

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

**Мисько-Крутік Наталії Сергіївни**

"Структура та морфологія бінарних сплавів на основі Ar, Kr, N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>",

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата

фізико-математичних наук за спеціальністю

01.04.07 – фізика твердого тіла.

В останні роки, завдяки бурхливому розвитку астрофізичних, космічних та екологічних досліджень інтерес до кріосплавів та їх морфології знаходиться на високому рівні. Можливості теоретичних досліджень в області моделювання процесу формування сплавів значно розширились. При цьому створення і розвиток відповідних теоретичних уявлень вимагає експериментальної перевірки їхніх висновків на реальних кристалах. Слід зауважити, що таку перевірку необхідно починати з найбільш простих матеріалів до яких можна віднести бінарні кріосплави, що утворюють кристалічну решітку. Найбільш відповідними об'єктами в цьому сенсі є атомарні та молекулярні кріокристали. Відносна простота їх структури дозволяє встановлювати закономірності загального характеру, які властиві сплавам.

На основі використання досліджень кріокристалів базується розвиток сучасних наукоємних виробництв, до яких відносяться: системи кріогенно-вакуумної відкачки, кріоелектрона мікроскопія, системи для тонкого розділення газових сумішей, лінії по переробці сировини та інше. Через це дослідження при низьких температурах залишаються перспективними і з практичної точки зору.

Тому тема дисертаційної роботи Мисько-Крутік Н.С., що присвячена дослідженню структури та морфології формування бінарних сплавів на основі Ar, Kr, N<sub>2</sub> та CH<sub>4</sub> безумовно, є **актуальною**. Слід при цьому відзначити, що в роботі Мисько-Крутік Н.С. об'єднані два аспекти – фундаментальний і прикладний.

Що стосується **практичної значущості** виконаних авторкою досліджень, то вона обумовлена тим фактом, що атомарні та молекулярні кріокристали - це найбільш перспективні матеріали при вивченні ряду властивостей фізики та хімії твердого тіла. При цьому вони можуть використовуватись як модельні об'єкти.

**Мета** дисертаційної роботи полягала в експериментальному дослідженні методом електроннографії структури та морфології бінарних атомарно-атомарних, атомарно-молекулярних та молекулярно-молекулярних сплавів, а також розробка методики, яка дозволяє отримати з газоподібної атомарно-атомарної суміші наноструктурований сплав. Дослідження, що склали дисертаційну роботу були виконані у відділі теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем Фізико-технічного інституту низьких температур імені Б.І. Веркіна НАН України в рамках тематичного плану інституту відповідно до відомчої тематики, яка затверджена Президією НАН

України по темах: "Структура і низькотемпературні фізичні властивості молекулярних кристалів і вуглицевих наносистем" (№ державної реєстрації 0112U002634, термін виконання 2012 - 2016); "Низькотемпературні властивості насичуваних вуглицевих наносистем, домішкових молекулярних твердих тіл та кріокристалів" (№ державної реєстрації 0117U002293, термін виконання 2017 - 2020); "Створення та дослідження нових модифікованих графенових наносистем та нанокомпозитів з підвищеними експлуатаційними характеристиками" (№ державної реєстрації 0118U100347, термін виконання 2018 - 2019). Для вирішення поставлених в дисертаційній роботі завдань авторкою було використано електроннографічний метод з застосуванням гелієвого кріостату, розроблено методику отримання сплаву з особливою морфологією зразків, а також використано повнопрофільний аналіз для опису процесів формування розчину та початкових етапів виявлення співіснування декількох фаз в сплаві.

**Структура дисертації** Мисько-Крутік Н.С. складається зі вступу, шести оригінальних розділів, висновків і бібліографічного опису, що включає 186 найменувань, з яких п'ять робіт були виконані авторкою за темою дисертації та вказано перелік наукових конференцій на яких дисертантка доповідала особисто отримані експериментальні результати.

У **вступі** дисертантка обґрунтовує актуальність теми досліджень, мету та задачі роботи, формулює основні результати, які винесено на захист, аналізує їх наукову та практичну цінність, в також приводить дані щодо апробації дисертації і публікації основних результатів дисертації.

**Огляд літератури** свідчить про добре знання авторкою сучасного стану теоретичних та експериментальних питань пов'язаних з властивостями атомарних та молекулярних кріокристалів, яке дозволило їй чітко і переконливо сформулювати основні завдання роботи та методи їх вирішення.

У **другому розділі** описано методику проведення досліджень та вказано особливості під час обробки експериментальних даних. Електроннографічні вимірювання мають ряд труднощів, які вдалось уникнути дисертантці. Особлива увага була звернута на обробку отриманих експериментальних даних завдяки вперше використаному повнопрофільному аналізу дифракційних максимумів.

Третій, четвертий та п'ятий розділи даної роботи є оригінальними та містять експериментально значення для досліджуваних атомарно-атомарних, атомарно - молекулярних та молекулярно-молекулярних сплавів. В шостому розділі представлена вперше розроблена методика для отримання наноструктурованого сплаву, на прикладі аргон-криптон.

**Наукова новизна** основних результатів полягає в наступному:

1. Вперше отримано прямий структурний доказ обмеженої розчинності в системі Ar – Kr, на основі встановленої області концентрації розпаду 50 - 70 мол. % Ar.
2. Вперше визначена інтервал розчинності проведено на основі аналізу зміни концентраційної залежності параметру ґратки та дифрагованої інтенсивності зразків для всіх досліджуваних сплавів кріокристалів.

Досліджені орієнтаційні процеси в розчинах на основі молекулярної компоненти.

3. Вперше досліджена кінетика рекристалізаційних процесів в криосплавах  $N_2 - CH_4$ . В передплавильній області зафіксовано структуру подібну до  $\beta - N_2$  в інтервалі 25 - 45 мол. %  $CH_4$  ГЩУ, а для зразків 55 - 75 мол. %  $CH_4$  - гратка відповідала ГЩУ структури, яка подібна до ГЩУ  $CH_4$ .
4. Вперше для слабких бінарних розчинів  $Ar - Kr$ ,  $N_2 - Kr$  та  $CH_4 - N_2$  проведено порівняння експериментальних даних з теоретичними на основі кластерної моделі.
5. Вперше, отримано наноструктуровані зразки  $Ar - Kr$  за допомогою подачі газової суміші по переохолодженому капіляру. Доведено, що процес зародкоутворення починається в газовій фазі і призводить до формування "некласичних" сплавів, структурні характеристики яких відрізняються від регулярних твердих розчинів.

Таким чином, здобувачем вперше було отримано ряд науково обґрунтованих результатів, які мають важливе значення для фізики та хімії твердого тіла при низьких температурах. Складність виконаних експериментальних досліджень вимагала від авторки глибокого знання низькотемпературної електроніграфії, яка має ряд технічних труднощів. Фізична та математична строгість розгляду, всебічна контрольованість зроблених розрахунків і, нарешті, узгодженість теорії з експериментом дають підставу зробити висновок про достовірність результатів дисертації.

При загальній позитивній оцінці дисертації Мисько-Крутік Н.С. слід висловити наступні **зауваження**:

1. Оскільки дисертаційне дослідження таке, що претендує на всебічне, комплексне дослідження бінарних сплавів, доцільно було б також навести більше інформації про оптичні властивості та обговорити їх взаємозв'язок зі структурними характеристиками.

2. Наступне зауваження стосується відсутності чіткого визначення в дисертаційній роботі понять "розчин" та "сплав".

3. Текст дисертаційної роботи написано, в основному, чітко і послідовно, але часом зустрічаються синоніми, які ускладнюють читання роботи. Наприклад, в оригінальних розділах 3-5 використовується визначення дифрактограма та денситограма, які описують одні й ті ж самі зображення. Зведений рис. 4.6 перенасичений інформацією, що ускладнює його сприйняття. Все це слід врахувати авторці в майбутньому.

Окремі зауваження, наведені вище, не стосуються суті дисертаційної роботи, основних висновків і наукових положень, що виносяться на захист. Вони мають рекомендаційний характер і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації Мисько-Крутік Н.С., а також не піддають сумніву достовірність отриманих авторкою результатів і основних висновків.

Результати даної роботи опубліковані в **5 закордонних та українських наукових фахових виданнях** і доповідалися на багатьох міжнародних конференціях і семінарах.

Результати дисертації **можуть бути використані** науковим організаціям, в яких ведуться теоретичні та експериментальні дослідження конденсованих систем при низьких температурах, таких як Інститут фізики НАН України (м. Київ), Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Фізико-технічний інститут низьких температур імені Б. І. Веркіна НАН України (м. Харків), Інститут теоретичної фізики імені М.М. Боголюбова НАН України (м. Київ), Інститут радіофізики та електроніки імені О.Я. Усикова НАН України (м. Харків), Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна МОН України, Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут» НАН України.

Автореферат правильно відображає основний зміст і структуру дисертації.

На мою думку, дисертація, Мисько-Крутік Н.С. повністю відповідає всім вимогам, які пред'являються до кандидатських дисертацій, в тому числі, пунктам 9,11 і 12, що стосуються "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння звання старшого наукового співробітника", а її авторка, Мисько-Крутік Наталія Сергіївна, без сумніву, заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла.

Офіційний опонент:

доктор фіз. - мат. наук,

професор

Харківського національного університету

імені В.Н. Каразіна



Ю.І. Бойко

Підпис засвідчую  
Начальник служби управління  
персоналом

