

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, к.ф.н., доцента Колупаєва І.М.

на дисертаційну роботу Рябоштана Валентина Анатолійовича
«Термічна стабільність нано- та мікрокристалічних псевдосплавів на основі
міді»

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 132 – Матеріалознавство

Актуальність теми

Практичне застосування нано- і субмікрокристалічних металів обмежене через втрату ними високих властивостей під час нагрівання. Це пов'язано зі зменшенням площі поверхні внутрішніх інтерфейсів, яке спричиняє збільшення розміру зерен і частинок другої фази, що призводить до втрати міцності та пластичності. Тому традиційні методи підвищення температури рекристалізації металевих матеріалів потребують подальшого розвитку, спеціально пристосованого до процесів деградації цих високодисперсних матеріалів.

У зв'язку з цим дисертаційна робота Рябоштана В.А., в якій вивчаються можливості термостабілізації нано- та субмікрокристалічних вакуумних конденсатів Cu-Mo та Cu-Ta, компоненти яких не мають взаємної розчинності та хімічних сполук у рівноважних умовах, є безсумнівно актуальною та перспективною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертація виконувалась відповідно до наукової програми 132 «Матеріалознавство», яка була впроваджена на кафедрі матеріалознавства, навчально-наукового інституту механічної інженерії і транспорту НТУ «ХПІ».

Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Робота Рябоштана В.А. є завершеною науковою роботою, містить дві анотації – українською та англійською мовами, вступ, шість розділів, висновки, список літератури і додаток.

Дисертація досліджує механізми формування аномальних розчинів молібдену і танталу в кристалічній решітці міді, зернограничних сегрегацій цих легуючих елементів, їх зв'язку з матричним металом та факторів, що забезпечують найбільший вклад в супротив температурному впливу.

Об'єктом дослідження є процеси та явища, що призводять значного підвищення термічної стабільності та механічних властивостей у системах Cu-Mo та Cu-Ta, при вмісті легуючого компонента в діапазоні від 0,1 до 2,5 ат%.

У роботі приділено значну увагу розпаду твердих розчинів і формуванню границь зерен у таких сплавах на основі міді, що містять молібден або тантал. Результати здобувача показують, що температура і часові інтервали для розпаду аномальних розчинів молібдену й танталу в кристалічній решітці міді, набагато вищі, ніж для аналогічних процесів в сплавах. Крім цього показано, що дисперсійне твердіння може мати двостадійний характер, пов'язаний з процесами на границях зерен.

В роботі запропонований механізм утворення зернограничних сегрегацій та закономірності їх перетворень при зміні температури. Результати переконливо показують, що температура початку росту зерен мідної матриці лімітується скоріше не механічною дією частинок молібдену або танталу, а руйнуванням атомарно розподілених адсорбційних шарів домішок. Цей висновок варто вважати доповненням до механізму Зіннера, який припускає, що ріст зерна обмежується механічною дією дисперсних частинок.

Частинки другої фази, як показано, зберігають певну структурну відповідність (часткову когерентність) навіть після відпалу при високій температурі.

Висновки, сформульовані у роботі, визначають результати дослідження як вирішення висунутих в дисертації завдань. В цілому висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Список літератури досить широко охоплює предметне поле дослідження, певною мірою відображає опрацювання автором значної кількості джерел матеріалознавського змісту, наукових робіт, присвячених композиційним та наноматеріалам, а також деяких іноземних джерел.

Додаток містить інформацію про практичне впровадження результатів дисертації.

Наукова новизна одержаних результатів

Дослідження вперше виявило ефект “спадковост” у вигляді ділянок, вільних від частинок другої фази у відпаленій структурі псевдосплавів Cu-Mo і Cu-Ta. Цей важливий експериментальний результат погоджується з аналізом та інтерпретацією процесів, що протікають у структурі не тільки досліджуваних об'єктів, а й в інших матеріалах за умов високих температур.

Робота є цінним внеском у розуміння процесів формування аномальних пересичених розчинів у незмішуваних системах (псевдосплавів) під час конденсації двокомпонентних парів на неорієнтованих підкладках у вакуумі та механізмам їхнього розпаду під час подальшого нагрівання. Зокрема, відзначаються більш високі температури і часові інтервали для розпаду, двостадійний характер старіння, тощо. В роботі зроблено кілька важливих спостережень,

включаючи припущення щодо ролі домішкових адсорбційних шарів в обмеженні росту зерен, часткову когерентність частинок другої фази з кристалічною решіткою мідної матриці.

Виявлення умов і пропозиція нового пояснення механізму утворення та розпаду аномальних пересичених розчинів, сегрегаційної термостабілізації структури і властивостей досліджуваних псевдосплавів відкриває нові можливості відомих технологій матеріалознавства. Це явище може бути використане для створення матеріалів, стабільних під впливом високої температури, з покращеними властивостями, такими як вища міцність, пластичність або електропровідність.

Достовірність отриманих результатів та висновків

Достовірність отриманих результатів зумовлено відповідністю поставленої мети та практичними завданнями, а також використанням відповідної методології дослідження. Крім того, достовірність заявлених положень обґрунтовується комплексним підходом у вивченні визначеного об'єкта, що визначає низку певних методів, які були використані в процесі дослідження.

Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання

Дослідження надає нові цінні знання про закономірності формування та поведінку зерен і границь зерен у псевдосплавах на основі міді під час нагрівання до високих температур. Отримані результати можуть бути використані для розробки нових матеріалів з покращеними властивостями.

Висновки дисертаційної роботи доповнюються визначенням умов утворення аномальних пересичених розчинів у кристалічній решітці міді та пропозицією якісного, на думку автора, механізму цього процесу. Цей результат є важливим, оскільки розширює уявлення про поведінку

твердих розчинів та їхніх можливостей для застосування в матеріалознавстві.

Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень та результатів в опублікованих працях

Дисертація виконана з дотримання вимог академічної доброчесності, отримані результати дають підстави говорити про оригінальність роботи. У тексті містяться авторські ідеї, і не виявлено використання ідей інших науковців без посилання на їх роботи.

Основні ідеї автора та результати дослідження викладено у двох фахових статтях, двох закордонних статтях, а також дисертант активно приймав участь в українських та закордонних конференціях, де була проведена апробація ідей, що викладено у дисертаційному дослідженні.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

Дослідження можна було б покращити, включивши більш детальний аналіз структурно-фазового стану зернограничних сегрегацій, механізмів формування та кінетики росту частинок другої фази.

Межі дослідження можна було б розширити, включивши в нього ширший діапазон складів сплавів та умов формування зразків.

Результати моделювання вимагають обґрунтування і їх слід доповнити урахуванням взаємодії між іншими кристалічними площинами. В свою чергу, використання експериментальних результатів досліджень потребують кращої статистичної обробки.

В цілому проблематика дисертаційного дослідження симулює подальшу розробку, в тому числі задля подолання зазначених зауважень та недоліків. Більшість з них стосуються об'єктивних обставин. Вони не знижують оригінальності та самоцінності проведеної роботи.

Висновки

дослідження відповідає галузі знань 132 - «Матеріалознавство» та спеціальності 13 - «Механічна інженерія».

Отже, враховуючи актуальність теми, отримані результати та певну практичну значущість вважаю, що дисертаційна робота Рябоштана Валентина анатолійовича «Термічна стабільність нано- та мікрокристалічних псевдосплавів на основі міді» відповідає вимогам 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціальної вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН України від 12.01.2017 № 40, а сам автор, Рябоштана Валентина Анатолійовича, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 132 «Матеріалознавство».

Рецензент – Кандидат фізико-математичних наук,
Доцент кафедри матеріалознавства Національного
Технічного Університету «Харківський
Політехнічний Інститут»

Ігор КОЛУПАЄВ

Підпис *Юрій Зайцев*
ЗАСВІДЧУЮ:
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР
НАЦІОНАЛЬНОГО-ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
"18" *січня* 2024

ЗАЙЦЕВ Ю.І.