



Тема роботи:

*Структура та механічні властивості
покриттів на основі порошкового
композиційного квазікристалічного Al-Fe-Cr
сплаву*

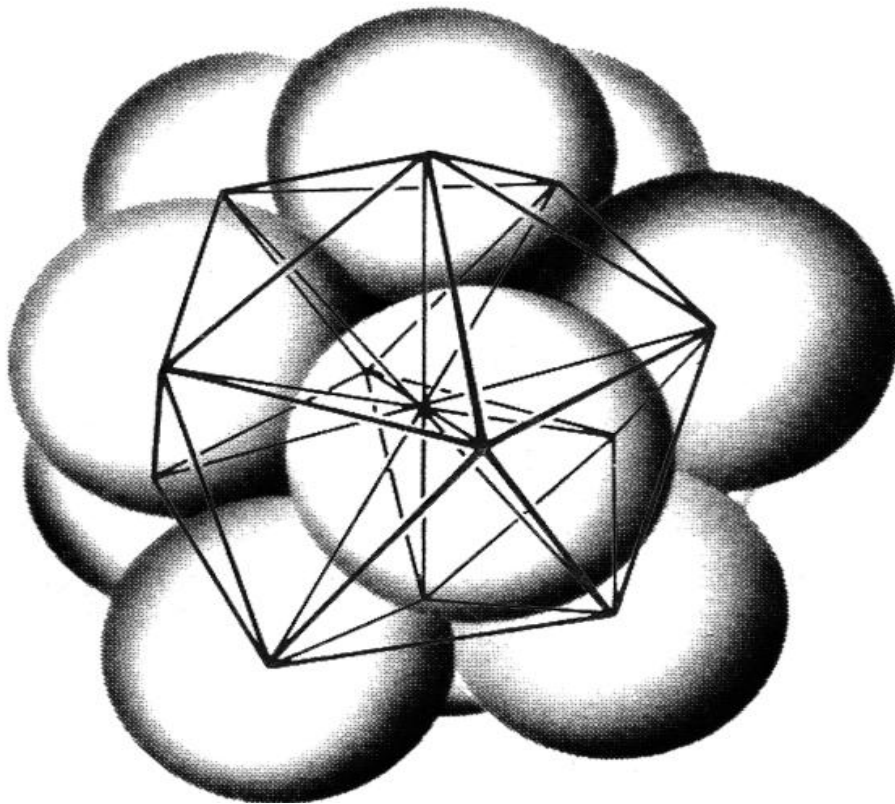
Виконав:

*студент групи ФК-41с
Костюшко Віталій*

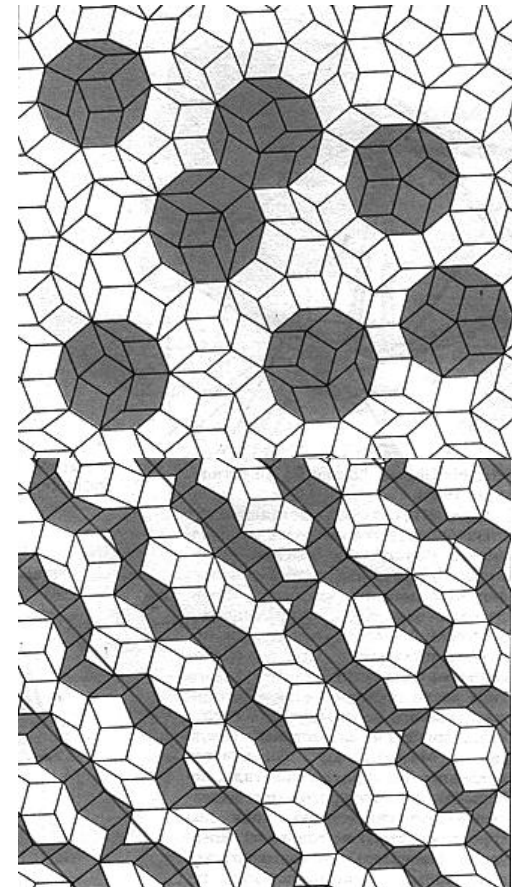
Керівник: *Юркова О.І.*

Характеристика квазікристалів

Об'ємна структура
квазікристалічної фази з
віссю симетрії 5-го порядку



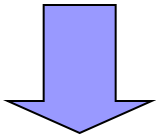
Модель квазікристала на основі мозаїки
Пенроуза



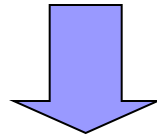
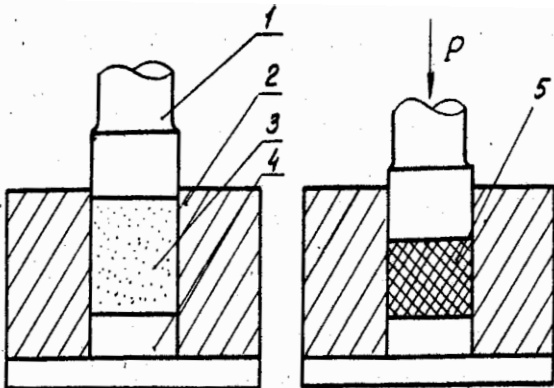
Методи отримання квазікристалів

- Плавлення і кристалізація
- Спінінгування
- Розпилення сплаву
- Механічне „сплавлення”

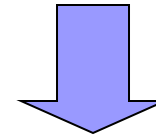
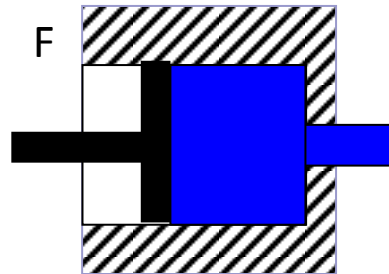
Методи компактування порошків:



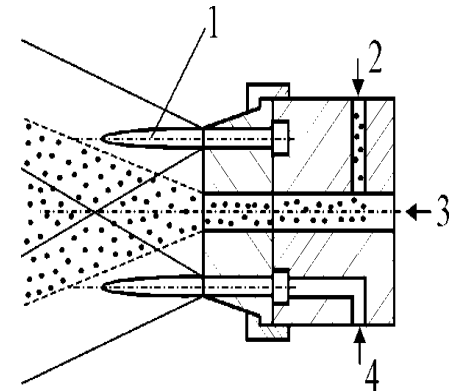
Пресування порошку



екструзія



Газотермічні методи наплення



Метою роботи є дослідження структури та механічних властивостей покриттів квазікристалічного порошкового $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву отриманих методом холодного газодинамічного напилення.

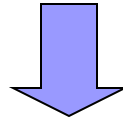
Об'єкт дослідження – покриття з порошкового композиційного квазікристалічного сплаву системи Al-Fe-Cr.

Основні завдання:

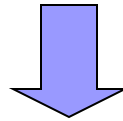
- *провести аналіз методів отримання квазікристалічних порошкових композицій на основі алюмінію та методів їх консолідації за умов збереження в структурі порошоків метастабільної квазікристалічної фази (зокрема, у системі Al–Fe–Cr;*
- *методами рентгеноструктурного аналізу, скануючої та просвічувальної електронної мікроскопії вивчити структуру та фазовий склад вихідних порошоків та покриттів отриманих методом ХГН;*
- *визначити механічні характеристики (твердість, модуль Юнга, характеристику пластичності δ_H та умовну границю плинності $\sigma_{0,2}$) покриттів квазікристалічного сплаву системи Al-Fe-Cr; отриманих методом ХГН*

Методика експерименту

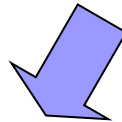
Матеріал - порошок сплаву $Al_{94}Fe_3Cr_3$ отриманий водним розпиленням



Консолідація квазікристалічного порошку методом ХГН

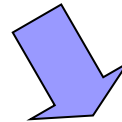


Дослідження структури та механічних властивостей



Дослідження структури:

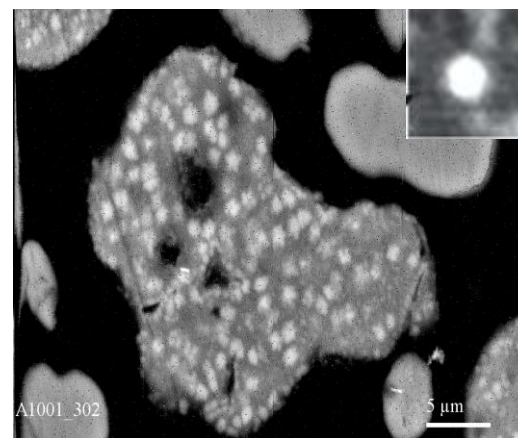
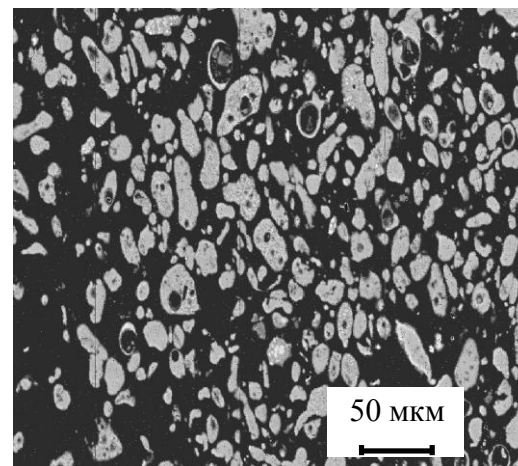
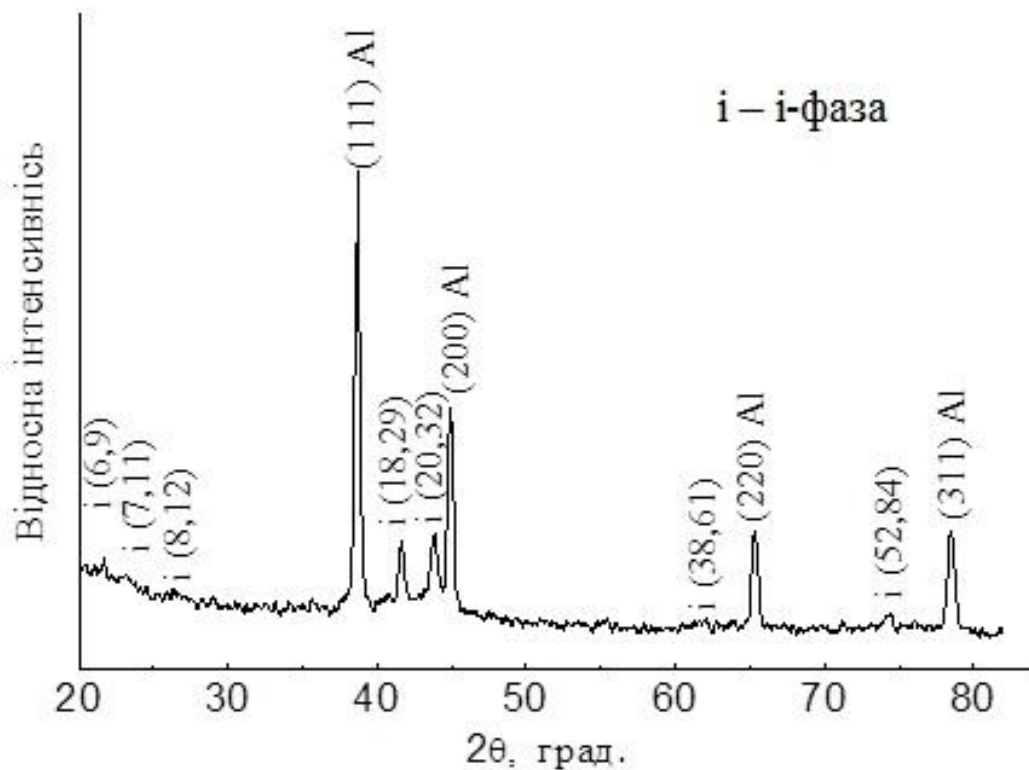
Рентгеноструктурний аналіз:
дифрактометр Ultima-IV, Rigaku (Японія);
Мікроструктурний аналіз: Оптична та
Електронна мікроскопія: СЕМ (РЕММА-101А)
ПЕМ(ПЕМ-У);



Дослідження механічних властивостей:

Мікротвердість HV
(ПМТЗ); Модуль Юнга E;
Характеристика
пластичності δ_H / δ_A ;
Умовна межа плинності $\sigma_{0,2}$
(ПМТ-3ж Мікрон-гама)

Структура вихідного порошку



Спектри рентгенівської дифракції та структура вихідного порошку сплаву $Al_{94}Fe_3Cr_3$ фракції (0-40) мкм

Нанесення покриттів методом холодного газодинамічного напилення

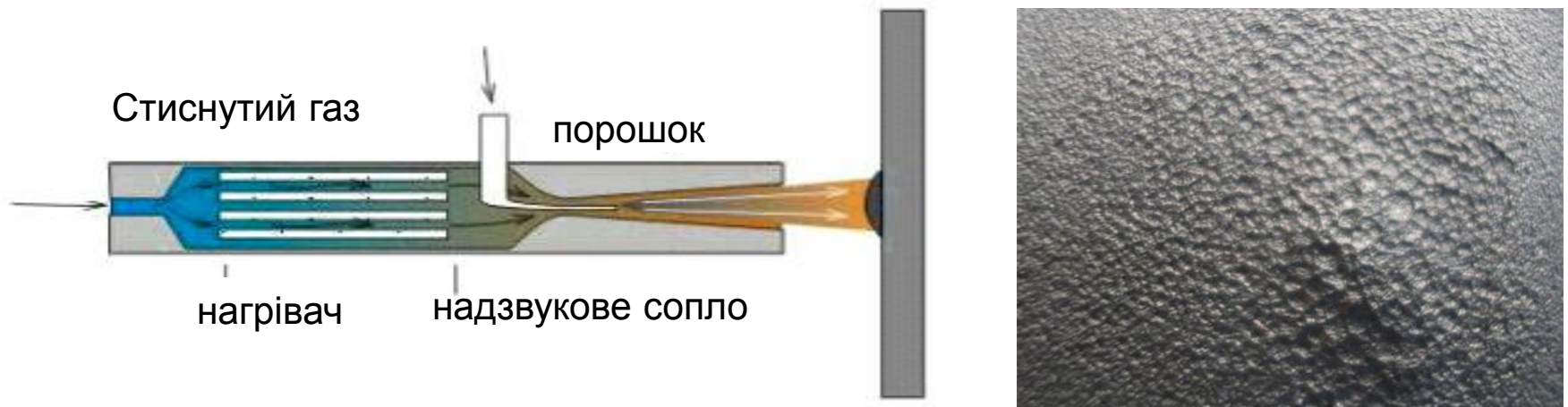
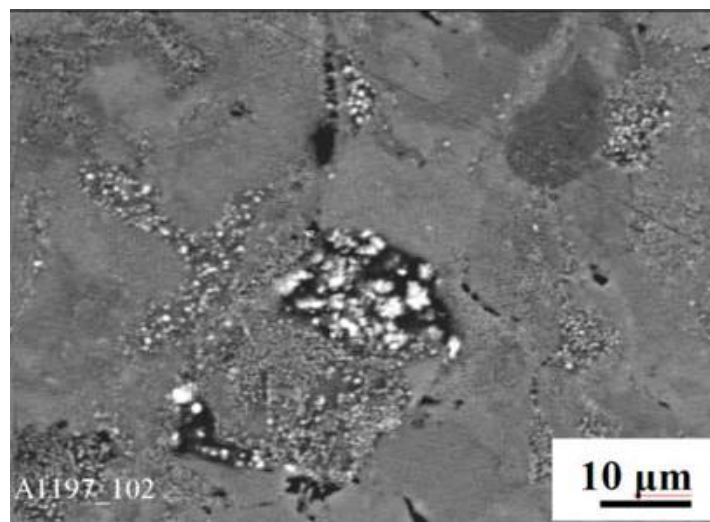


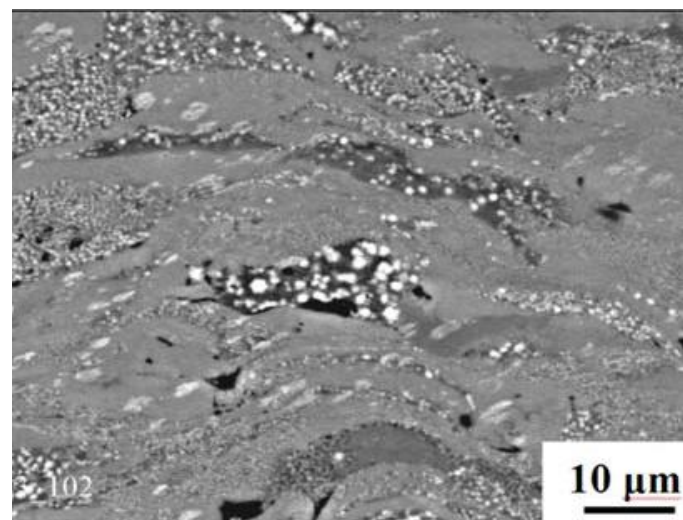
Схема напилювача з соплом Лаваля установки

Типовий вигляд покриття, напиленого на підкладину методом ХГН

*Структура покриттів з порошкового сплаву
 $\text{Al}_{94}\text{Fe}_3\text{Cr}_3$, нанесених методом ХГН
(SEM зображення)*

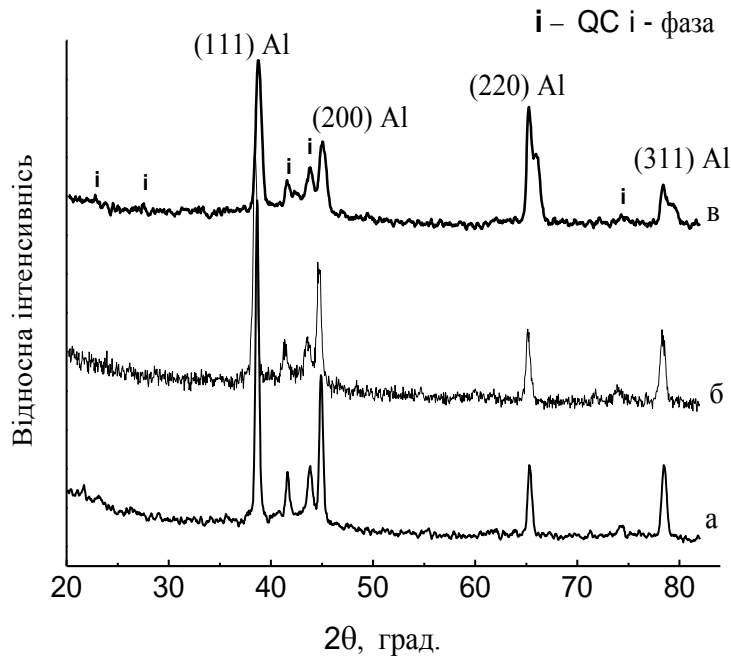


поверхня

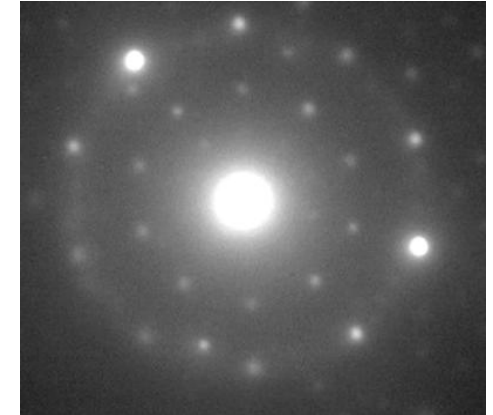
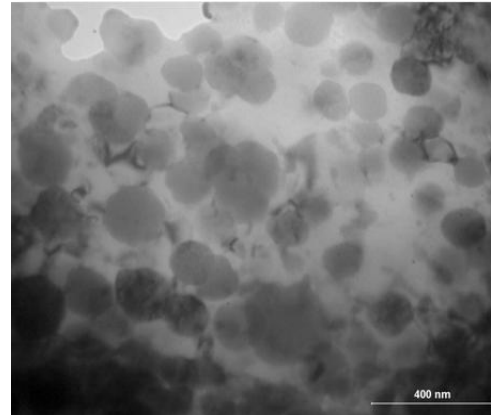


поперечний переріз

Структура покриттів з порошкового сплаву $\text{Al}_{94}\text{Fe}_3\text{Cr}_3$, нанесених методом ХГН

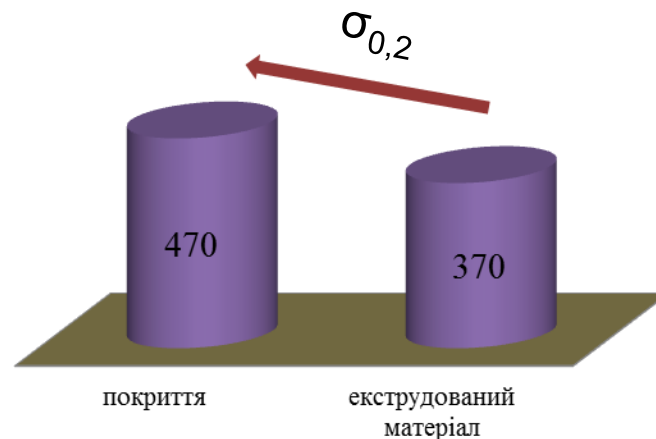
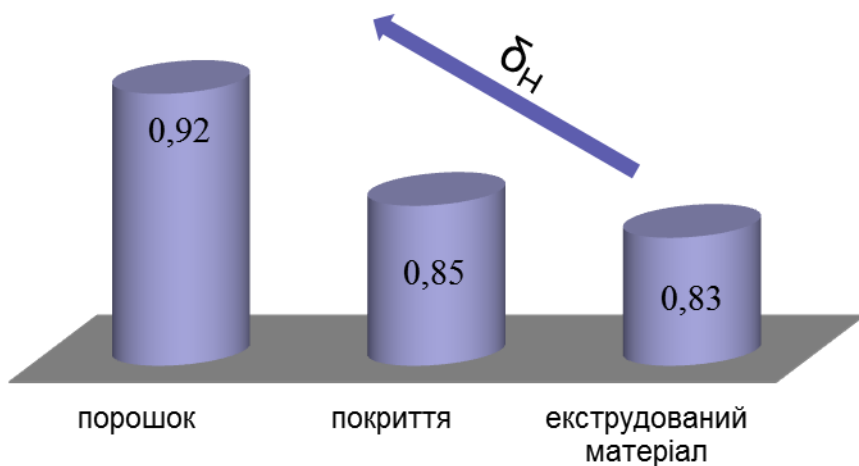
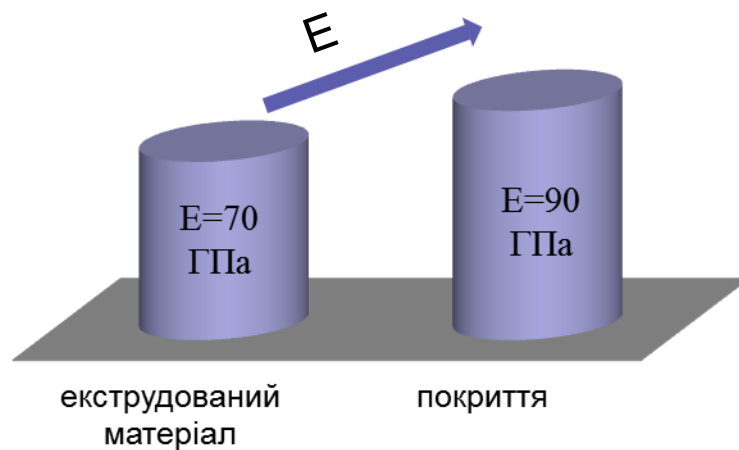
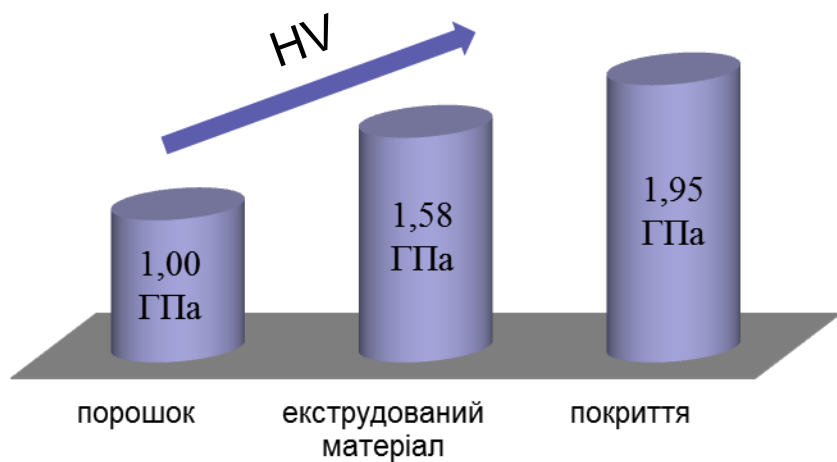


а – вихідний порошок, отриманий методом WA-N;
б – консолідований ХГН; в – консолідований екструзією

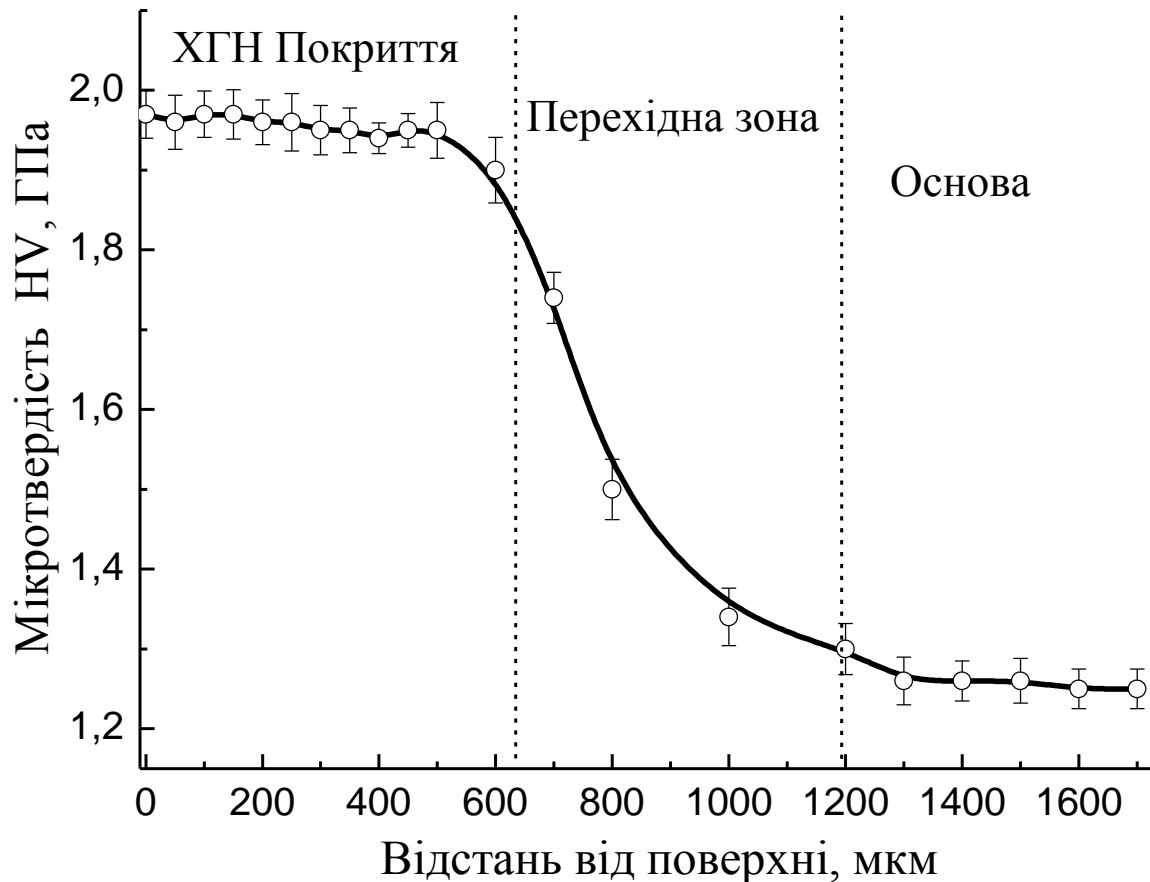


На ПЕМ зображеннях квазікристалічні частки виявляють характерну сферичну форму, їх середній розмір в більшості полів зору коливається в межах 50–200 нм, а ротаційна симетрія 5-го порядку підтверджується виглядом електронограми.

Механічні властивості $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву



Деформаційне зміцнення сталеві підкладки після ХГН



Товщина зміцненої зони становить 0,6 мм. Твердість зони підкладки у безпосередній близькості до покриття збільшується на 50%, зменшуючись із збільшенням відстані до покриття.

- На прикладі $\text{Al}_{94}\text{Fe}_3\text{Cr}_3$ сплаву експериментально обґрунтовано ефективність застосування техніки ХГН щодо збереження дисперсних частинок метастабільної квазікристалічної фази. Не змінюючи своєї форми та розмірів квазікристалічні частинки залишаються в структурі пластично деформованих порошкових частинок покриття, формуючи щільне покриття за відсутності дефектів типу тріщин та розшарувань.
- Встановлено, що на відміну від консолідації порошкового сплаву методом екструзії, яку реалізують при підвищених температурах (653 K) консолідація в умовах ХГН, яка відбувається при низькій температурі (573K), сприяє повному збереженню вмісту метастабільної квазікристалічної і-фази в алюмінієвій матриці.
- Встановлено, що, перевищуючи мікротвердість HV вихідних порошків вдвічі, мікротвердість покриттів сплаву $\text{Al}_{94}\text{Fe}_3\text{Cr}_3$, консолідованих технікою ХГН, досягає 1,95 ГПа. Крім того, внаслідок більшого вмісту квазікристалічної фази та надвисокої швидкості деформації ($\sim 10^{-5}$ - 10^7 c^{-1}) характеристики міцності (модуль Юнга E , мікротвердість HV , умовна границя плинності $\sigma_{0,2}$) покриттів є на 23-28 % вищими за відповідні характеристики сплаву, консолідованого теплою екструзією.

4. Незважаючи на значне зміцнення матеріалу покриття зі сплаву $Al_{94}Fe_3Cr_3$, консолідованого технікою ХГН, яке характеризується високими модулем Юнга $E = 90,0 \pm 2,5$ ГПа, мікротвердістю $HV = 1,95 \pm 0,02$ ГПа та границею плинності $\sigma_{0,2} = 470$ МПа, характеристика пластичності $\delta_H/\delta_A = 0,85/0,84$ виявляється на 8-9 % меншою від цього параметру $\delta_H = 0,92$ для вихідного порошку, залишаючись, все ж, наближеною до критичного значення ($\delta_H = 0,90$), яке свідчить про пластичну поведінку матеріалу в умовах розтягнення та згину, і достатньою ефективного функціонування поверхневих шарів без руйнування під навантаженням.

5. Показано, що на відміну від інших газотермічних способів нанесення покриттів (методів плазмового та детонаційного напилення) метод ХГН одночасно виявляється ефективним методом зміцнення матеріалу покриття та підкладки при низьких температурах, дозволяючи гнучко керувати їх механічними властивостями не тільки за рахунок зміни фазового складу але й деформаційного зміцнення під впливом інтенсивної пластичної деформації.

6. Розрахована планова собівартість проведення НДР з урахуванням витрат всіх видів ресурсів. Обґрунтована актуальність та економічна доцільність проведення даної НДР.

7. В роботі проведено аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів при виконанні науково-дослідної роботи.



Дякую за увагу!