



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Інженерно-фізичний факультет
Кафедра високотемпературних матеріалів та порошкової металургії

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ
на тему:

***ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА ЕВОЛЮЦІЮ
СТРУКТУРИ ТА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ
ШВИДКОЗАГАРТОВАНОГО
КВАЗІКРИСТАЛІЧНОГО $Al_{94}Fe_3Cr_3$ СПЛАВУ***

Керівник роботи
професор, д.т.н
Юркова О. І.

Виконала роботу
студентка групи ФК-51м
Богук Ю.О.

КИЇВ 2017

АКТУАЛЬНІСТЬ

Постановка досліджень за роботою обумовлена необхідністю підвищення рівня експлуатаційних властивостей алюмінієвих сплавів, які є основою для створення легких інженерних конструкцій в багатьох галузях промисловості і, насамперед, в авіації та автотранспортній галузі. У розв'язанні цієї проблеми зростаючий інтерес вчених та інженерів викликають квазікристалічні сплави алюмінію. Завдяки присутності QC фаз ці сплави окрім малої густини виявляють суттєво покращені фізико-механічні властивості, які до того ж можуть зберігатися при підвищених температурах експлуатації.

Вищезгадане обумовлює актуальність постановки за даною темою.

Досліджувані нами швидкозагартовані стрічки $Al_{94}Fe_3Cr_3$ -сплаву були отриманні методом спінінгування.

Мета роботи: вивчення впливу температури на еволюцію структури та механічні властивості швидкозагартованих квазікристалічних сплавів системи Al-Fe-Cr.

Об'єкт дослідження: швидкозагартований $\text{Al}_{94}\text{Fe}_3\text{Cr}_3$ сплав отриманий методом спінінгування.

Предмет дослідження: формування структури, фазового складу та механічних властивостей швидкозагартованого квазікристалічного $\text{Al}_{94}\text{Fe}_3\text{Cr}_3$ сплаву отриманого методом спінінгування до та після відпалу протягом 30 хвилин при різних температурах.

Задачі дослідження:

- 1) отримати квазікристалічний швидкозагартований сплав методом спінінгування у вигляді стрічок;
- 2) провести комплексні дослідження зміни структури, та механічних властивостей швидкозагартованого $\text{Al}_{94}\text{Fe}_3\text{Cr}_3$ сплаву під впливом температури;
- 3) провести аналіз та обговорення отриманих результатів та зробити висновки.

Методика експерименту

Отримання швидкозагартованих стрічок наноквазікристалічного $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву методом спінінгування



Проведення відпалу протягом 30 хвилин за температур в $350^{\circ}C$, $400^{\circ}C$, $450^{\circ}C$, $500^{\circ}C$, $550^{\circ}C$, $575^{\circ}C$



Дослідження структури та механічних властивостей



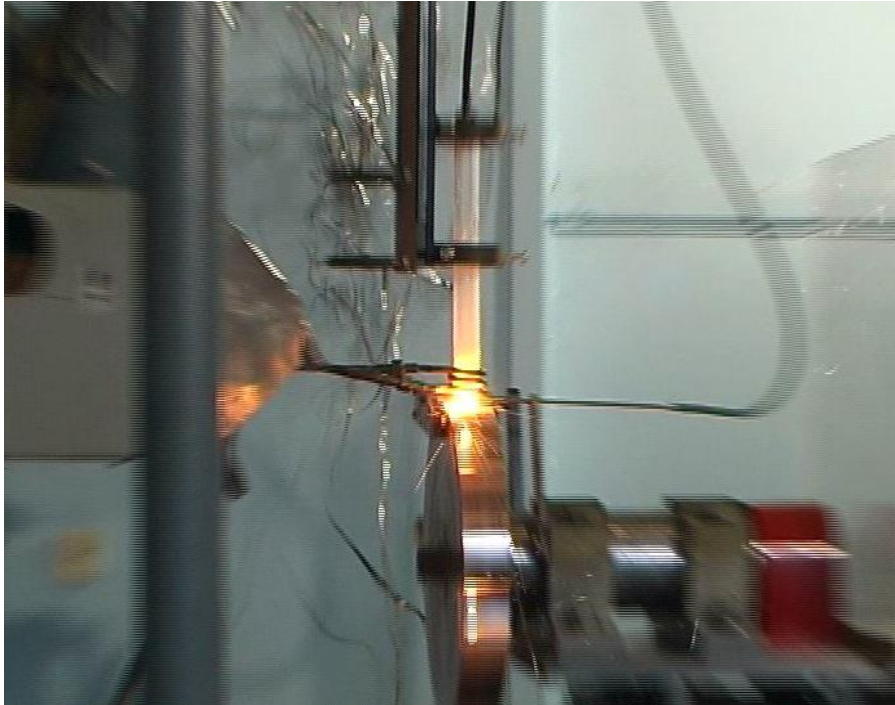
Дослідження структури та фазового складу:

Рентгеноструктурний аналіз:
Rigaku Ultima IV
Електронна мікроскопія:
ТЕМ (ПЕМ-У)

Дослідження механічних властивостей :

Мікротвердість HV (ПМТ-3)
Границя плинності $\sigma_{0,2}$, σ_e
Модуль пружності, E (Мікрон-гамма)
Характеристика пластичності δ_H

Отримання швидкозагартованих стрічок квазікристалічного $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву методом спінінгування



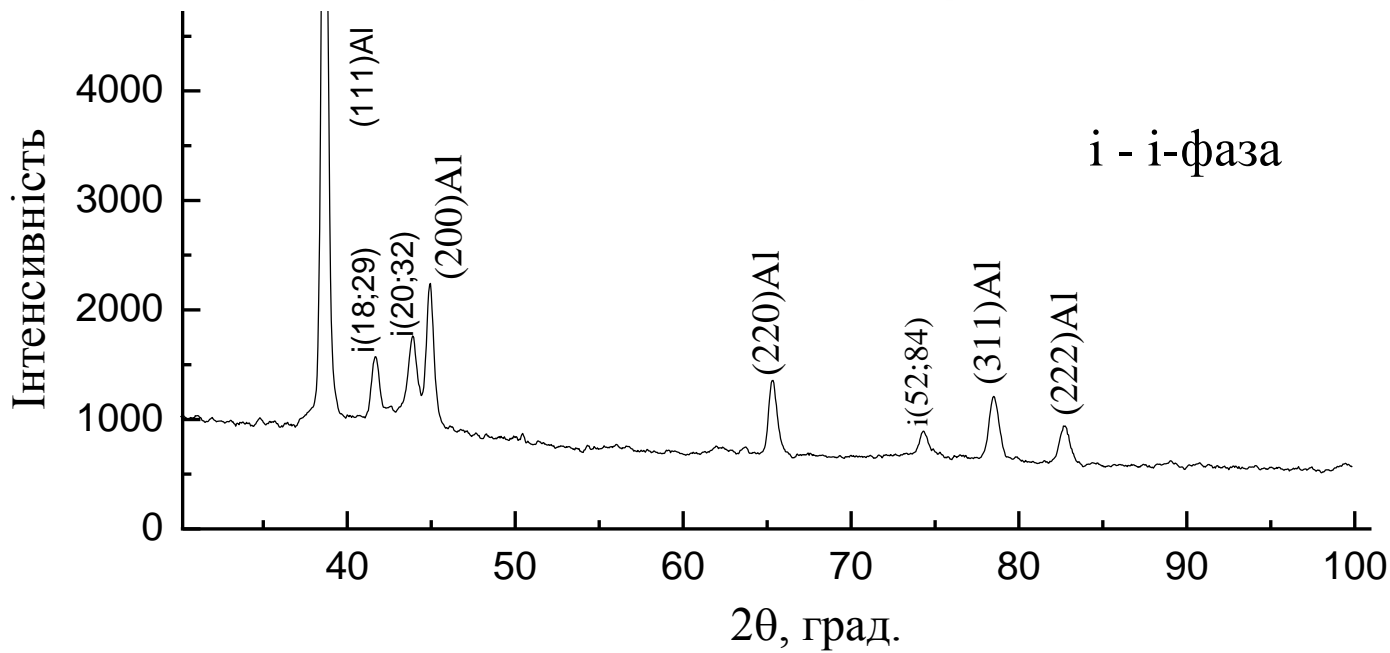
Спінінгування – техніка швидкого охолодження розплаву, де рідкий метал випорскується з сопла і зтягується на охолоджувану зовнішню поверхню мідного барабану, що обертається. За спінінгування швидкість охолодження досягає $\sim 10^4 - 10^7 \text{ K}\cdot\text{c}^{-1}$.

*Швидкість обертання мідного
диска–кристалізатора складала
1600 об./хв та швидкістю
охолодження $10^6 \text{ K}\cdot\text{c}^{-1}$*

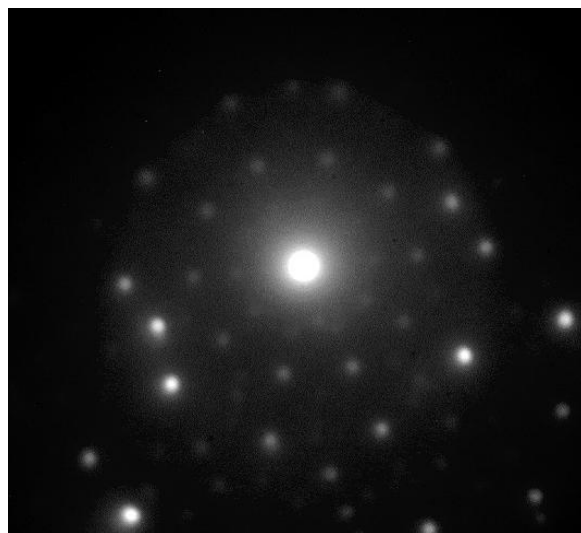
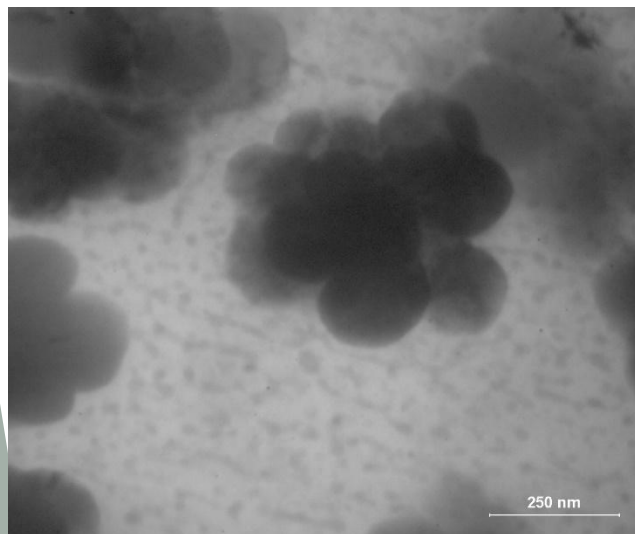


Всі швидкозагартовані стрічки
мали товщину 20-30 мкм

Структура та фазовий склад швидкозагартованого $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву



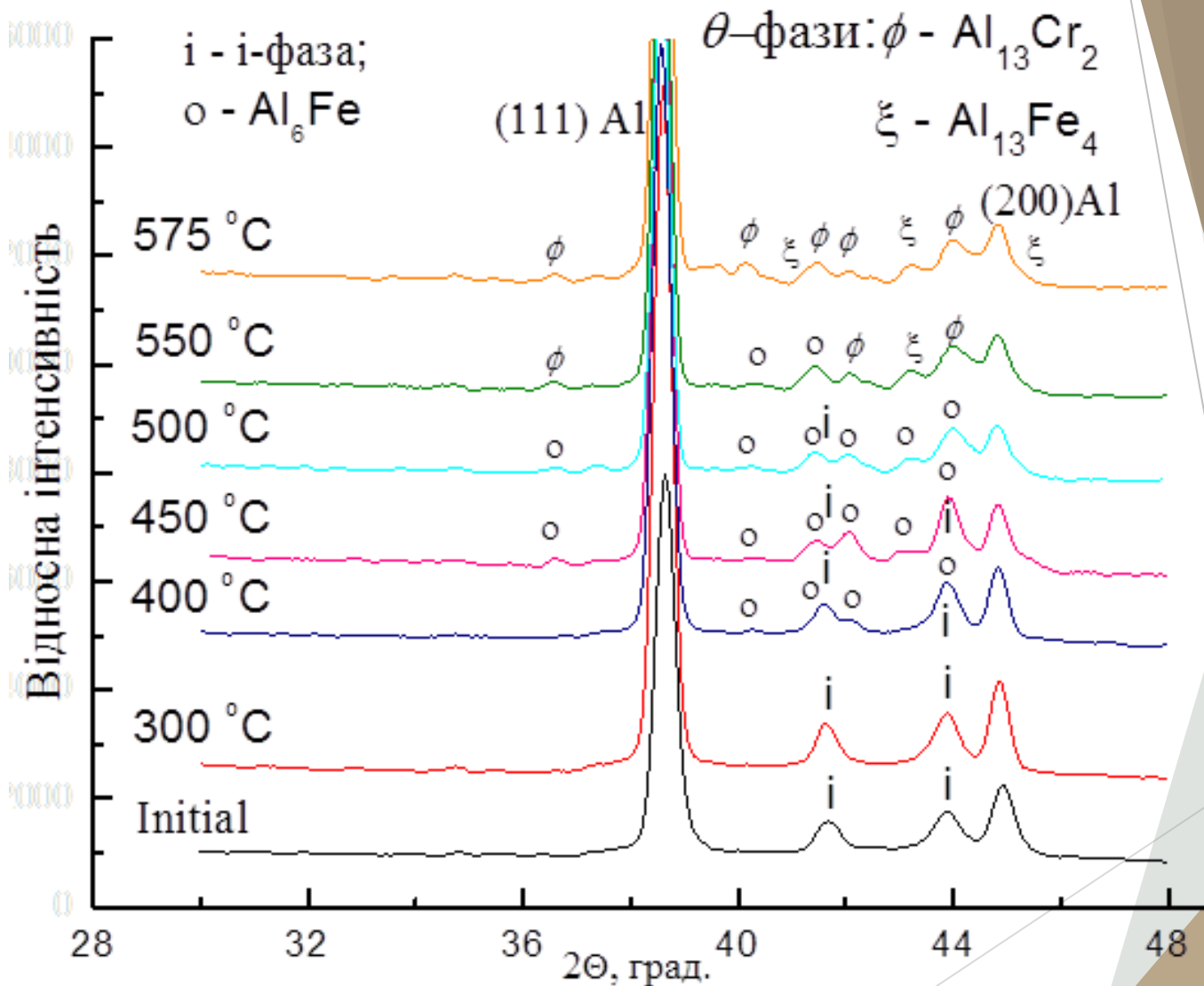
Період решітки
 $a_0=0,40405$



зображення мікроструктури

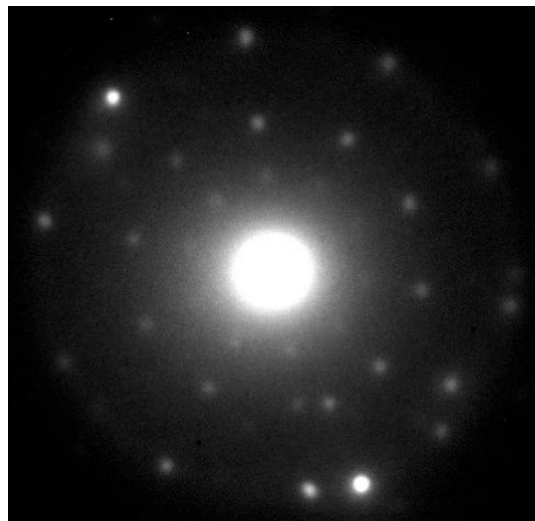
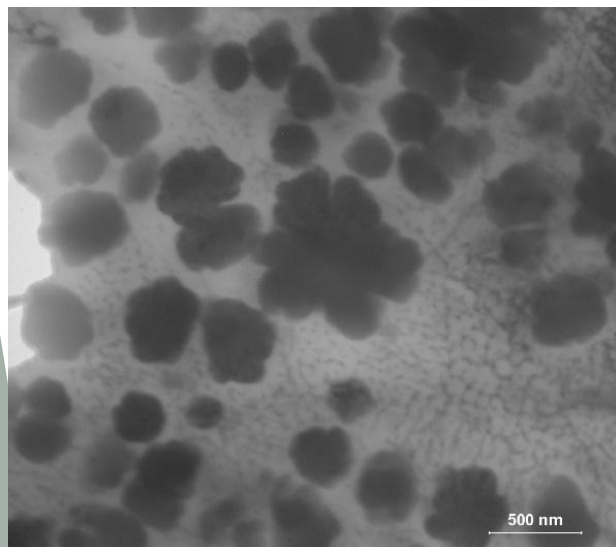
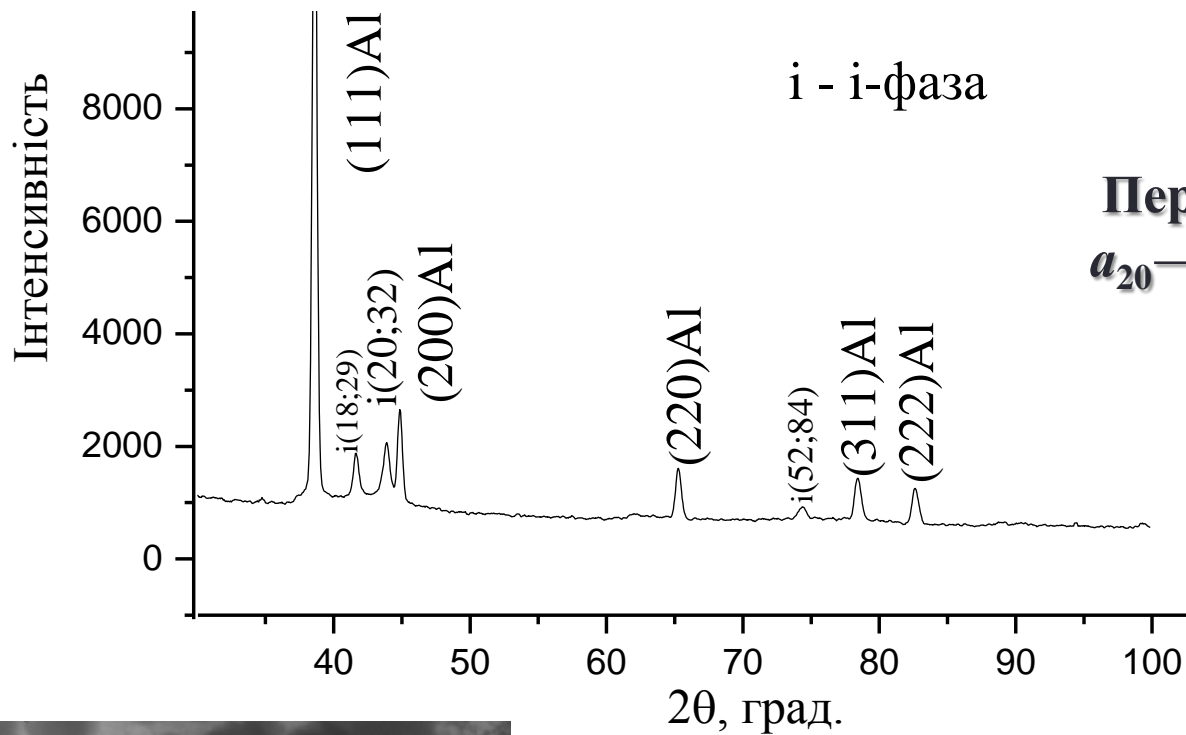
картина електронної мікродифракції

Структура та фазовий склад $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву при різних температурах

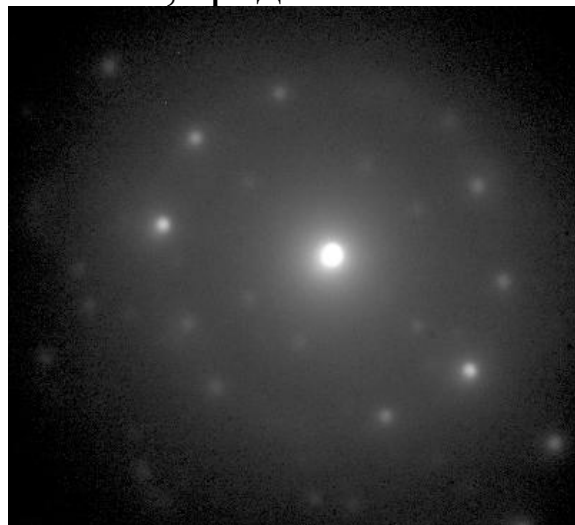
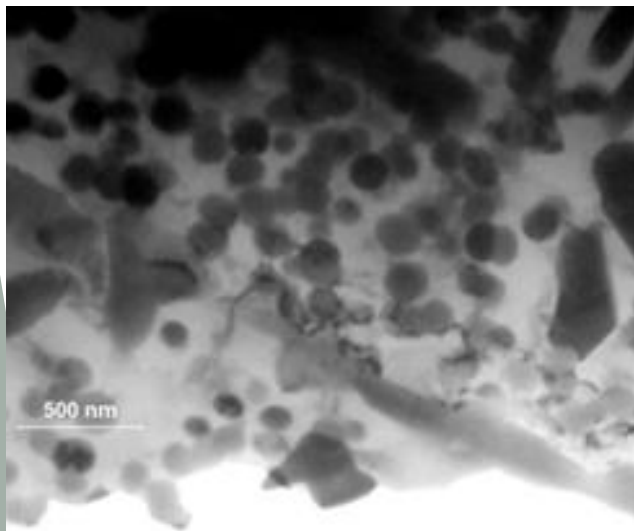
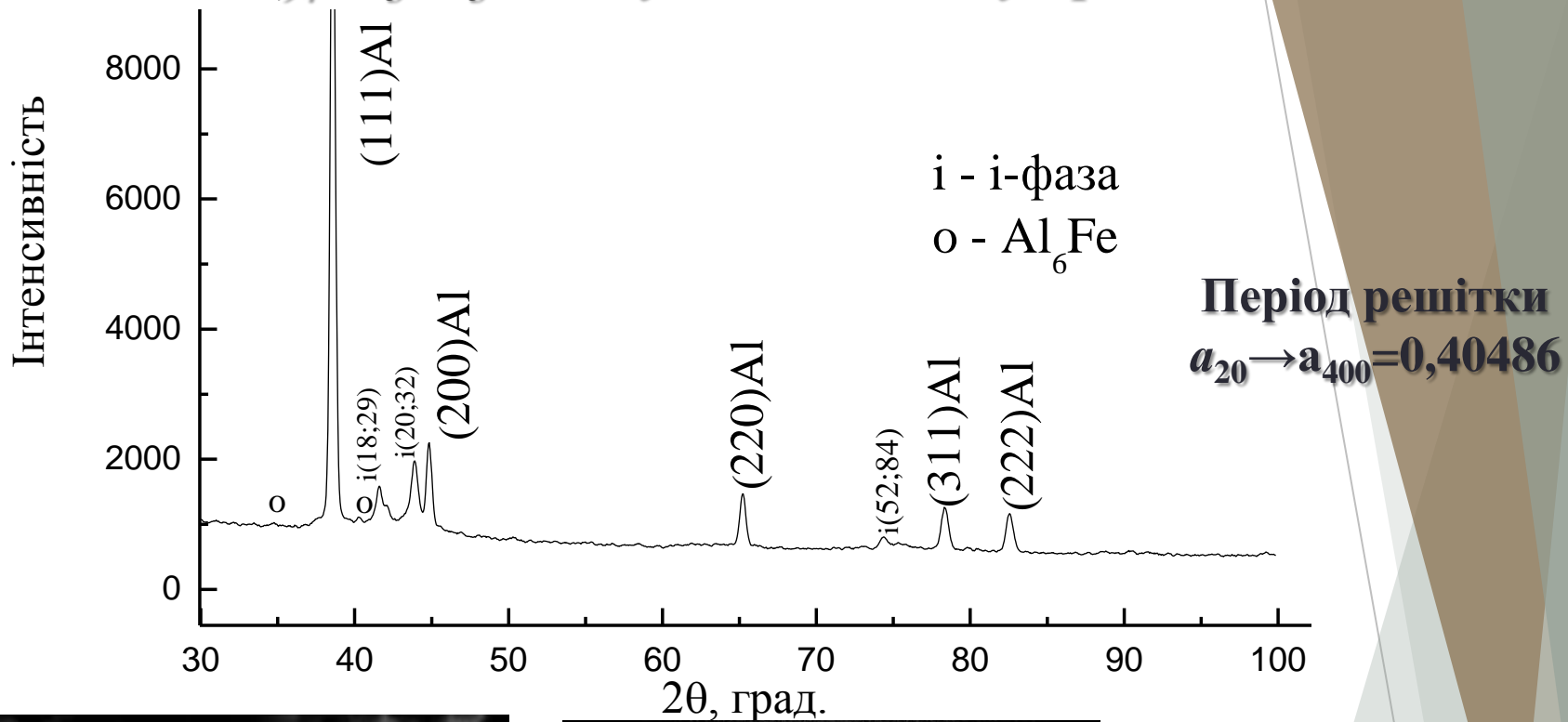


Фрагменти спектрів рентгенівської дифракції швидкозагартованого $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву до і після відпалу протягом 30 хв при різних температурах

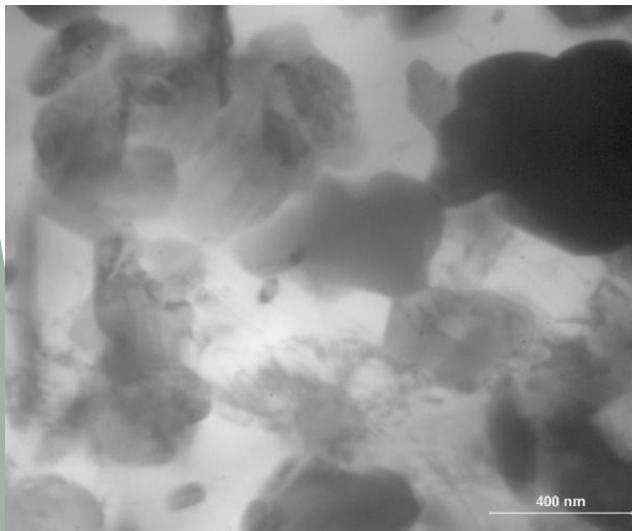
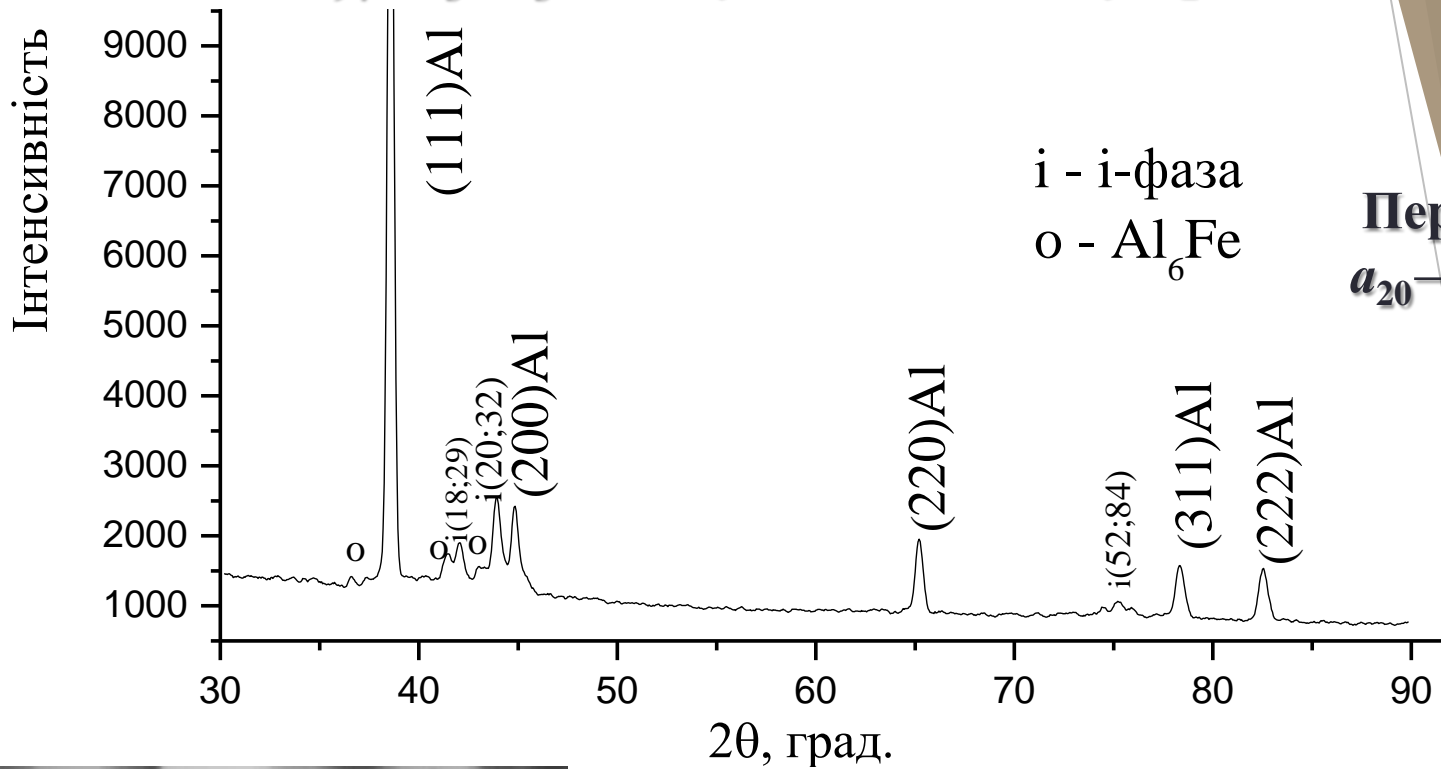
Структура та фазовий склад швидкозагартованого $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву після відпалу при $350^\circ C$



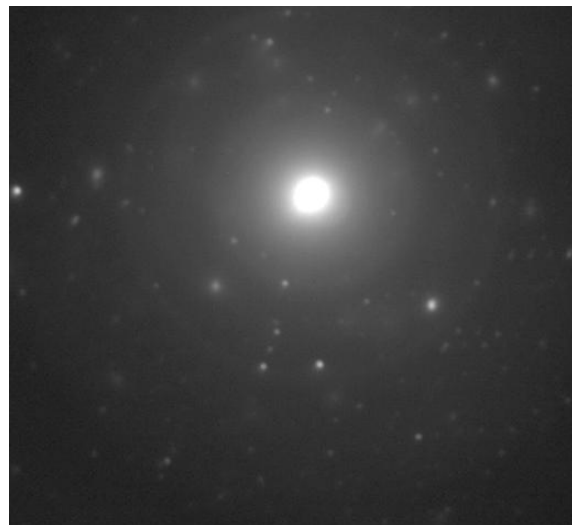
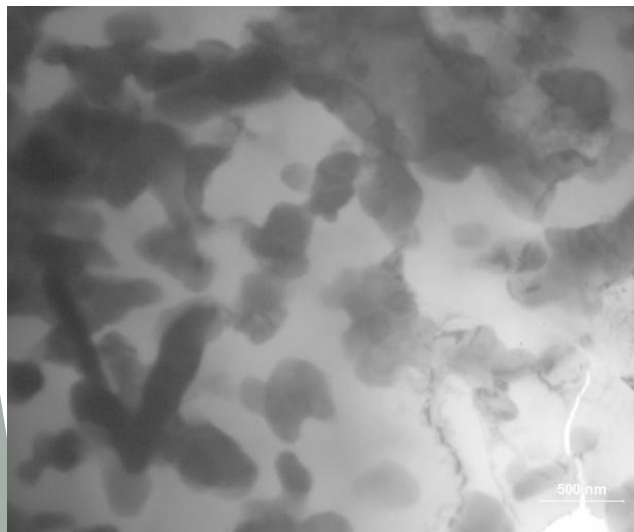
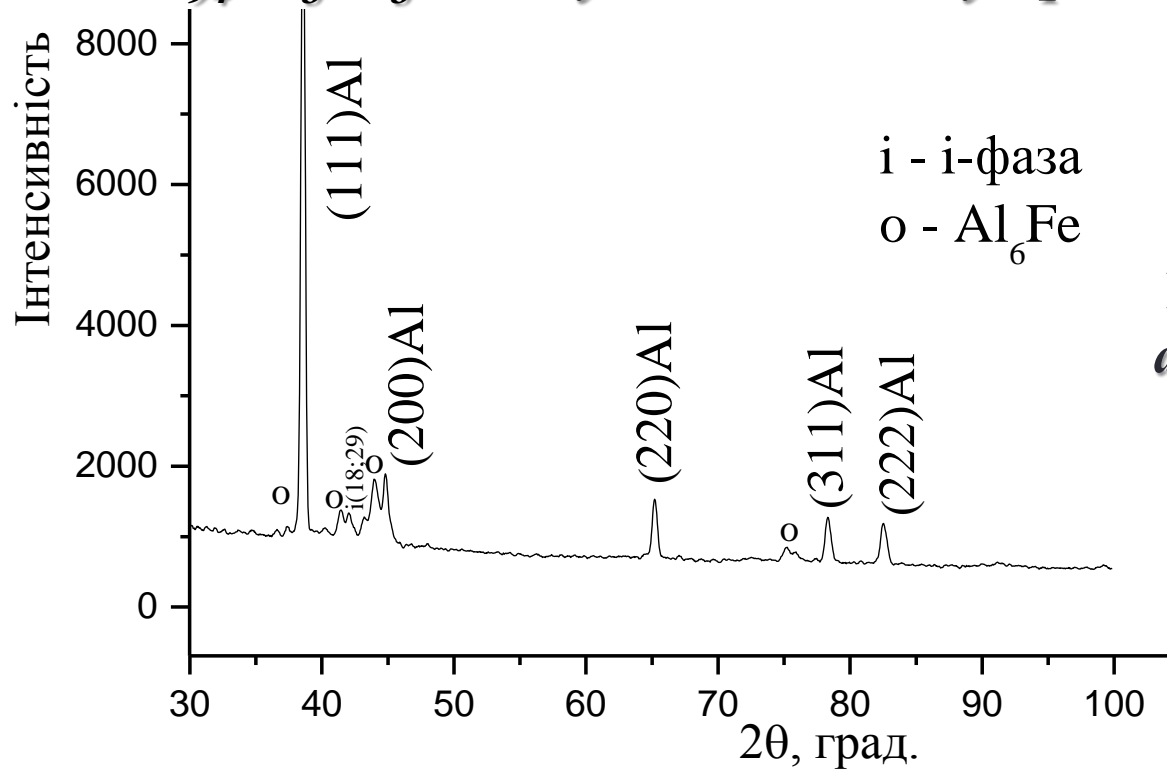
Структура та фазовий склад швидкозагартованого $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву після відпалу при $400^\circ C$



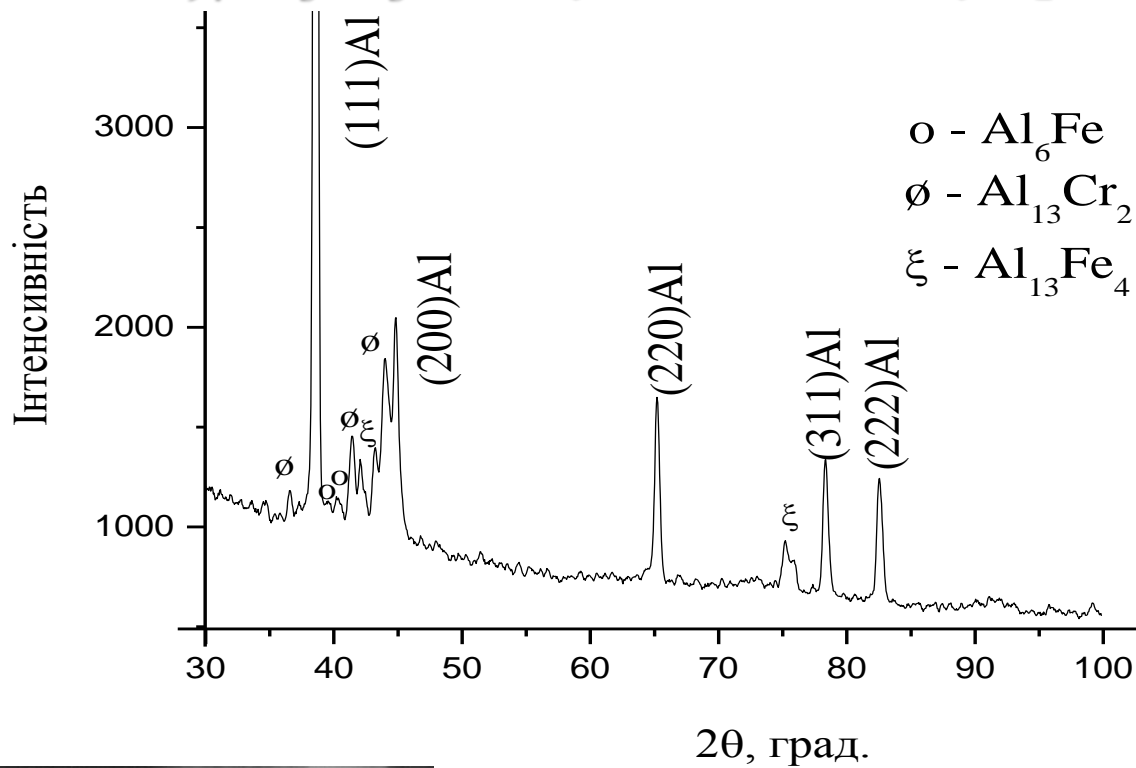
Структура та фазовий склад швидкозагартованого $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву після відпалу при $450^\circ C$



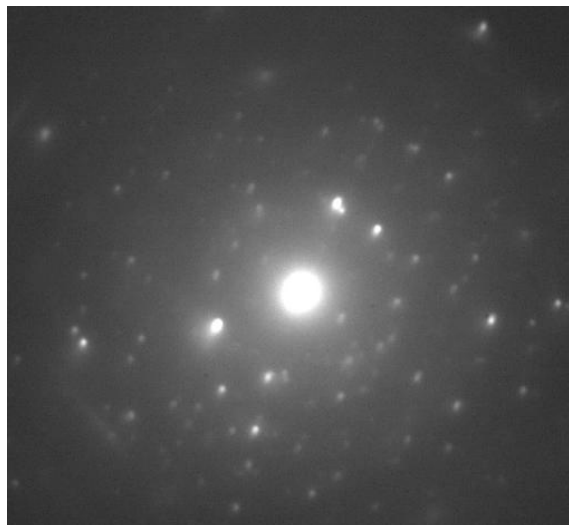
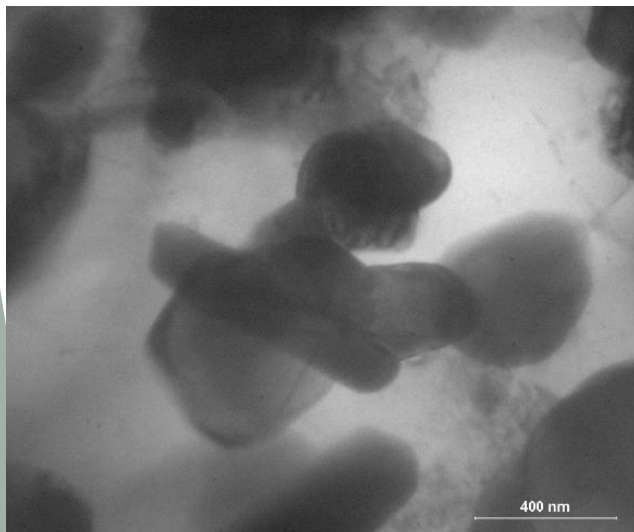
Структура та фазовий склад швидкозагартованого $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву після відпалу при $500^\circ C$



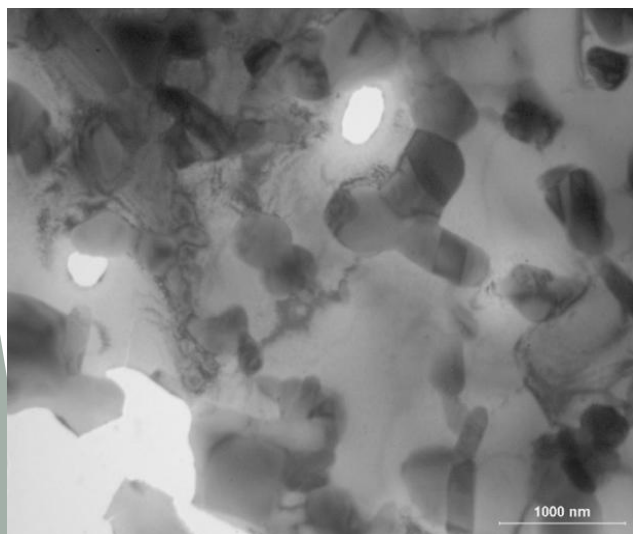
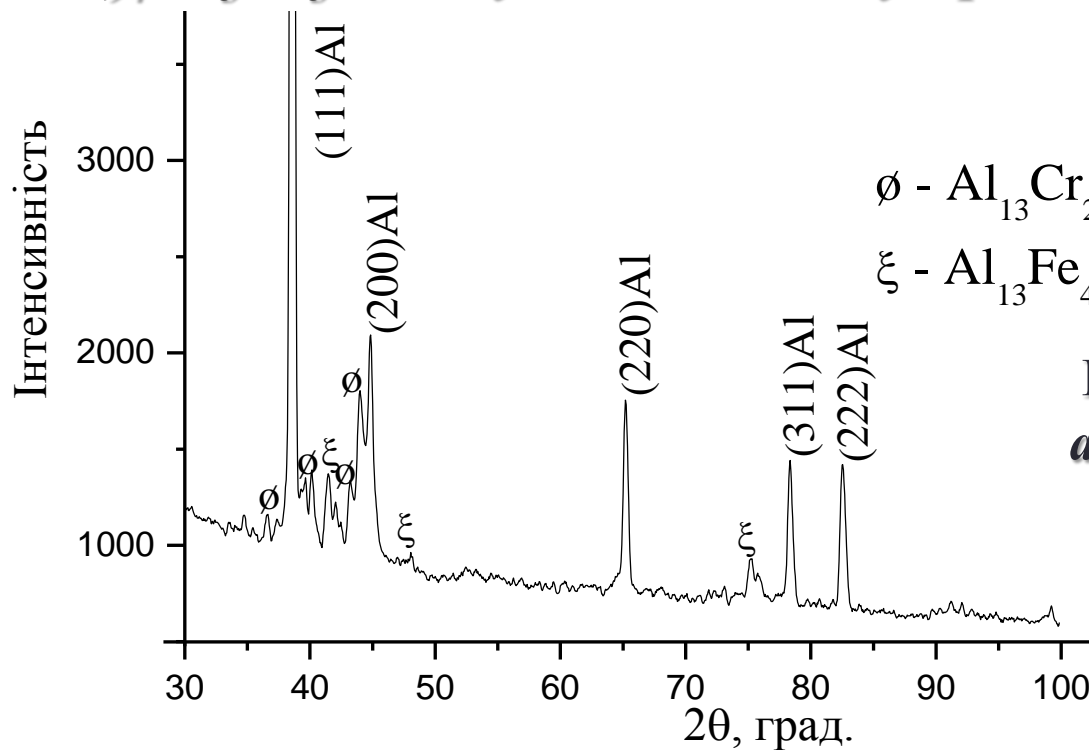
Структура та фазовий склад швидкозагартованого $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву після відпалу при $550^\circ C$



Період решітки
 $a_0 \rightarrow a_{550} = 0,40491$

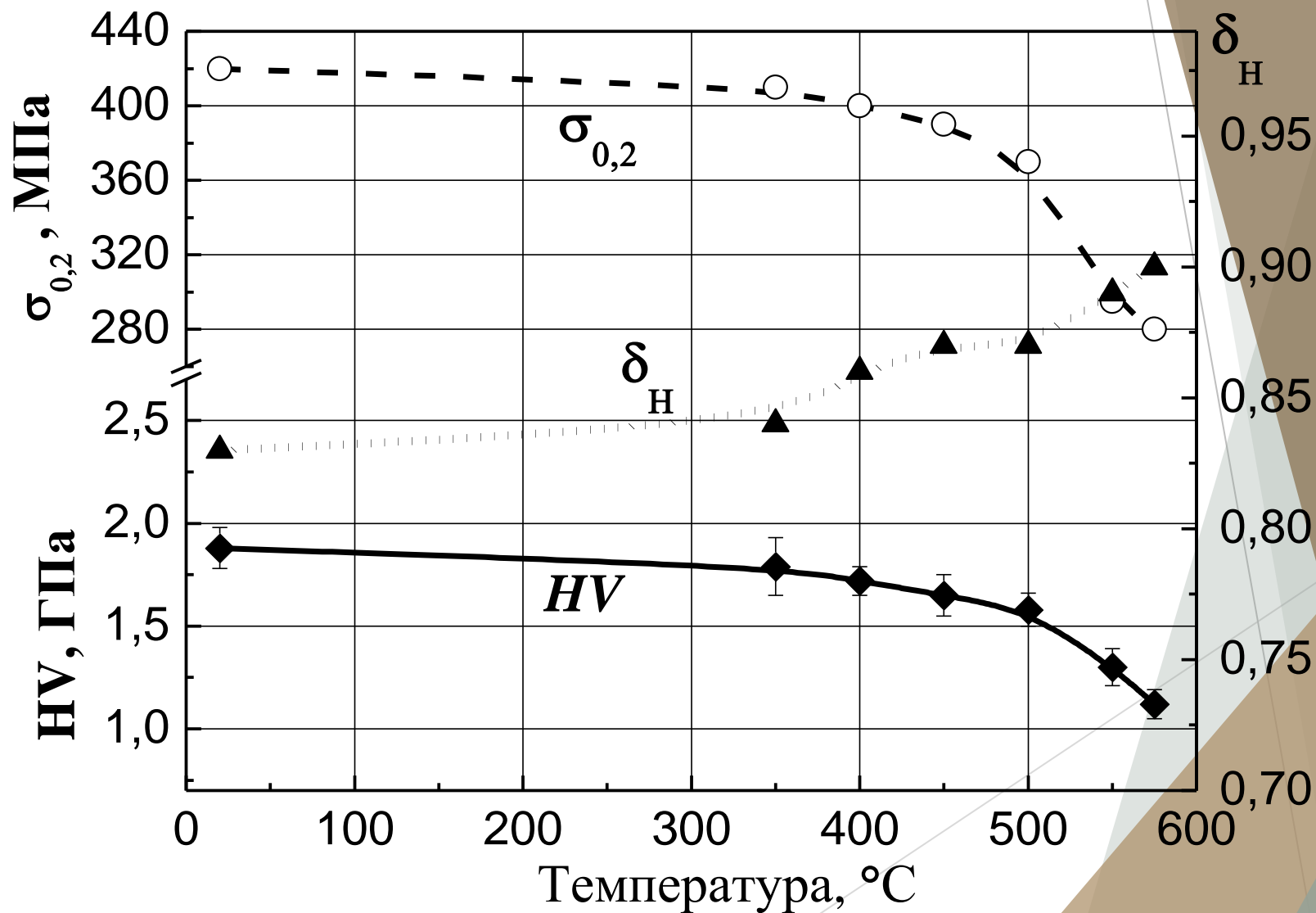


Структура та фазовий склад швидкозагартованого $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву після відпалу при $575^\circ C$

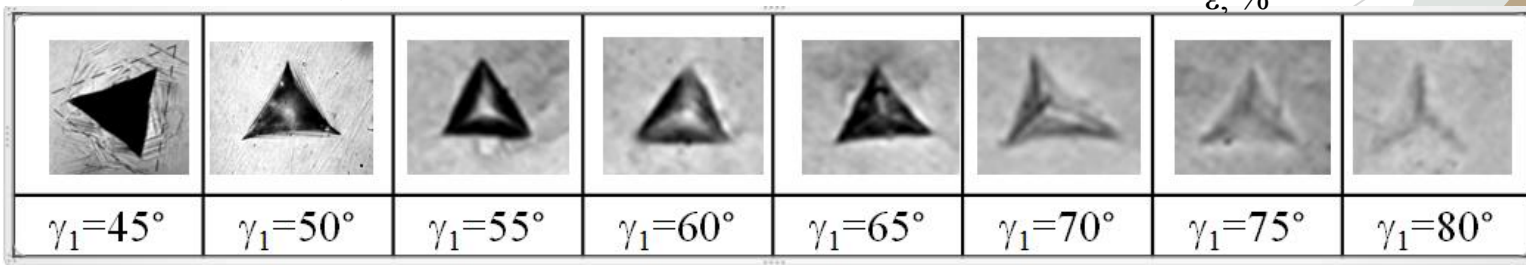
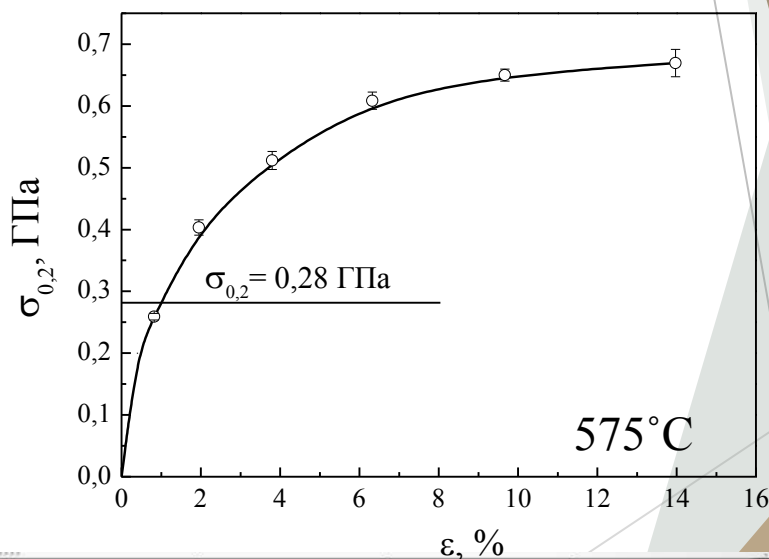
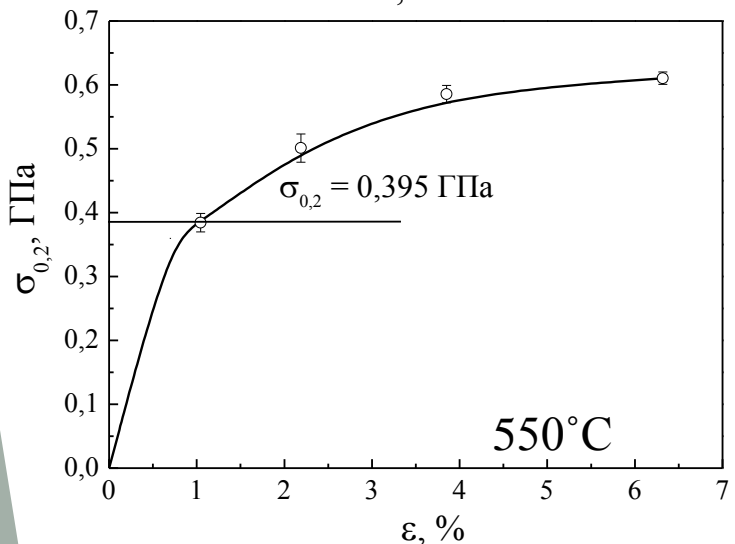
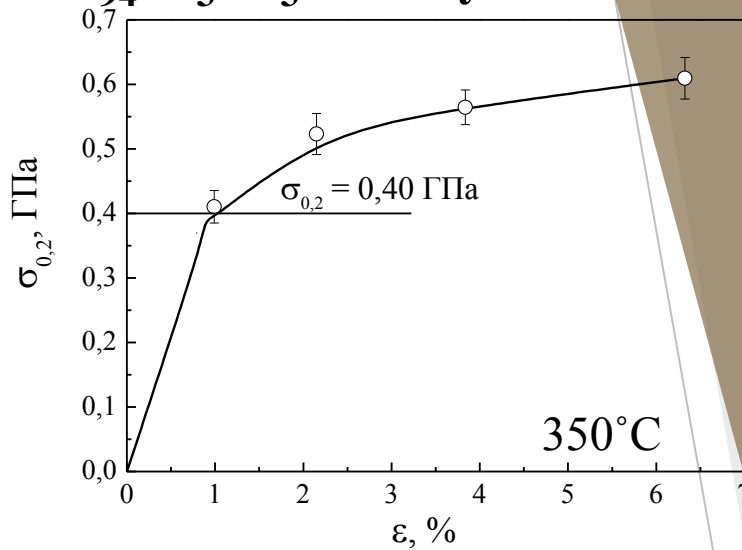
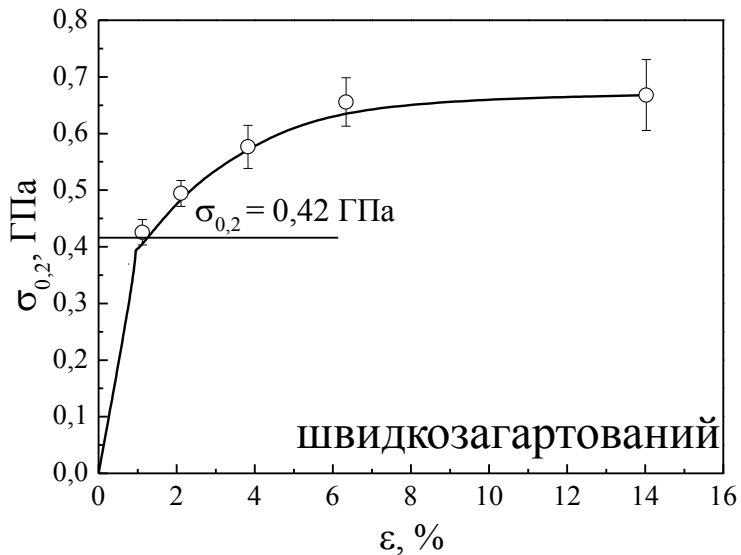


Зміна періоду решітки твердого розчину α -Al швидкозагартованого $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву від температури відпалу

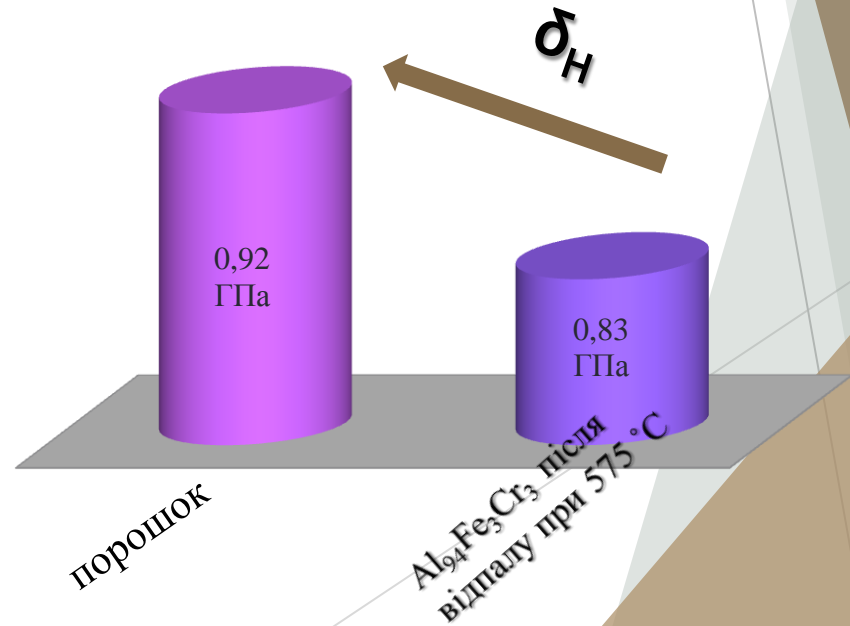
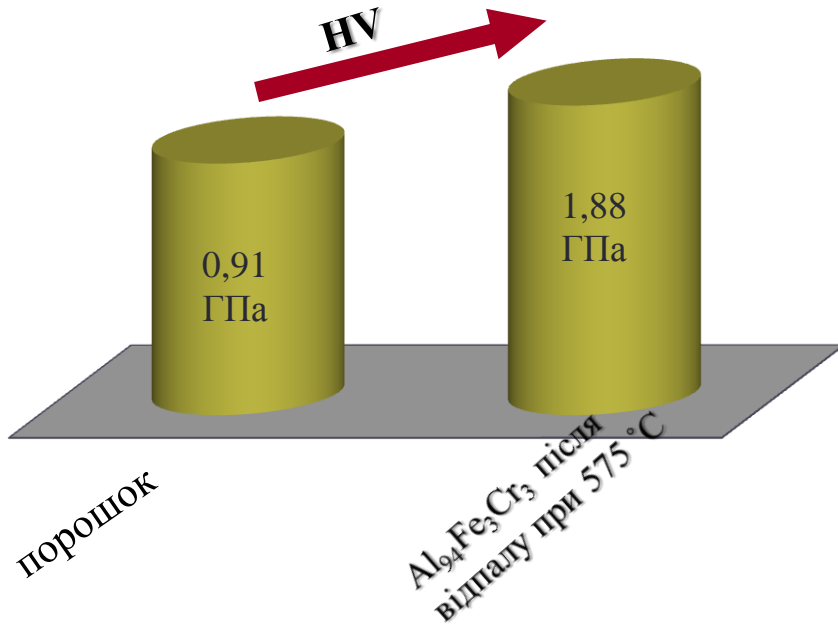
Вплив температури на мікротвердість HV , умовну границю плинності $\sigma_{0,2}$ і характеристику пластичності δ_H швидкозагартованого $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву



Криві «напруження – деформація» $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву до та після відпалу



Механічні властивості $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву



ВИСНОВКИ

1. Методами фазового рентгеноструктурного аналізу і просвічуючої електронної мікроскопії встановлено, що структура швидкозагартованого $\text{Al}_{94}\text{Fe}_3\text{Cr}_3$ сплаву в вихідному стані являє собою твердий розчин $\alpha\text{-Al}$ з розподіленими в ньому квазікристалічними наночастинками i -фази і нанорозмірними виділеннями метастабільних інтерметалідів $\text{Al}_{13}(\text{Fe,Cr})_{2-4}$ або Al_6Fe .
2. Виявлено, що квазікристалічна i -фаза поступово розчиняється при нагріванні, зберігаючись в матричному розчині $\alpha\text{-Al}$ до температури $400\text{ }^\circ\text{C}$, при якій починається формування частинок метастабільної кристалічної фази Al_6Fe , існуючої в структурі сплаву до температури $550\text{ }^\circ\text{C}$. При подальшому підвищенні температури до $575\text{ }^\circ\text{C}$ відбувається зникнення частинок метастабільної Al_6Fe фази, яка трансформується в стабільні інтерметалідні θ - фази: $\text{Al}_{13}\text{Cr}_2$ и $\text{Al}_{13}\text{Fe}_4$.

ВИСНОВКИ

3. Показано, що присутність в структурі швидкозагартованого $\text{Al}_{94}\text{Fe}_3\text{Cr}_3$ сплаву нанорозмірних інтерметалідних виділень крім наночастинок квазікристалічної α -фази забезпечує високі значення характеристик міцності: $\text{HV} = 1,88$ ГПа, $\sigma_{0,2} = 420$ МПа. Значення характеристик міцності сплаву перевищують аналогічні показники для порошкового сплаву до і після його консолідації екструзією і наближаються до цих характеристик після консолідації методом холодного газодинамічного напилення.

4. Характеристика пластичності δ_{H} швидкозагартованого $\text{Al}_{94}\text{Fe}_3\text{Cr}_3$ сплаву повністю відображає зміну твердості з ростом температури, збільшуючись від $\delta_{\text{H}} = 0,83$ до критичного значення $\delta_{\text{H}} = 0,90$, характерного для пластичної поведінки матеріалу в умовах стандартних випробувань на розтяг і згин.

5. Розроблені заходи, що забезпечують здорові умови праці, та засади забезпечення безпеки в надзвичайній ситуації.

Механічні характеристики швидкозагартованого $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву до та після відпалу при різних температурах

T, °C	HV, ГПа	δ_H	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_e, МПа	E, ГПа	ν
порошок	0,91±0,03	0,92	-	-	-	-
20	1,88±0,10	0,83	420	390	79	0,3
350	1,79±0,14	0,84	410	390	79	0,3
400	1,72±0,07	0,86	400	380	79	0,3
450	1,65±0,1	0,87	390	350	79	0,3
500	1,58±0,08	0,87	370	270	79	0,3
550	1,30±0,09	0,89	295	220	79	0,3
575	1,12±0,07	0,90	280	210	79	0,3

Дякую за увагу!