

**ОДЕРЖАННЯ ПОРОШКУ ВОЛЬФРАМУ ЧЕРЕЗ ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ  
ПЕРЕРОБЛЕННЯ ВОЛЬФРАМ-КОБАЛЬТОВИХ ПСЕВДОСПЛАВІВ  
ДЛЯ МОДИФІКАЦІЇ АРАМІДНОЇ ТКАНИНИ**

*Тулський Г.Г.<sup>1</sup>, д.т.н., професор  
Ляшок Л.В.<sup>1</sup>, к.т.н., професор  
Гомозов В. П.<sup>1</sup>, к.т.н., доцент,  
Васильченко О.В.<sup>2</sup>, к.т.н., доцент,  
Скатков Л.І.<sup>3</sup>, к.т.н.*

<sup>1</sup> Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

<sup>2</sup> Національний університет цивільного захисту України

<sup>3</sup> Університет Бен-Гуріона в Негеві, Беер-Шева, Ізраїль

Перероблення вольфрамвмісних відходів у розчинах кислот дозволяє значно спростити технологічний процес за рахунок селективності розділення компонентів сплаву, а також можливість отримувати осади сполук вольфраму (WO<sub>3</sub>) без його переводу в розчин [1, 2].

Виявлення особливостей електрохімічної анодної поведінки псевдосплаву WC-Co важливо для розробки ефективного способу його розчинення, отримання оксидів вольфраму, а також електросинтез порошку вольфраму заданого гранулометричного складу. Порошок вольфраму може бути ефективним для отримання термостійкого арамідного волокна.

Для проведення досліджень використовували вторинну сировину вольфраму, зокрема бруски з псевдосплаву WC-Co. Анодне розчинення псевдосплаву в хлоридній кислоті проводили при варіюванні її концентрації та з додаванням HF до складу електроліту, а також встановлювали кількісні характеристики процесу і визначали склад отриманих продуктів реакції рентгеноструктурним аналізом.

Однією з основних особливостей електрохімічної поведінки псевдосплаву є його анодна іонізація через неметалеву тверду фазу, тобто при анодній поляризації вольфрам не переходить у розчин у вигляді простих іонів, а утворює поверхневі плівки.

В електролітах, в яких відсутній галоген-іон, вольфрам хімічно не взаємодіє з електролітом і анодні реакції на вольфрамі супроводжуються формуванням фазового оксиду, що має напівпровідникові властивості.

Плівки, отримані в галогеновмісних електролітах, які хімічно взаємодіють з вольфрамом, слугують джерелами дірочної провідності. Вступаючи у взаємодію з поверхневим оксидом, активуючі іони, значно підвищують концентрацію неосновних носіїв, які сприяють збільшенню швидкості реакції розчинення металу.

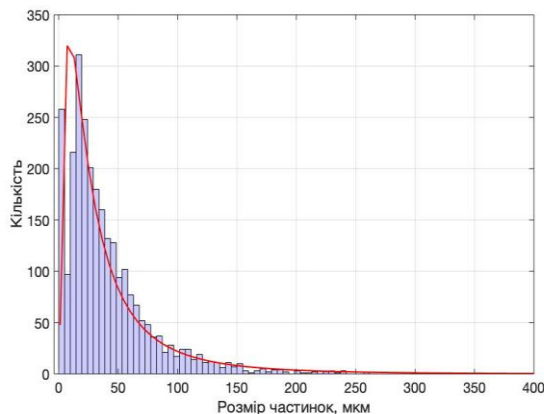
В результаті електрохімічного перероблення псевдосплаву WC-Co в розчинах кислот було отримано нерозчинні осади оксидів вольфраму різного ступеню окислення. Вони можуть використовуватися як вихідна сировина для одержання металевого порошку вольфраму.

Також дослідження електрохімічного відновлення вольфраму в вигляді порошку з хлоридних і хлоридно-фторидних розплавів дозволили визначити фактори, що впливають на його дисперсність. Показано, що змінюючи концентрацію F<sup>-</sup> іонів в розплаві, є можливість керувати дисперсністю осаду

вольфраму.

Визначено, що триманню дрібнодисперсних порошків вольфраму сприяють такі чинники: збільшення температури; використання імпульсних режимів і підвищеної густини струму, особливо в початковий період.

Дослідження морфології порошкоподібних зразків вольфраму дозволило визначити чисельні розміри зерен. Встановили, що основний розмір зерен знаходиться в межах до 20–30 мкм (рис. 1).



**Рисунок 6. Гістограма розподілу порошку вольфраму за розмірами**

За результатами експериментів на підставі аналізу кінетичних та інших методів досліджень запропоновано механізм розчинення псевдосплаву WC-Co у розчині 2,5 моль/дм<sup>3</sup> HCl та при додаванні HF. Встановлено, що на поверхні псевдосплаву утворюється добре розчинний вищий хлорид вольфраму, який з часом гідролізується в водному розчині з утворенням оксидів вольфраму. Встановлено, що при додаванні до 2,5 моль/дм<sup>3</sup> HCl депасиватору HF (1 моль/дм<sup>3</sup>) ефективність розчинення псевдосплаву становить 99 %. Кінцевим продуктом перероблення псевдосплаву є WO<sub>3</sub>.

Визначено показники електрохімічного синтезу порошку вольфраму заданого гранулометричного складу. Встановлено, що при електролізі з розплаву з високим вмістом WO<sub>2</sub>F<sub>4</sub><sup>2-</sup> вольфрам виділяється у вигляді дрібнодисперсного порошку, а при електролізі з розплаву з високим вмістом WOF<sub>6</sub><sup>2-</sup> – великодисперсного порошку. Для отримання дрібнодисперсних порошків 2–3 мкм, густину струму необхідно збільшувати від 1,0 до 12,0 А/см<sup>2</sup>. Запропоновано спосіб використання отриманого порошку вольфраму (W, WO<sub>3</sub>) для модифікації арамідної тканини. Встановлено, що при нанесенні на арамідне волокно у кількості 10 % мас. W та WO<sub>3</sub> термічна стійкість тканини збільшується з 300 °C до 900 °C [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Л.В. Ляшок, Б.И. Байрачный, И.А. Токарева [и др.], Комплексная переработка техногенных отходов вольфрама. Энерготехнологии и ресурсосбережение, 1 (2012) 43–46.
2. Б.И. Байрачный, Л.В. Ляшок, Технічна електрохімія: підручник. (Ч. 4). Гідроелектрометалургія. Харків: НТУ «ХП», 2012.
3. Г.Г.Тульский, Л.В.Ляшок, І.М.Колупасв, М.П.Османова. Патент України на корисну модель UA №149278 U від 03.11.2021 «Спосіб отримання термостійкого арамідного волокна».