

ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАПАЙОК ГОЛОВНИХ КОНТРОЛЕРІВ ДЛЯ ЕЛЕКТРОВОЗІВ РІЗНИХ УКРАЇНСЬКИХ ВИРОБНИКІВ

Перспективи співпраці нашої держави з Європейським союзом та наближення до рівню європейських стандартів потребує надійного контролю якості виробів, які виготовляються українськими виробниками та захисту інтересів споживачів. Зокрема це стосується наймасовішого споживача, а точніше монопольного споживача головних контролерів МВ70 для електровозів державного підприємства Укрзалізниця. Періодичні перевірки якості цих відповідальних виробів дозволять Укрзалізниці намітити пріоритети у тендерних закупівлях.

Як відомо, експлуатаційні властивості головних контролерів для електровозів в першу чергу залежать від їх хімічного складу та макро- та мікроструктурних характеристик.

Метою даної роботи було прогнозування експлуатаційних властивостей напайок головних контролерів для електровозів за результатами аналізу фазового складу, макро- та мікроструктури.

Типові види макроструктур наданих для випробувань напайок наведено на рис. 1.



Рис. 1. Макроструктура напайок головних контролерів для електровозів: серія 1 – напайки виробництва ТОВ НПФ Промметтрейд; серія 2 – напайки виробництва ТОВ Інтер Контакт; серія 3 – напайки виробництва ТОВ МК Макс

Напайки головних контролерів електровозів виготовляються з спечених на мідно-нікелевої основі вольфрамівих порошків.

Співвідношення характеристик вищеписаних матеріалів забезпечує високі електричні характеристики напайкам головних контролерів.

Для дослідження були надані три зразки напайок головних контролерів, по одному з кожної серії зразків, отримані на електровозобудів-

них і електровозоремонтних підприємствах України.

Структурні характеристики, фазовий аналіз та хімічний склад зразків першої серії виробництва ТОВ НПФ Промметтрейд представлено у матеріалах досліджень [1].

Мікроструктура зразка другої серії виробництва ТОВ Інтер Контакт у вторинних електронах представлена на рис. 2.

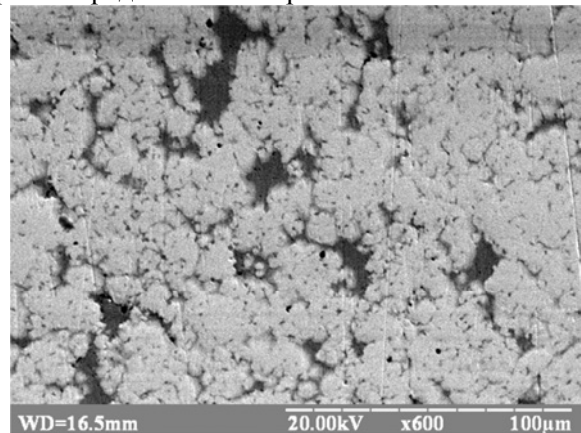


Рис. 2. Мікроструктура зразка другої серії у вторинних електронах

Високий контраст зображення у відбитих електронах (рис. 3) дозволяє виділити три структурних складових.

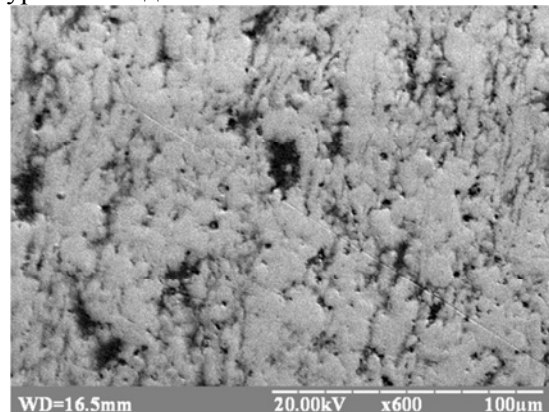


Рис. 3. Мікроструктура другого зразка у відбитих електронах

Дослідження основних структурних складових другого зразка за допомогою мікрорентгеноспектрального аналізатора представлено на рис. 4.

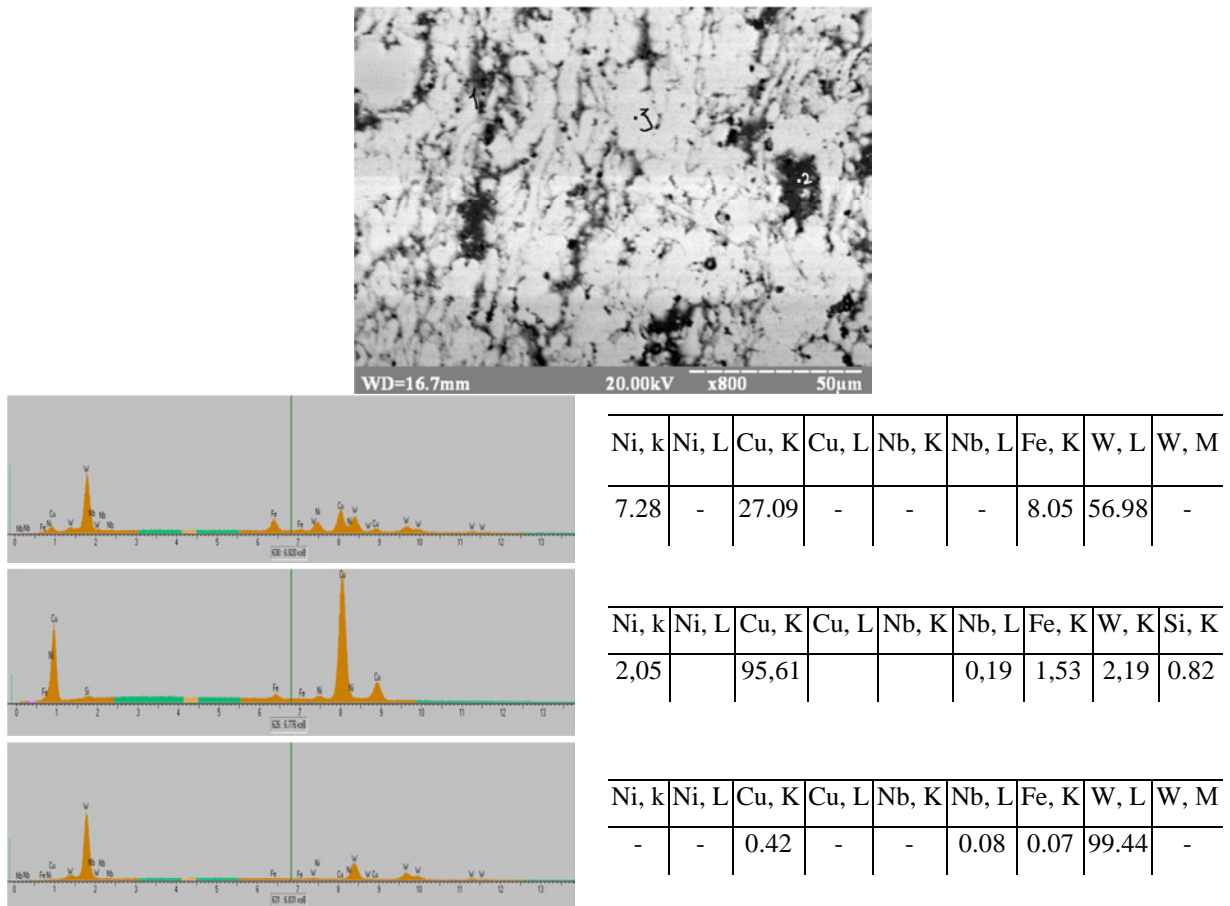


Рис. 4. Основні структурні складові другого зразка напайки головного контролера і їх хімічний склад

Мікроструктура зразка напайки головного контролера третьої серії представлена на рис. 5.

Контрастне зображення структурних складових отримане у відбитих електронах показано на рис. 6.

Дослідження основних структурних складових за допомогою мікрорентгеноспектрального аналізатора в третьому зразку представлено на рис. 7.

В зразках 2 і 3 в основному присутні дві фази, що являють собою вольфрамовий порошок в мідно-нікелевій матриці, а в першому зразку присутні чотири фази, утворені сумішшю ніобієвого та вольфрамового порошоків, а також ніобієвого порошку в міді [1].

Обробка зображень мікроструктур по поперечній площині перетину напайок головного контролера дозволила визначити об'ємну долю фазових складових. Порядковий номер фази співпадає з таким, що отриманий при ідентифікації фазових складових у відповідних зразках.

Співвідношення фаз у другому зразку напайки головного контролера електровоза представлено на рис. 8.

Кількість залістивої фази в зразку не перевищує 2 % об'ємних і тому в розрахунках співвідношень фаз по стандартній методиці програми вона не враховувалася. Програмою кількість даної фази приплюсовано к об'єму вольфрамової фази.

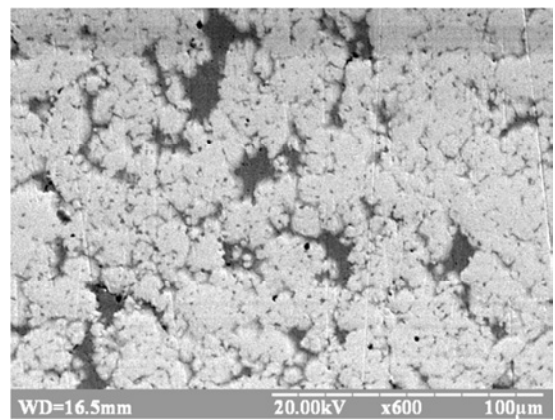


Рис. 5. Мікроструктура третього зразка напайки головного контролера у вторинних електронах

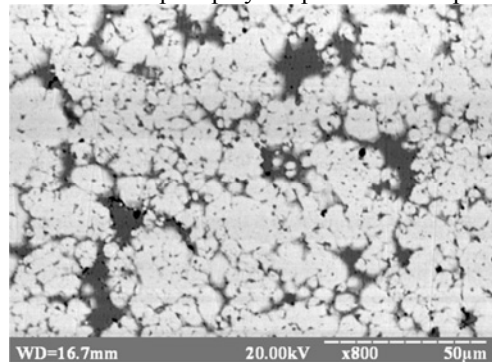
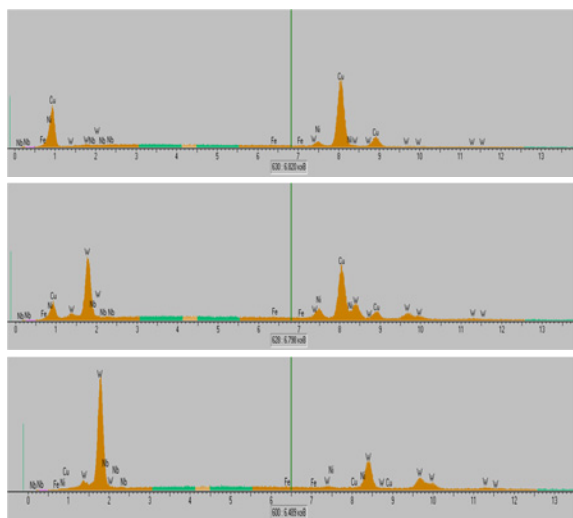


Рис. 6. Мікроструктура третього зразка напайки головного контролера у відбитих електронах

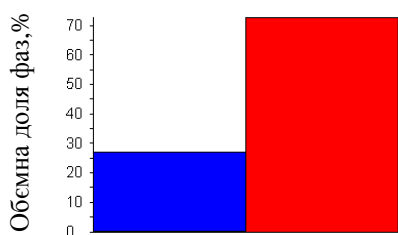
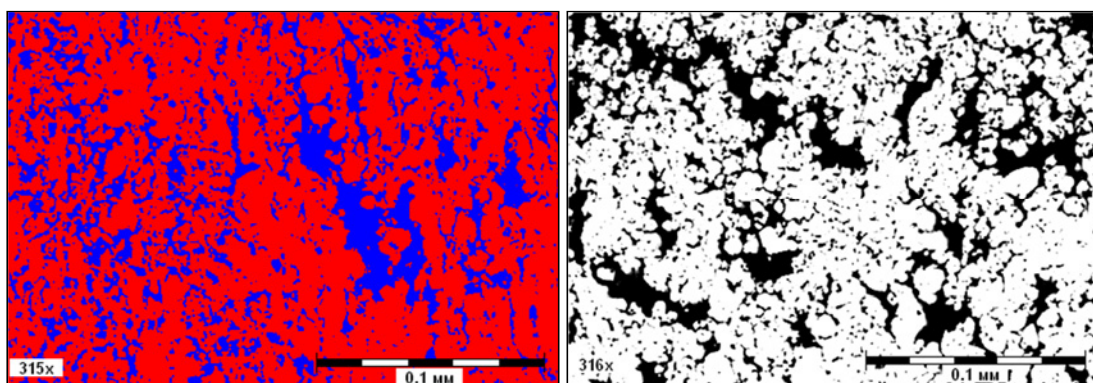


Ni, k	Ni, L	Cu, K	Cu, L	Nb, K	Nb, L	Fe, K	W, L	Ni, k
4,72	-	94,05	-	-	0,52	0,36	0,35	4,72

Ni, k	Ni, L	Cu, K	Cu, L	Nb, K	Nb, L	Fe, K	W, L	W, M
5,36	-	50,72	-	-	0,08	0,26	43,66	-

Ni, k	Ni, L	Cu, K	Cu, L	Nb, K	Nb, L	Fe, K	W, L	W, M
0,11	-	0,75	-	-	0,08	0,08	99,06	-

Рис. 7. Основні структурні складові третього зразка напайки головного контролера і їх хімічний склад



Діаграма розподілення по фазах

Порядковий номер фази	Кількість структурної складової, % від площини	Коефіцієнт неоднорідності розподілення структурної складової, %
2	27,109	3,668
3	72,891	3,668
Всього	100,000	

Рис. 8. Мікроструктурний аналіз співвідношення фаз у другому зразку напайки головного контролера

З рис. 8 видно, що максимальний об'ємний відсоток відповідає вольфрамівій фазі (72,89 % об.). Загальна кількість вольфраму в зразку розраховували з урахуванням концентрації вольфраму у всіх фазах даного зразка: $C_W = 69,45$ % (об'ємних).

Подібним чином розраховуються концентрації міді, нікелю, ніобію і заліза: $C_{Cu} = 28,98$ % (об'ємних); $C_{Ni} = 0,67$ % (об'ємних); $C_{Nb} = 0,10$ % (об'ємних); $C_{Fe} = 0,58$ % (об'ємних); $C_{Si} = 0,22$ % (об'ємних).

Таким чином, другий зразок містить максимальну кількість вольфраму, що забезпечить йому задовільні експлуатаційні характеристики

На поверхні зразка другої серії при виготовленні сформовано спечену з основним тілом напайки мідну підкладку середньої товщини – 0,2 мм (рис. 9), яка формується у відповідності до конструкторської документації розробника (ВелНДІ РФ) з метою забезпечення кращого спаювання напайки з основою. В зразках серій 1 [1] та 3 аналогічні підкладки, в явному вигляді, відсутні.

Таблиця

Статистичні дані	
Середня глибина, мм	0,202
Мінімальна глибина, мм	0,148
Максимальна глибина, мм	0,243

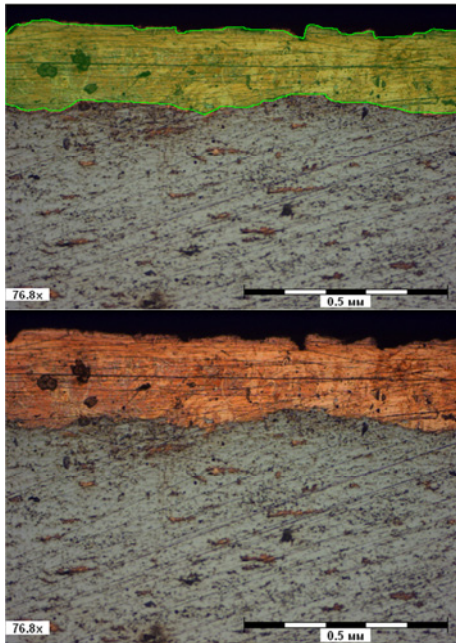


Рис. 9. Морфологія мідного шару другого зразка напайки головного контролера

Морфологія і розмірні характеристики структурних складових другого зразку представлені на рис. 10. З рисунка видно, що вольфрамовий порошок дисперсністю від 0,3 до 1,2 мкм в структурі утворює сегрегації діаметром до 10 мкм. Максимальні розміри масивних зон мідної фази не перевищують 15 мкм. Практично вся мідна фаза розподілена в тонких до (1-2 мкм) прошарках між вольфрамовим порошком, що при високій дисперсності і однорідності структури забезпечує найвищі експлуатаційні характеристики.

Співвідношення фаз в третьому зразку напайки головного контролера електровоза представлено на рис. 11. З рис. 11 видно, що максимальний об'ємний відсоток має третя вольфрамова фаза (64,233 % об.). Вказана фаза включає 2 % світло-сірої фази з підвищеною концентрацією нікелю (фаза 2). Загальна кількість вольфраму в зразку розраховується у врахуванні концентрації вольфраму в усіх фазах даного зразка: $C_W = 62,62$ % (об'ємних). Подібним чи-

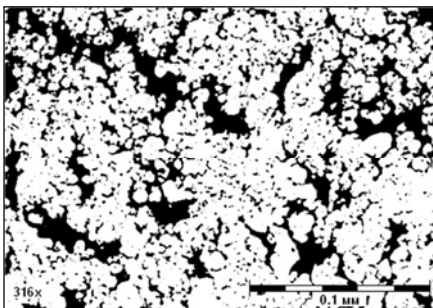
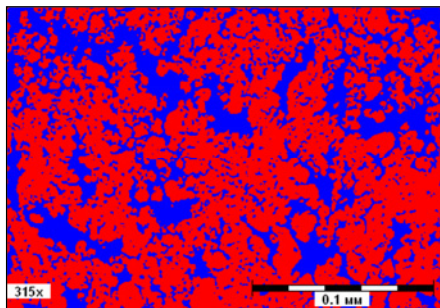


Рис. 11. Співвідношення фаз в третьому зразку напайки головного контролера електровоза

ном розраховуються об'ємні концентрації міді, нікелю, ніобію, і заліза: $C_{Cu} = 35,10$ % (об'ємних); $C_{Ni} = 1,86$ % (об'ємних); $C_{Nb} = 0,24$ % (об'ємних); $C_{Fe} = 0,18$ % (об'ємних).

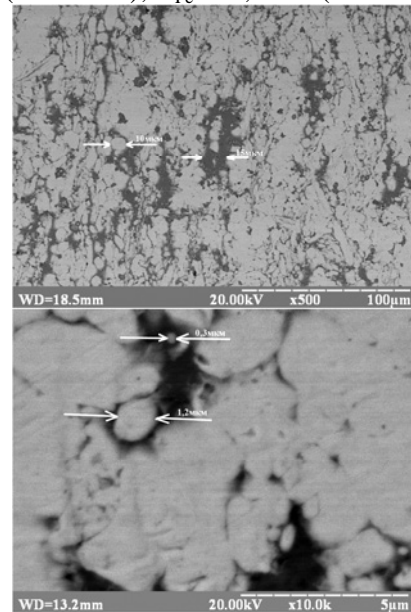
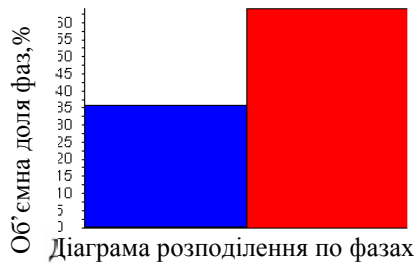


Рис. 10. Морфологія і розмірні характеристики структурних складових другого зразка

Морфологія і розмірні характеристики структурних складових третього зразка представлені на рис. 12. З рисунка видно, що вольфрамовий порошок дисперсністю від 1,4 до 4 мкм в структурі зразка утворює сегрегації діаметром до 160 мкм. Максимальні розміри масивних зон мідної фази дорівнюють 200 мкм. Менша у порівнянні з другим зразком дисперсність вольфрамового порошку і більш низька однорідність структури за рахунок утворення великих сегрегацій вольфрамового пороку і крупних сегрегацій міді обумовлює зниження експлуатаційної стійкості.

Таким чином, найкращі характеристики експлуатаційної стійкості, у відповідність з хімічним складом і структурним станом, має показати другий зразок напайки контактора електровоза.



Порядковий номер фази	Кількість структурної складової, % від площини	Коефіцієнт неоднорідності розподілення структурної складової, %
1	35,767	5,093
2	64,233	5,093
Всього	100,000	

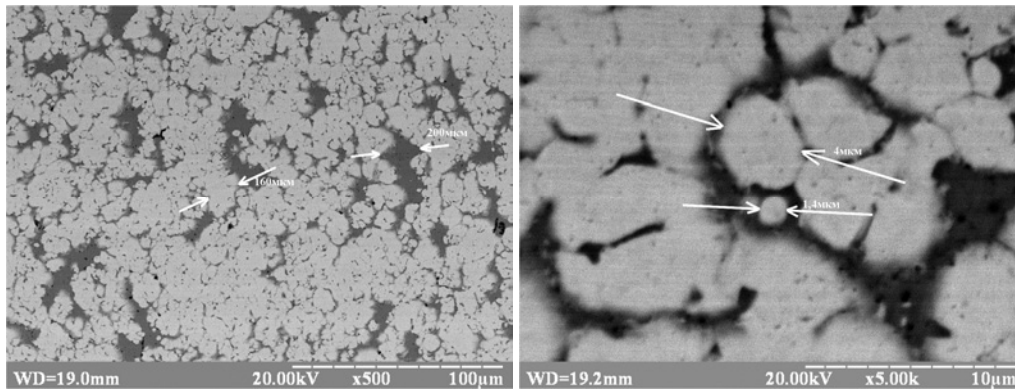


Рис. 12. Морфологія і розмірні характеристики структурних складових третього зразка

Висновки

1. Дослідження морфології структурних складових зразків напайок контролерів електровозів показало, що оптимальне сполучення тугоплавкої фази вольфраму з високим електричним опором, і мідної фази з високою тепло та електропровідністю досягається у другому зразку, де вольфрамовий порошок дисперсністю від 0,3 до 1,2 мкм рівномірно розподілено в мідній фазі, максимальні розміри сегрегацій вольфрамового порошку не перевищують 10 мкм. При цьому для ефективної тепло та електропередачі на поверхню зворотну робочої наплавлені 0,2 мм мідного шару.

2. Дослідження співвідношення структурних складових виявило, що максимальна кількість тугоплавкої фази вольфраму (69,45 % об.) присутня у другому зразку. Це сприяє зниженню ерозії метала в процесі механічного і електричного навантаження та підвищує експлуатаційні характеристики виробів.

3. За результатами проведених досліджень найкращі характеристики експлуатаційної стійкості, у відповідність з хімічним складом і структурним станом, має показати другий зразок напайки головного контролера електровоза.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коваленко В.В., Горобец В.Л., Заяц Ю.Л. Оцінка фазового і хімічного складу та експлуатаційних якостей напайок головних контролерів для електровозів виробництва ТОВ НПФ «Промметтрейд» [Текст] / В.В.Коваленко, В.Л.Горобец, Ю.Л.Заяц // Строительство, материаловедение, машиностроение. Сб. науч. трудов. Вып.62.– Дн-вск, ГВУЗ ПГАСА, 2011.– С. 212-216.

Ключові слова: макроструктура, мікроструктура, фазовий та мікрорентгеноспектральний аналізи, прогнозування, експлуатаційні властивості.

Ключевые слова: макроструктура, микроструктура, фазовый и микрорентгеноспектральный анализы, прогнозирование, эксплуатационные характеристики.

Keywords: macrostructure, microstructure, phase and microrayspectral analyses, prognostication, operating descriptions.