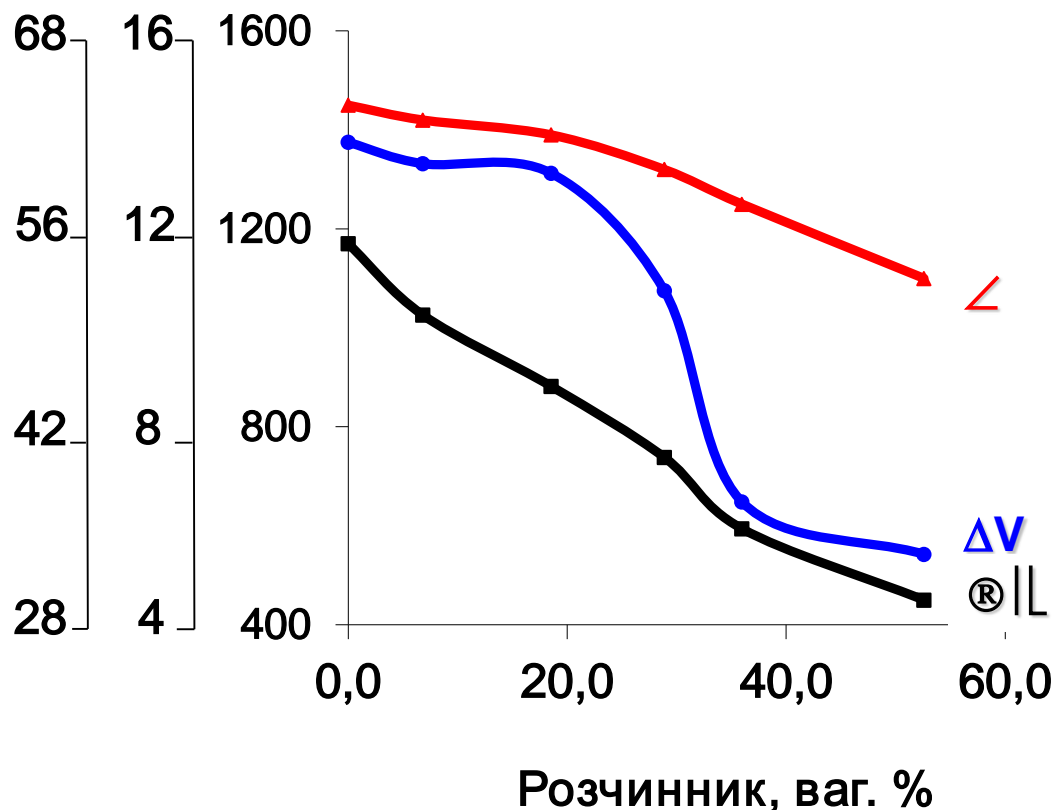


# **АТОМНА БУДОВА МЕТАЛІВ І МЕТАЛОВМІСНИХ ГЕТЕРОФАЗНИХ СТРУКТУР**

# Генерація високого гідростатичного тиску за рахунок енергії агрегатного перетворення робочого тіла на основі легкоплавких вуглеводнів

Тпл, °C     $\Delta V$ , %    P, атм

Малогабаритний пристрій: 35 кг, 0.2 кВт



Первинний тиск робочої камери до 1500 атм (150 МПа)

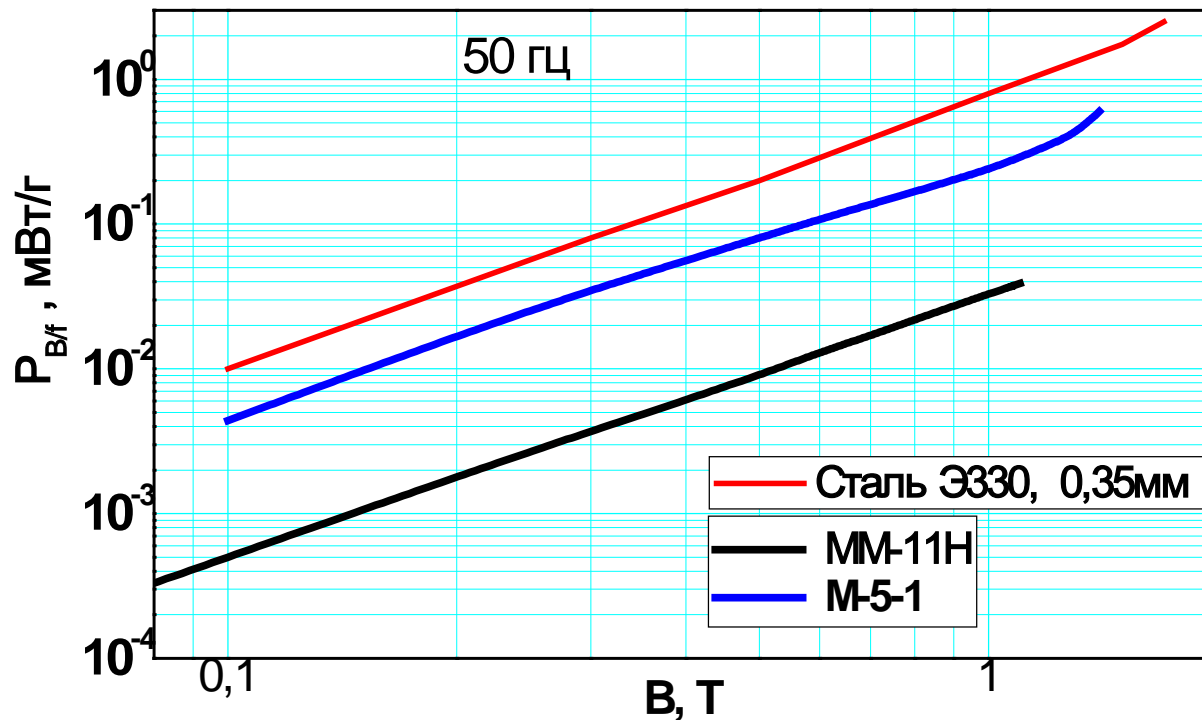
Можливість підвищення з механічним мультиплікатором до 15000 атм (1500 МПа)

Можливість варіювати Тпл робочого середовища, об'ємний ефект перетворення і тиск в робочій камері за рахунок вмісту розчинника

*В.Ю. Данільченко, Є.М. Дзевін, В.Й. Бондар*

# Питомі втрати в осерді $P_{B/50}$

для М-сплавів Fe–B–Si–P–Cu та MM-11H сплаву (типу FINEMET)

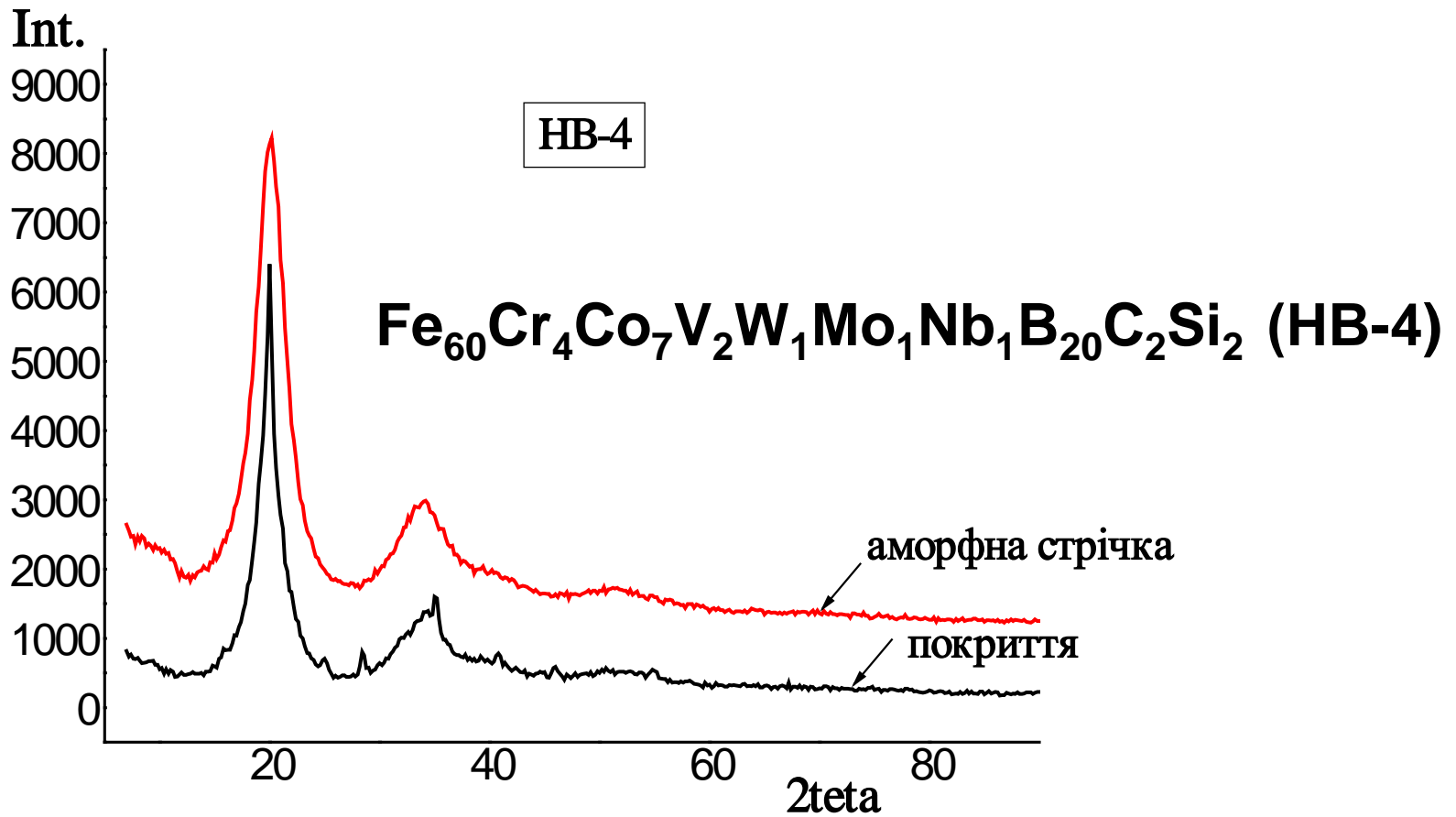


Стрічкові нанокристалічні магнітопроводи із сплавів

**М-4 ( $Fe_{80,78}B_{9,85}Si_{1,48}P_{6,9}Cu_{0,99}$ ) і М-5-1 ( $Fe_{83,5}B_{7,5}Si_{0,5}P_{7,5}Cu_1$ ) завдяки оптимальному співвідношенню між густиною та розмірами нанокристалів характеризуються щонайменше в 4 рази нижчими втратами ніж сталеві при робочій індукції 1 Т, що є кращим результатом ніж отриманий (~3 рази) зарубіжними авторами.**

*Носенко В.К., Міка Т.М., Євлаш І.К.*

# Високотверді покриття, отримані в результаті плазмового напилення аморфного порошку



Носенко В.К., Нізамєєв М.С., Семірга О.М.

# РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ НАНЕСЕННЯ ДИФУЗІЙНОГО БАР'ЄРУ З МІДІ НА ВУГЛЕЦЕВІ НАНОТРУБКИ (ВНТ) ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЗАХИСНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ

*Головна ідея роботи: Для створення композиційних покриттів, зміцнених ВНТ, необхідно запобігти міжфазній взаємодії їх поверхні з металевою матрицею композиту.*

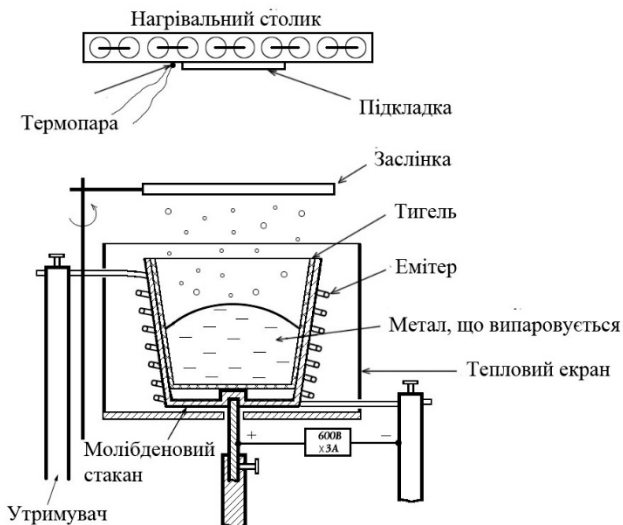
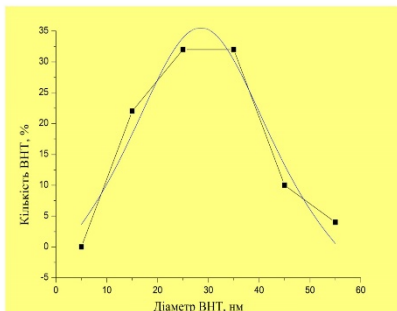
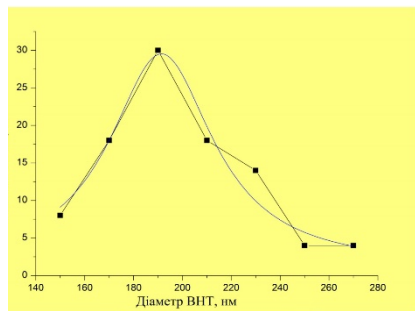


Схема додаткового вузла термічного випаровування міді

Розподіл ВНТ за діаметрами

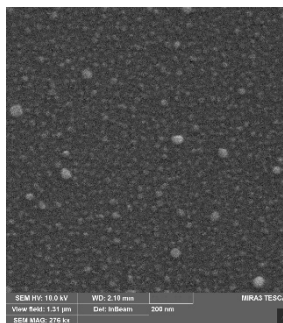


До наплення

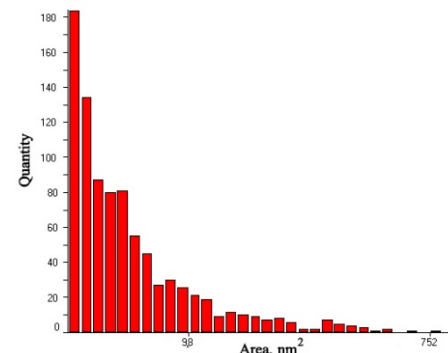


Після наплення

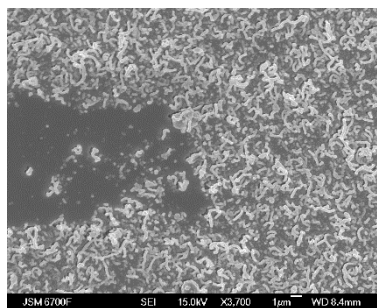
Каталітичні центри (КЦ) нікелю на підкладці з Si/SiO<sub>2</sub>



Зовнішній вигляд КЦ нікелю

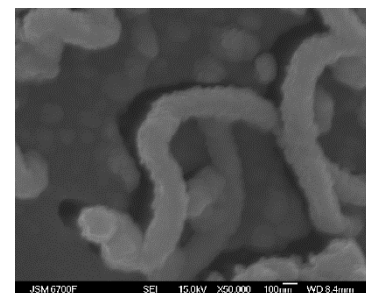


Розподілення КЦ за площинами



а

Зовнішній вигляд ВНТ без міді (а) та з мідним покриттям (б)



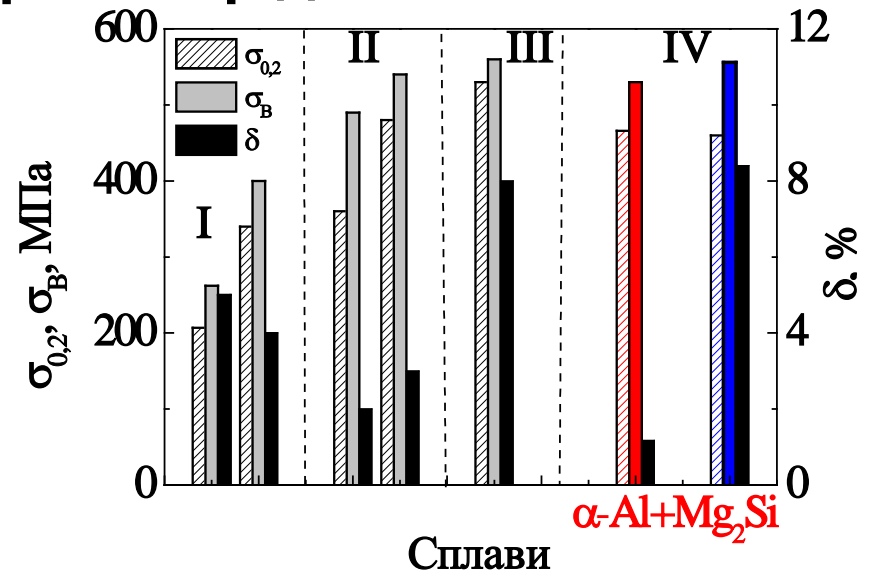
б

# Термомеханічна обробка складнолегованих евтектичних ( $\alpha$ -Al+Mg<sub>2</sub>Si) сплавів з високим рівнем рідкоплинності

Показано, що деформація екструзією та наступна термічна обробка ливарного складнолегованого евтектичного ( $\alpha$ -Al+Mg<sub>2</sub>Si) сплаву суттєво (в 4-5 разів) підвищує його пластичність при деякому підвищенні міцності порівняно з литим станом.

Властивості нових ливарних ( $\alpha$ -Al+Mg<sub>2</sub>Si) сплавів після деформації та термічної обробки ( $\sigma_B=556-575$  МПа,  $\delta=8,4-6.3$  %) знаходяться на рівні промислових високоміцних деформованих сплавів системи Al-Zn-Mg-Cu (B95).

Отриманий результат демонструє перспективу створення універсального сплаву, з якого можна виготовляти деталі, як методом лиття, так і деформацією.

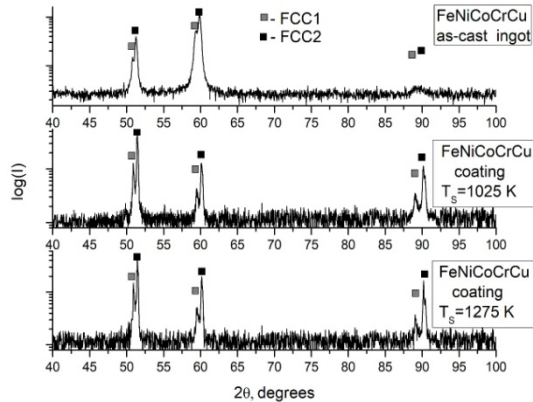


Механічні властивості промислових ливарних і zdeформованих сплавів та нових ливарних ( $\alpha$ -Al+Mg<sub>2</sub>Si) сплавів:

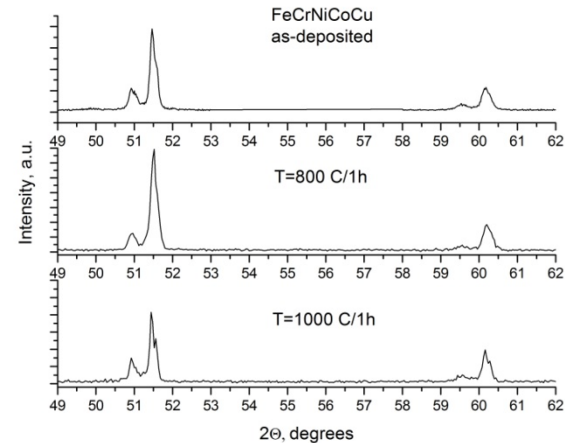
I – силуміни; II – сучасні високоміцні сплави з низькими ливарними властивостями;  
III – деформований B95;  
IV- нові ливарні високоміцні ( $\alpha$ -Al+Mg<sub>2</sub>Si) сплави.  
Синім позначено сплав після екструзії.

# Конденсати високоентропійних сплавів, отримані за технологією EB-PVD

Відповідність фазового стану конденсатів сплавам в масивному стані.



Термічна стабільність фазового стану фольг конденсатів.



**Рис. 1.** Дифрактограми вихідного сплаву та конденсатів FeNiCoCrCu, осаджених при різних температурах підкладки.

**Рис. 2.** Дифрактограми фольги FeCrNiCoCu, відпаленої при різних температурах.

Модуль Юнга, мікротвердість та коефіцієнт пластичності для AlFeNiCoCrCu та FeNiCoCrCu конденсатів, осаджених при різних температурах.

FeNiCoCrCu				FeNiCoCrCu+Al			
$T_s$ , K	E, GPa	$H_v$ , GPa	$\delta_\Delta$	$T_s$ , K	E, GPa	$H_v$ , GPa	$\delta_\Delta$
1020	205	5,2	0,87	1010	175	6,1	0,83
1070	230	-	-	-	-	-	-
1120	210	3,4	0,94	1150	215	5,3	0,84

**Практичний аспект** досліджень: встановлення закономірності формування структури в тонких фольгах із сплавів системи Al-Cu-Fe-Ni-Co-Cr-Me при фізичному осадженні з парової фази для створення на їх основі легких теплозахисних стільникових панелей.

# МП у багатоконпонентних B2\* інтерметалідах CoNiCuAlGaIn

Ni  
67 ат.%

$\Delta H_{\text{mix}} = -19.456$  кДж/моль  
 $\Delta S_{\text{mix}} = 5.273$  Дж/(мольК)

7.69 e/a

$\Delta H_{\text{mix}} = -2.189$  кДж/моль  
 $\Delta S_{\text{mix}} = 14.407$  Дж/(мольК)

Al  
33 ат.%

Co  
22.33 ат.%

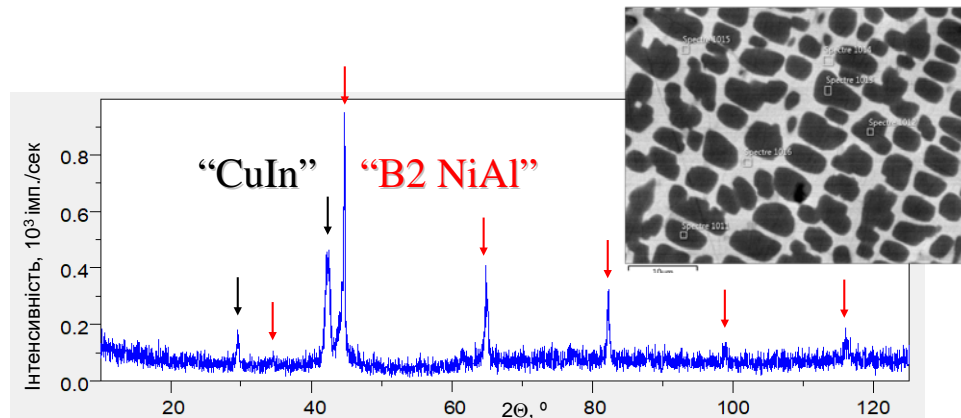
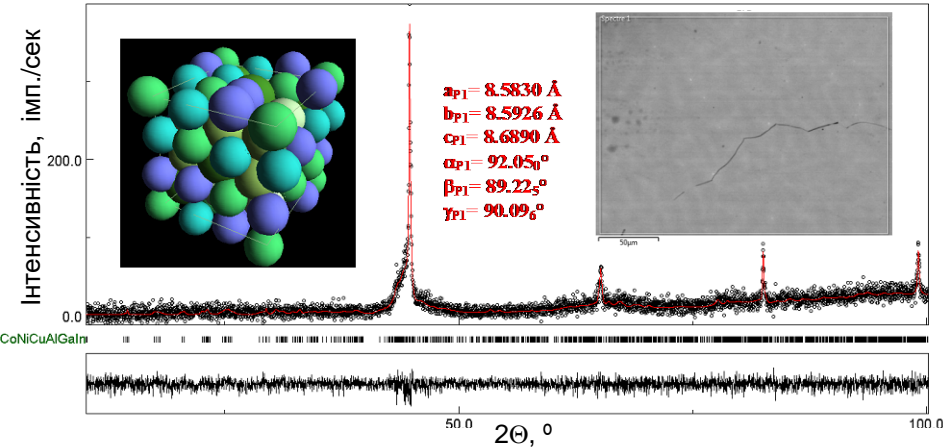
Ni  
22.33 ат.%

Cu  
22.33 ат.%

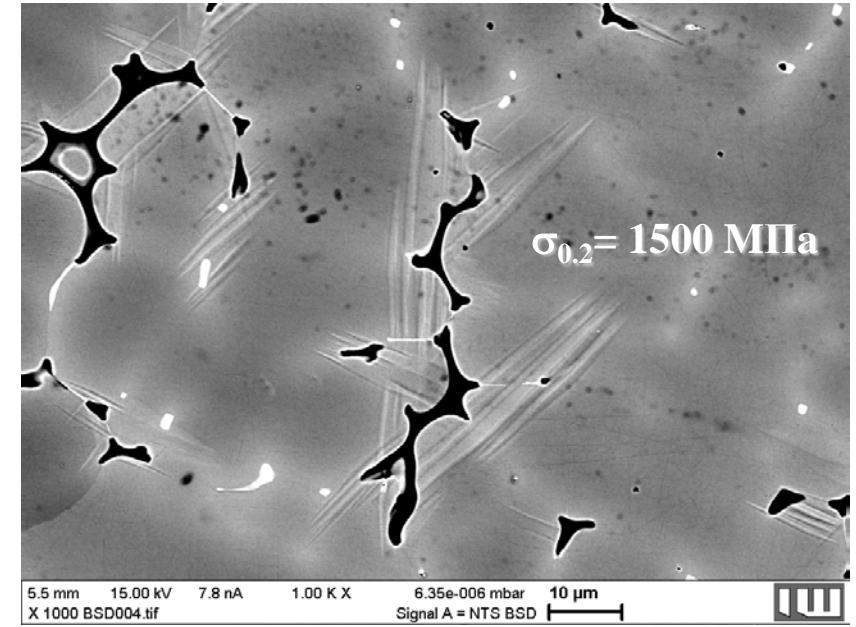
Al  
11 ат.%

Ga  
11 ат.%

In  
11 ат.%



Показано утворення B2 ґратки з викривленнями, що спричиняють багатократне зміцнення. Цілеспрямовано отримано мартенситне перетворення. Разом із попереднім випадком TiZrHfCoNiCu, результати отримані на CoNiCuAlGaIn свідчать про загальну фізичну закономірність при структуроутворенні в багатоконпонентних B2 сполуках

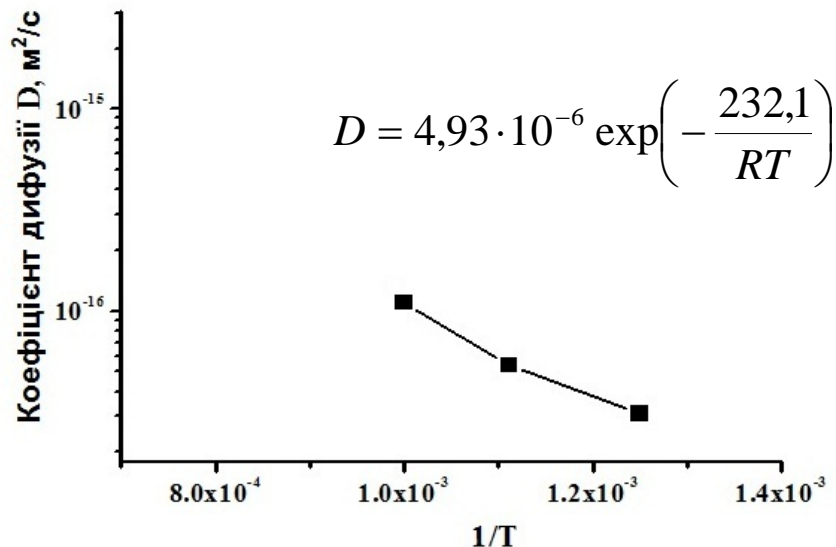


*Г.С. Фірстов, Т.О. Косорукова,  
член-кор. НАН України Ю.М. Коваль*



# **ФІЗИКА МІЦНОСТІ ТА ПЛАСТИЧНОСТІ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ**

# СТВОРЕННЯ В ВИСОКОЕНТРОПІЙНИХ СПЛАВАХ СИСТЕМИ AlCuCrCoNiFe СУБМІКРО- ТА НАНОКРИСТАЛІЧНИХ СТРУКТУР ВИСОКОКОНЦЕНТРОВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ВПЛИВУ НА ФІЗИЧНІ І МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

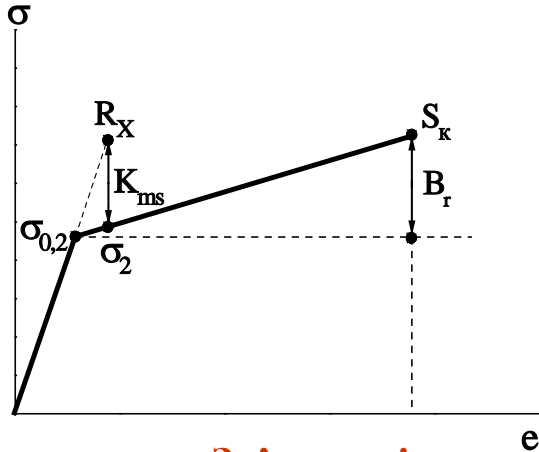


*Мазанко В.Ф., Богданов С.Є.,  
Ворона С.П.*

Залежність коефіцієнту дифузії  $^{63}\text{Ni}$   $D$  у сплаві  
AlFeNiCoCuCr від оберненої температури  $1/T$

Параметри дифузії радіоактивних ізотопів в різних сплавах			
Характеристика	Сплав		
	Al FeNiCoCuCr	CoCrFeMnNi [7]	Ni-Co [10]
$D_0$ ( $\text{м}^2/\text{с}$ )	$4,93 \cdot 10^{-6}$	$6,2 \cdot 10^{-4}$	$5,3 \cdot 10^{-4}$
$Q$ (кДж/моль)	232,1	303,9	321,4

# Конструкційні резерви міцності $B_r$ та $K_{ms}$ (конструкційні сталі (КС) і титанові сплави (КТС))

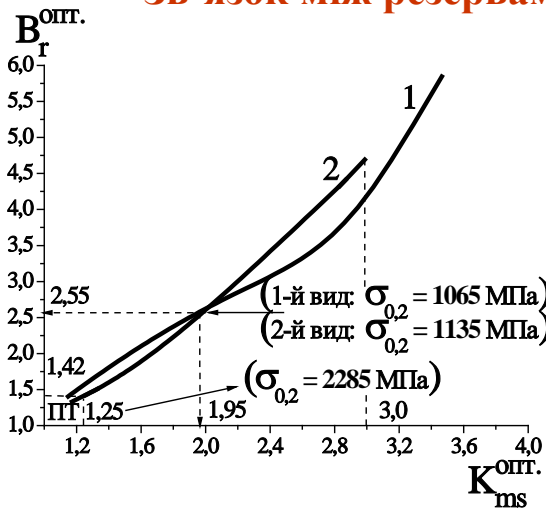


## Резерви міцності:

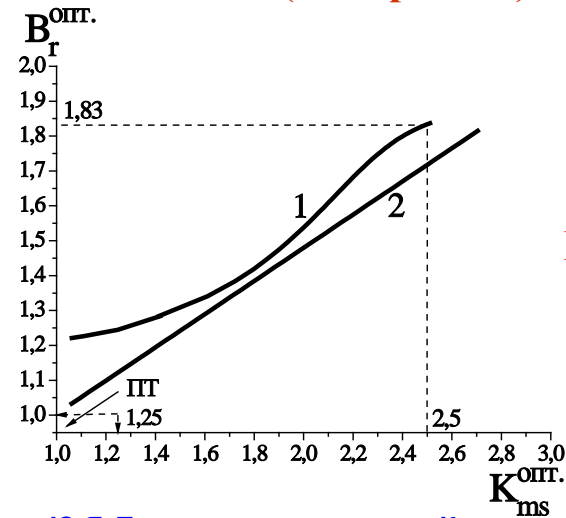
$B_r = S_k / \sigma_{0,2}$  – деформаційна стійкість (зламостійкість) металу при перевантаженні вище  $\sigma_{0,2}$  в умовах лінійного НДС.  $B_r$  є кількісним показником конструкційної придатності металу для даного виробу.

$K_{ms} = R_x / \sigma_2$  – механічна стабільність металу – резерв міцності за допустимим підвищенням міцності  $\sigma_2$  даного металу [1].

## Зв'язок між резервами міцності для оптимізованих (найкращих) КС та КТС



КС



КТС

1 – вид 1; 2 – вид 2 [2];

ПТ – перспективні технології.

1. Котречко С.А., Мешков Ю.Я. Предельная прочность. Кристаллы, металлы, конструкции. – Киев: Наук. думка, 2008. – 295 с.
2. Мешков Ю.Я., Котречко С.А., Шиян А.В. Механическая стабильность металлов и сплавов. – Киев: Наук. думка, 2014. – 278 с.

# Вплив неоднорідності мікроструктури на величину локального напруження руйнування

Розроблено фізичні уявлення щодо впливу неоднорідності зеренної структури на рівень локального напруження  $\sigma_f$  крихкого руйнування заліза і конструкційних сталей в умовах концентрації напружень.

Зменшення неоднорідності зеренної структури обумовлює збільшення  $\sigma_f$ . Цей ефект зростає при переході до дрібнозернистих структур, які притаманні високоміцним конструкційним сталям. Основний вклад в цей ефект дає зростання рівня порогового напруження ініціювання сколу при зменшенні розкиду розмірів зерен. Це напруження, з точністю до коефіцієнта 0,8-0,9 дорівнює значенню крихкої міцності  $R_{MC}$  сталі.

Отримані результати дозволяють віднайти резерви подальшого підвищення конструкційної міцності сталей та обґрунтувати технологічні шляхи реалізації цих резервів.

С.О. Котречко, Ю.Я. Мешков,  
О.В. Зацарна, Н.М. Стеценко, Г.П. Зіміна

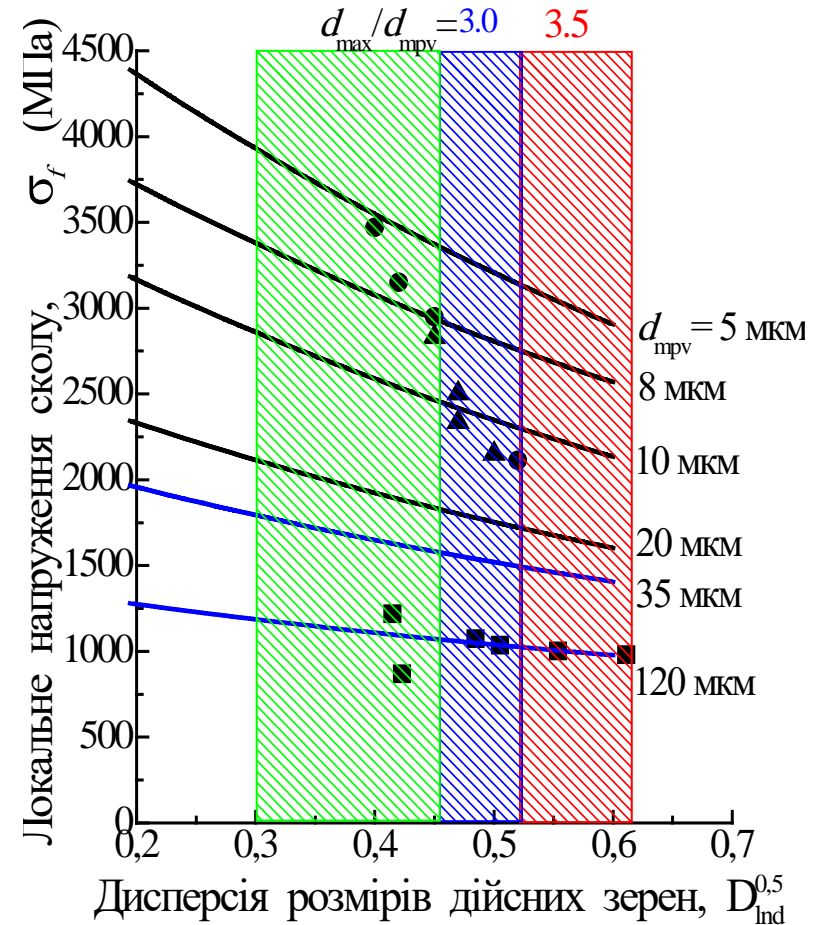


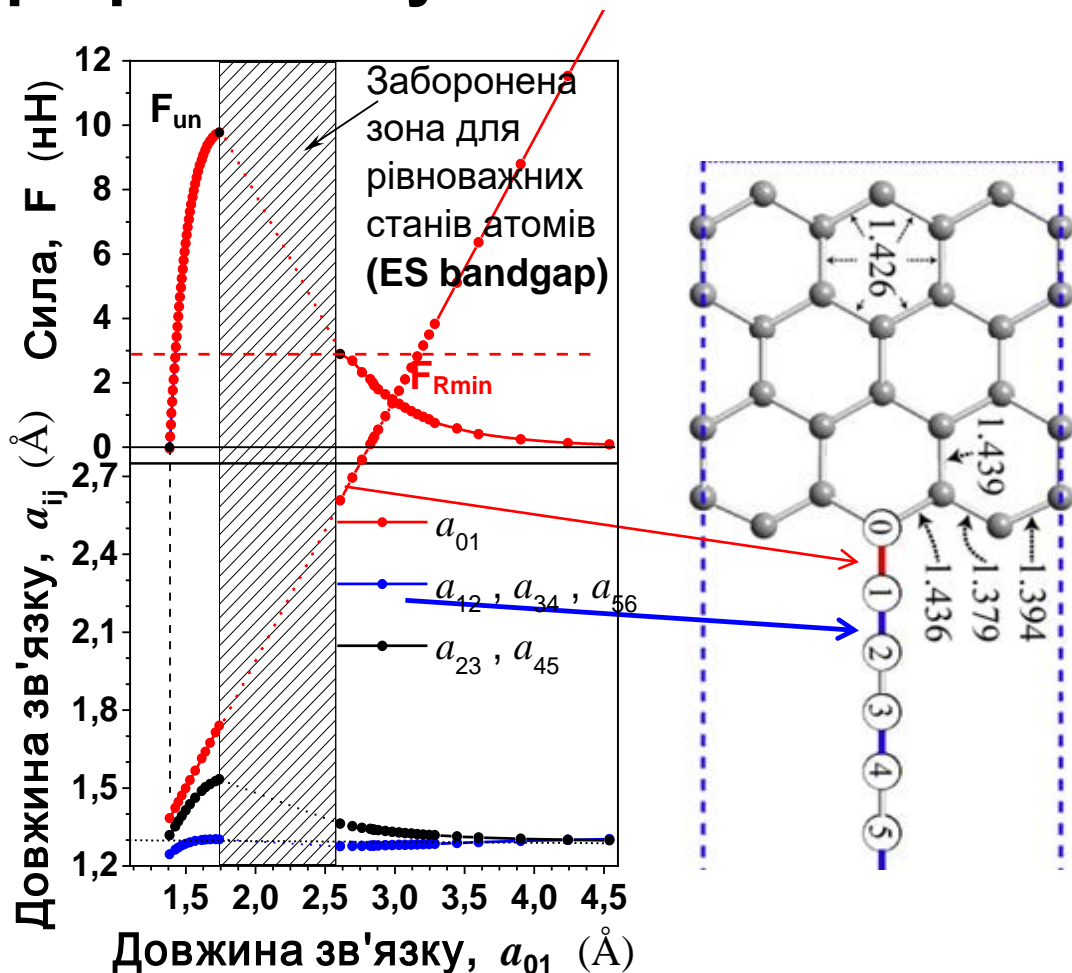
Рис. Залежність локального напруження сколу  $\sigma_f$  в околі кільцевого надрізу радіусом 0.25 мм від найбільш імовірного розміру дійсного зерна  $d_{mpv}$  та дисперсії логарифму розмірів зерен  $D_{ind}^{0.5}$ :  
● – сталь 30ХГСА; ▲ – сталь 40Х; ■ – технічно чисте залізо;  
суцільні лінії - результати моделювання.

# Кінетика втрати стабільності і розриву контактного зв'язку в карбін-графеновому наноеlementі

Встановлено існування забороненої зони для рівноважних станів атомів (ES band gap), що є **ключовою особливістю** кінетики розриву контактного зв'язку в карбін-графеновому наноеlementі.

ES band gap має **визначальний вплив на ресурс** карбін-графенових нанопристроїв.

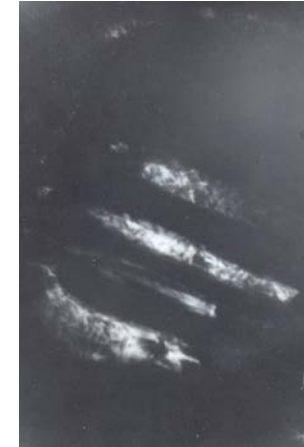
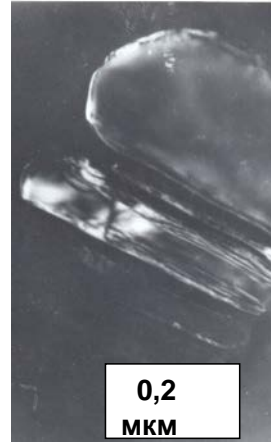
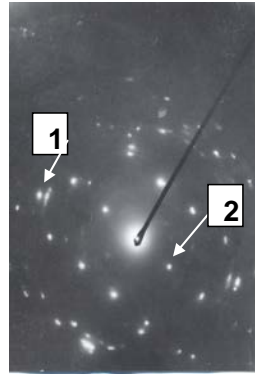
Якщо величина діючої сили попадає в заборонену зону ( $F \geq F_{Rmin}$ ) час функціонування наноеlementa зменшується на кілька порядків.



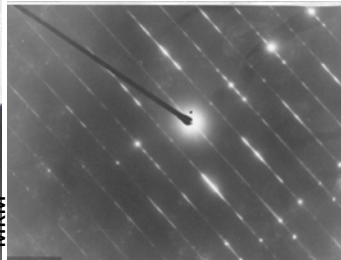
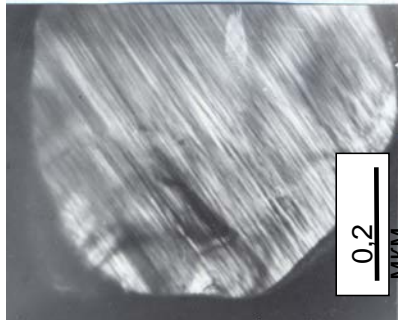
*А.М. Тимошевський,  
Ю.В. Матвійчук,  
С.О. Котречко*

Залежність сили  $F$ , що діє у контактному зв'язку, від його довжини,  $a_{01}$ , та відповідні зміни довжин міжатомних зв'язків у середині карбінового ланцюжка.

# Особливості поведінки легованих карбідів при аустенізації сталей 7ХНМФБ та Х6ВФ в умовах швидкісних нагрівань



Високолегований карбід сталі Х6ВФ після її гартування від температури 880 °С із швидкістю нагрівання 1000 °С / сек



Такий же карбід після гартування від 980 °С із швидкістю нагрівання  $V = 2,6 \cdot 1000 \text{ °С /сек}$

← Дисоціація легованого цементиту в аустеніті шляхом дифузії вуглецю через границю розділу в умовах

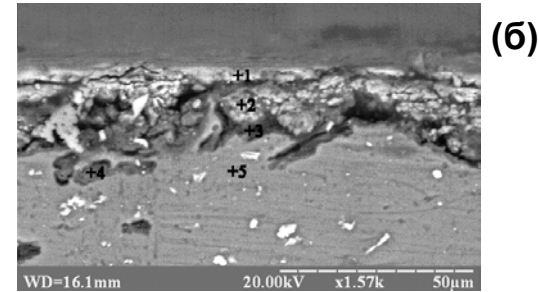
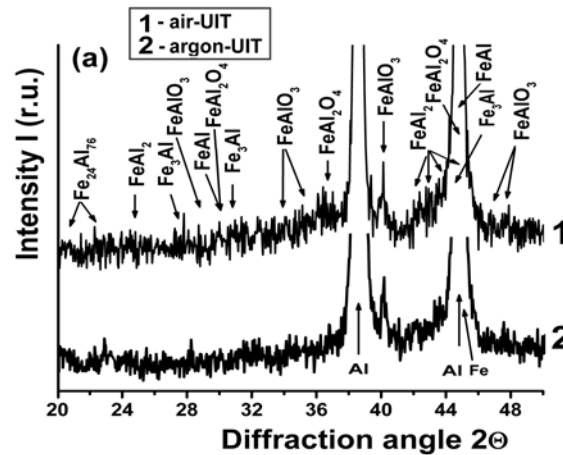
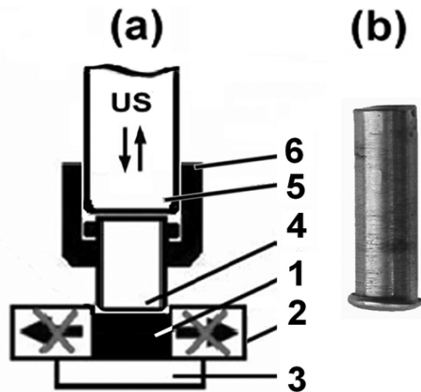
швидких нагрівань до високих температур доповнюється зародженням прошарків аустеніту всередині карбиду аж до миттєвого його утворення через ГЦУ стан карбиду за критичних умов процесу.

*Волосевич П. Ю.*

# Використання УЗУО із бойком α-Fe для модифікації поверхневих шарів сплаву Д16

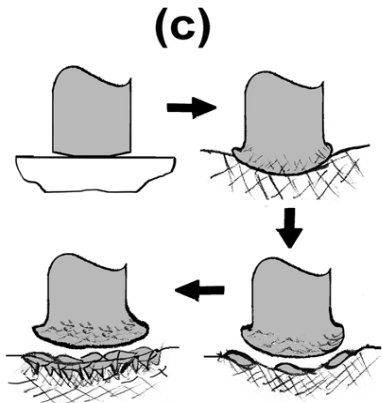
Поступове легування залізом поверхні сплаву Д16 за умов УЗУО на повітрі

Згідно даних РА (а) та РЕМ (б) обробка УЗУО бойком з армо-Fe на повітрі спричиняє формування окидних і легованих поверхневих шарів

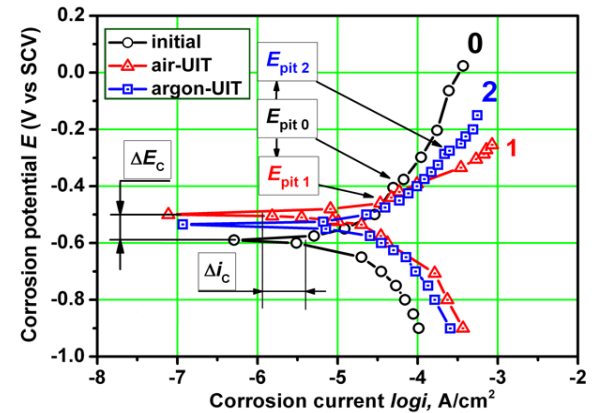
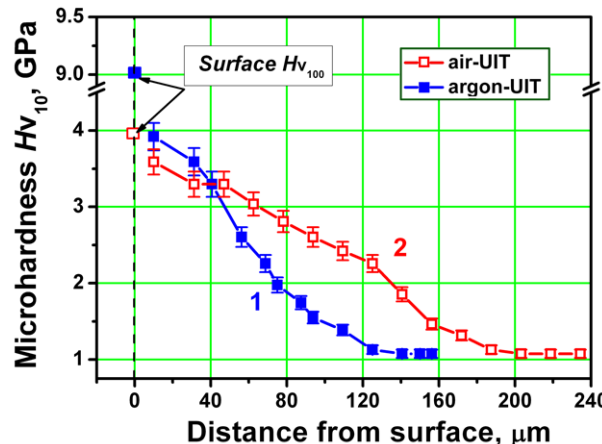


Підвищення корозійної стійкості поверхні сплаву Д16

Підвищення твердості поверхнього шару сплаву Д16

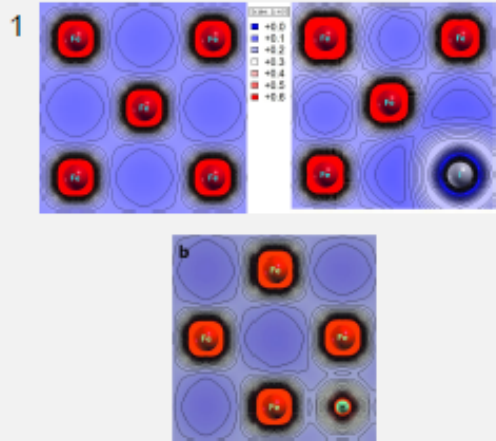


Вузол навантаження (а), бойок з α-Fe (б), механізм легування (с)

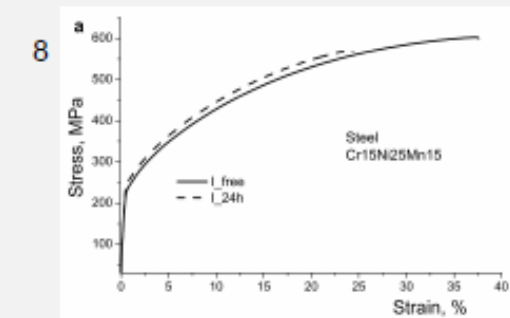
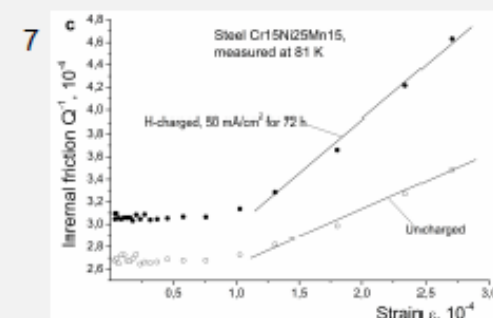
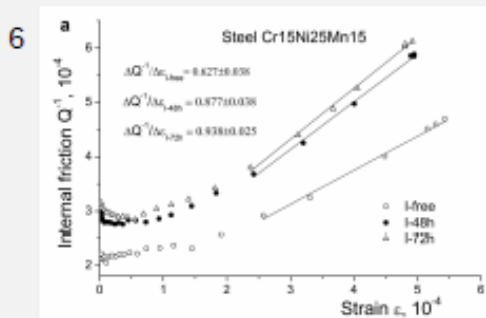
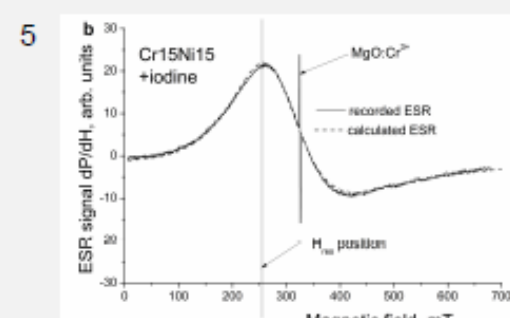
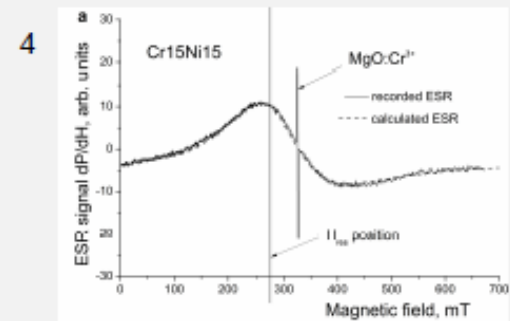
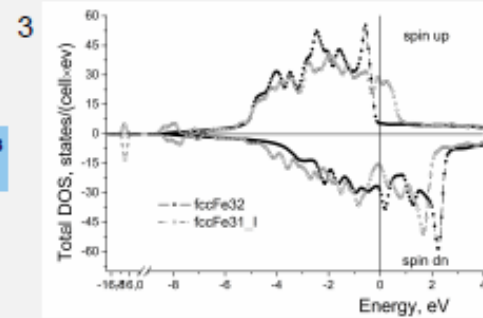
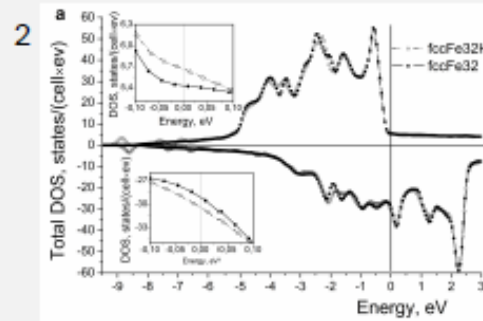


Висока твердість і антикорозійні властивості обумовлені механохімічним окисненням і формуванням суцільних шарів алюмозалізних оксидів у процесі УЗУО (типу шпінелі  $\text{FeAl}_2\text{O}_4$ ,  $\text{AlFeO}_3$ )

## ОСНОВНИЙ РЕЗУЛЬТАТ 2017



2D просторовий розподіл валентних електронів в розрахованих кластерах:  $Fe_{32}$ ,  $Fe_{31}I$  та  $Fe_{31}H_1$



Дослідженням електронної структури (ab initio розрахунки (1,2,3) та ЕПР дослідження(4,5)) і властивостей дислокацій в залізі і аустенітних сталях механічна спектроскопія (6,7) та механічні випробування (8)) вперше доведено, що фізична природа крихкого руйнування полягає у локалізованому підвищенні густини електронних станів на рівні Фермі і відповідному збільшенні концентрації вільних електронів. Отримані результати дозволяють пояснити вражаючу схожість явищ окрихнення сарфактантами і воднем.