

УДК 669.018.25

Валерій Лазарюк

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
м. Тернопіль, Україна*

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТАЛОКЕРАМІЧНИХ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ ДЛЯ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ТВЕРДООКСИДНИХ ПАЛИВНИХ КОМІРОК

Металокерамічні тверді сплави на основі карбідів вольфраму, титану, хрому володіють унікальним поєднанням ряду важливих механічних, фізичних та хімічних властивостей, що дозволяє використати їх як матеріали для деяких деталей твердооксидних паливних комірок. Високі робочі температури та агресивне середовище ускладнюють вибір металокерамічних матеріалів для виготовлення бар'єрних струмопроводів (інтерконнекторів) паливних комірок, які експлуатуються одночасно в середовищі палива та окислювача.

Серед найбільш поширених матеріалів струмопроводів використовуються оксидна кераміка на основі хроміту лантану LaCrO_3 , сталі та сплави з високим вмістом хрому та добавками марганцю та іттрію. Проте недоліками кераміки на основі LaCrO_3 є, крім високої вартості, значна залежність її електропровідності від парціального тиску кисню та випаровування хрому при високих температурах, а недоліками сталей є обмеження їх експлуатаційних властивостей при температурах вище 800°C .

Дослідження електрофізичних та корозійних властивостей твердих сплавів на основі карбідів титану, вольфраму, хрому, ванадію, ніобію, танталу показують перспективність їх використання для виготовлення твердооксидних паливних комірок. До переваг даних матеріалів можна віднести їх високу жаростійкість та електропровідність, низьку об'ємну пористість, високу теплопровідність (>10 Вт/м К), необхідний коефіцієнт термічного розширення ($9-11 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$). Проте важливою характеристикою роботи паливної комірки є висока стабільність електрофізичних властивостей при тривалій експлуатації при високих температурах, яка погіршується при наявності летучих компонентів продуктів окислення. Тому одним із перспективних матеріалів для виготовлення струмопроводів є тверді сплави на основі карбіду титану леговані карбідами хрому, ніобію та танталу.

Дослідження окислення твердих сплавів на основі карбідів титану та ніобію показали їх високу стійкість до руйнування при високих температурах. Це пояснюється утворенням щільної окалини із декількома дифузійними бар'єрними шарами як для проникнення кисню до основи, так і для випаровування компонентів сплаву. Враховуючи необхідність забезпечення високої електропровідності та жаростійкості можна рекомендувати для використання, як матеріалів струмопроводів паливних комірок, сплави, що вміщують 24-30 % металічної зв'язки (на основі нікелю, молібдену, кобальту або хрому). Експериментально встановлено, що при окисленні сплаву TiC-NbC-Ni-Cr із вмістом Ni-Cr зв'язки 24 % (мас.), приріст його маси склав $2,97 \cdot 10^{-2}$ кг/м² при

температурі 1000 °С за шість годин. Вимірювання коефіцієнту термічного розширення даного сплаву при температурах 200 - 1000 °С виявило значення $10-12 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, що є близьким до значень основних матеріалів твердооксидних паливних комірок.

Властивості металокерамічних твердих сплавів на основі карбіду титану дозволяють рекомендувати дані матеріали для виготовлення конструкційних деталей паливних комірок, проте необхідним є проведення досліджень корозійних та електрофізичних властивостей в експлуатаційних середовищах палива та окислювача.