

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Інженерно-фізичний факультет  
Кафедра високотемпературних матеріалів та порошкової металургії

**МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ НА ТЕМУ:**

**“Уточнення координат евтектик в системах**  
**ZrO<sub>2</sub>-MeB<sub>2</sub>”**

**Виконав: студент гр. ФН-71мп  
Баліцький О. М.**

**Керівник роботи:  
доцент, к.т.н  
Кисла Г. П.**

# Мета роботи:

Уточнення координат евтектичних сплавів систем **ZrO<sub>2</sub>-MeB<sub>2</sub>** за допомогою залежності температури плавлення евтектики від молярного вмісту дибориду

## Завдання:

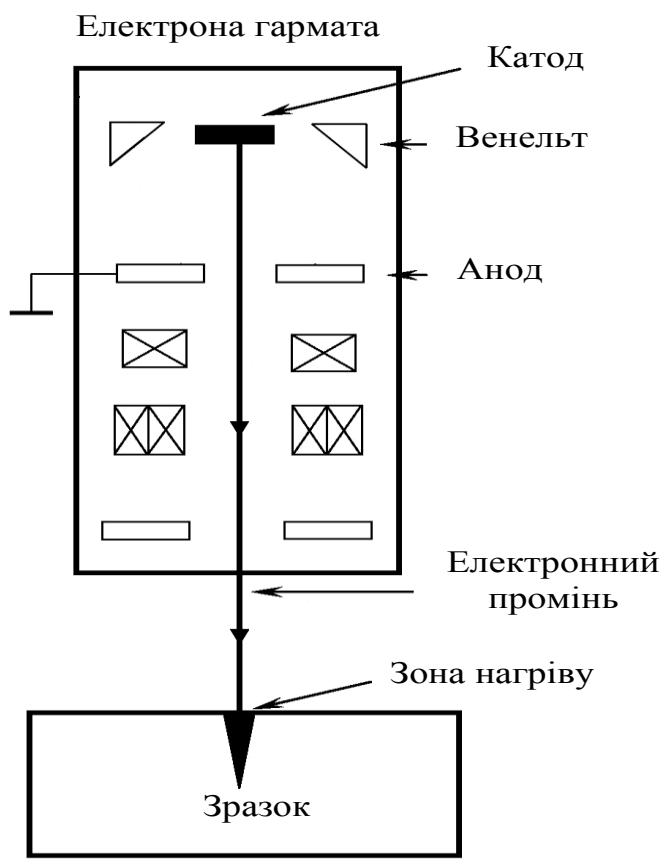
1. Отримати сплави систем ZrO<sub>2</sub>-NbB<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>-HfB<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>-ZrB<sub>2</sub> та визначити координати їх евтектик.
2. Побудувати залежність температури плавлення евтектики від молярного вмісту дибориду.
3. Отримати евтектичний сплав ґрунтуючись на розрахункових даних.

**Костанта відношення температур плавлення  
евтектики до суми температур плавлення  
компонентів**

$$T_E / (T_A + T_B) = \text{Const}$$

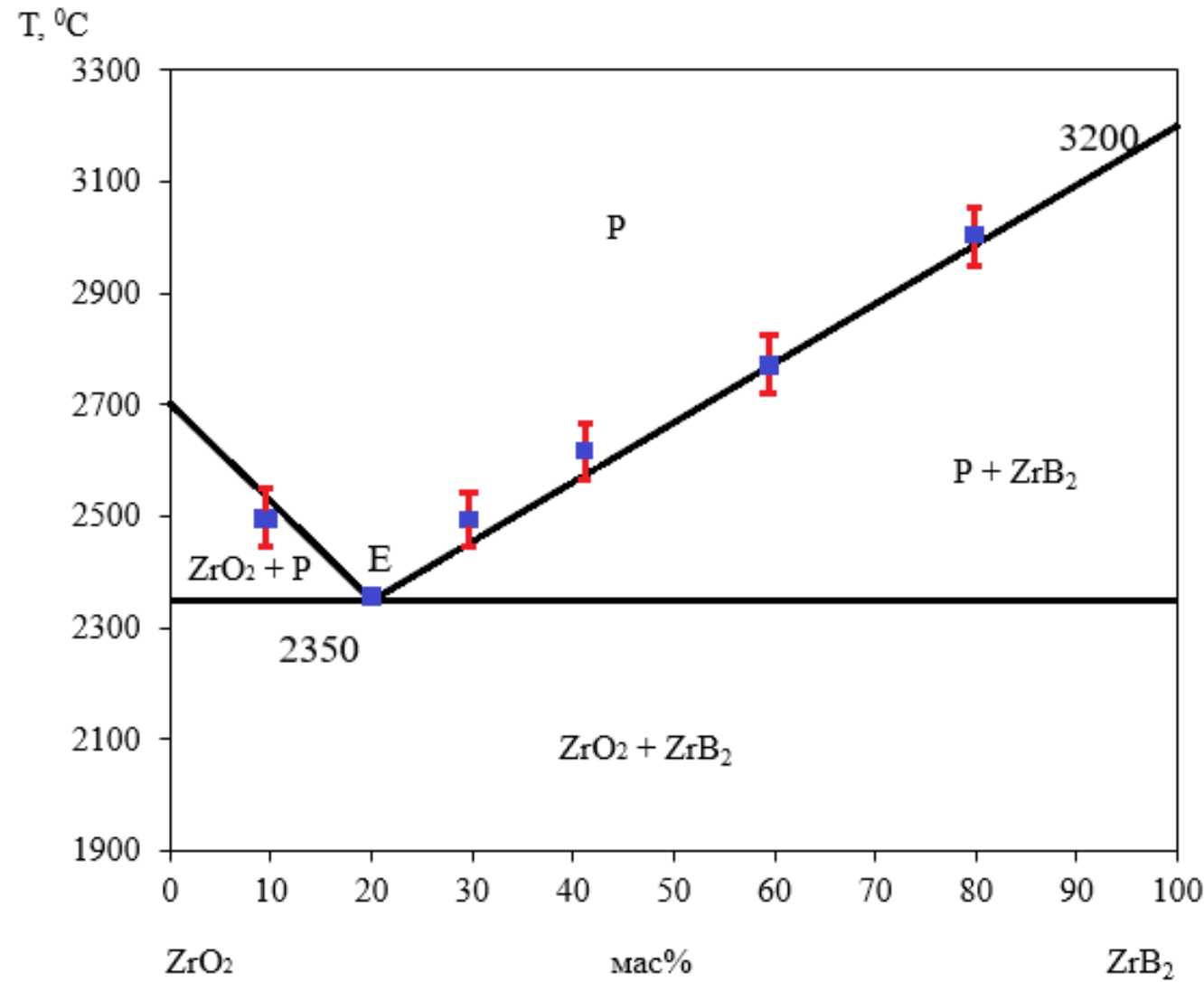
# Вихідні матеріали та методики отримання сплавів систем

*В якості вихідних матеріалів використовували порошки діоксиду цирконію ( $ZrO_2$ ) та диборидів перехідних металів ( $HfB_2$ ,  $NbB_2$ ,  $ZrB_2$ )*

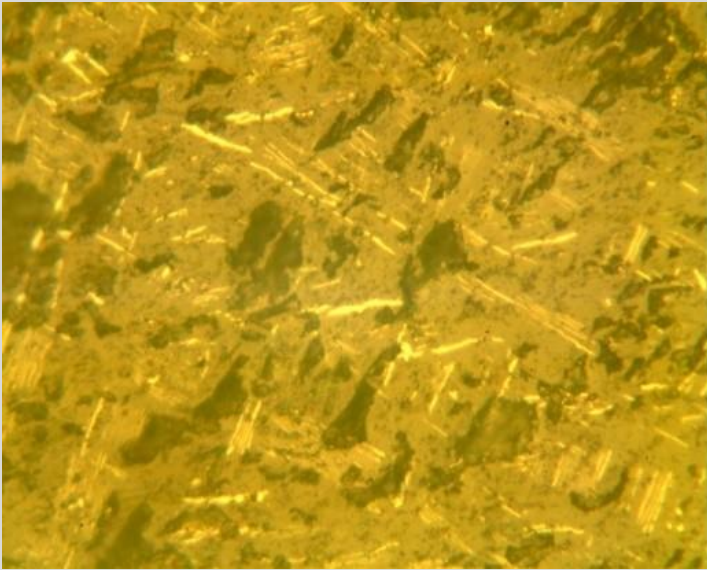


Принципова схема апарату «ЕЛА-6»

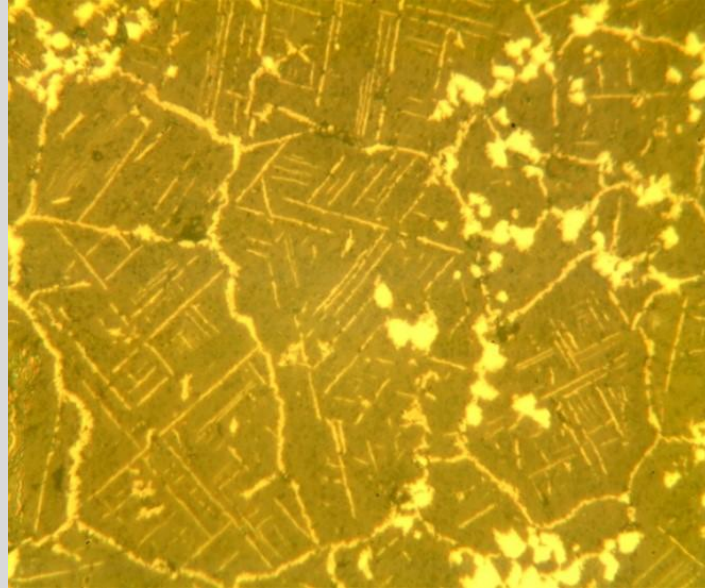
# Діаграма плавкості квазібінарної системи $ZrO_2-ZrB_2$



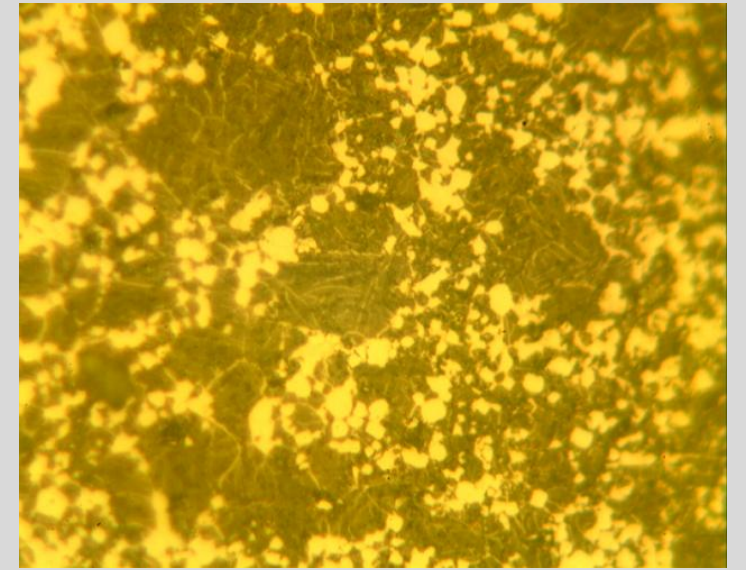
# Мікроструктура сплавів системи $\text{ZrO}_2\text{-ZrB}_2$



Доевтектичний сплав,  
10%  $\text{ZrB}_2$

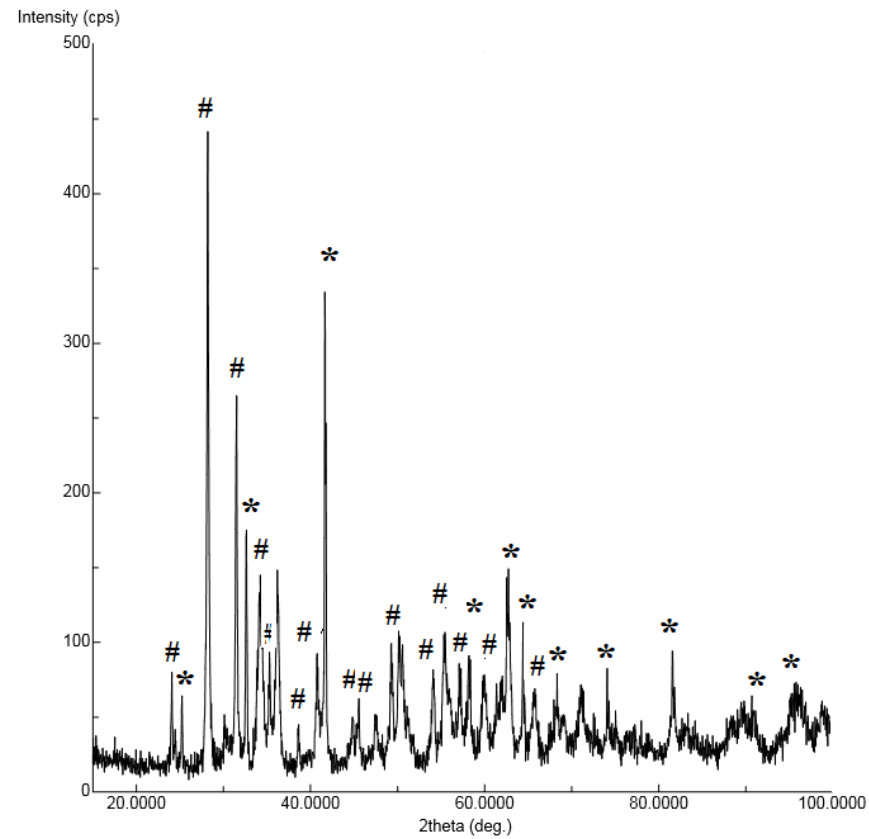


Евтектичний сплав,  
20%  $\text{ZrB}_2$



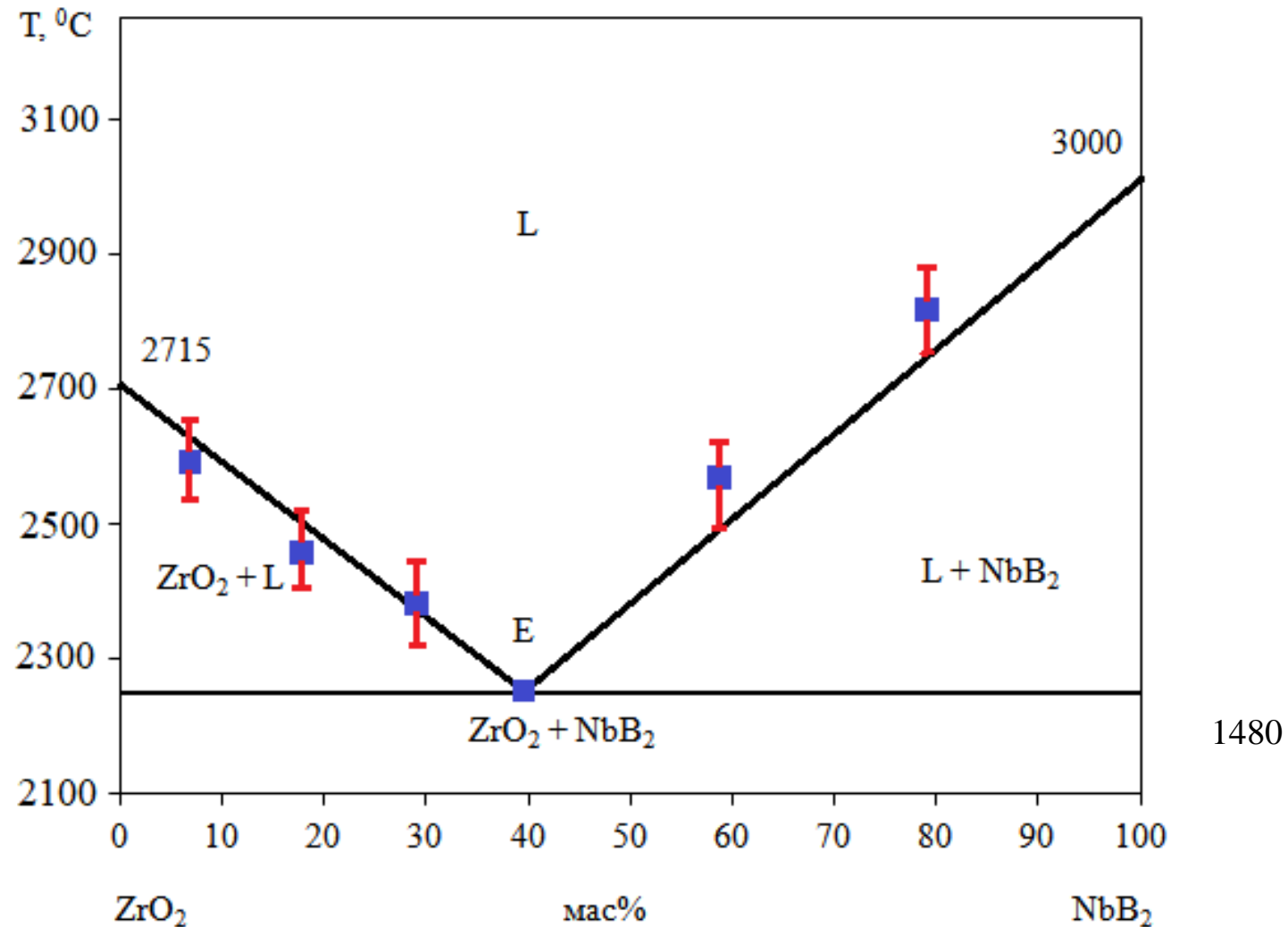
Заевтектичний сплав,  
40%  $\text{ZrB}_2$

# Дифрактограма сплаву $ZrO_2$ -20 мас. % $ZrB_2$



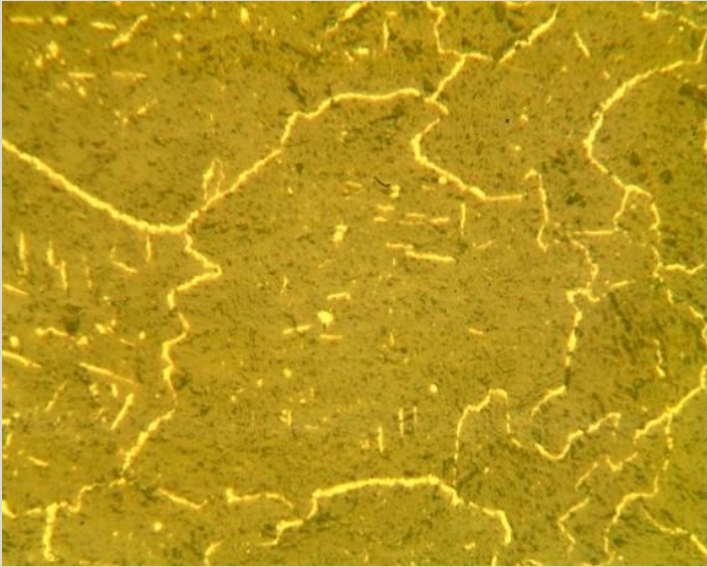
# -  $ZrO_2$ , \* -  $ZrB_2$

# Діаграма плавкості квазібінарної системи ZrO<sub>2</sub>-NbB<sub>2</sub>

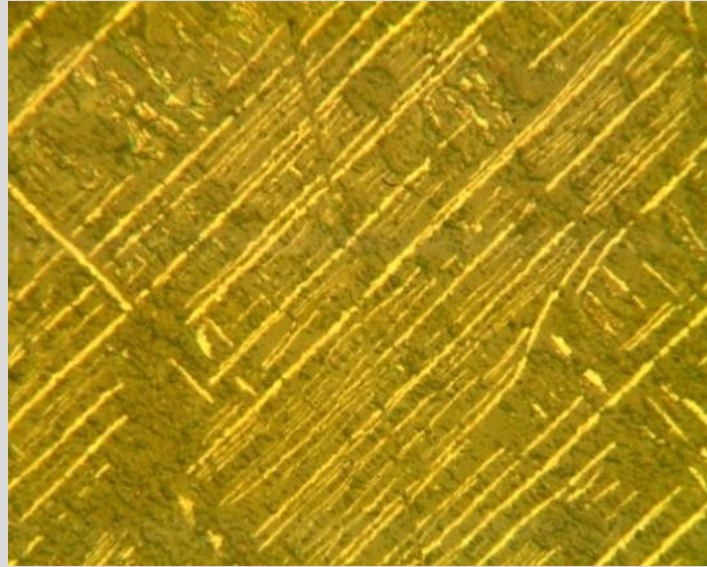




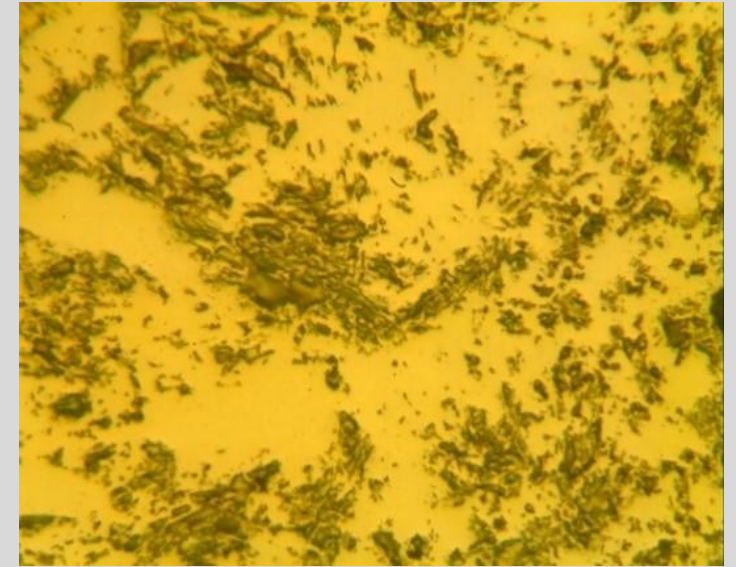
# Мікроструктура сплавів системи $\text{ZrO}_2\text{-NbV}_2$



Доевтектичний сплав,  
10% NbV<sub>2</sub>

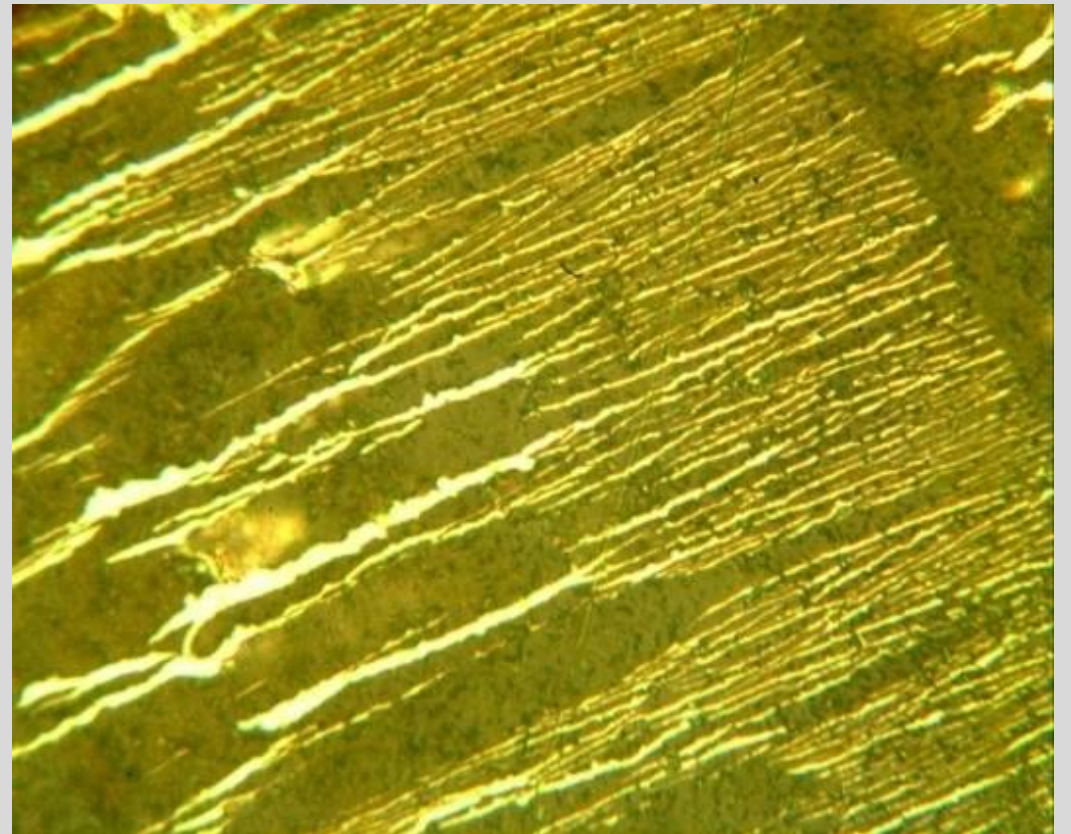
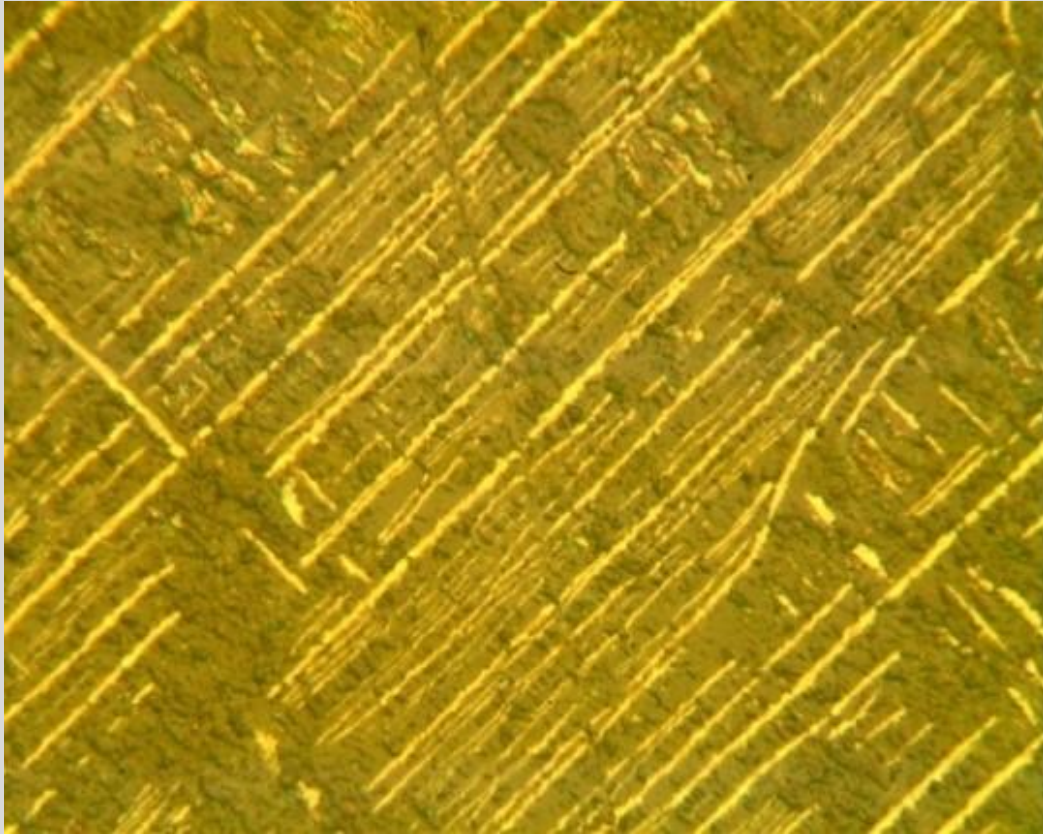


Евтектичний сплав,  
40% NbV<sub>2</sub>

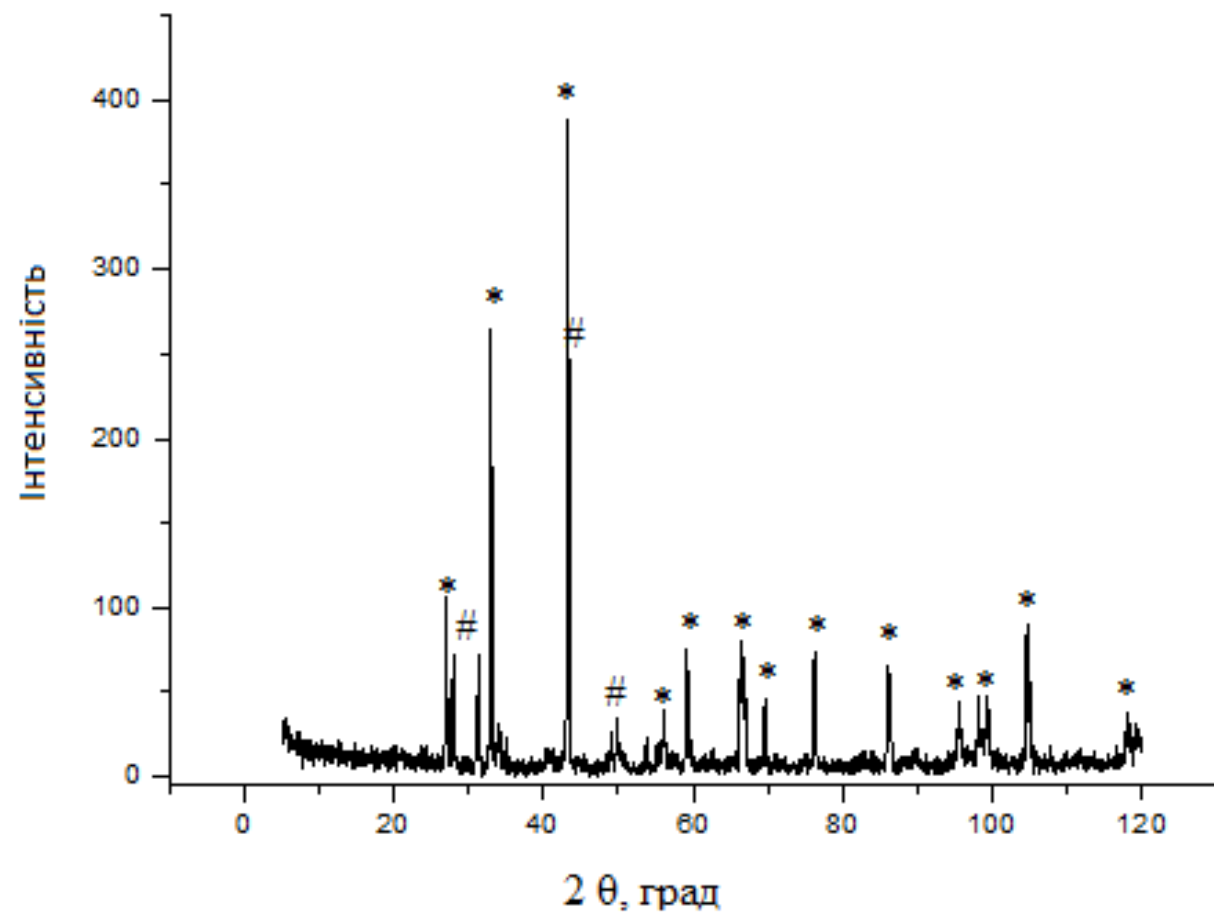


Заевтектичний сплав,  
90% NbV<sub>2</sub>

# Мікроструктура евтектичного сплаву $\text{ZrO}_2$ -40 мас. % $\text{NbV}_2$

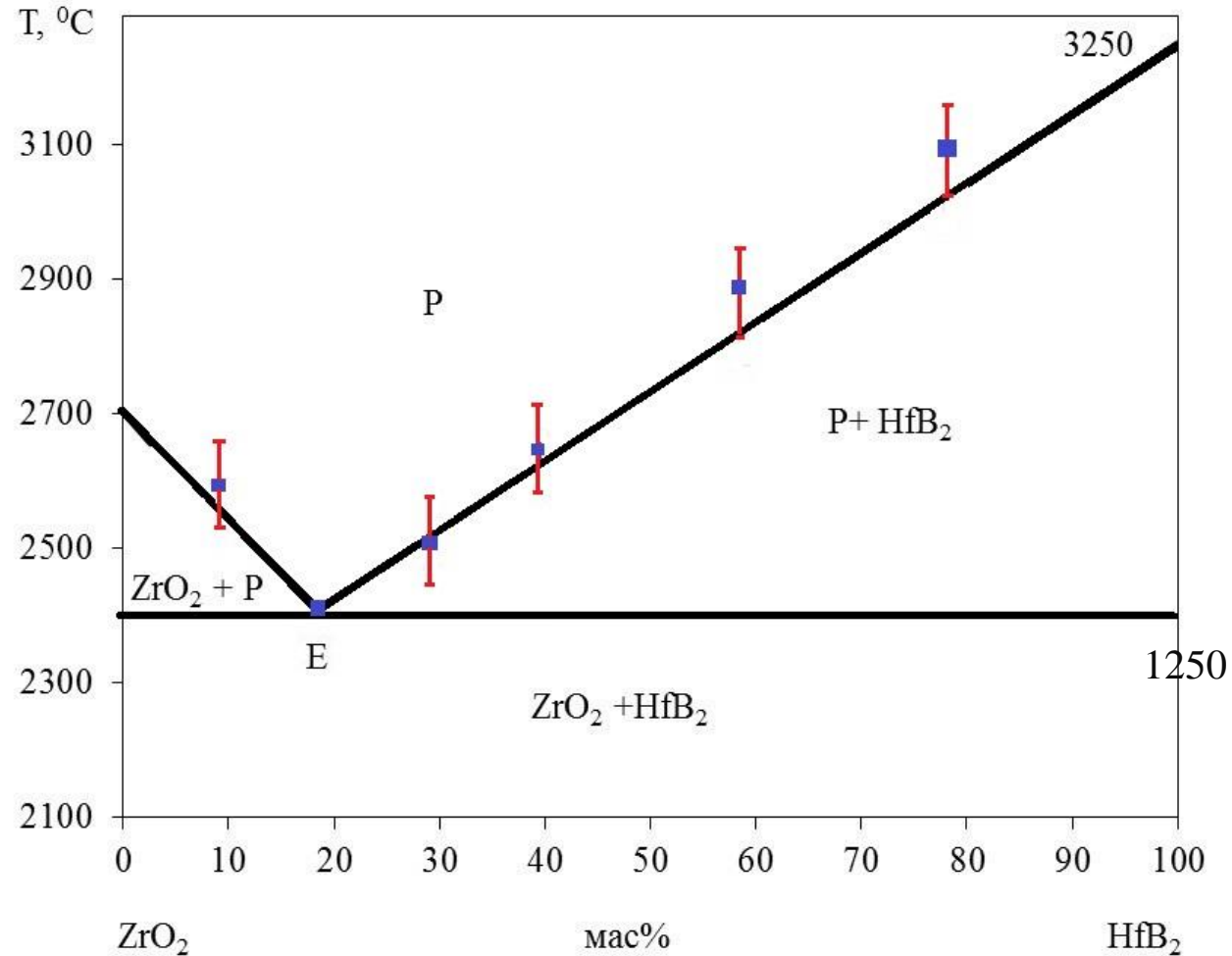


# Дифрактограма сплаву $ZrO_2$ - 40 мас. % $NbB_2$

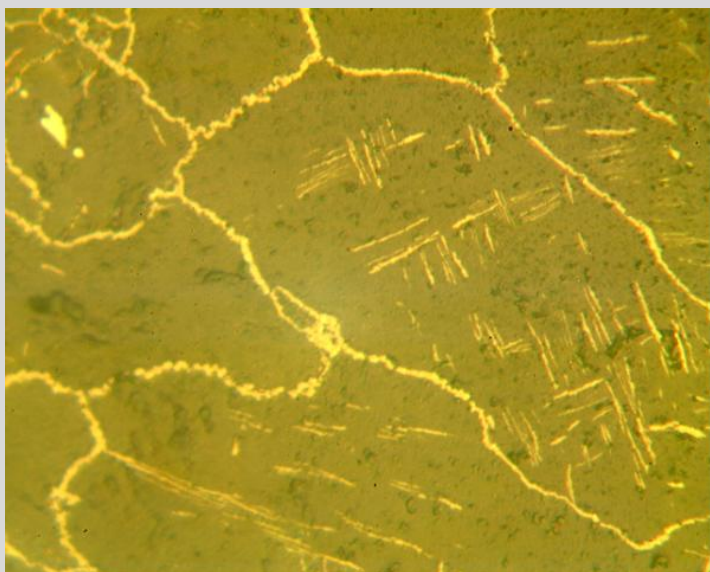


# -  $ZrO_2$ , \* -  $NbB_2$

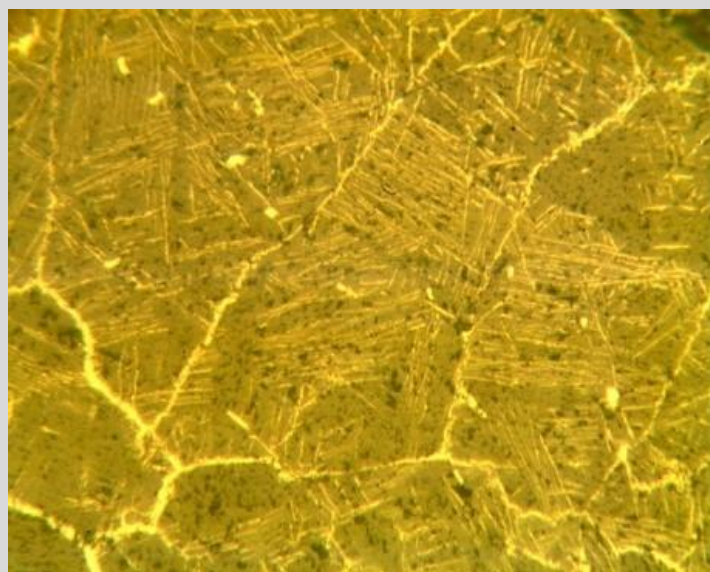
# Діаграма плавкості квазібінарної системи ZrO<sub>2</sub>-HfB<sub>2</sub>



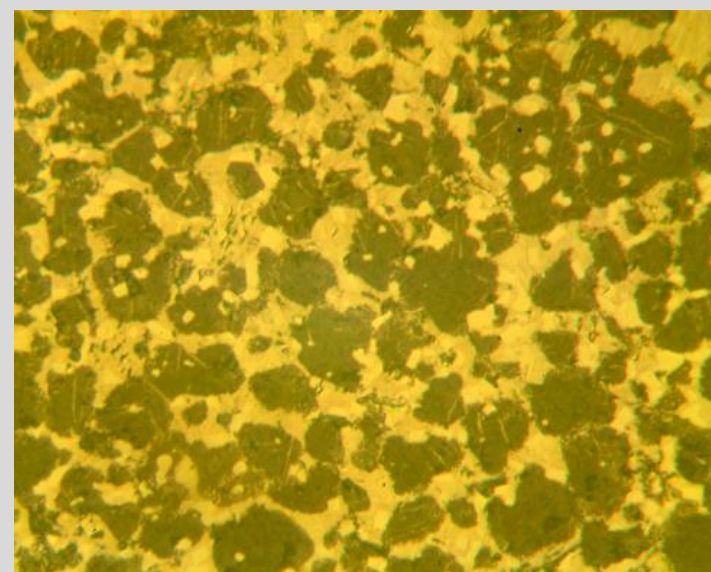
# Мікроструктура сплавів системи $\text{ZrO}_2\text{-HfB}_2$



Доевтектичний сплав,  
10%  $\text{HfB}_2$

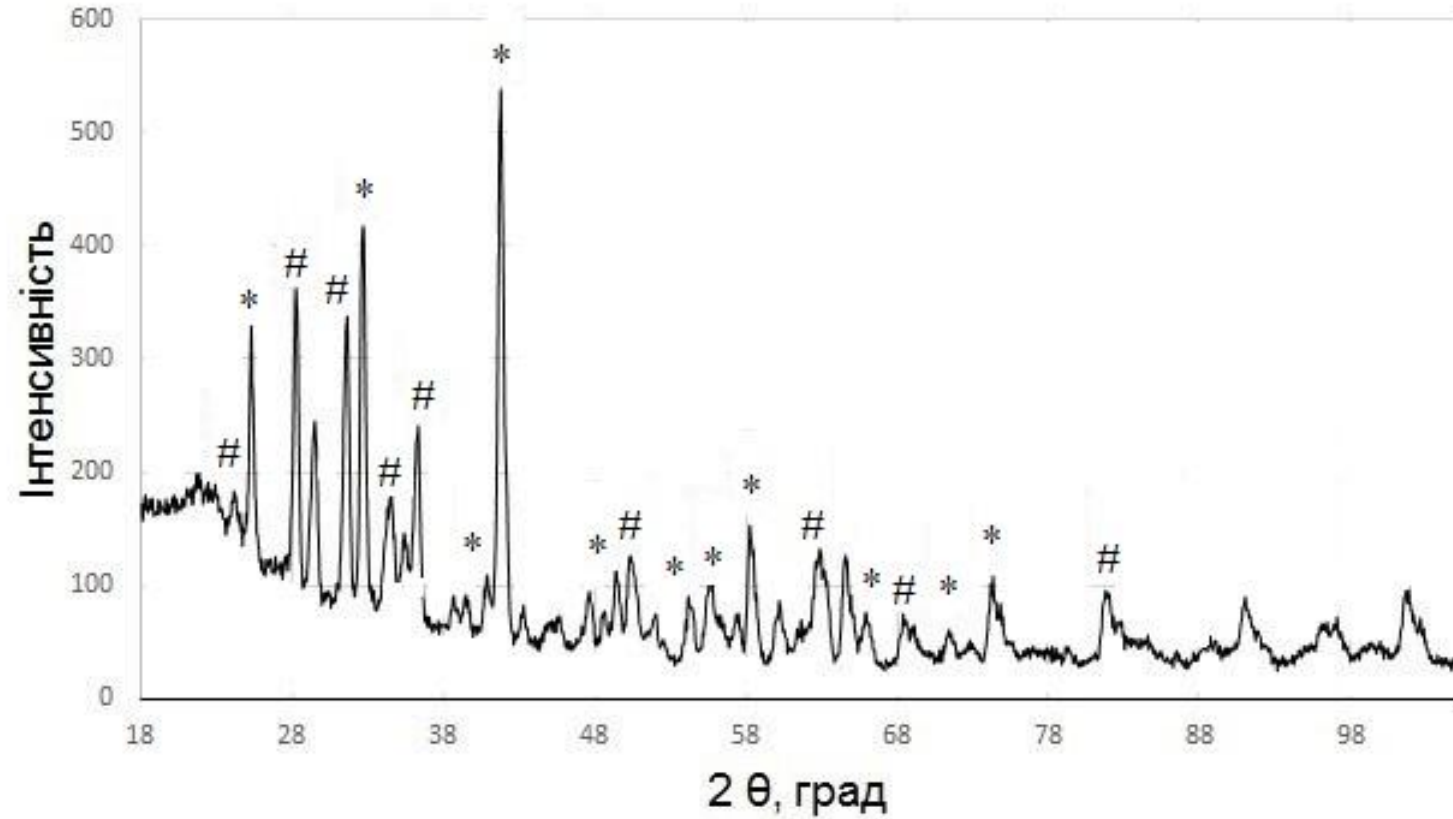


Евтектичний сплав,  
20%  $\text{HfB}_2$



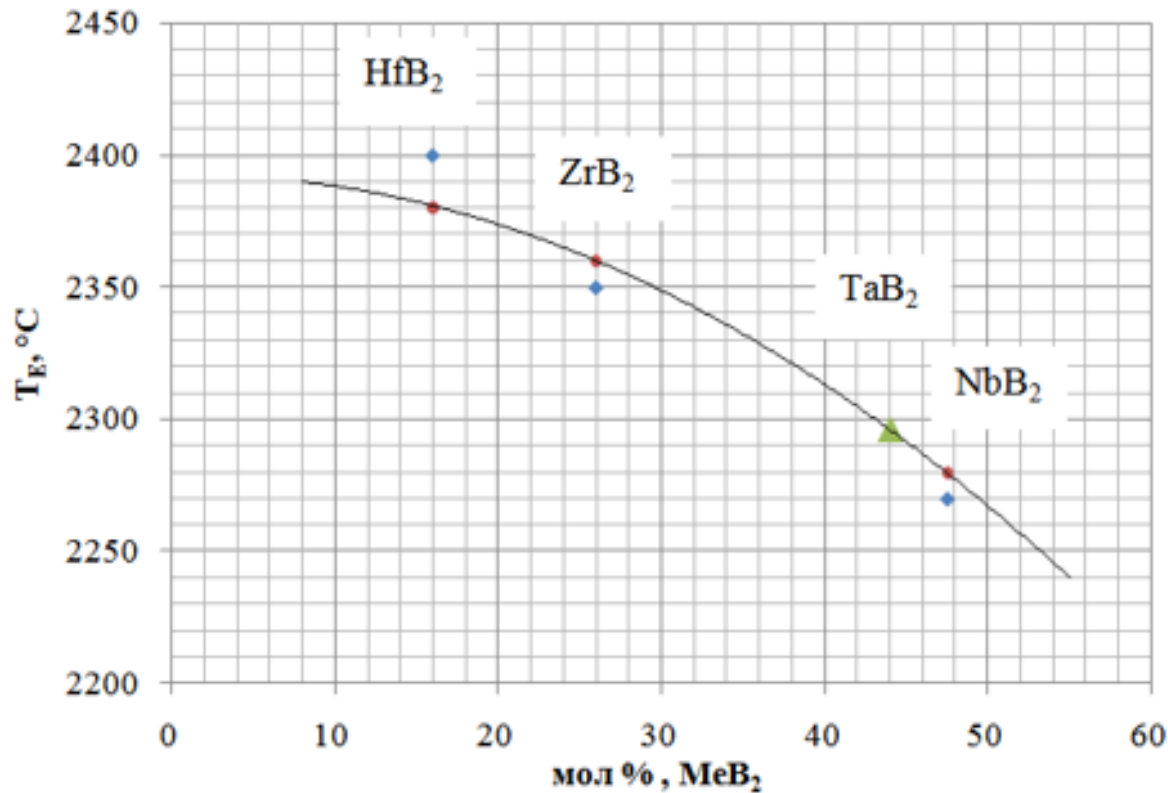
Заевтектичний сплав,  
40%  $\text{HfB}_2$

# Дифрактограма сплаву $ZrO_2$ - 60мас. % $HfB_2$



# -  $ZrO_2$ , \* -  $HfB_2$

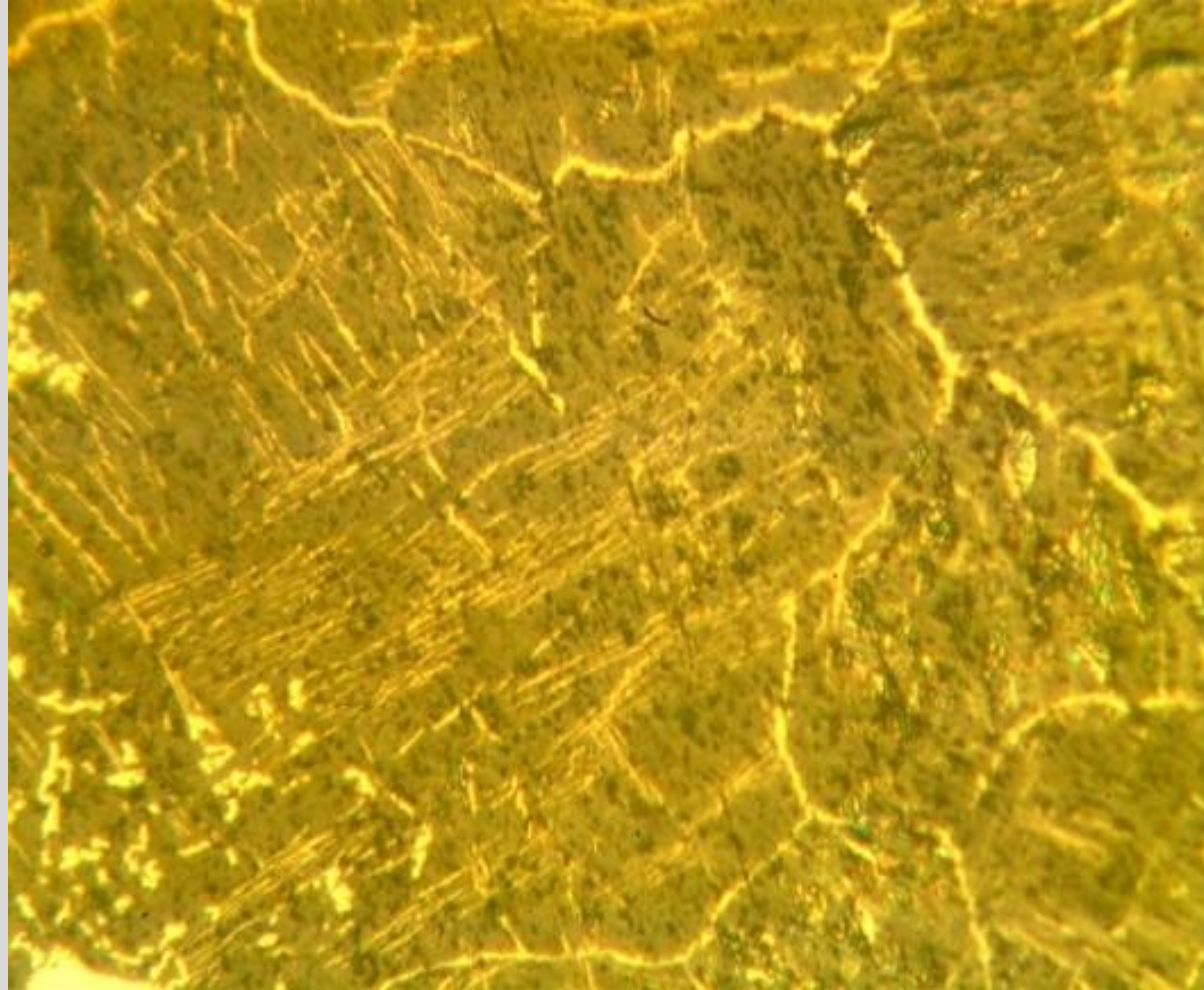
# Залежність температури плавлення евтектик від вмісту бориду в системах $ZrO_2$ - $MeB_2$



$$T_E / (T_A + T_B) = 0,39$$

◆ - експериментальні точки, ● – дані температур плавлення евтектик перераховані за формулою (1.8.1), ▲ – передбачені координати евтектики системи  $ZrO_2$ - $TaB_2$

# Мікроструктура евтектичного сплаву $ZrO_2$ – 44 мол. % $TaB_2$





# ВИСНОВКИ

1. Досліджено сплави  $ZrO_2-NbB_2$ ,  $ZrO_2-ZrB_2$ ,  $ZrO_2-HfB_2$ , встановлено, що діаграми плавкості даних систем відносяться до евтектичного типу, визначено наявність лише двох фаз у всіх евтектичних сплавах систем.
2. Визначено координати евтектичних перетворень систем  $ZrO_2-NbB_2$  (40 мас. %  $NbB_2$ ,  $T_E=2270$  °C),  $ZrO_2-ZrB_2$  (20 мас. %  $ZrB_2$ ,  $T_E=2350$  °C),  $ZrO_2-HfB_2$  (20 мас. %  $HfB_2$ ,  $T_E=2400$  °C) та побудовано відповідні діаграми плавкості.
3. Побудовано графічну залежність температур плавлення евтектик систем  $ZrO_2-NbB_2$ ,  $ZrO_2-ZrB_2$ ,  $ZrO_2-HfB_2$  від молярного вмісту диборидів в евтектиках.
4. З допомогою графічної залежності уточнено температури плавлення отриманих евтектик:  
для системи  $ZrO_2-HfB_2$   $T_E = 2380$ °C, вміст дибориду гафнію - 16 мол %;  
для системи  $ZrO_2-ZrB_2$   $T_E = 2360$ °C, вміст дибориду цирконію - 26 мол%;  
для системи  $ZrO_2-NbB_2$   $T_E = 2280$ °C, вміст дибориду ніобію - 47.5 мол %.
5. За значенням встановленої константи та з допомогою побудованої графічної залежності спрогнозовано координати евтектики недослідженої системи  $ZrO_2-TaB_2$  та отримано евтектичний сплав даної системи.