


НАУКОВИЙ НАПРЯМОК

**ПРОЦЕСИ ФАЗОУТВОРЕННЯ
В АМОРФНИХ СПЛАВАХ**

**НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ
ТА
ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ**



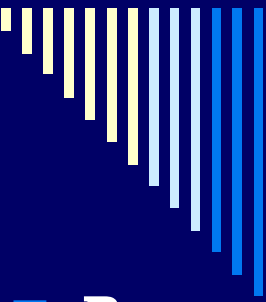
НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

- теоретичні та експериментальні дослідження процесів фазоутворення в бінарних та багатокомпонентних аморфних сплавах;
 - моделювання процесів кристалізації в бінарних аморфних сплавах;
 - розробка методів створення наноструктур в аморфних сплавах та дослідження структури і властивостей отриманих наноструктурних матеріалів.
-



НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ

- Отримано рівняння теорії гомогенного зародкоутворення для бінарних сплавів, в яких враховано роботу утворення критичного зародка, що обумовлена флуктуацією концентрації та проведено узагальнення даної теорії на багатокomпонентні сплави.
- На основі аналізу процесу кристалізації для модельних бінарних сплавів теоретично обґрунтовано причини, що обумовлюють легку аморфізацію для сплавів з діаграмою стану евтектичного типу.



- **Встановлено, що час повної кристалізації однокомпонентних двомірних і тримірних аморфних систем завжди є скінченним, а опис кінцевої стадії кристалізації за допомогою рівняння Колмогорова – Аврами є некоректним.**
- **Методом числового моделювання процесу кристалізації двомірних і тримірних аморфних систем знайдено, що кінетична крива як функція приведенного часу має універсальний вигляд.**
- **Запропоновано "комірчасту" модель процесу кристалізації бінарних аморфних сплавів, яка дозволяє описувати як інтегральні характеристики процесу кристалізації (кінетична крива, кількість і середній розмір кристалітів різних фаз), так і мікроскопічні характеристики об'єктів, що утворюються (розподіл фаз в перерізах тощо).**



- **З'ясовано, що застосування техніки числового моделювання процесу кристалізації дає можливість адекватного визначення фізичних механізмів формування кристалічної системи на різних стадіях процесу кристалізації.**
- **Отримано систему рівнянь, що базуються на методі псевдопотенціалу і вдосконаленому варіанті термодинамічної теорії збурень та показано, що запропонована система рівнянь дозволяє розраховувати вільну енергію одно- та двокомпонентних рідких металічних систем.**

ЯВИЩЕ ФАЗОВОГО РОЗШАРУВАННЯ В РІДКИХ ТА АМОΡФНИХ СПЛАВАХ

- Отримано рівняння, які описують основні параметри процесу фазового розшарування в рідкій та аморфній фазі: ентальпію, відносну зміну об'єму при утворенні сплаву та максимальну температуру, до якої здійснюється процес розшарування.
- Показано, що застосування теорії гомогенного зародкоутворення з модифікованим виразом концентраційної залежності інтегральної відносної вільної енергії Гіббса для аморфної фази якісно вірно описує явище фазового розшарування і подальшого росту кристалічних фаз в аморфних сплавах.

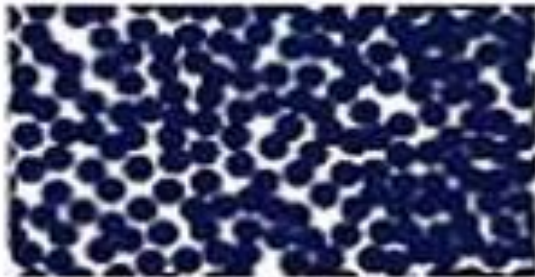


ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНО- ЧАСОВОЇ СТАБІЛЬНОСТІ АМОРФНИХ СПЛАВІВ

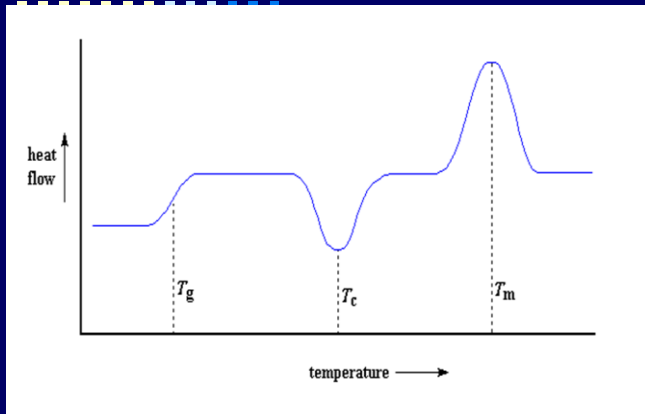


Crystalline Structure

- Встановлено, що додавання до базових бінарних аморфних сплавів високотемпературних легуючих домішок, таких як ніобій та молібден, уповільнює процес дифузії, що призводить до блокування росту нанокристалів, таким чином утворюється більш стабільна структура з меншим розміром нанокристалів.

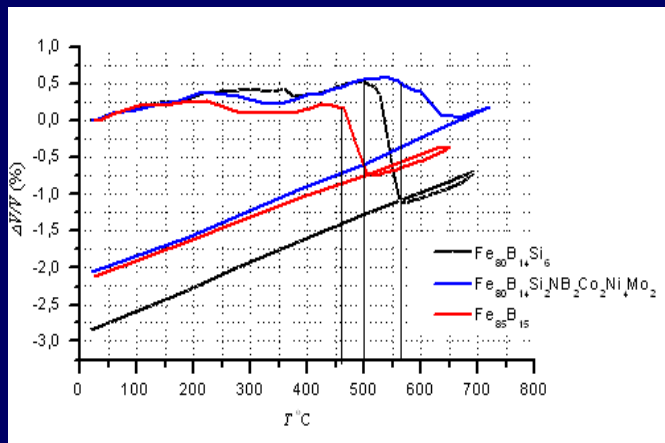


Amorphous Structure

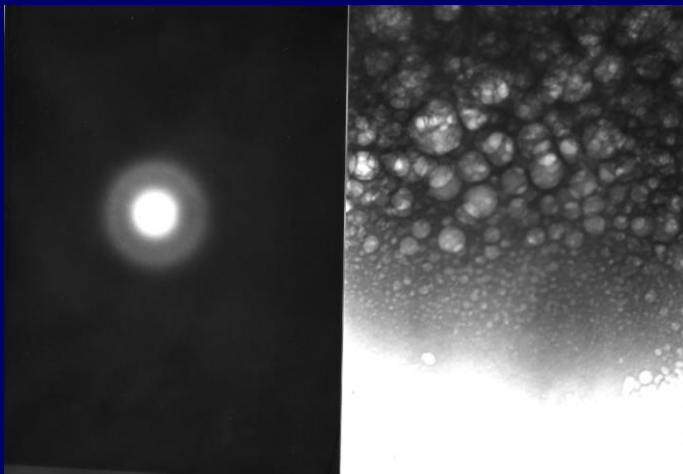
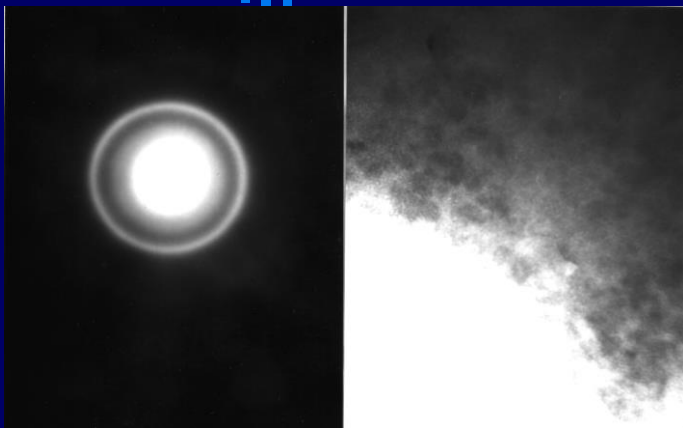
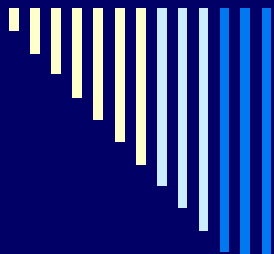


Показано, що

- тривала витримка бінарних аморфних сплавів при нормальних зовнішніх умовах призводить до зниження їх термічної стабільності, що є наслідком значної перебудови структури аморфних сплавів, яка полягає в збільшенні середніх розмірів виморожених нанокристалів;



- багатокомпонентні аморфні сплави виявляються більш термодинамічно стійкими у порівнянні з бінарними, про що свідчить той факт, що для них температура початку інтенсивної кристалізації збільшується після тривалої ізотермічної витримки.



Експериментально доведено, що комплексна термомеханічна обробка аморфних сплавів призводить до підвищення температури початку інтенсивної кристалізації за рахунок руйнування «вморожених» центрів кристалізації.



- **Запропоновано методи отримання наноструктурного стану з початкового аморфного, а саме: кріообробка, термоциклування, термомеханічний вплив.**
- **За допомогою методів керованого наноструктурування з аморфного стану отримано сплави в нанокристалічному стані, що підтверджується результатами рентгенодифракційних експериментів.**
- **Встановлено, що неізотермічні режими термообробки дозволяють впливати на розмір вмерожених центрів кристалізації: термоциклування дозволяє регулювати розмір нанокристалів, а кріообробка фіксує існуючий розмір нанокристалів.**



ОСНОВНІ НАУКОВІ ПУБЛІКАЦІЇ

- Influence of thermal treatment on phase formation processes in amorphous alloys / Lysov V.I., Tsaregradskaya T.L., Turkov O.V. [et al.] // Springer Proceedings in Physics 210, Nanooptics, Nanophotonics, Nanostructures, and Their – 2018. – P.341-352
- Термодинамічний аналіз процесу кристалізації сплавів системи Ni-Zr. / Цареградська Т.Л., Лисов В.І., Каленик О.О. [та ін.] // Журнал нано- та електронної фізики. – 2018.– Vol. 10, № – С. 04008-1 – 04008-4.
- Кероване наноструктурування з аморфного стану в багатокомпонентних сплавах на основі кобальту. / В.І. Лисов, Т.Л. Цареградська, А.М. Курилюк [та ін.] // Журнал фізичних досліджень. – 2018. – Т. 22, № 3. С. 3702 (5с)
- Отримання аморфно-нанокристалічних сплавів частковою кристалізацією металевих стекол / В.І. Лисов, Т.Л. Цареградська, Г.В. Саєнко [та ін.] // Журнал нано- та електронної фізики. – 2017. – Vol. 9 No 3. – 03006 (4 pp)
- Термодинамический анализ и практическая реализация очистки аморфной фазы от замороженных центров кристаллизации / В.И. Лысов, Т.Л. Цареградская, О.В. Турков [та ін.] // Журнал физической химии. – 2017. Т. 91, №12. – С.28-32.
- Lysov, V.I., Tsaregradskaya, T.L., Turkov, O.V., Saenko, G.V. The studies of processes stabilizing structure and properties of metallic glasses under external influences (2013) Journal of Physical Studies, 17 (2), p. 2701.5.
- Lysov, V.I., Tsaregradskaya, T.L., Turkov, O.V., Saenko, G.V. The researches of influence of alloying on thermal stability and process of senescence of amorphous alloys (2011) Journal of Physical Studies, 15 (2)