

ВІДГУК
офіційного опонента

на дисертаційну роботу Багдасаряна Артема Анатолійовича
«Структурно-фазовий стан та фізико-механічні властивості нітридних покриттів на основі Ti, Hf, Zr, V та Nb», подану на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла

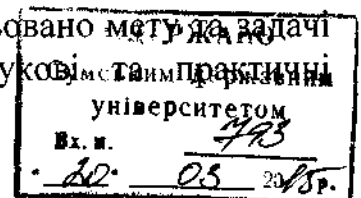
Дисертаційна робота Багдасаряна А.А. присвячена дослідженню морфології, структурно-фазового та напружено-деформованого станів, термічної стійкості, механічних й трибологічних властивостей (Ti-Hf-Zr-V-Nb)_N багатоконпонентних покриттів, які отримані методом вакуумно-дугового осадження при різних тисках газової суміші та потенціалах зміщення на підкладці.

Актуальність дисертації не викликає сумніву, оскільки одним із найголовніших завдань сучасного матеріалознавства є отримання захисних та зносостійких покриттів з унікальним комплексом стабільних та необхідних експлуатаційних характеристик. Перші дослідження по високоентропійним покриттям почали проводити з 1995 р. Суть даного методу полягає у термодинамічній стабілізації структури за рахунок високої ентропії змішування в результаті використання не менше п'яти складових елементів з різною концентрацією. Серед методів отримання захисних покриттів на основі високоентропійних сплавів широко використовують методи магнетронного розпилювання та вакуумного дугового осадження. Так, змінюючи тиск робочого газу, потенціал зміщення на підкладки, її температуру та інші фізичні параметри осадження можна регулювати формування структурно-фазового стану таких матеріалів і як наслідок фізико-механічних властивостей у широкому діапазоні, що дозволяє вирішувати різні технологічні проблеми, пов'язані з захисними покриттями. Таким чином, комплексні дослідження, які проведені в даній дисертаційній роботі, містять результати, які можуть розширити уявлення про структуру та властивості високоентропійних покриттів, а отже являють актуальну задачу матеріалознавства в галузі покриттів.

Треба зазначити, що дисертаційна робота Багдасаряна А.А. виконана в рамках держбюджетних тематик, а саме: № 0112U001382 «Розробка основ формування надтвердих наноструктурних багатоконпонентних покриттів з високими фізико-механічними властивостями» та № 0113U000137с «Фізичні принципи плазмової технології для комплексної обробки багатоконпонентних матеріалів і покриттів».

Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, приміток та списку використаних джерел. Дисертація написана російською мовою.

У вступі обгрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та задачі дослідження. Наводяться відомості про отримані наукові та практичні



результати, особистий внесок здобувача в працях, опублікованих у співавторстві, апробацію та публікації результатів дисертації.

Перший розділі являє літературний огляд по проблемі. Тут проведено аналіз сучасних наукових праць, присвячених вивченню структури й властивостей високоентропійних сплавів та нітридних покриттів на їх основі. Зроблено огляд методів отримання високоентропійних об'ємних і плівкових сплавів та нітридів на їх основі.

У другому розділі дисертації здобувачем описані експериментальні та теоретичні методики, які були застосовані для проведення досліджень. У цьому ж розділі детально обґрунтована доцільність вибору складових елементів покриттів, а саме Ti, Hf, Zr, V та Nb елементів. У розділі зведені параметри осадження покриттів, охарактеризовано методики дослідження морфології поверхні покриттів, хімічного складу, структури, напруження, механічних властивостей та опису поверхні покриттів.

Розділи 3-5 містять оригінальні експериментальні результати, отримані дисертантом в результаті проведених досліджень. З моєї точки зору, найбільш вагомими є наступне:

1) В результаті комплексних досліджень дисертант отримав дані про морфологію, елементний склад, структурно-фазовий та напружено-деформований стани, що дозволило розширити уявлення про закономірності формування структури нітридних багатокомпонентних покриттів.

2) Дисертантом підтверджено, що у випадку застосування методу вакуумно-дугового осадження незалежно від фізичних параметрів конденсації формується твердий розчин з ГЦК-кристалічною ґраткою типу NaCl. Важливо відзначити, що у відсутності азотної атмосфери формується кристалічна структура з ОЦК решіткою, порівняно з аморфною структурою у випадку застосування магнетронного розпилювання.

3) Показано, що формування високодеформованого стану в (Ti-Hf-Zr-V-Nb)_N покритті підвищує його термічну стійкість. Також виявлено, що термічне відпалювання при помірній температурі призводить до незначного збільшення розмірів зерен.

4) Вивчені механічні й трибологічні властивості (Ti-Hf-Zr-V-Nb)_N наноструктурних покриттів, із застосуванням різних методик.

5) Детально проаналізовано профілі поверхні покриттів за допомогою двовимірної мультифрактального флукутаційного аналізу.

Висновки дисертаційної роботи відображають її мету і задачі та обґрунтовані проведеними дослідженнями, а автореферат загалом правильно відображає зміст дисертації.

Зауваження та коментарі.

Вступ.

1) Деякі результати, котрі подаються як нові не є новими. Наприклад, пункт перший в підрозділі «Научна новизна полученных результатов». Дослідження елементного, фазового та напружено-деформованого складу покриттів Ti-Hf-

Zr-V-Nb вже проводили в роботі О.С. Соболев, та інші. Письма ЖТФ, т. 38, ст. 40-46 (2012).

Розділ 1.

2) В огляді літератури відсутній аналіз робіт, присвячених осадженню і дослідженню високоентропійних Ti-Hf-Zr-V-Nb покриттів. Це стосується зазначеної вище роботи, а також роботи С.А. Фирстов и др. Порошковая металлургия, № 9/10, с.93-102 (2013).

Розділ 2.

3) Недоцільно використовувати застарілу емпіричну електронну теорію СВАСК, запропоновану 40 років тому для інтерпретації властивостей тугоплавких сполук. Для цього є багато оглядових статей, в котрих властивості матеріалів інтерпретуються на основі результатів першопринципних розрахунків.

Розділ 3.

4) Не дано пояснення, чому при відпалі покриття, отримані при великих зміщеннях на підкладці і тисках, релаксують менше, ніж покриття, осаджені при менших значеннях цих параметрів.

5) Відпал проведено лише при 600 °С. Не обгрунтовано вибір такої температури відпалу, а також не варто очікувати якихось суттєвих змін властивостей при відпалі при такій низькій температурі. Бажано було б провести відпал при більш високих температурах, до 1000-1200 °С, особливо, коли стоїть завдання в'яснити термічну стійкість покриттів.

6) Дисертант стверджує, що елементи однорідно розподілені в приповерхневому шарі покриттів, при цьому посилається на Рис. 3.3б, де показані результати резерфордівського зворотного розсіювання. Для того, щоб так стверджувати, крок по товщині мав би бути меншим і порівняним з розмірами нанозерен – 30-70 нм, а не 200 нм, як це представлено на Рис. 3.3б. Тому цей висновок не є переконливим, адже склад може мінятися від зерна до зерна.

Розділ 4.

7) Дисертант намагається пояснити зміну твердості покриттів зі зміною зміщення на підкладці за рахунок різниці в розмірах кристалітів, або ж за рахунок зміни складу покриттів. Але ж ці фактори окремо не можна розглядати при інтерпретації властивостей покриттів.

8) Незрозуміло, що означає «начальный» коефіцієнт тертя і коефіцієнт тертя «при испытаніях». Не описана методика визначення фактору зносу. На стор. 99 повідомляється, що «...(Ti-Hf-Zr-V-Nb)N покрытие обладает сравнительно низким коэффициентом трения по сравнению с другими нитридными покрытиями...». Але ж це покриття має коефіцієнт тертя, рівний 1.19, а інші нітридні покриття – 0.76-0.96. Отже порівняння є не коректним.

Розділ 5.

Зауважень немає.

Висновки.


9) Пункт 4 висновків суперечить результатам Таблиці 4.3.

Загальне зауваження по дисертації.

Бажано було б змістити акцент із опису властивостей на їх пояснення.

Зроблені зауваження носять в основному характер побажань, а зазначені недоліки не мають принципового характеру та не знижують загальної позитивної оцінки роботи. Одержані в дисертації результати вчасно опубліковані у фахових журналах в достатній кількості, та представлені на наукових конференціях. Автореферат повністю відображає зміст дисертації, її актуальність і мету, особистий внесок автора і загальні висновки роботи. Вважаю, що дисертація Багдасаряна А.А. «Структурно-фазовий стан та фізико-механічні властивості нітридних покриттів на основі Ti, Hf, Zr, V та Nb» є завершеною науковою працею, яка виконана на належному науковому рівні. Думаю, що дисертація відповідає кваліфікаційним вимогам Департаменту з атестації наукових кадрів при Міністерстві освіти та науки України до кандидатських дисертацій фізико-математичного профілю, а її автор, Багдасарян Артем Анатолійович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла.

Офіційний опонент
доктор фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник
завідувач відділом фізичного матеріалознавства
тугоплавких сполук
Інституту проблем матеріалознавства
ім. І.М. Францевича НАН України

 Іващенко В.І.

Підпис засвідчую:
Вчений секретар
Інституту проблем матеріалознавства
ім. І.М. Францевича НАН України,
кандидат фіз.-мат. наук



 Картузов В.В.