

**Рішення спеціалізованої вченої ради ДФ 76.051.033
про присудження ступеня доктора філософії**

Спеціалізована вчена рада ДФ 76.051.033 Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, Міністерства освіти і науки України, м. Чернівці прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії галузі знань 10 Природничі науки на підставі прилюдного захисту дисертації «Деформація анізотропних кристалів з різко нелінійними механічними властивостями в умовах обмеженої релаксації напружень» за спеціальністю 104 Фізика та астрономія

«23» листопада 2023 року.

Ташук Роман Юрійович 1996 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2019 році Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича за спеціальністю Фізика та астрономія

Дисертацію виконано у науково-навчальному інституті фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, МОН України, м. Чернівці.

Науковий керівник Борча Мар'яна Драгошівна, доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, завідувач кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної фізики Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Здобувач має 16 наукових публікацій за темою дисертації, зокрема в 5,5 основних публікаціях, з яких 4,5 статті у наукових фахових виданнях України, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, 1 стаття у періодичному закордонному науковому виданні, проіндексованому у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, а також 11 праць апробаційного характеру:

1. Raranskyi M.D., Oliinych-Lysiuk A.V., Kurek I.G., Tkach O.O., Tashchuk R.Yu., Lysiuk O.V. Features of Thermoplastic Deformations of Quasi-Anisotropic 2D Layers of Indium. *Metallophysics and Advanced Technologies*. 2020. Vol. 42, no. 7. P. 1015–1027. **(Фахове видання)**
DOI: <https://doi.org/10.15407/mfint.42.07.1015>
2. Раранський М.Д., Олійнич-Лісюк А.В., Ташук Р.Ю., Лісюк О.В., Ташук О.Ю. Особливості деформації в кристалах in у широкому інтервалі температур / Features of Deformation in Crystals of Indium in a Wide Range of Temperatures. // *Металлофізика и новейшие технологии*. 2018. Т. 40. №11. С.1453-1463. **(Фахове видання, Scopus)**
DOI: <https://doi.org/10.15407/mfint.40.11.1453>
3. Раранський М.Д., Олійнич-Лісюк А.В., Ташук Р.Ю., Ташук О.Ю., Струк А.Я, Унгурян М.А. Ауксетичні властивості деяких інтерметалічних сполук / Auxetic properties of some intermetallic compounds. *Фізика і хімія твердого тіла / Physics and Chemistry of Solid State*. 2022. Vol. 23, no. 4. P. 764-775 **(Фахове видання, Scopus)**
DOI: <https://doi.org/10.15330/pcss.23.4.764-775>
4. Raranskyi M.D., Oliinych-Lysiuk A.V., Tashchuk R.Yu., Struk A.Ya., Tashchuk O.Yu., Hulyk S. V. Auxetic properties of silicon dioxide single crystals. *SPIE*. 2021, Vol. 12126. **ISSN: 0277-786X (Scopus)**
DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2614757>
4. Raransky M., Oliinych-Lysiuk A., Tashchuk R., Unhurian M. Discovering the mechanisms that form the auxetic properties of single crystals in a monoclinic crystal system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 5, no. 5 (107) **(Scopus) (Q3)**
DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.215167>

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради та присутні на захисті фахівці:

Крамар Валерій Максимович, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри професійної та технологічної освіти і загальної фізики Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Зауваження:

1. Поясніть, будь ласка, яким чином у Ваших розрахунках враховувалися температури фазових переходів, на які Ви посилаєтеся практично в кожному розділі?

2. На основі аналізу даних, наведених у табл. 3.2, Ви робите висновок, що чим ближче температура дослідження пружних властивостей до температури плавлення молекулярного кристалу, тим вищим є ступінь його ауксетичності, а кристал стає майже повним ауксетиком. Але в ній указані значення тільки температур плавлення кожного з кристалів. Значення температур, для яких здійснювалися розрахунки ступеня ауксетичності та екстремальних значень коефіцієнтів Пуассона для них не вказані. То не зрозуміло на чому ґрунтується Ваш висновок? Якось втрачається довіра до правомірності такого висновку.

3. У доповіді та тексті дисертації Ви часто використовуєте терміни «виявлено» (напр. висновок 3), «встановлено» (висновки 4, 5, 7), хоча йдеться виключно про результати числових розрахунків. Чи існують експериментальні дані, які дають підстави для таких тверджень?

Баловсяк Сергій Васильович, доктор технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Зауваження:

1. У роботі використовується пакет комп'ютерних програм, який дозволяє визначити основні характеристики ауксетичності у кристалах. Проте не описано характеристики таких програм (на якій мові та у якому середовищі розроблені програми, програми розроблені автором чи використано готові програмні продукти?).

2. На деяких рисунках не вказані одиниці виміру величин (наприклад, на рис. 2.2).

3. Є окремі неточності у структурі дисертації, зокрема, в третьому розділі описано завдання дослідження, що було б доречно зробити у першому розділі.

4. У роботі містяться незначні неточності та описки.

Гуцуляк Іван Іванович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної фізики Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Зауваження:

1. В роботі згадується про обробку експериментальних результатів за допомогою ІТ технологій, проте не вказано, якими методами вона проводилася та як це вплинуло на результати дослідження;

2. В третьому розділі метою дослідження є виявлення механізмів формування ауксетичних властивостей монокристалів моноклінної сингонії. У анотації до дисертації також згадується про аналіз у цьому розділі закономірностей і механізмів формування характеристичних поверхонь, кутових розподілів та вказівних поверхонь ауксетичності монокристалів кубічної, гексагональної, тетрагональної і ромбічної сингоній, що, на перший погляд, відхиляється від мети розділу.

3. В п'ятому розділі запропоновано механізм утворення каналів підвищеної пластичності, вздовж яких відбувається релаксація механічних напружень в шарах індію при криогенних температурах. Чи є можливість на даному етапі досліджень в цьому напрямку оцінити, наскільки наявність в шарах індію структури з такими каналами збільшує їх стійкість в умовах жорсткого низькотемпературного термоцикловання?

4. В роботі є одруки та незначні неточності.

Пелещак Роман Михайлович, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка». Зауваження:

1. У дисертаційній роботі не зазначено відмінності механізмів виникнення ауксетичності у різних матеріалах, які досліджувалися.

2. У розділі 4 на сторінці 144 автор зазначає, що «Унікальне поєднання

магнітних і аусетичних властивостей, а також ефекту пам'яті форми у сплавах Cu-Mn при $X \geq 72 \text{ ат. \% Mn}$ приводить до зростання відношення $\frac{\bar{u}_{\mu > 0}}{\bar{u}_{\mu < 0}}$ в 5-6 разів, і аномально високих, як для кристалів, значень максимальних і мінімальних коефіцієнтів Пуассона у цьому сплаві ($\mu_{\min} = -7$; $\mu_{\max} = 10$). Все це робить їх перспективними при виготовленні елементів конструкцій, ударно поглинаючими властивостями, якими можна було б керувати за допомогою магнітних полів». Це припущення частково підтверджується чотирикратною зміною відносної концентрації точкових дефектів поблизу ядра дислокацій у мідно-манганових сплавах. Проте, яким є механізм такого керування?

3. У роботі також зустрічаються деякі стилістичні неточності. Так, наприклад, на сторінці 136 у фразі «У той же час модуль зсуву $G(X)$ практично монотонно зменшується до концентрацій $X = 72\% \text{ Mn}$ а затим різко падає до аномальних значень при температурі початку термопружного мартенситного перетворення (див. табл. 4.3)» коректніше було б написати «... при концентрації Mn, що відповідає початку термопружного мартенситного перетворення (див. табл. 4.3)». Слід зауважити, що на сторінці 134 автор написав, що при такій концентрації Mn термопружне мартенситне перетворення протікає якраз при кімнатних температурах, тобто концентрація мангану і температура перетворення взаємообумовлені, тому це власне прикра неточність. Як і на сторінці 139 в рівняннях (4.11) і (4.12) значок вектору Бюргерса в правій частині рівняння автор замінив на застаріле позначення вектору напівжирним зображенням.

Горічок Ігор Володимирович, доктор фізико-математичних наук, професор, старший науковий співробітник кафедри фізики і хімії твердого тіла Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Зауваження:

1. Серед завдань, поставлених перед автором було створити комп'ютерні програми, які дозволять розрахувати і візуалізувати характеристичні поверхні модулів Юнга, кутові розподіли коефіцієнтів Пуассона та вказівні поверхні аусетичності для монокристалів довільної сингонії. З чим автор очевидно успішно справився, про що свідчить його дисертаційна робота. Однак в роботі не приводиться навіть коротка характеристика цього програмного пакету.

2. У таблиці 2.2 (ст.81) наводяться дані, щодо зміни концентрації точкових дефектів заміщення в дислокаційній атмосфері Коттрелла у кристалах діоксиду кремнію. Проте з тексту не зрозуміло про які саме дефекти заміщення говориться.

3. На ст.144 наведене твердження: «Унікальне поєднання магнітних і аусетичних властивостей, а також ефекту пам'яті форми у сплавах Cu-Mn при $X \geq 72 \text{ ат. \% Mn}$ призводить до вростання відношення $\frac{\bar{u}_{\mu > 0}}{\bar{u}_{\mu < 0}}$ в 5-6 разів, і аномально високих, як для кристалів, значень максимальних і мінімальних коефіцієнтів Пуассона ... ». Попри те, що взаємозв'язок між вказаними автором величинами дійсно є, варто обґрунтувати логіку встановлення «причини» і «наслідку».

4. Автор кілька разів використовує формулу, наведену зокрема у розділі 1 (ф-ла 1.29), для розрахунку розподілу точкових дефектів навколо дислокацій. Проте, автором не вказується конкретні числові значення параметра Ω_0 при яких проводився розрахунок. Також при виведенні формули, зокрема у цитованій в дисертації роботі Косевича А.М., використовувалось припущення про ізотропність простору в околі дефектів. Варто було б обговорити вплив таких припущень на результат, оскільки досліджувані вами матеріали є сильно анізотропними.

5. На рисунку 5.10 представлено векторні поля зміщення атомів поблизу крайової дислокації у індії при різних значеннях коефіцієнтів Пуассона, які суттєво відрізняються від багатьох інших розрахунків для такого ж типу дислокацій в інших досліджуваних матеріалах. Варто було б спробувати обґрунтувати причини таких суттєвих відмінностей.

6. На ст.77 на рис. 2.17 (і 2.18) відсутні одиниці вимірювання вздовж осей. Також варто було б вказати, можливо хоча б у підписі, орієнтацію екстра площини, що спростить аналіз результатів розрахунку векторів зміщень. Можливо, варто було б вказувати і розмірності по осях рисунків де автором наводяться характеристичні поверхні модуля Юнга, КРКП та ВПА для різних матеріалів.

7. У роботі зустрічаються невдалі формулювання та терміни. Зокрема, «пакет комп'ютерних програм для монокристалів» (певно коректніше було б «пакет програм для розрахунку властивостей монокристалів»), «... властивості α -кристобаліту у цьому напрямку повністю ізотропні, тому ...» (наскільки коректно говорити про ізотропність у певному напрямку?), кристалічна решітка (кристалічна ґратка), безперервні функції (неперервні функції), гармонійне наближення (гармонічне наближення), щільність матеріалу (густина матеріалу) та ін..

Результати голосування:

«За» 5 членів ради,

«Проти» 0 членів ради

На підставі результатів голосування спеціалізована вчена рада ДФ 76.051.033 присуджує **Ташуку Роману Юрійовичу** ступінь доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 104 Фізика та астрономія.

Голова спеціалізованої
вченої ради ДФ 76.051.033
доктор фізико-математичних
наук, професор



Валерій КРАМАР