

# **ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра високотемпературних матеріалів та порошкової металургії**

**БАКАЛАВРСЬКА ДИПЛОМНА РОБОТА  
НА ТЕМУ:**

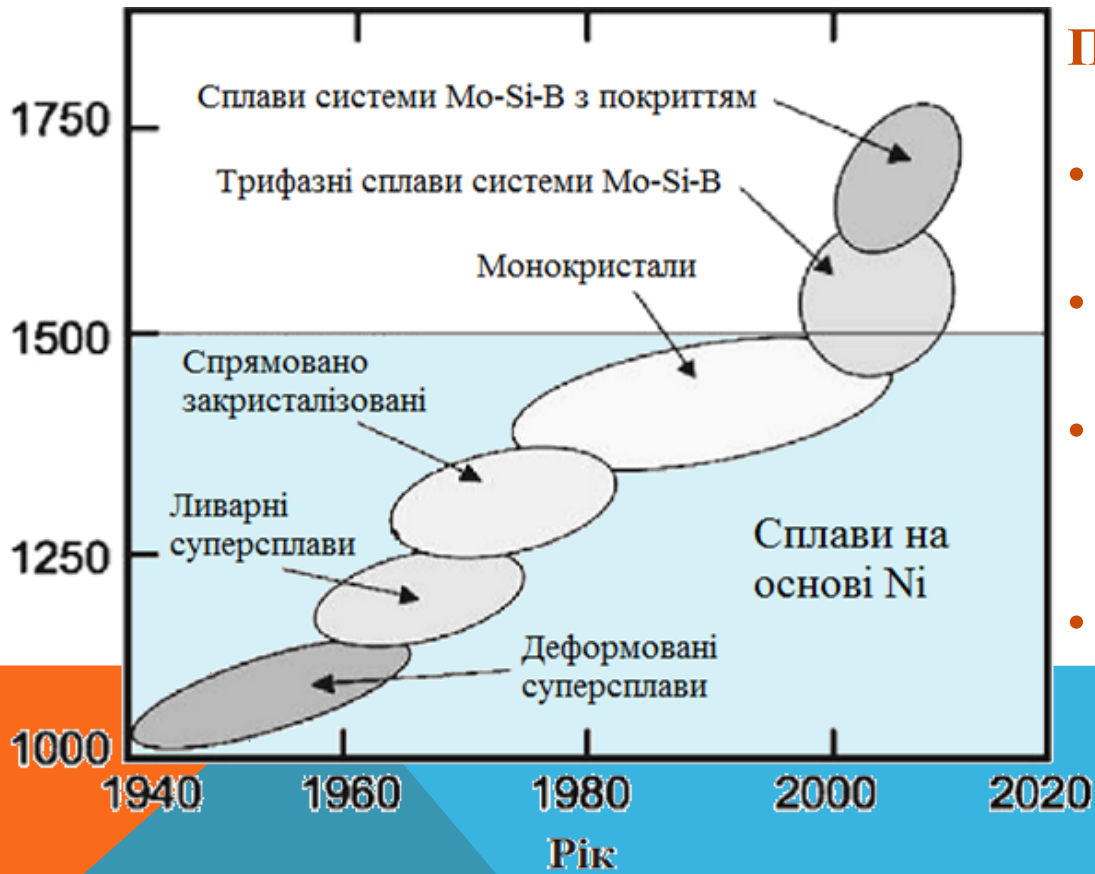
**«СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ  
СПРЯМОВАНО ЗАКРИСТАЛІЗОВАНИХ  
СПЛАВІВ СИСТЕМИ МО-SI-B»**

**Виконав: студент гр. ФК-12  
Упатов М.І.**

**Керівник роботи: доцент Богомол Ю.І**

# Актуальність

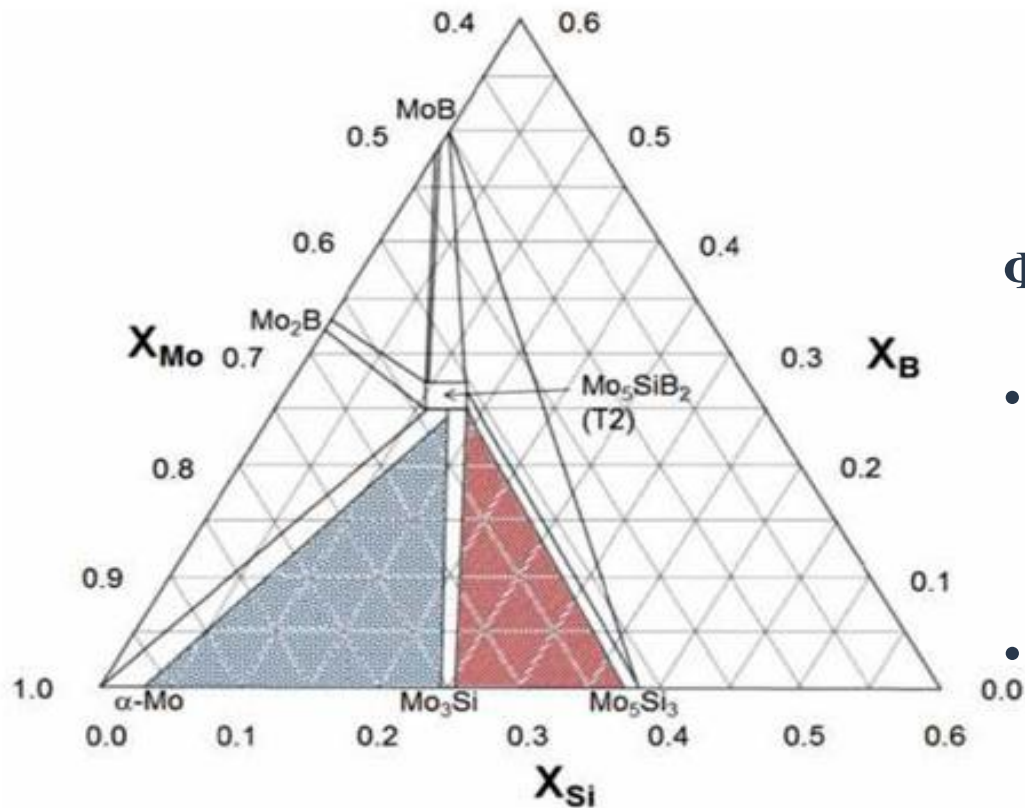
Максимальна робоча температура  
в газових турбінах, °C



## Переваги:

- Збільшення робочої температури
- Відсутність охолоджувальних систем
- Підвищення продуктивності газових турбін
- Зменшення шкідливих викидів в атмосферу

# Сплави системи Mo-Si-B



## Фази в сплаві Mo-Si-B:

- Мо-необхідний для підвищення пластичності та в'язкості
- $\text{Mo}_3\text{Si}$  та  $\text{Mo}_5\text{SiB}_2$  показують чудову стійкість до окиснення і повзучості

# Мета роботи

Дослідження структури і властивостей спрямовано закристалізованих сплавів Mo-17,5Si-8B та Mo-17,5Si-10B одержаних з та без додаткового перемішування шляхом обертання зразка під час зонної плавки.

## Завдання

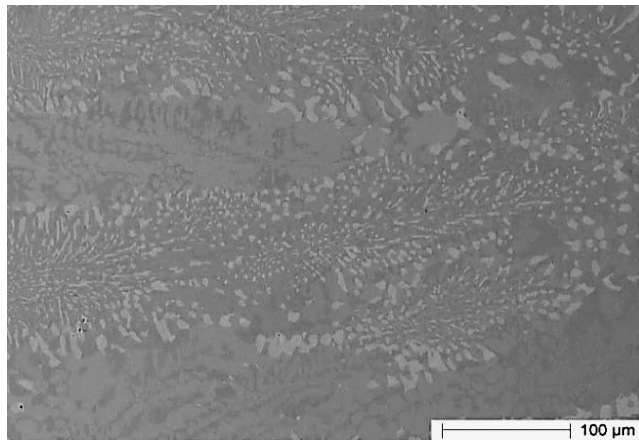
- Проаналізувати існуючий стан проблеми в області жаростійких сплавів системи Mo-Si-B.
- На основі проаналізованих даних обрати найбільш перспективний об'єкт дослідження.
- Методом безтигельної зонної плавки одержати зразки сплавів Mo-17,5Si-8B та Mo-17,5Si-10B.
- Дослідити макро- і мікроструктуру сплавів Mo-17,5Si-8B та Mo-17,5Si-10B.
- Дослідити хімічний та фазовий склад сплавів Mo-17,5Si-8B та Mo-17,5Si-10B.
- Дослідити мікромеханічні властивості сплавів Mo-17,5Si-8B та Mo-17,5Si-10B.

# Технологія виготовлення сплавів Mo-Si-B

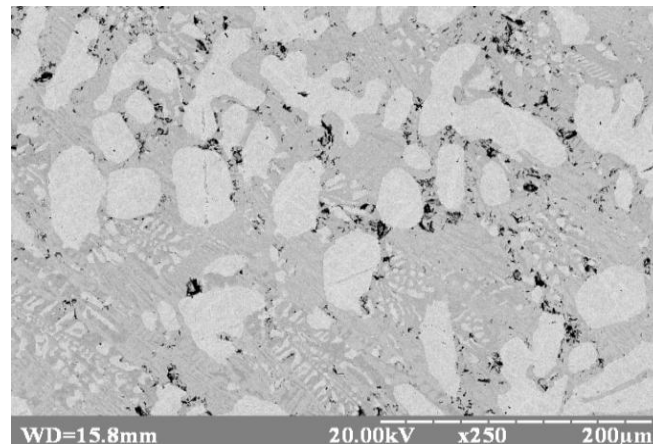


# Мікроструктура зразків

## вздовж напрямку кристалізації

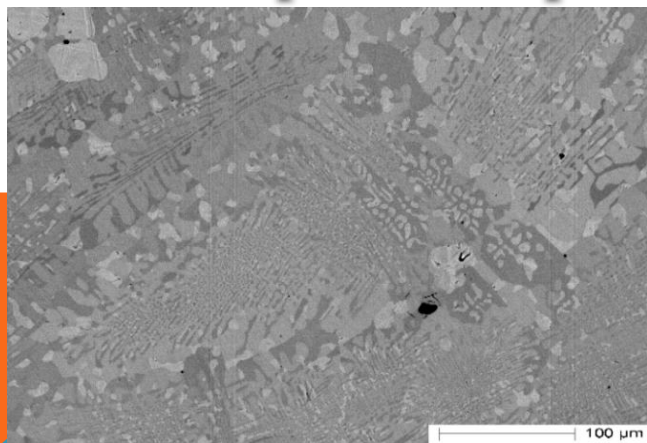


Mo-17,5Si-8B (без обертання)

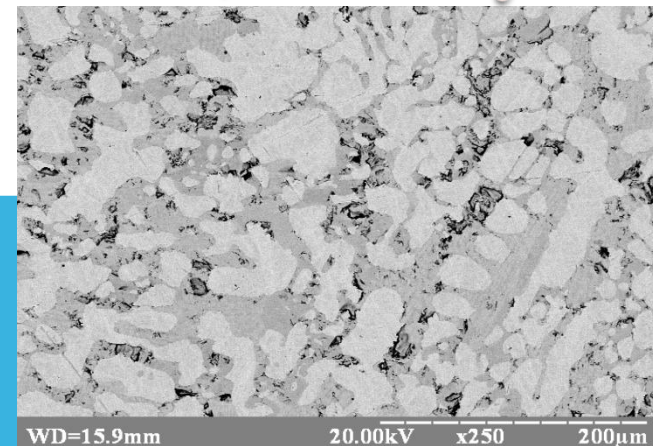


Mo-17,5Si-8B (з обертанням)

## поперек напрямку кристалізації сплаву



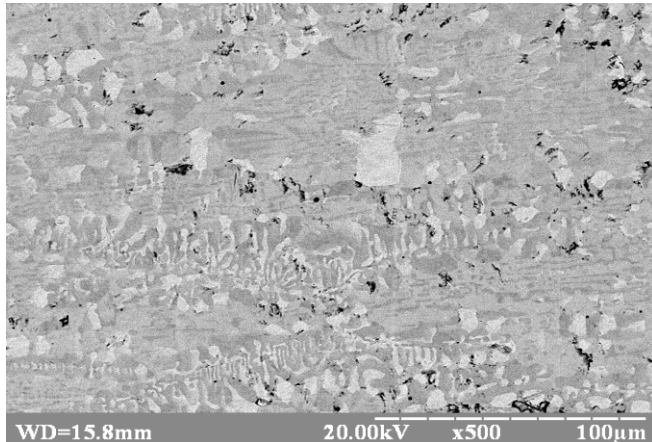
Mo-17,5Si-8B (без обертання)



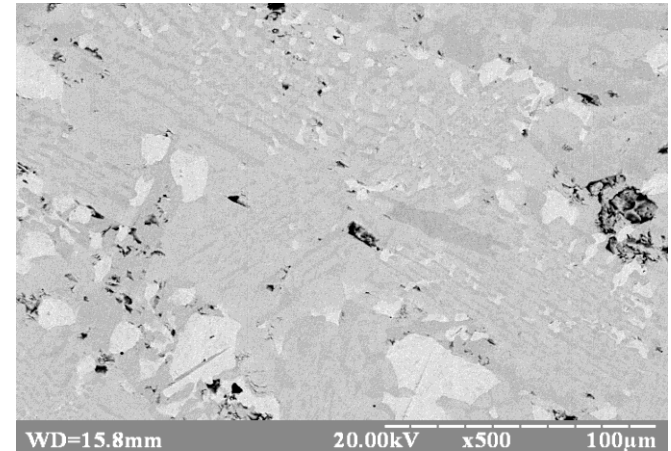
Mo-17,5Si-8B (з обертанням)

# Мікроструктура зразків

## вздовж напрямку кристалізації

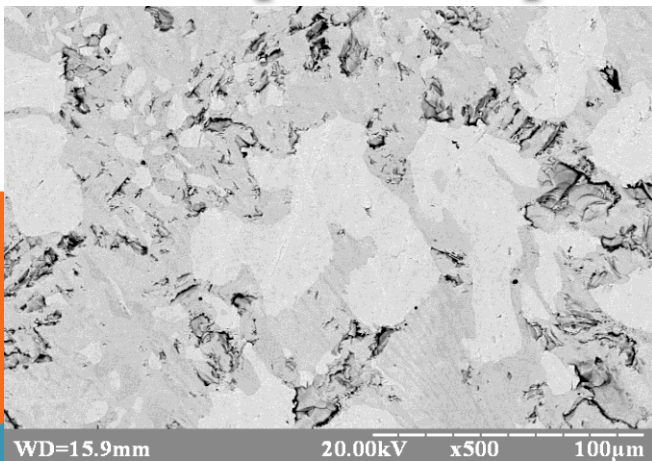


Mo-17,5Si-10B (без обертання)

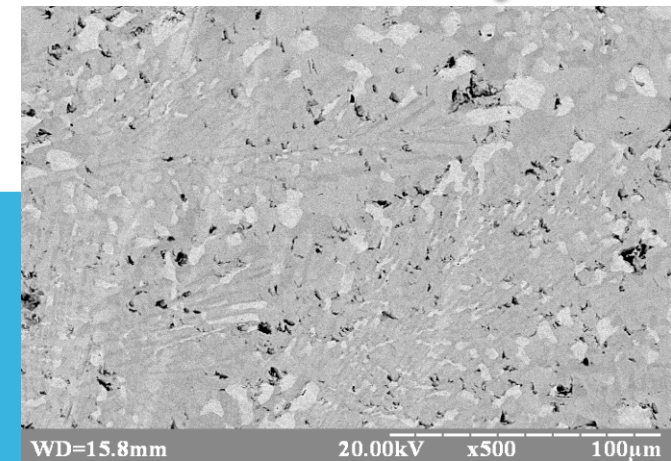


Mo-17,5Si-10B (з обертанням)

## поперек напрямку кристалізації сплаву



Mo-17,5Si-10B (без обертання)

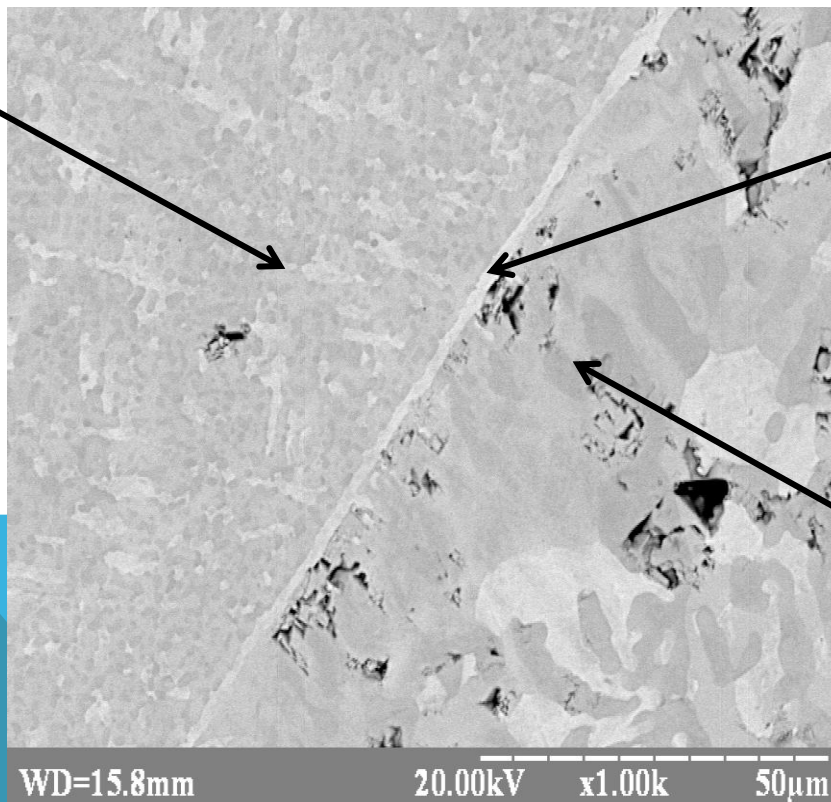


Mo-17,5Si-10B (з обертанням)

# Мікроструктура швидко закрісталізованого сплаву Mo-17,5Si-8B

Швидко закристалізована структура

Границя розділу  
двох структур



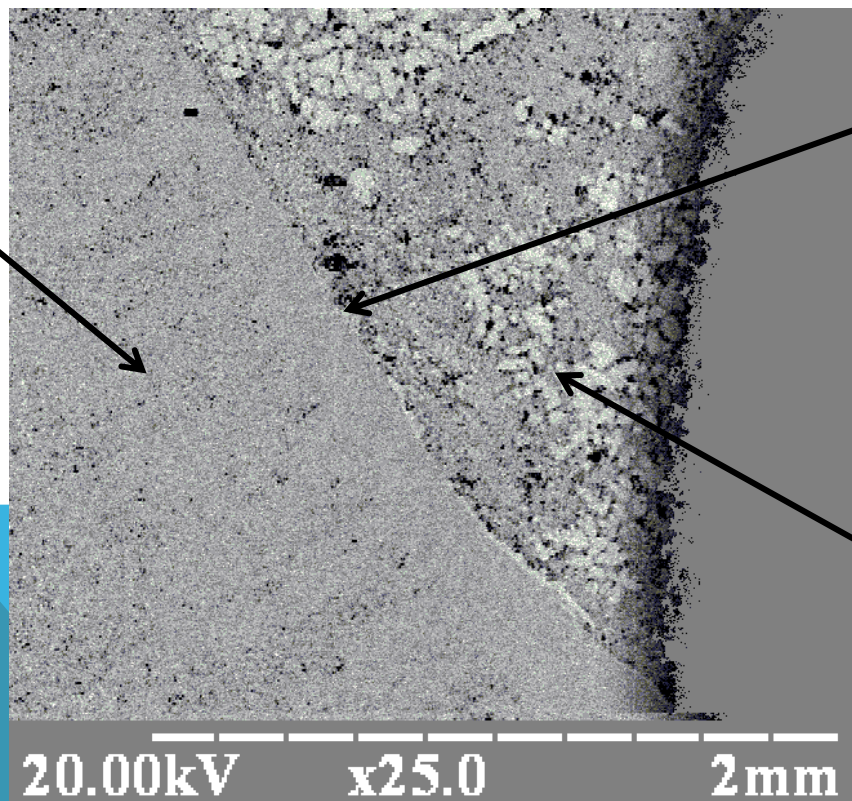
$V_{кр} = 1 \text{ мм/хв}$



# Мікроструктура швидко закрісталізованого сплаву Mo-17,5Si-10V

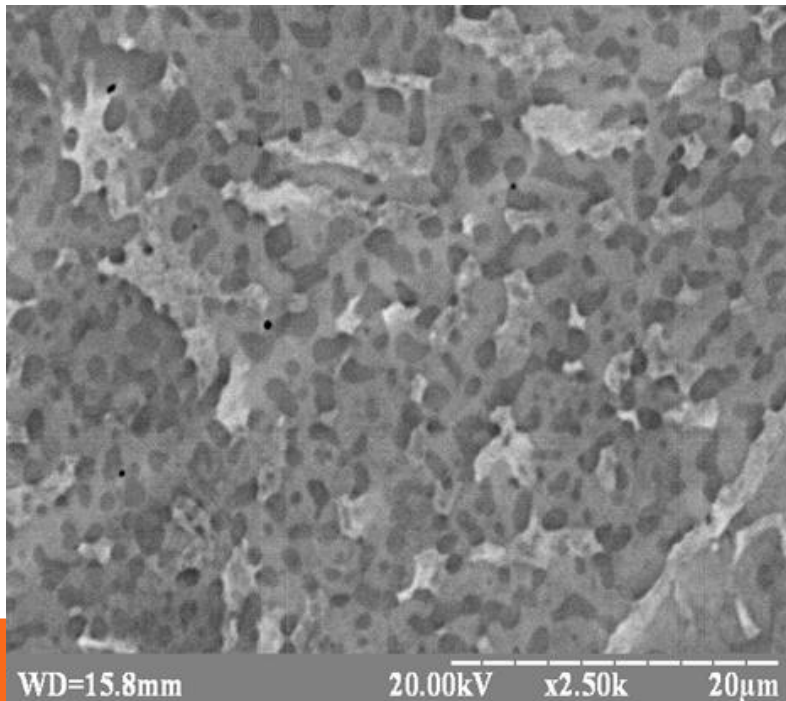
Швидко закристалізована структура

Границя розділу  
двох структур

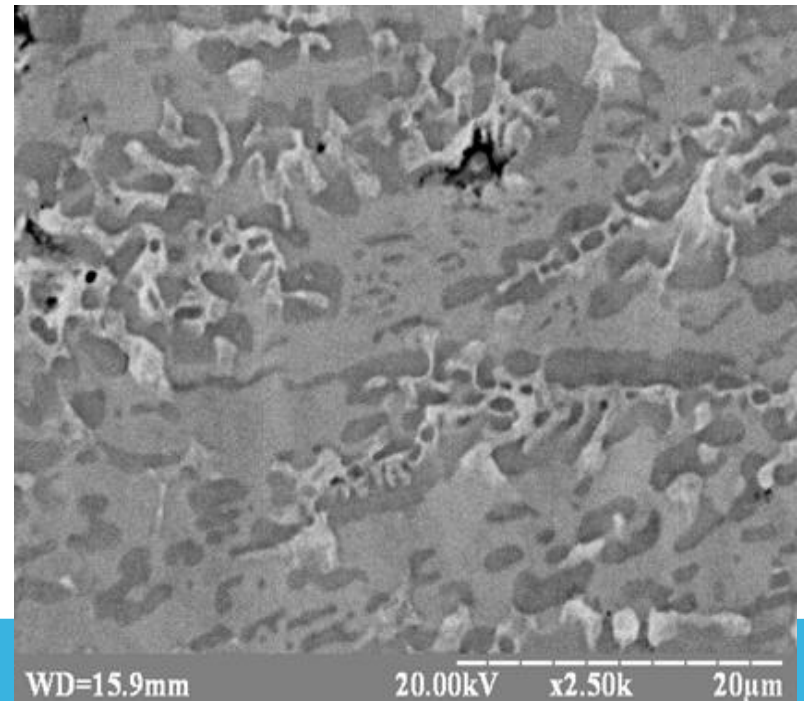


$V_{кр} = 1$  мм/хв

# Евтектична дрібнозерниста ділянка для швидкозакристалізованих сплавів

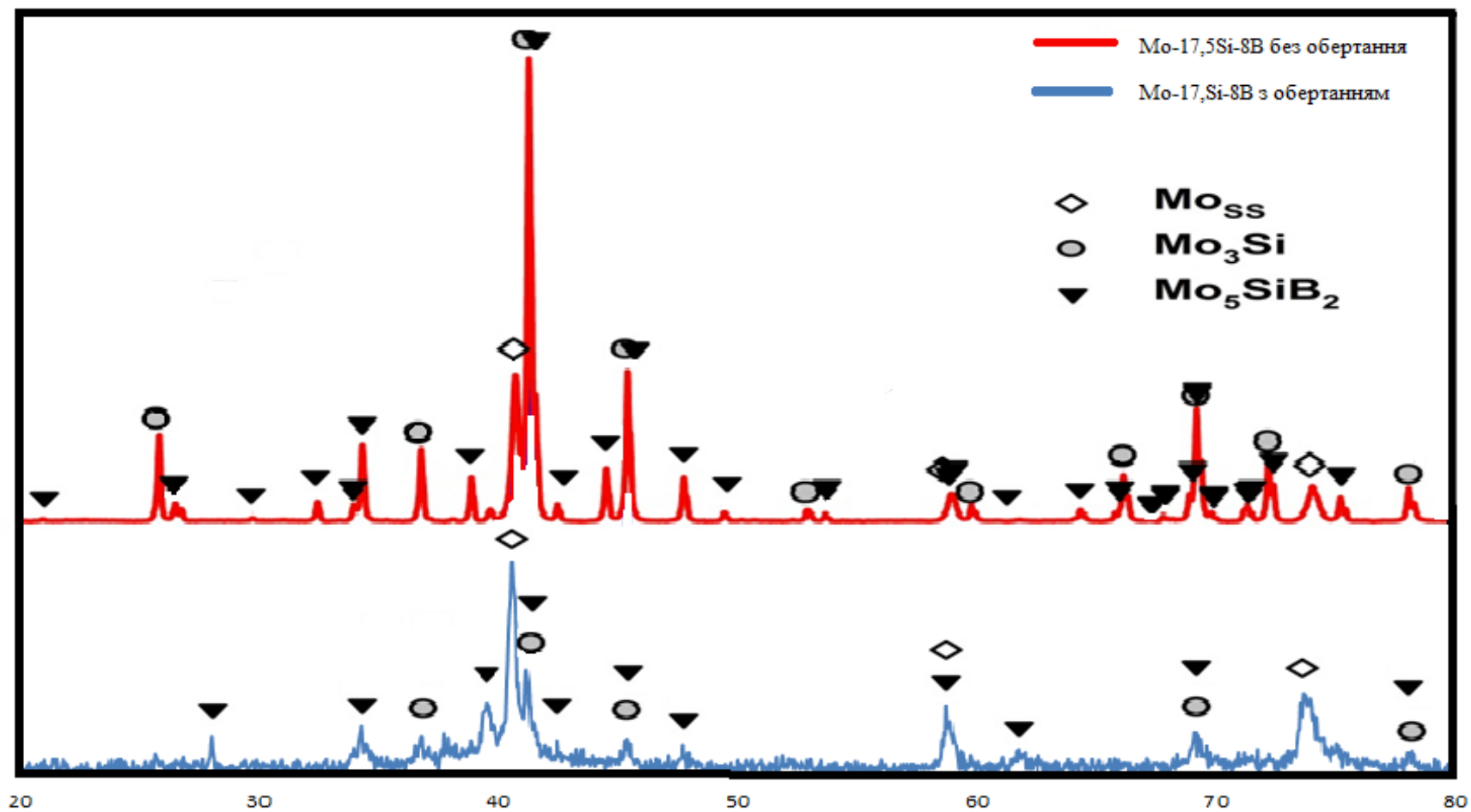


Mo-17,5Si-8B

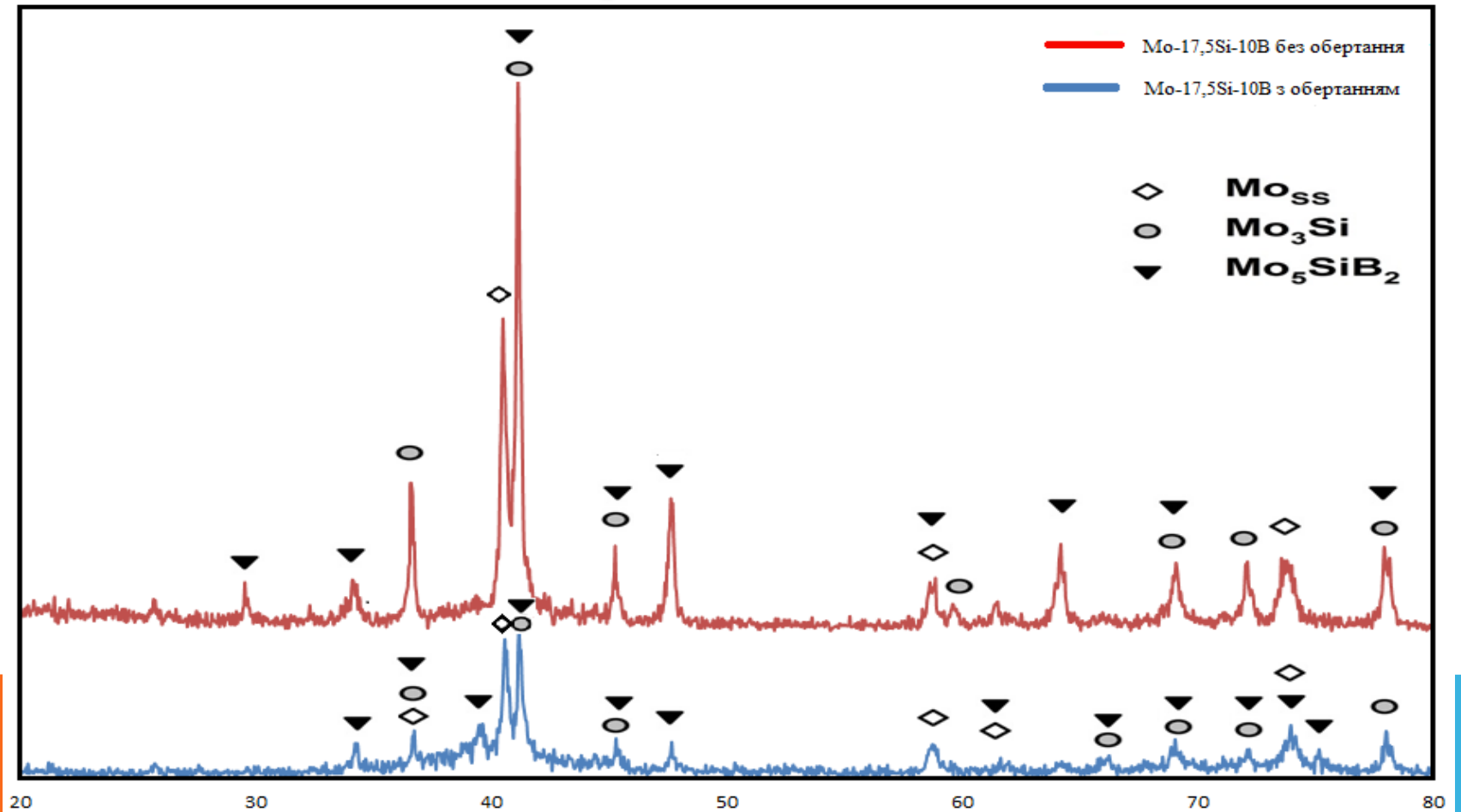


Mo-17,5Si-10B

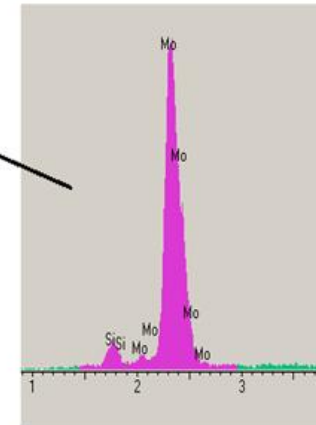
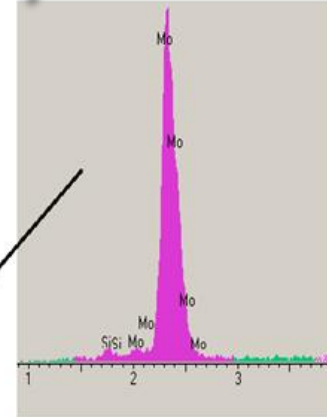
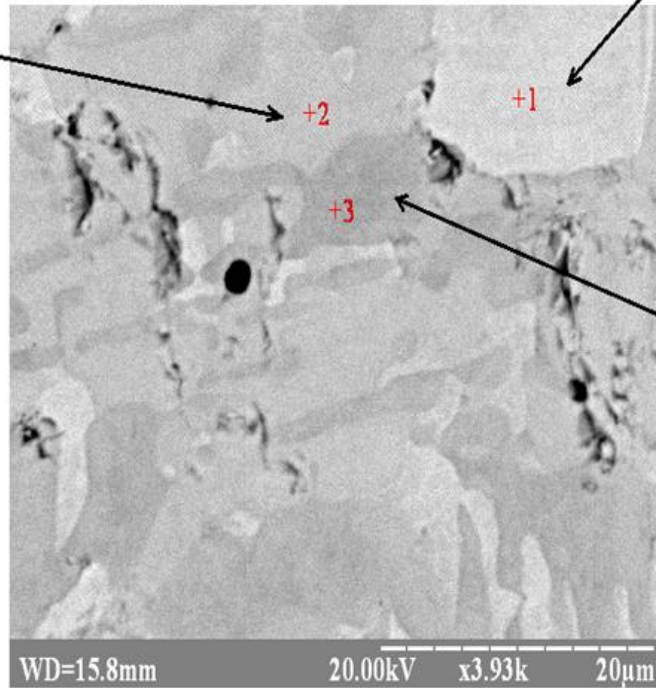
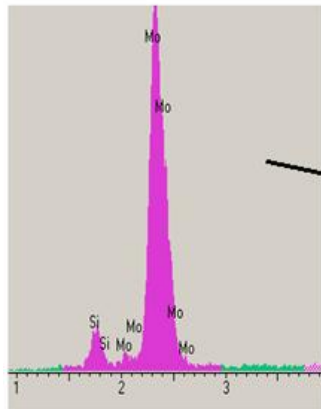
# Рентгенофазовий аналіз



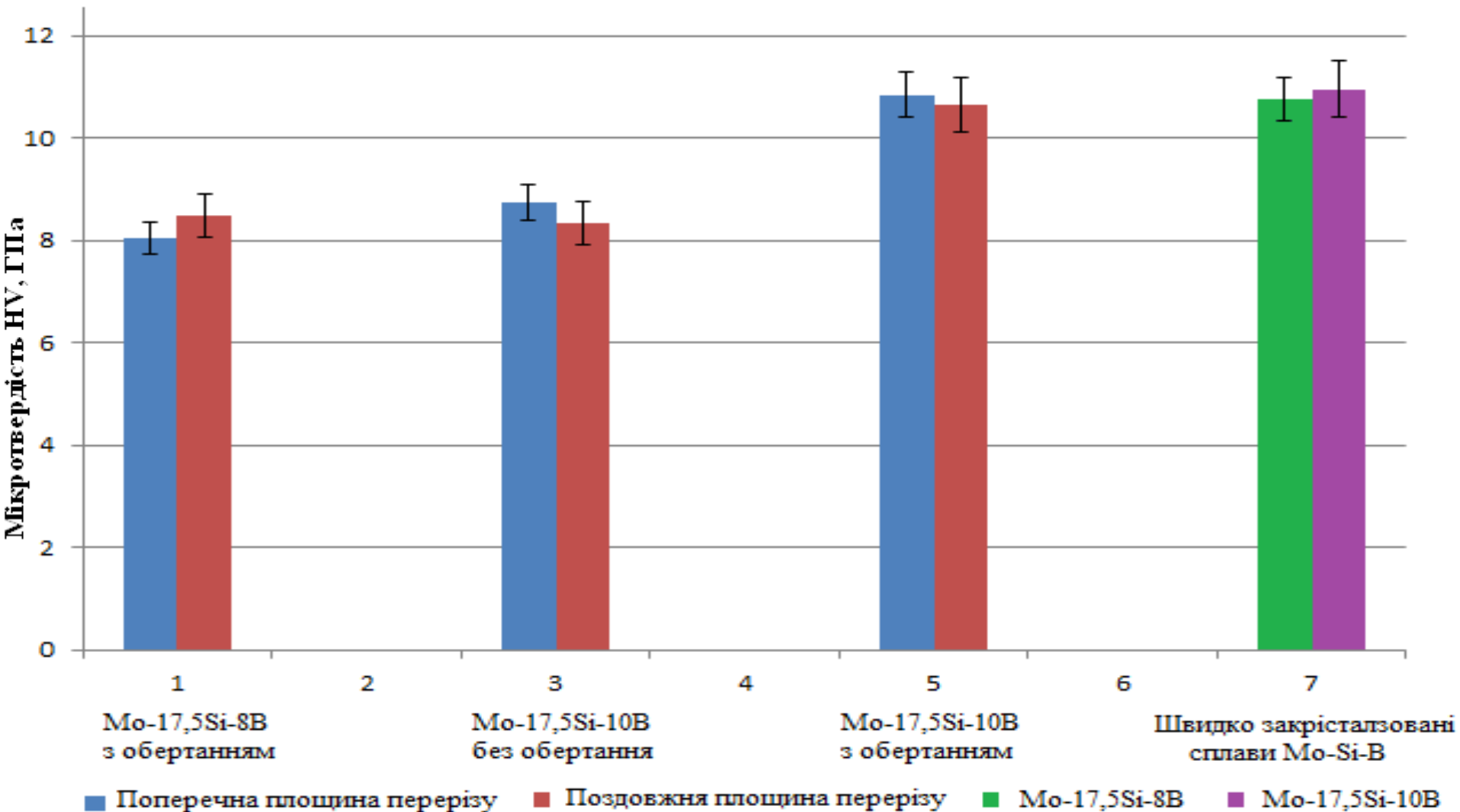
# Рентгенофазовий аналіз



# Мікроренгеноспектральний аналіз сплаву Мо-17,5Si-10В



# Мікротвердість



# ВИСНОВКИ

- Аналіз мікроструктури сплавів показав, що сплави отримані з обертанням мають більш дрібнозернисту, гомогенну структуру .
- Аналіз мікроструктури швидкозакрісталізованих сплавів Mo-Si-B показав наявність дрібнозернистої структури з розміром зерна  $d=1...5\text{мкм}$ .
- Рентгенофазовий аналіз підтвердив наявність трьох фаз і визначив, що це фази  $\text{Mo}_3\text{Si}$ ,  $\text{Mo}_5\text{SiB}_2$  та твердий розчин молібдену.
- Дослідження мікротвердості показали, що при виготовлені зразків з обертанням значення інтегральної мікротвердості зростає від 8,73 до 10,83 ГПа в поперечному напрямку та від 8,32 до 10,65 ГПа в продольному напрямку для сплаву Mo-17,5Si-10B на відміну від виготовлених зразків звичайним методом.

**Дякую за увагу!**

