

Труш В.С., Федірко В.М., Лук'яненко О.Г.

(Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів)

**ЕФЕКТ ДИФУЗІЙНОГО НАСИЧЕННЯ КИСНЕМ ТА АЗОТОМ НА ТВЕРДІСТЬ
ПРИПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ЗРАЗКІВ СПЛАВУ Zr-1%Nb**

E-mail: trushvasyl@gmail.com

Вступ. Проблема створення і модернізації конструкційних матеріалів з оптимальною мікроструктурою і високими експлуатаційними властивостями займає окреме місце в ядерній галузі. До конструкційних матеріалів активної зони ядерних реакторів належать, перш за все, цирконієві сплави. До чинників, які істотно знижують можливості їх застосування відносять домішки проникнення – кисень, азот, які легко з ним реагують і беруть участь у всіх процесах, що відбуваються в матеріалі.

Тому, **мета роботи** – встановити вплив хіміко-термічної обробки в азотовмісному та кисневмісному газовому середовищах на твердість зовнішньої поверхні зразка, вирізаного з ТВЕЛЬНОЇ трубки зі сплаву Zr1%Nb.

Методика та матеріали досліджень. Для досліджень використано зразки, вирізані з ТВЕЛЬНОЇ трубки з цирконієвого сплаву Zr-1% Nb. Хіміко-термічну обробку сплаву виконували в газовому середовищі за різних режимів: вакуумний відпал (штатна термічна обробка) **R0** – $T = 580\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 3$ год; обробка в кисневмісному середовищі **R1** – $T = 580\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 1 \cdot 10^{-2}$ мм. рт. ст., $\tau = 3$ год. **R2** – $T = 580\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 1 \cdot 10^{-2} + 1 \cdot 10^{-4}$ мм. рт. ст., $\tau = 3$ год; обробка в азотовмісному середовищі – **R3** – $T = 650\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 1 \cdot 10^{-5} + 760$ мм. рт. ст., $\tau = 11$ год; **R4** – $T = 580\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 1 \cdot 10^{-5}$ мм. рт. ст. + 760 мм. рт. ст., $\tau = 10$ год.

Результати та їх обговорення. Розчинення елементів втілення у цирконієвих сплавів пов'язано із спотворенням кристалічної ґратки та, внаслідок цього, суттєвим підвищенням твердості. Тому, після різних режимів обробки визначали мікротвердість як поверхні так і приповерхневого шару, яку вимірювали на “скісних” шліфах.

Згідно з результатами досліджень (табл. 1 та рис. 1) твердість зовнішньої поверхні зразка, вирізаного з ТВЕЛЬНОЇ трубки зі сплаву Zr-1% Nb, після вакуумного відпалу становить $HV_{0,49} = 260 \pm 25$, а після обробки у кисневмісному середовищі за режимами R1-R2 змінюється від $H^{пов.} = (275 \pm 20) HV_{0,49}$ до $(310 \pm 25) HV_{0,49}$ одиниць твердості, а після обробки в азотовмісному середовищі режими R3-R4 твердість поверхні становить $H^{пов.} = (315 \pm 15) HV_{0,49}$. Товщина зміцненого шару після відпалу у вакуумі $l = 15 \dots 19$ мкм; після окиснення – $l = 22 \dots 27$ мкм; а після азотування також зростає і становить $l = 34 \dots 39$ мкм за рахунок більшої тривалості азотування.

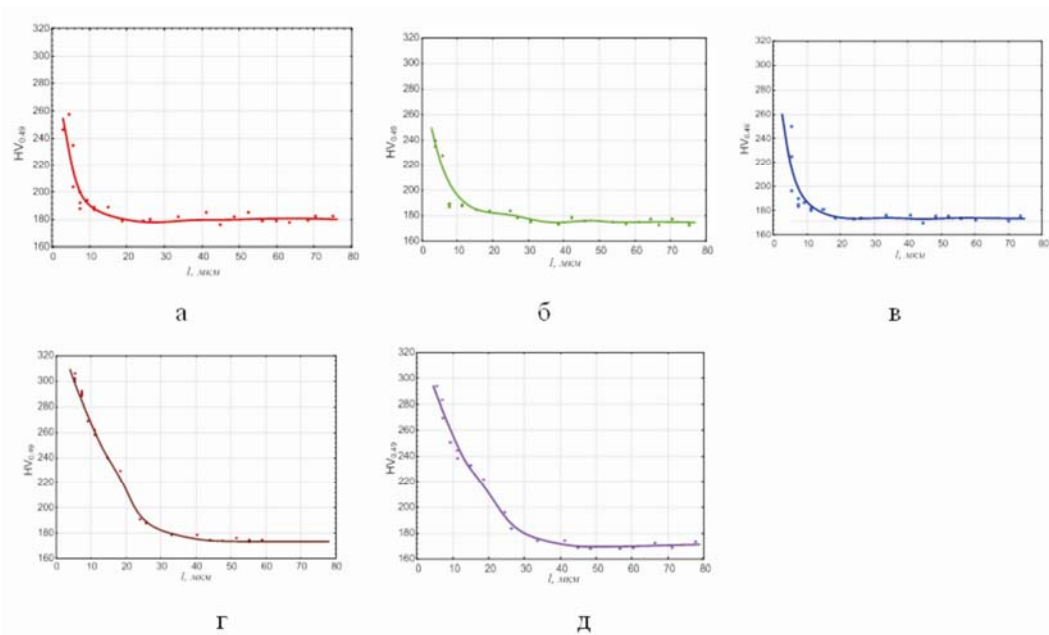


Рис. 1. Розподіл мікротвердості по товщині стінки зразка, вирізаного з ТВЕЛЬНОЇ трубки сплаву Zr-1% Nb, після обробки за режимом: а – R0; б– R1; в – R2; з – R3; д – R4

Висновок: Експериментально виявлено, що хіміко-термічна обробка в азотовмісному та кисневмісному газовому середовищах впливає на твердість зовнішньої поверхні зразка, вирізаного з ТВЕЛЬНОЇ трубки зі сплаву Zr-1% Nb.

Упатов М.І., Коваль Я.М., Богомол Ю.І.

(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)

СТРУКТУРА СПЛАВІВ СИСТЕМИ $\text{W}_4\text{C}-\text{NbB}_2-\text{SiC}$ У ЕВТЕКТИЧНІЙ ОБЛАСТІ

E-mail: nikitaupatov@gmail.com

Завдяки поєднанню властивостей карбіду бору W_4C з високою твердістю, високою хімічною стійкістю, низькою густиною [1] з диборидом ніобію (NbB_2) – який має високу температуру плавлення (~ 3050 °C), високу твердість (21 ГПа) [2] та карбідом кремнію SiC з відмінною окисною стійкістю та високотемпературною міцністю [3], можна отримати композит для використання останнього у високотемпературних вузлах технологічних установок.

В роботі [4] авторами був отриманий композит $32\text{W}_4\text{C} - 30\text{NbB}_2 - 38\text{SiC}$ (мол. %), який показав наявність в структурі трифазної евтектики. Як відомо від досконалості структури залежать фізико-механічні властивості спрямовано закрісталізованих композитів, в нашому випадку від точності визначення евтектичного складу.