

ВІДГУК

офіційного опонента

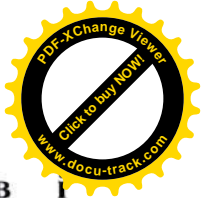
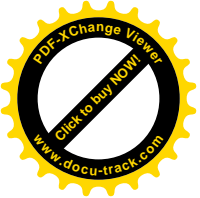
на дисертаційну роботу Багдасаряна Артема Анатолійовича «Структурно-фазовий стан та фізико-механічні властивості нітридних покриттів на основі Ti, Hf, Zr, V та Nb», подану на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла

Актуальність теми.

Вирішення задач підвищення експлуатаційних характеристик металообробної техніки передбачає розробку принципово нових ідей та підходів до конструювання захисних зносостійких покриттів. В даний час особлива увага приділяється високоентропійним сплавам, які є новим класом металічних сполук, що містять не менше 5 складових елементів. Головною особливістю таких матеріалів є формування стабільного твердого розчину, що з термодинамічної точки зору забезпечується зниженням вільної енергії Гіббса внаслідок високої ентропії змішування.

У зв'язку з цим необхідно відзначити появу наукових робіт, спрямованих на вивчення закономірностей формування нітридних покриттів на основі високоентропійних сплавів, отриманих методом магнетронного розпорошення. Зазначимо тут відсутність наукових праць, присвячених нітридним покриттям на основі високоентропійних сплавів, отриманих методом вакуумно-дугового осадження. Найрізноманітніше комбінування складових елементів та застосування методу вакуумно-дугового осадження може сприяти отриманню покриттів з різними унікальними властивостями, спроможними вирішити ряд важливих завдань у галузі матеріалознавства. У зв'язку з вищезазначеним актуальність та своєчасність дисертаційної роботи Багдасаряна А.А. не викликає сумніву. Результати досліджень у подальшому можуть бути використані як доповнення, або ж підтвердження вже існуючих уявлень про особливості формування даних матеріалів.





Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

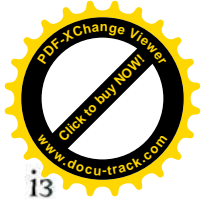
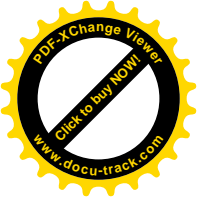
Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Багдасаряна А.А. висока та базується на аналізі літературних джерел за проблематикою дисертаційної роботи, гармонійній постановці мети і задач дослідження. У роботі застосовані сучасні методи досліджень, зіставлені у критичному аналізі отриманих результатів із результатами інших дослідників. Якісно сформульовані висновки за результатами досліджень. Отримані результати перевірені автором шляхом критичних співставлень властивостей сформованих покриттів із аналогічними роботами відомих дослідників, що підтверджує обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність та обґрунтованість отриманих автором експериментальних даних підтверджена комплексом застосованих сучасних апробованих методів формування покриттів (вакуумно-дугового та магнетронного) й аналізу фазового та елементного складу, текстури і морфології поверхні за допомогою сучасних методів електронної мікроскопії та рентгенівського методу дифрактометрії. Для отримання триботехнічних характеристик синтезованих покриттів застосовані сучасні склерометричні та інші методи досліджень

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне.

В дисертаційній роботі висвітлено термодинаміку, методи отримання та властивості високоентропійних сплавів. Глибоко проаналізовані закономірності формування структурно-фазового стану, фізико-механічних властивостей нітридних багатокомпонентних покриттів. Варто відзначити, що автором проведено порівняння методів отримання покриттів, а саме



магнетронного розпилювання та вакуумно-дугового осадження, із зазначенням їх переваг і недоліків.

Детально обґрунтована доцільність вибору складових елементів покриттів, а саме Ti, Hf, Zr, V та Nb. З урахуванням особливостей вибраних елементів підбрані режими осадження покриттів, що дало можливість здійснити комплексні дослідження. Слід відзначити чіткість опису установок та апаратури, теоретичних методів, що були використані при формуванні та подальшому дослідженні зразків. Зокрема, автор стисло наводив основні фізичні особливості методів, які застосовувалися при дослідженнях.

В роботі отримані результати, що стосуються елементного аналізу, структурно-фазового та напружено-деформованого станів залежно від режимів осадження та термічного відпалювання. Застосовуючи взаємодоповнюючі методи, автором проведено комплексний аналіз елементного складу покриттів. Особливу увагу приділено розподілу елементів за глибиною покриття. Отримані результати чітко обґрунтовані з фізичної точки зору.

В дисертаційній роботі висвітлені закономірності формування структурно-фазового та напружено-деформованого станів нітридних покриттів на основі системи (Ti-Hf-Zr-V-Nb)N залежно від режимів осадження. Змінювання параметрів покриттів, а саме розміру та орієнтації зерен, параметрів ґратки, стискаючих напружень пояснюються співставленням з режимами нанесення.

Визначено вплив термічного відпалювання за умов температури 873 К на структуру та напружено-деформований стан покриттів. При дослідженнях підбрані такі режими осадження, що відповідали найбільшому та найменшому тиску робочого газу та потенціалу зсуву підкладинки.

Найзначиміші результати дисертаційної роботи стосуються механічних і трибологічних властивостей нітридних покриттів на основі системи (Ti-Hf-Zr-V-Nb)N залежно від режимів осадження. Автором здійснені комплексні дослідження механічних характеристик, а саме твердості, модуля Юнга та

індексу пластичності. Слід відмітити чіткість фізичного обґрунтування змінювання характеристик з урахуванням сформованого структурно-фазового стану.

За результатами трибологічних досліджень здобувачем проведено аналіз коефіцієнта тертя та стійкості до зношування нітридного покриття на основі системи (Ti-Hf-Zr-V-Nb)N у порівнянні з диском зі сталі 45 та нітридними покриттями на основі високоентропійних сплавів. Слід відзначити проведення аналізу доріжок тертя отриманого покриття, що дало можливість встановити характер зношування покриття.

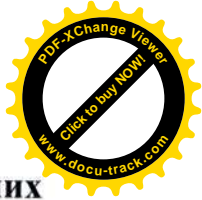
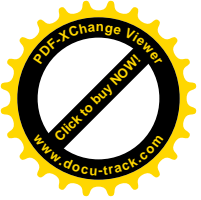
У дослідженнях застосовано метод двовимірного мультифрактального флукуаційного аналізу морфології поверхні покриттів залежно від потенціалу зсуву підкладинки. У межах зазначеного методу аналізу підтверджено припущення про самоподібну побудову отриманих у дисертаційній роботі матеріалів. Слід особливо відзначити співставність експериментальних досліджень та теоретичних розрахунків.

Висновки дисертаційної роботи повністю відображають її мету і задачі та цілком обґрунтовані проведеними дослідженнями.

Наукові публікації повністю відображають головні результати дисертації, що виносяться на захист.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного застосування.

Практична значимість роботи полягає в подальшому розвитку уявлень про вплив фізико-технологічних параметрів осадження на структурно-фазовий стан, елементний склад та фізико-механічні властивості сформованих покриттів на основі системи (Ti-Hf-Zr-V-Nb)N. Отримані у роботі результати мають прикладний характер і можуть знайти застосування для вибору оптимальних режимів формування захисних покриттів з необхідними структурно-фазовим складом та фізико-механічними властивостями. Важливими для застосування в галузі машинобудування є результати триботехнічних досліджень.



Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно опубліковані в наукових роботах у фахових виданнях України. У цілому, рівень і кількість публікацій та апробація матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам положень ДАК МОН України.

Автореферат ідентичний за змістом з основними положеннями дисертації і достатньо повно відображає основні її наукові результати, отримані здобувачем.

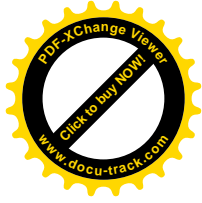
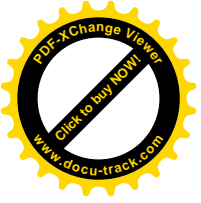
Зауваження щодо дисертаційної роботи.

1. В літературному огляді значну частину присвячено висвітленню високоентропійних сплавів, хоча у дисертаційній роботі викладені результати дослідження нітридних покриттів. Особливу увагу хочу привернути до підрозділу 1.1, присвяченого висвітленню основних особливостей високоентропійних сплавів з позиції сучасної термодинаміки з приведенням формул, які в подальшому не застосовуються.

2. Дослідження впливу термічного відпалювання за умов температури 873 К у третьому розділі дисертаційної роботи обмежується лише двома зразками, отриманими при різних режимах осадження, що ускладнює встановлення впливу одного з параметрів осадження на структурно-фазовий стан. Слід було б провести дослідження більшої кількості зразків при різних температурах, що дозволило б встановити закономірності впливу термічного відпалювання на структуру покриттів.

3. При дослідженні механічних властивостей здобувачем некоректно підібрані зразки, що не дозволило в повній мірі визначити вплив тиску робочого газу та потенціалу зсуву підкладки. Також слід зазначити відсутність результатів дослідження впливу термічного відпалювання на механічні властивості.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної дисертаційної роботи.



ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Багдасаряна Артема Анатолійовича «Структурно-фазовий стан та фізико-механічні властивості нітридних покриттів на основі Ti, Hf, Zr, V та Nb», за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 01.04.07 – фізика твердого тіла. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка у розв'язує важливу наукову задачу, суть якої полягає у визначенні закономірностей формування нітридних покриттів на основі системи (Ti-Hf-Zr-V-Nb)_N та визначення їх структурно-фазових, фізико-механічних та триботехнічних характеристик. Дисертаційна робота задовольняє вимогам, які ставить до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук «Порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», зокрема його пункти 9, 11, 12, а здобувач Багдасарян Артем Анатолійович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла.

Офіційний опонент

доктор фізико-математичних наук, професор,
 завідувач кафедри теоретичної та експериментальної фізики
 Національного технічного університету
 «Харківський політехнічний інститут»

О.Г. Багмут

Підпис доктора фізико-математичних наук,
 професора Багмута О.Г. засвідчую:

вчений секретар Національного технічного
 університету «Харківський політехнічний інститут»,
 професор



Зайцев Ю.І.