАХ ЧИ ПРИСТРОЯХ  
З НИЗЬКОЮ РОЗДІЛЬНОЮ ЗДАТНІСТЮ**

**П. М. МАЛЬЧЕНКО**, магістр,  
*Чорноморський національний університет імені Петра Могили,*  
**Г. О. ІВАНОВ**, канд. техн., наук, доцент,  
*Миколаївський національний аграрний університет.*

Питання про проведення курсів, огляд робіт та онлайн-оцінювання стало центральним питанням в освітньому секторі минулого року. Якщо вже існує велика кількість навчальних програмних продуктів, які повністю відповідають потребам завантаження та вивантаження даних, то виникають труднощі при перегляді та виставленні оцінок.

Саме для цього створюються різноманітні навчальні програми та лабораторії, унікальні програмні продукти та безпосередньо сайти, а також мобільні застосунки на базі університетів.

У випадку, коли потрібно скористатися такими електронними журналами з мобільного пристрою, виникають труднощі, що зумовлені особливостями навігації у смартфонах.

Застосунок повинен перетворити табличне подання журналу в подання, оптимізоване для мобільних пристроїв, беручи до уваги розмір екрану та можливість пристрою обчислювати за одиницю часу.

Для досягнення мети потрібно вирішити наступні задачі: дослідження та аналіз сучасного стану електронних журналів, у тому числі, що використовуються на мобільних пристроях; аналіз варіантів переведення табличних представлень у зручні для маніпуляції на мобільному пристрої; створення та налаштування електронного журналу; дослідження впливу різних параметрів застосунку на результат.

Робота із журналами відвідування та оцінок найчастіше включає в себе роботу з таблицями. Більшість систем націлена на роботу на ПК, а тому для реалізації використовуються сайти, які мають високу продуктивність і зручний користувацький інтерфейс. Проблеми виникають у випадку використання цих