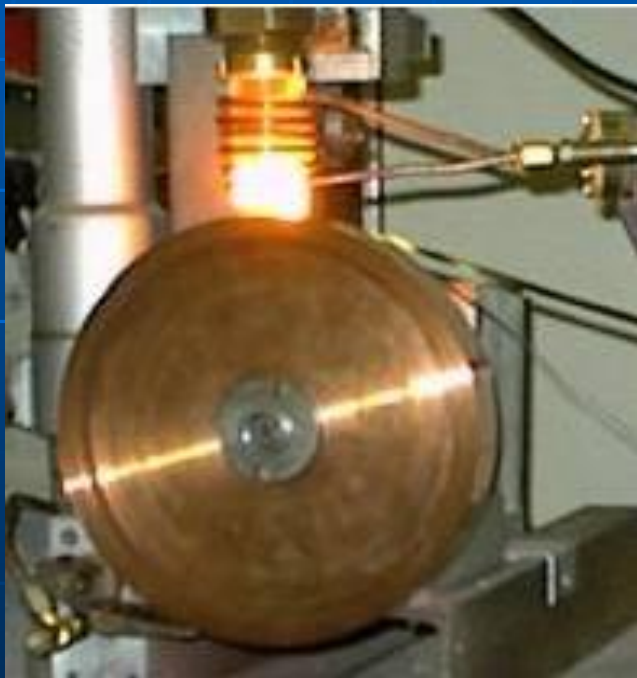


НАУКОВИЙ НАПРЯМОК

**ПРОЦЕСИ ФАЗОУТВОРЕННЯ
В АМОРФНИХ СПЛАВАХ**



Аморфні металеві сплави (АМС) -

це матеріали, які характеризуються відсутністю далекого порядку в розташуванні атомів, що властивий кристалічним сплавам.



Crystalline Structure



Amorphous Structure





Металеві сплави вперше були отримані в аморфному стані в 1960 р. групою під керівництвом професора Дювеза [1].

[1] Duvez P., Willens R.H., Klement W. O. Appl. Phys.31, 1136 (1960)

Саме по собі існування металевого сплаву в дивному, некристалічному стані було сприйнято як курйоз, і в авторському складі першої публікації Дювез виставив вперед своїх студентів, "сховавшись" за ними.

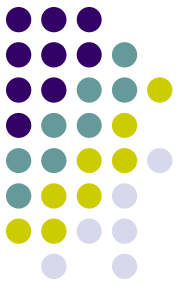
- Робота [1] вважається першою публікацією, в якій згадуються аморфні металеві сплави, або металеві стекла.
- Але насправді, ще в 1959 р. в Дніпропетровську Мірошніченко і Салті продемонстрували можливість одержання металевих сплавів в некристалічному стані.

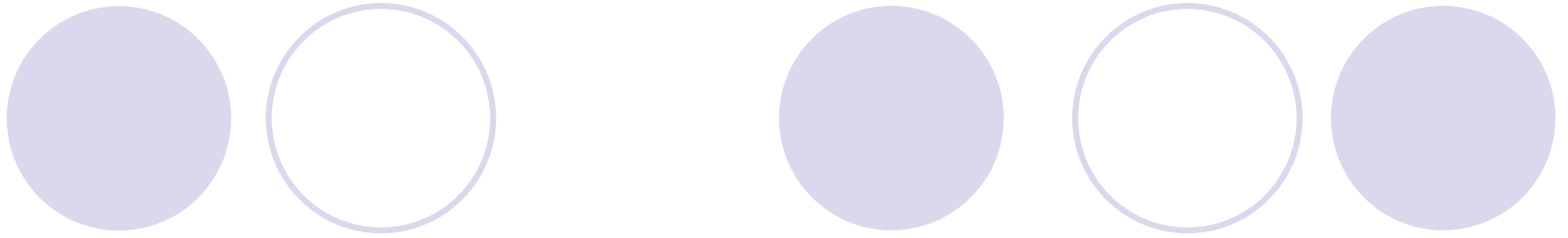
ОТРИМАННЯ АМС

МЕТОД СПІННІНГУВАННЯ РОЗПЛАВУ

Отримання тонкої аморфної стрічки здійснюється шляхом направлення потоку розплавленого сплаву на мідний барабан, що швидко обертається та охолоджується водою. При цьому досягається необхідна швидкість охолодження

$$\frac{dT}{dt} = 10^6 \frac{K}{c}$$





Аморфні сплави мають унікальні механічні, електричні, магнітні, хімічні властивості, а саме:

- високі механічна твердість, міцність, в'язкість;
- високий питомий електроопір (в 3-4 рази вищий, ніж для заліза);
- Висока магнітна проникність, низька коерцитивна сила (~ 1 А/м); низькі втрати на перемагнічування;
- висока корозійна стійкість.

Недоліки: недостатня термічна і часова стабільність.

При нагріванні до певної температури (температури кристалізації) аморфні металеві сплави переходять в більш стабільний кристалічний стан, втрачаючи при цьому корисні властивості.

ВЛАСТИВОСТІ ТА СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ АМОРФНИХ МЕТАЛЕВИХ СПЛАВІВ

Склад сплаву	Властивість	Застосування
$Fe_{75}Si_{10}V_{15}$	Висока міцність та в'язкість	Дріт, пружини, ріжучий інструмент
$Fe_{45}Cr_{25}Mo_{10}P_{13}C_7$	Висока корозійна стійкість	Електродні матеріали, фільтри для роботи в розчинах кислот, морській воді, стічних водах
$Fe_{81}V_{15}C_2$	Висока магнітна індукція насичення, низькі втрати на перемагнічування	Сердечники трансформаторів, магнітні перетворювачі, дроселі
$Fe_{5}Co_{70}Si_{10}V_{15}$	Висока магнітна проникність, низька коерцитивна сила	Магнітні голівки та екрани, магнітометри
$Fe_{83}V_{17}$	Сталість модулів пружності та температурного коефіцієнта лінійного розширення	Як інварні матеріали (в мікрохвильовій, вимірювальній техніці, при виготовленні годинників)

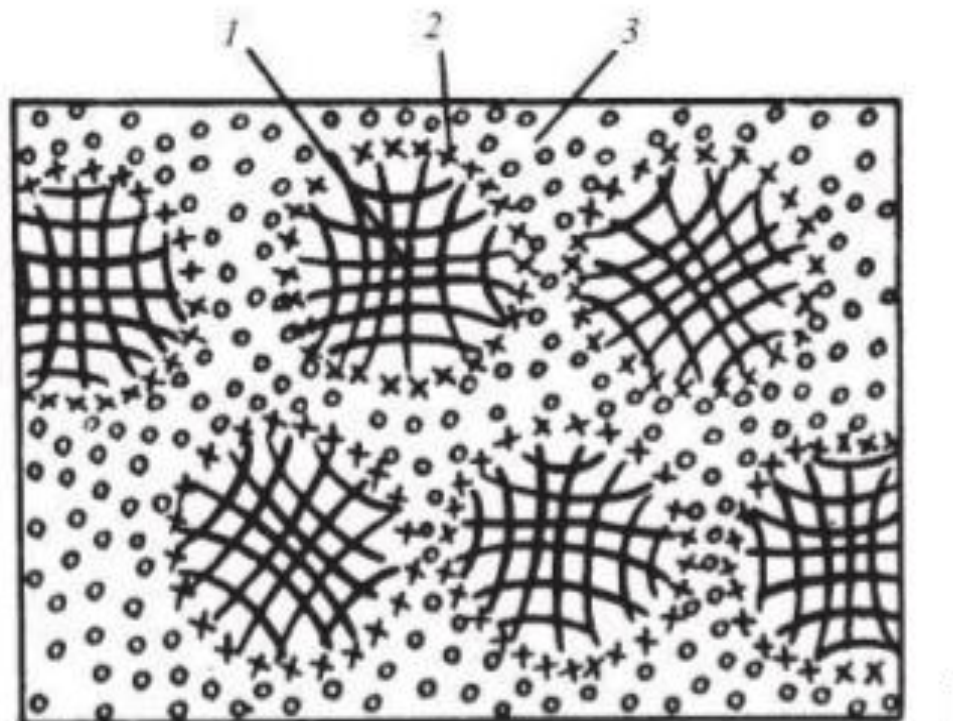
МЕТОДИ КЕРОВАНОГО НАНОСТРУКТУРУВАННЯ З АМОРФНОГО СТАНУ



- **Інтенсивна пластична деформація;**
- **Термообробка:** ізотермічні та неізотермічні відпали за температур нижчих за температуру кристалізації, термоциклування, кріообробка;
- **Опромінення частинками різної природи.**

На розмір зерен нанокристалічної структури, що формується при кристалізації аморфного сплаву, сильно впливають умови термообробки і хімічний склад вихідного аморфного сплаву.

СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ АМОРФНО-НАНОКРИСТАЛІЧНОГО СТАНУ,
СФОРМОВАНА ПІСЛЯ ЗАГАРТУВАННЯ З РОЗПЛАВУ



1 – нанокристали; 2 – перехідна область; 3 – прошарки аморфної фази.

Цей структурний стан є двофазним і представляє особливий інтерес

АМОРФНО-НАНОКРИСТАЛІЧНІ МЕТАЛЕВІ СПЛАВИ

FINEMET (файнмет), NANOPERM

нанокристалічні магніто-м'які матеріали на основі **Fe-Si-B**, що отримують кристалізацією аморфних стрічок.

Характеризуються:

- високою магнітною проникністю;
- високою індукцією насичення;
- низькими втратами на перемагнічування;
- великим питомим електроопором.

Наприклад: **Fe-Si-B-Cu-Nb**.

Однорідність аморфно-кристалічної структури з певним (близько **10 нм**) розміром кристалів досягається контрольованим легуванням сплаву міддю і ніобієм.

Завдяки відмінним магнітним властивостям аморфні і нанокристалічні сплави на основі системи Fe-Si-B використовують для виготовлення елементів електротехнічної апаратури: силових трансформаторів, малогабаритних трансформаторів, що працюють на середніх та високих частотах, дроселів.

НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

- теоретичні та експериментальні дослідження процесів фазоутворення в бінарних та багатокomпонентних аморфних сплавах;
- дослідження процесів утворення наноструктур в аморфних сплавах під дією зовнішніх впливів;
- розробка методів створення наноструктур в аморфних сплавах та дослідження структури і властивостей отриманих наноструктурних матеріалів.





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 стекел / 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)