

**ПОВЕДІНКА ТОНКИХ ПЛІВОК КВАЗІКРИСТАЛІВ ТА  
АПРОКСИМАНТНИХ ФАЗ СИСТЕМИ Ti-Zr-Ni ПРИ РАДІАЦІЙНО-  
ТЕРМІЧНОМУ ВПЛИВІ В РЕЖИМАХ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ  
ТЕРМОЯДЕРНОГО РЕАКТОРА**

**Суравицький С.В.<sup>1</sup>, Геращенко С.С.<sup>2</sup>, Махлай В.А.<sup>1,2</sup>,  
Малихін С.В.<sup>1</sup>, Копилець І.А.<sup>1</sup>, Кондратенко В.В.<sup>1</sup>**

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

<sup>2</sup> Інститут фізики плазми ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут»,  
Харків, Україна.

Передбачається, що плівкові покриття Ti-Zr-Ni квазікристалів, або Ti-Zr-Ni квазікристал / W шарувата система на сталях можуть виконувати захисну роль від водневої крихкості і термозахисту. Для дослідження стійкості квазікристалічної фази і спорідненої фази кристала-апроксиманта до радіаційно-термічної дії в режимах перехідних процесів, які можуть бути характерні при роботі міжнародного термоядерного реактора ITER, використовували спеціальний зразок. Цей плівковий зразок товщиною 14,8 мкм був приготований методом магнетронного розпилення на постійному струмі мішені зі сплаву Ti<sub>40</sub>Zr<sub>43</sub>Ni<sub>17</sub> (мас.%) в середовищі аргону при тиску  $2 \times 10^{-3}$  мм рт. Підкладкою була сталь Eurofer. Спочатку обложене покриття було рентген аморфним. Для формування квазікристалічної фази використовували спосіб швидкісного гарту. Для цього зразок був опромінений потоком водневої плазми на квазістаціонарному плазмовому прискорювачі QSPA X-50 (ННЦ ХФТІ) з енергетичної навантаженням 0,6 МДж/м<sup>2</sup>, що приблизно відповідає порогу плавлення вольфраму. Тривалість імпульсу становила 0,25 мс. Потім зразок підлягав вакуумному відпалу при температурі 550 С тривалістю 8 годин. Так було сформовано початковий стан зразка. Подальші випробування полягали в послідовній обробці водневої плазмою п'ятьма імпульсами з навантаженням 0,1, потім 0,2 і 0,3 МДж/м<sup>2</sup>. Аналіз поверхні проводили скануючої електронної мікроскопії (СЕМ) типу JEOL JSM-6390. Для вивчення структурного стану використовувалася методика рентгенівської дифракції (XRD). Початковий стан зразка характеризується наявністю двох фаз: фази кристала апроксимант 1/1 (фаза W) з періодом  $a_w = 1,428$  нм і ікосаедріческою квазікристалічної фази з параметром квазікристалічності  $a_q = 0,5135$  нм. Зміст фаз приблизно однакове. Розмір кристалітів фаз уздовж нормалі до поверхні становив від 12 до 15 нм. Опромінення 5 імпульсами з тепловим навантаженням 0,1 МДж/м<sup>2</sup> призводить до зміщення основних ліній на дифрактограмі і зникнення відображень від W-фази. З'являються нові дифракційні максимуми в положеннях не властивих ні квазікристалів, ні W-фазі. Подальше підвищення теплового навантаження призводить до монотонного зміщення відбиттів і перерозподілу інтенсивності відбиттів. Ідентифікація нових відбиттів дозволила стверджувати, що це відбиття від 2/1 кристала -апроксиманта. З підвищенням навантаження інтенсивність відбиттів цієї фази стає вище, ніж у квазікристала. Параметр квазікристалічності монотонно зростає до 0,5175 нм, а період решітки апроксиманту до 2,308 нм. Спостерігається тенденція до посилення фазового перетворення квазікристала в 2/1 кристал-апроксимант.