

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу

**Солдатенко Оксани Михайлівни**

на тему **«Прискорене масоперенесення за рахунок рухомих дислокацій при імпульсному навантаженні»**,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань **13 Механічна інженерія**

за спеціальністю **132 Матеріалознавство**

### **Актуальність теми дисертації.**

Створення нового класу матеріалів з покращеними фізико-технічними характеристиками, як і вдосконалення вже існуючих матеріалів шляхом модифікації їх поверхні, є актуальною темою досліджень в матеріалознавстві. В той же час, ще не до кінця з'ясовано механізми дефектоутворення та атомної міграції в матеріалах в процесі імпульсного впливу. Відомі на сьогодні методи комп'ютерного моделювання можуть бути ключем для вирішення даного питання.

Окремим матеріалознавчим напрямком є створення наноматеріалів з унікальними властивостями – нанострижнів, нанотрубок, наноплівки та нанокластерів різної будови і геометрії.

Зародження та найбільш інтенсивне протікання процесів деформації і масоперенесення в матеріалах при імпульсному навантаженні відбувається в приповерхневій області, що за своєю суттю схоже на протікання цих процесів в об'ємі наночастинок, де внесок поверхні є суттєвим із-за обмежених розмірів самих частинок. Деформаційні процеси, спричинені дією різних видів імпульсного навантаження, можуть сприяти збільшенню швидкості масоперенесення, викликаючи аномальну рухливість атомів.

У дисертаційному дослідженні Солдатенко Оксани Михайлівни «Прискорене масоперенесення за рахунок рухомих дислокацій при імпульсному навантаженні» показано можливості існування нового виду наночастинок – срібних нанотрубок і створення нового класу матеріалів з прецизійними властивостями на основі срібних нанострижнів. Також досліджено процеси дефектоутворення і масоперенесення в металах з кубічною ґраткою при імпульсному навантаженні, в тому числі на границі розділу двох матеріалів з різним типом кубічної ґратки. Таким чином, результати дисертаційної роботи є актуальними і мають як фундаментальну складову, так і прикладне значення для створення нових матеріалів чи покращення властивостей уже існуючих матеріалів.

### **Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- На основі молекулярно-динамічного моделювання з використанням ЕАМ потенціалу показано можливість існування наночастинок срібла з незмінним температурним коефіцієнтом розширення в інтервалі температур 150 К – 450 К. На основі цього результату зареєстровано патент на винахід №127523 від 20.09.2023, що свідчить про достовірність, обґрунтованість та новизну дослідження.

- Встановлено механізм атомно-транспортних процесів в ОЦК залізі під дією імпульсної деформації та показано можливий варіант взаємної дифузії на границі розділу ГЦК алюмінію та ОЦК заліза, які полягають у взаємодії ядер крайових дислокацій з міжвузловими атомами та міграції міжвузлових атомів разом з ядром рухомої крайової дислокації. Це спричиняє дифузію в однорідному матеріалі і на границі розділу під дією імпульсної деформації. Результати, що були отримані методом молекулярної динаміки з використанням актуального на сьогодні MEAM потенціалу, підтверджуються експериментальними даними, де в процесі ультразвукової ударної обробки алюмінієвого сплаву Д16 залізним бойком на границі розділу матеріалу-основи та легovanого шару формується дифузійна зона з плавною зміною концентрації елементів.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання було виконано повністю, а здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

### **Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.**

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Солдатенко Оксани Михайлівни повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 132 Матеріалознавство та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Матеріалознавство».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Комп'ютерне моделювання фізичних процесів у твердих тілах».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Солдатенко Оксани Михайлівни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату



та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

### **Мова та стиль викладення результатів**

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Текст дисертації викладено в логічній послідовності, а використання загальноприйнятої термінології робить його цілком доступним для розуміння.

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків та списку використаної літератури. Загальний обсяг дисертації – 126 сторінок. Дисертація містить 55 рисунків та 6 таблиць.

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційного дослідження, показано зв'язок роботи з науковими темами та програмами, поставлено мету та задачі дослідження, описано методи досліджень, що буди використані при виконанні дисертаційної роботи, зазначено наукову новизну отриманих результатів та їхнє практичне значення. Окрім того, зазначено особистий внесок здобувача в опублікованих наукових працях, що висвітлюють результати дисертаційної роботи.

У першому розділі проведено аналіз літературних джерел щодо можливостей використання методу молекулярної динаміки, властивостей однокомпонентних металевих наночастинок, способів їх дослідження, а також їхнього практичного застосування. Розглянуто вплив температури та деформації на процеси масоперенесення в металах.

У другому розділі описано методи і параметри досліджень, наведено схеми розрахункових комірок для молекулярно-динамічних обчислень та ультразвукової ударної обробки.

У третьому розділі описано процес дефектоутворення в ГЦК нанокристалах на прикладі нанотрубок та нанострижнів срібла, описано можливі варіанти побудови срібних нанотрубок та межі їхньої стабільності, визначено теплові властивості срібних наночастинок. Також описано процес масоперенесення в ОЦК залізі під впливом імпульсного навантаження та показано вплив температури і швидкості деформації на протікання дифузійних процесів в ОЦК кристалі.

У четвертому розділі представлено результати моделювання атомно-транспортних процесів поблизу границі розділу Al-Fe в умовах прикладеного імпульсного навантаження. Описано вплив рухомих дислокацій на атомно-транспортні процеси крізь границю розділу.

У п'ятому розділі представлено результати експериментального дослідження деформаційно-дифузійних процесів в алюмінієвому сплаві Д16 при механічному легуванні його поверхні методом ультразвукової ударної обробки.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

### **Оприлюднення результатів дисертаційної роботи**

Наукові результати дисертації висвітлені у 13 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 4 статті у виданнях, віднесених до першого — третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports; 1 патент на винахід, що пройшов кваліфікаційну експертизу та безпосередньо стосується наукових результатів дисертації.

Також результати дисертації були апробовані на 8 наукових фахових конференціях.

Високий рівень видань, в яких опубліковані результати дисертаційних досліджень та отриманий патент на винахід свідчать про високий рівень та достовірність отриманих результатів і вказують на дотримання автором принципів академічної доброчесності.

Таким чином, наукові результати повністю описані в дисертаційній роботі, висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

1. Автор стверджує, що утворена в результаті ультразвукового легування залізним бойком сплаву Д16 дифузійна зона приведе до кращої адгезії легованого шару з матеріалом-основою та зміни механічних властивостей на цій ділянці, що не суперечить загальновідомим принципам. Було б добре доповнити дане твердження механічними характеристиками цієї області обробленого матеріалу.

2. Зрозуміло, що при дослідженні атомно-транспортних процесів на границі розділу сплаву Д16 та легованого залізом шару автор вибрав модельні матеріали для спрощення розрахунків. В перспективі було б цікаво оцінити, чи вплине присутність легуючих домішок на механізм дифузійних процесів на границі розділу.

3. В тексті роботи подекуди є незначні друкарські помилки. Наприклад, «утворення дисокацій» на ст. 4, «Формування диіузійної зони» в підписі до рис. 5.7 та рис. 5.8, «амно-транспортні процеси» на ст. 115 та ін., а також в розділі 1 двічі повторюється підпункт 1.1, а в розділі 5 двічі повторюється підпис до рисунків – «Рисунок 5.10», в результаті чого відсутній рис. 5.11, на який є посилання в тексті на ст. 115.



Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

### **Висновок про дисертаційну роботу**

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Солдатенко Оксани Михайлівни на тему «Прискорене масоперенесення за рахунок рухомих дислокацій при імпульсному навантаженні» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 13 Механічна інженерія. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Солдатенко Оксана Михайлівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 132 Матеріалознавство.

### **Офіційний опонент:**

Професор кафедри системного аналізу  
та обчислювальної математики  
Національного університету  
«Запорізька політехніка»,  
доктор фізико-математичних наук,  
професор

Підпис

Засвідчую:

Довірчий відділ кадрів

*Григорій Корніч*

«29» січня

2024 року

Григорій КОРНІЧ

