



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»



Інженерно-фізичний факультет
Кафедра високотемпературних матеріалів та порошкової металургії

ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

***СТРУКТУРА, ФАЗОВИЙ СКЛАД ТА МЕХАНІЧНІ
ВЛАСТИВОСТІ ШВИДКОЗАГАРТОВАНОГО
КВАЗІКРИСТАЛІЧНОГО СПЛАВУ Al – Fe – Cr***

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

Виконала роботу
студентка групи ФК-11
Богук Ю.О.

КИЇВ 2015

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 (573-623 К). Вищезгадане обумовлює актуальність постановки за даною темою.

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

Метою даної роботи є встановлення структури, фазового складу та механічних властивостей швидкозагартованого композиційного квазікристалічного сплаву системи Al-Fe-Cr.

Основні завдання:

- отримати швидкозагартовані стрічки методом спінінгування розплаву;
- провести комплексні дослідження структури, фазового складу та механічних властивостей (мікротвердість HV, характеристику пластичності δ_H , границю плинності $\sigma_{0,2}$) швидкозагартованого Al-Fe-Cr сплаву;
- провести аналіз та обговорення отриманих результатів та зробити висновки.

Методика експерименту

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



Дослідження структури та механічних властивостей



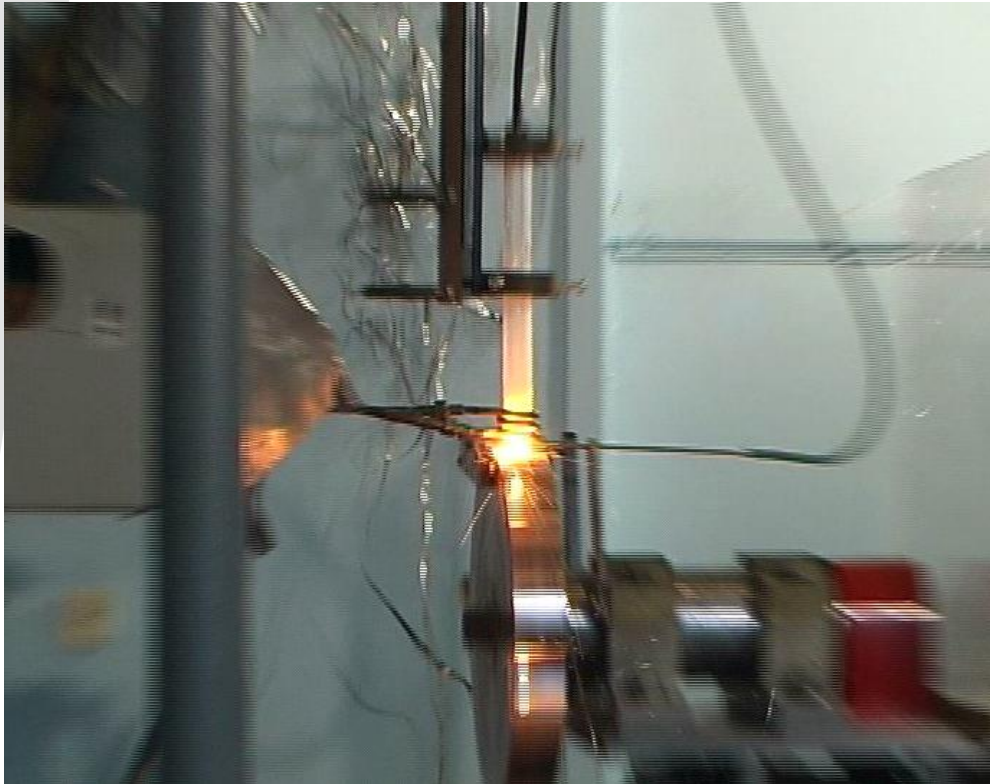
Дослідження структури та фазового складу:

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 наноквазікристалічного $Al_{94}Fe_3Cr_3$ 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 $\sim 10^4 - 10^7 \text{ K}\cdot\text{c}^{-1}$.

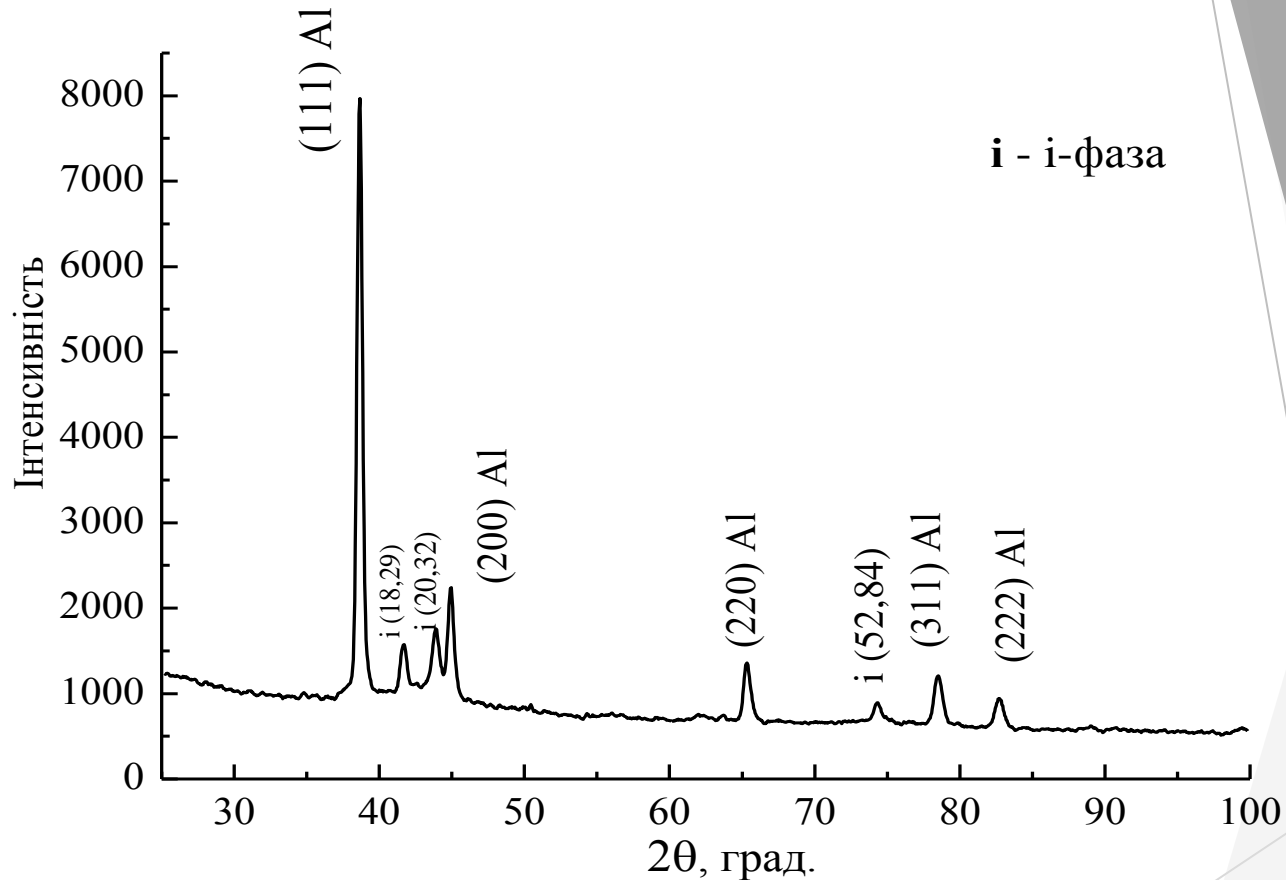
Швидкість обертання мідного диска–кристалізатора складала 1600 об./хв та швидкістю охолодження $10^6 \text{ K}\cdot\text{c}^{-1}$

Всі швидкозагартовані стрічки мали товщину 20-30 мкм та хорошу пластичність.

*Тонкі стрічки з швидкозагартованого
 $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву*

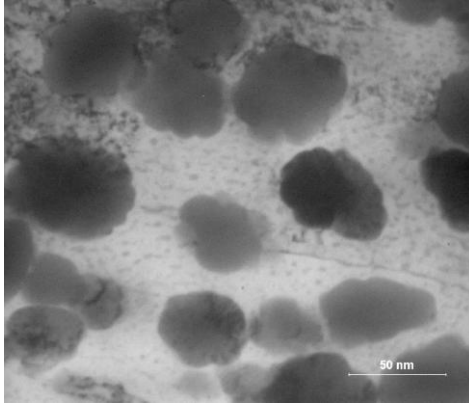


Структура та фазовий склад сплаву $Al_{94}Fe_3Cr_3$

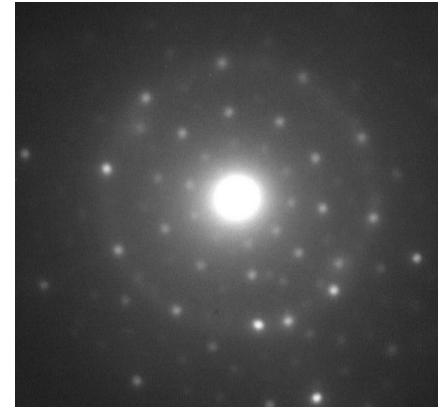


Спектр рентгенівської дифракції $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву, отриманого методом спінінгування

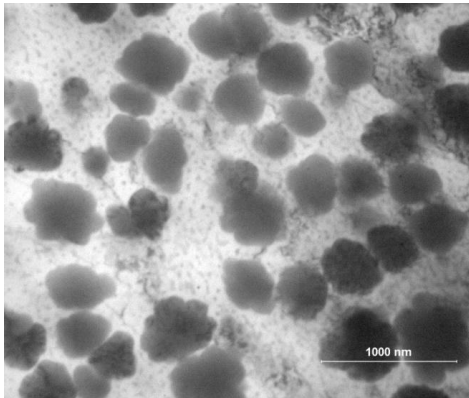
Світлопильне зображення мікроструктури та картина електронної мікродифракції швидкозагартованого $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву



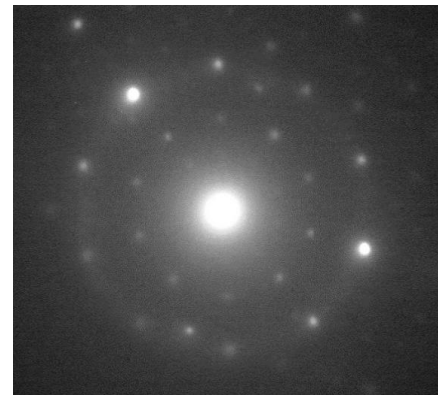
а



б



в



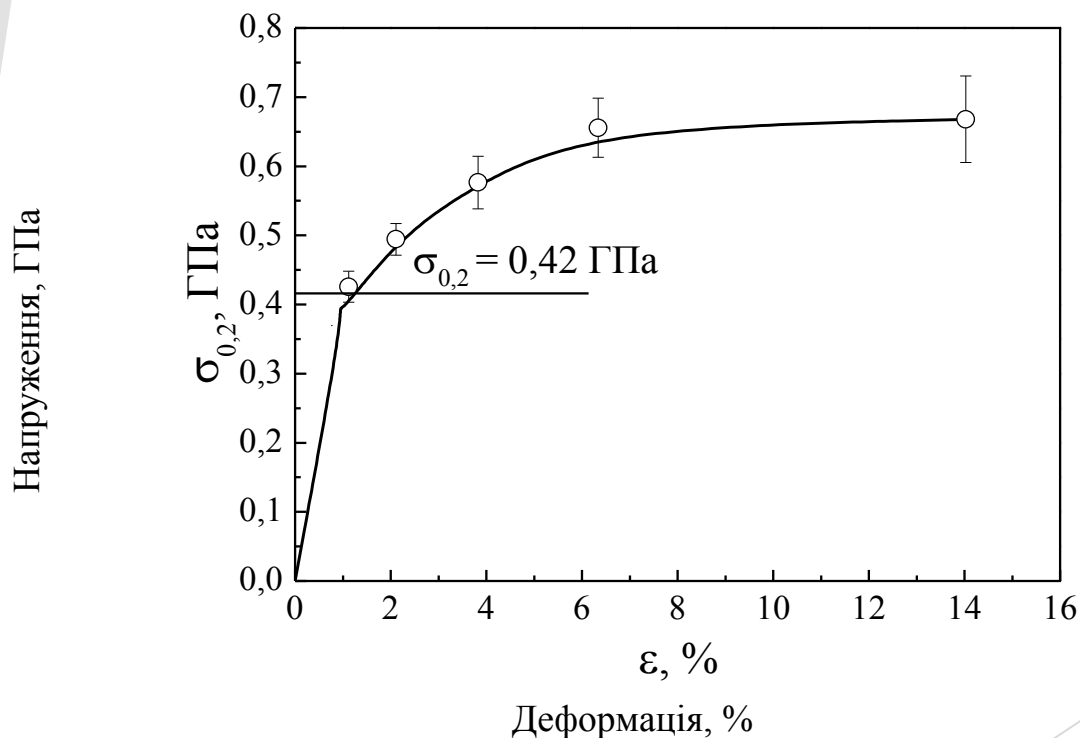
г

а, в – зображення мікроструктури з різним збільшенням; б, г – картини електронної мікродифракції

Механічні характеристики швидкозагартованого сплаву $Al_{94}Fe_3Cr_3$

Параметр Матеріал	HV, ГПа	E, ГПа	ν	δ_H	σ_e , ГПа	$\sigma_{0,2}$, ГПа
Швидкозагартований $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплав	$2,24 \pm 0,10$	79 ± 5	0,31	0,80	0,39	0,42
Вихідний порошок	$0,91 \pm 0,3$	—	—	0,92	—	—

Крива «напруження – деформація» для швидкозагартованого сплаву $Al_{94}Fe_3Cr_3$



Механічні характеристики
вихідного порошку та
швидкозагартованого сплаву
 $Al_{94}Fe_3Cr_3$

ВИСНОВКИ

Були отримані швидкозагартовані стрічки $\text{Al}_{94}\text{Fe}_3\text{Cr}_3$ сплаву методом спінігування. За результатами рентгеноструктурного аналізу встановлено, що фазовий склад швидкозагартованих стрічок системи Al-Fe-Cr після розпилення з рідкого стану складається з суміші двох фаз: матричного α -Al твердого розчину з ГЦК структурою та квазікристалічної фази (i -фази) з ікосаедричною симетрією.

Дослідження в просвічувальному електронному мікроскопі підтвердили наявність частинок квазікристалічної i-фази, що розташовані в α -Al матриці швидкозагартованого $\text{Al}_{94}\text{Fe}_3\text{Cr}_3$ сплаву та мають сферичну форму та середній розмір 50–75 нм. Методом спінігування з розплаву отримано композиційний наноквазікристалічний сплав на основі алюмінію.

Результати мікроіндентування засвідчили високий рівень характеристик міцності ($\text{HV}=2,24\pm 0,10$ ГПа, $E=79\pm 5$ ГПа, $\sigma_e=0,39$ ГПа, $\sigma_{0,2}=0,42$ ГПа) $\text{Al}_{94}\text{Fe}_3\text{Cr}_3$ сплаву, отриманого спінігуванням, який забезпечується дисперсійним зміцненням α -Al матриці нанодисперсними виділеннями інтерметаліду Al_6Fe додатково до зміцнювальної квазікристалічної i-фази.

Важливим є те, що незважаючи на високі характеристики міцності характеристика пластичності δ_H швидкозагартованого сплаву залишається наближеною до критичного значення ($\delta_H = 0,90$), яке свідчить про пластичну поведінку матеріалу в умовах розтягнення та згину.

Дякую за увагу!