

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ МАТЕРІАЛІВ  
ТА ПОРОШКОВОЇ МЕТАЛУРГІЇ

Магістерська дисертація на тему:



ВПЛИВ МЕТАЛІЗАЦІЇ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ  
ВЛАСТИВОСТІ АРМОВАНОЇ КЕРАМІКИ



Куц Олексій Олегович

Керівник: доц. Кисла Г. П.

Київ – 2018

# АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Підвищення механічних характеристик керамічних матеріалів на основі  $B_4C$



Деталі



Бронепластини

# МЕТА РОБОТИ

Дослідити вплив металізації на фізико-механічні властивості армованої кераміки

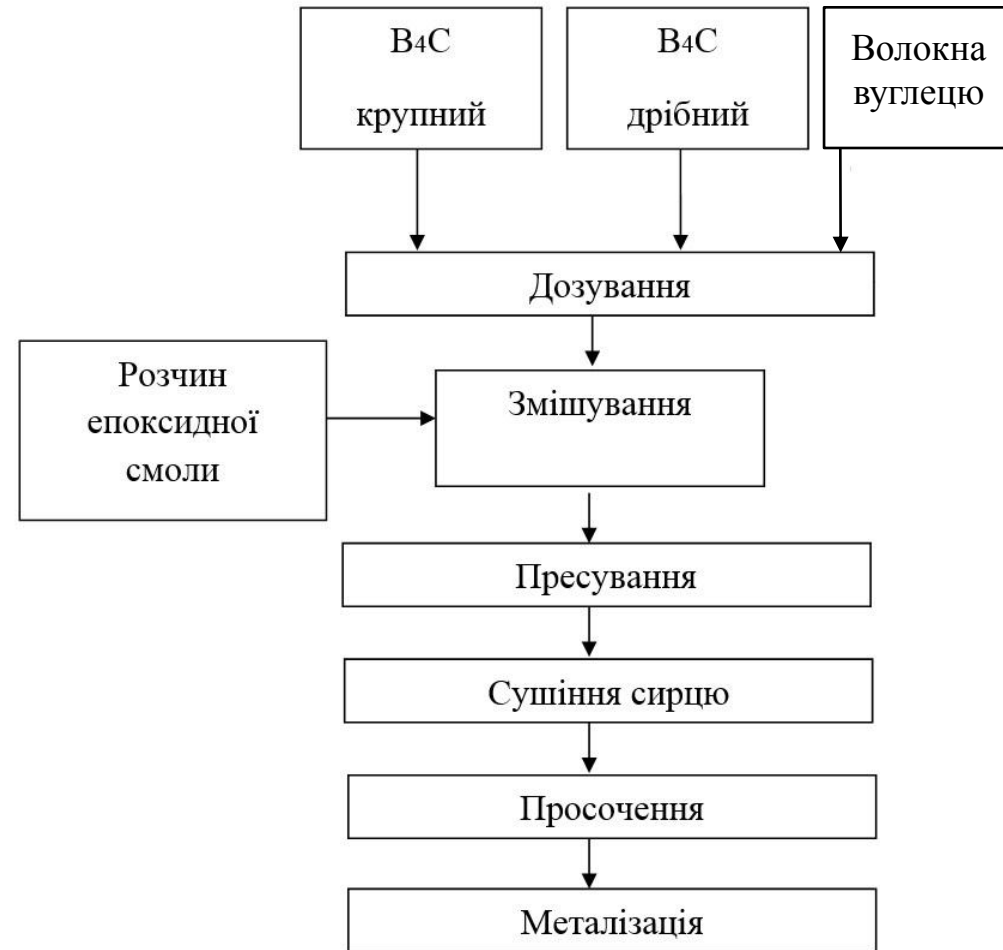
# ЗАВДАННЯ

- 1) Отримати зразки карбіду бору просоченого розплавом кремнію з додаванням вуглецевих волокон
- 2) Провести металізацію зразків молібденом
- 3) Вивчити вплив металізації на механічні властивості композиту (трьохточковий злам)
- 4) Дослідити мікроструктуру зламів зразків композиту з металізацією та без
- 5) Провести фазовий рентгенівський аналіз

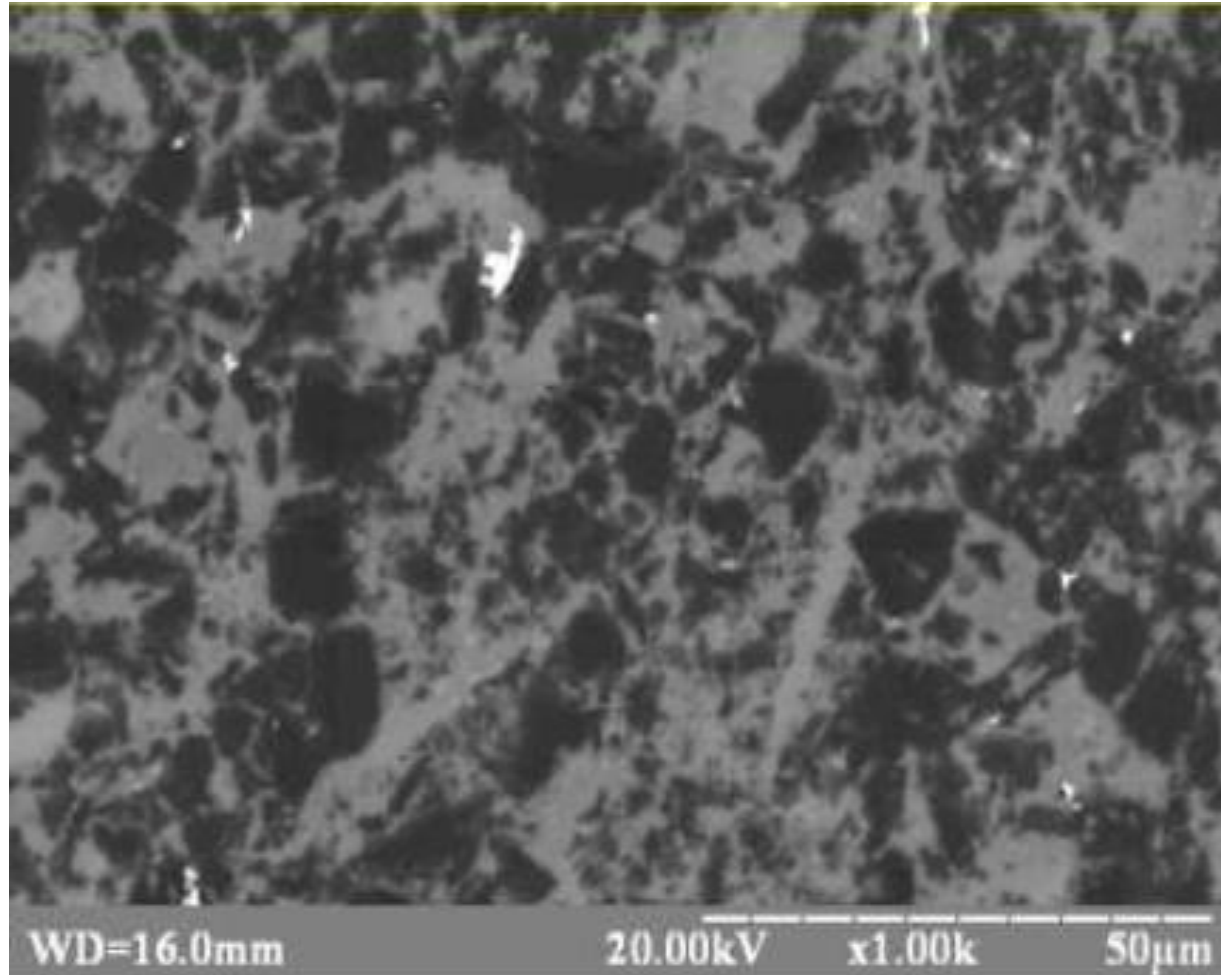
# ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО МАТЕРІАЛУ

- Висока міцність
- Висока твердість
- Підвищена тріщиностійкість
- Низька вага
- Відносно низька вартість

# ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ АРМОВАНОЇ КЕРАМІКИ НА ОСНОВІ $V_4C$ МЕТАЛІЗОВАНОЇ $M_o$

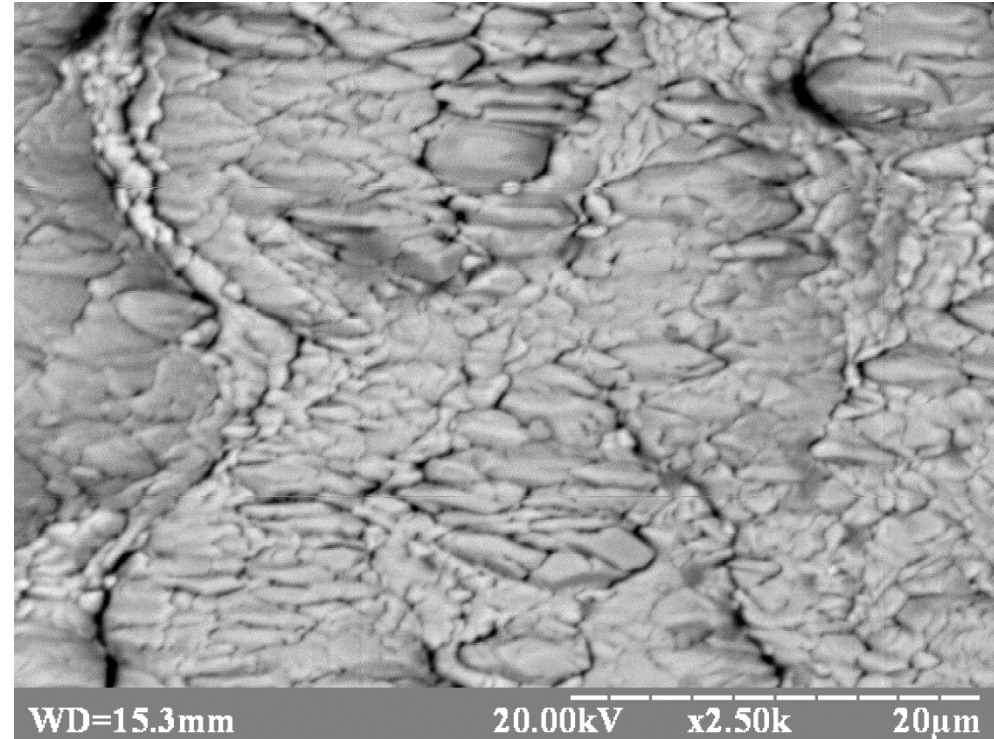
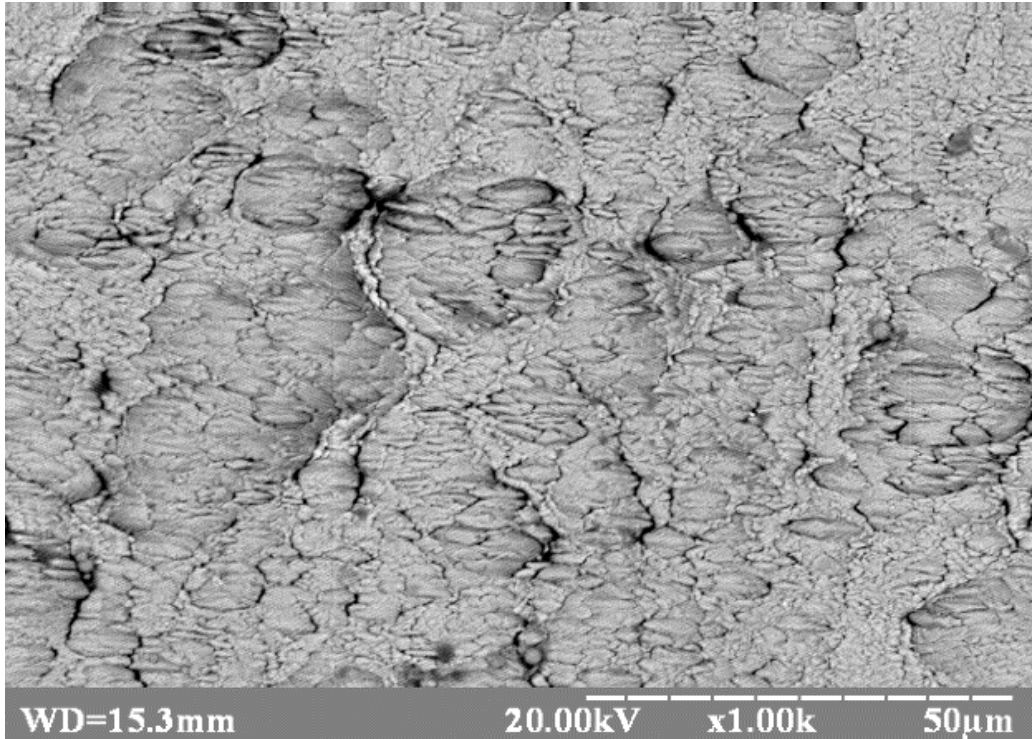


# МІКРОСТРУКТУРА АРМОВАНОЇ КЕРАМІКИ НА ОСНОВІ $B_4C$





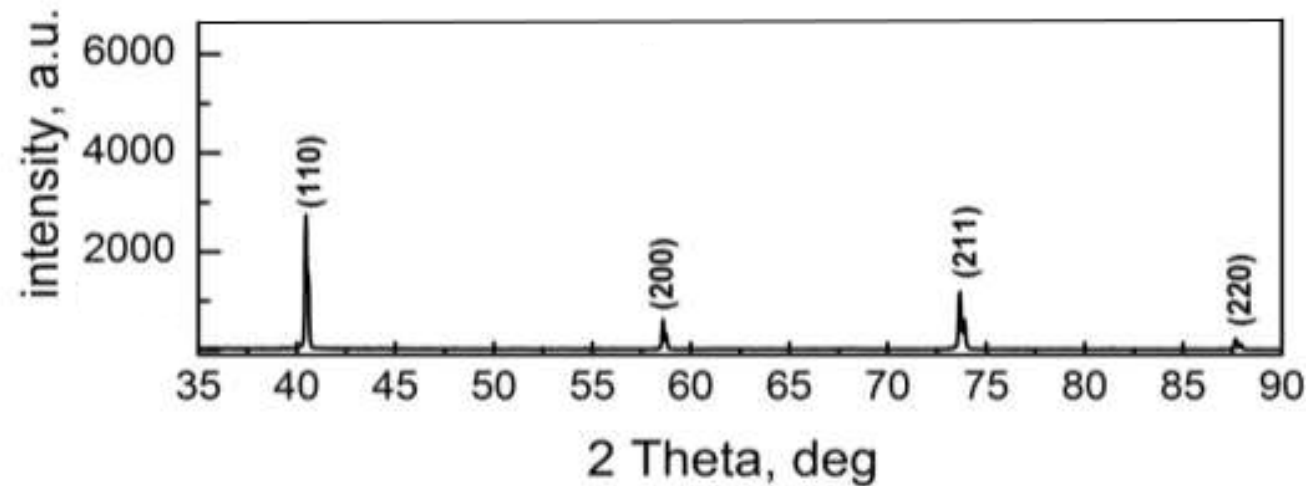
# МІКРОСТРУКТУРА ПОВЕРХНІ ПОКРИТТЯ



T – 1135 °C, τ – 7 хв



# ФАЗОВИЙ АНАЛІЗ ПОКРИТТЯ



Дифрактограма покриття

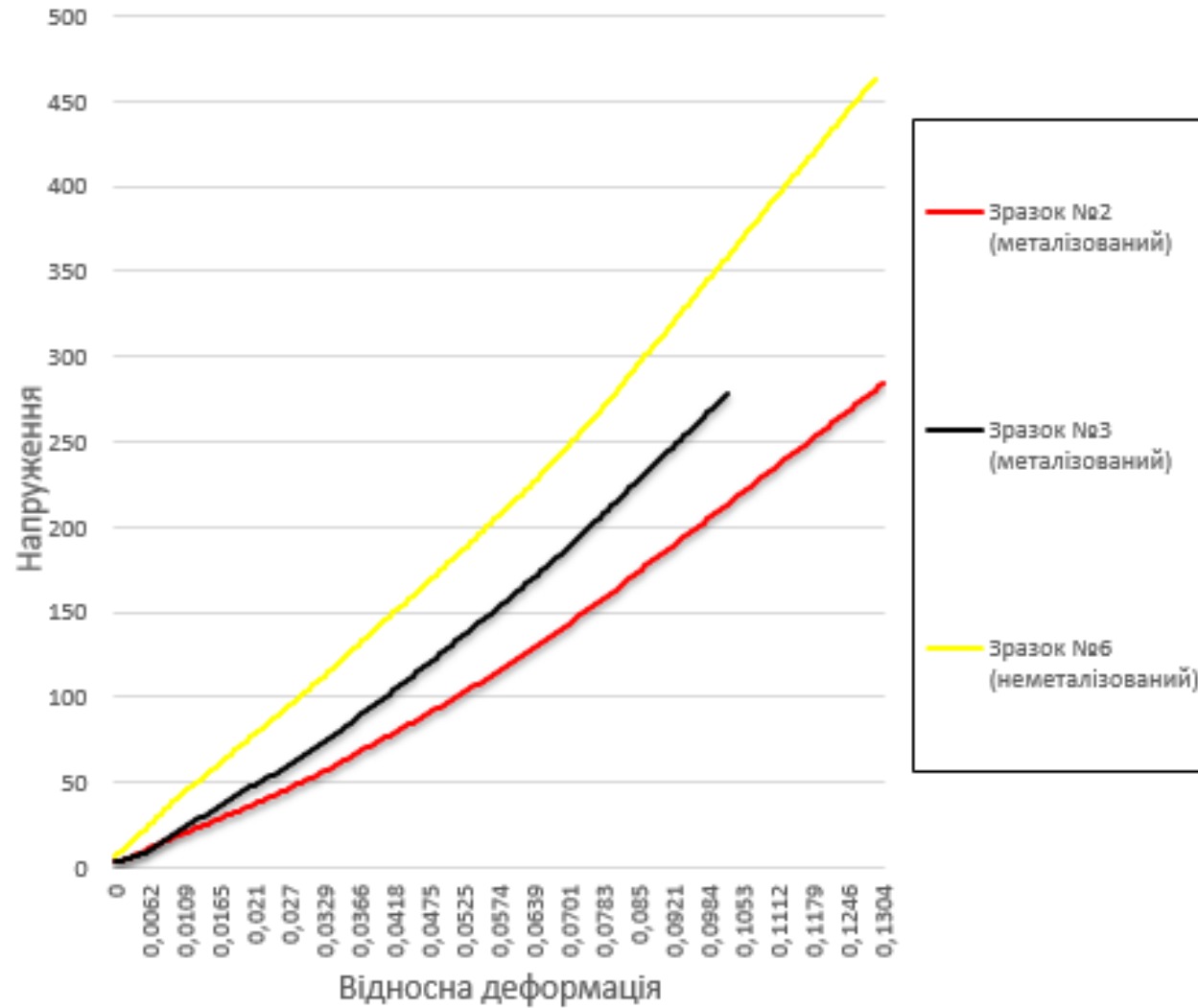
№ зразка	Напруження, %	Параметри ґратки, Å		
		a	b	c
1	0.01(7)	3.158464	-	-
2	0.044(4)	3.14864(11)	-	-
3	0.034(8)	3.1468(3)	-	-
4	0.039(13)	3.14805(13)	-	-

Напруження та параметри ґратки  
покриття Mo

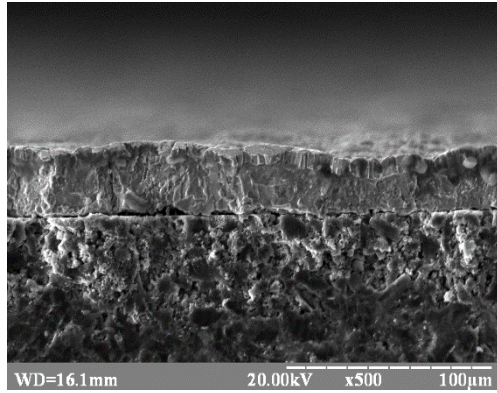
# МЕЖА МІЦНОСТІ ЗРАЗКІВ ЗА ТРЬОХТОЧКОВОГО ЗЛАМУ

№ зразка	Металізація	Межа міцності, МПа
1	Так	256,043
2	Так	284,143
3	Так	277,997
4	Так	234,735
5	Ні	404,799
6	Ні	463,151

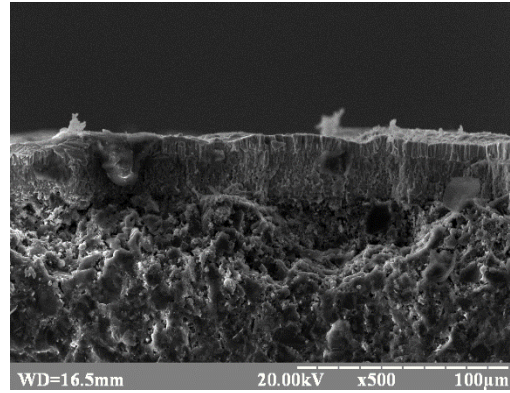
# ДІАГРАМА ДЕФОРМАЦІЇ



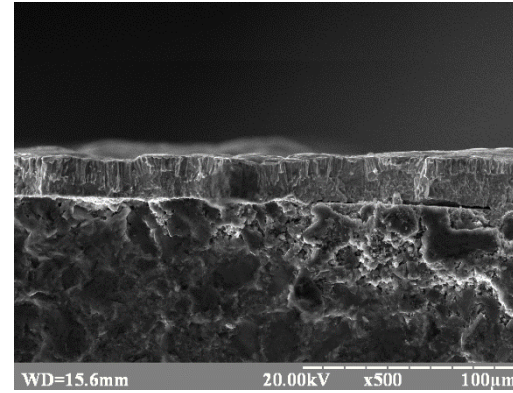
# МІКРОСТРУКТУРА ЗЛАМІВ



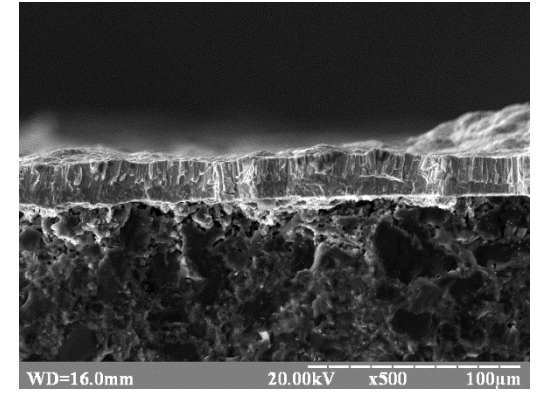
а)



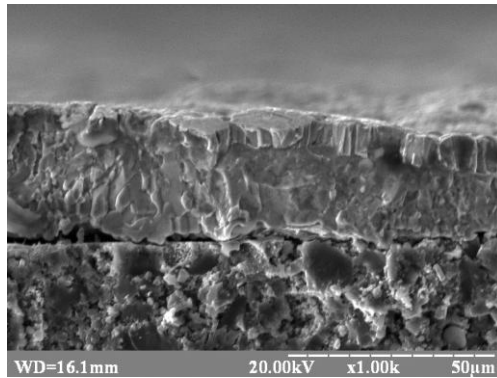
б)



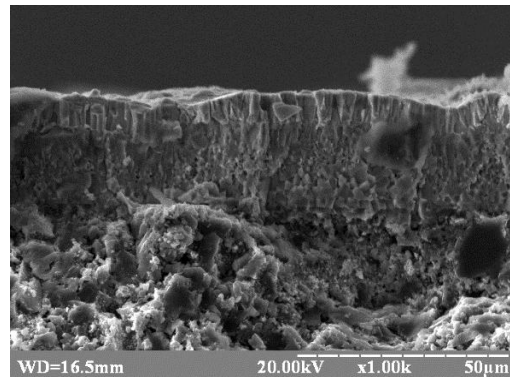
в)



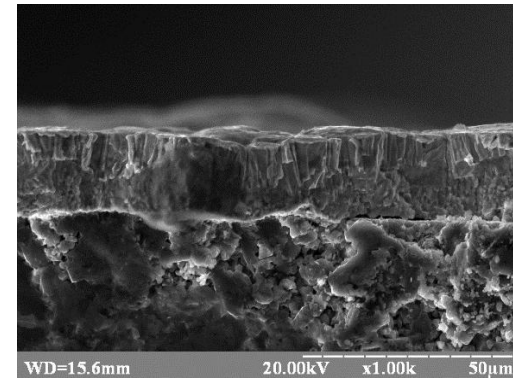
г)



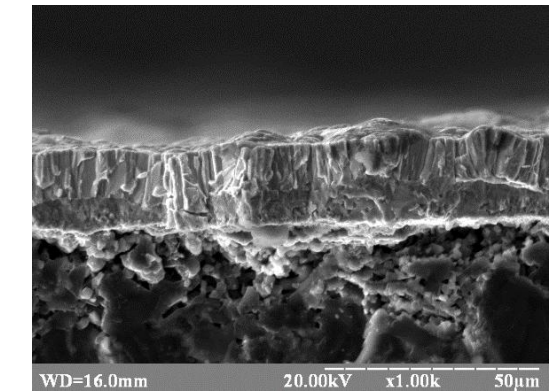
д)



е)

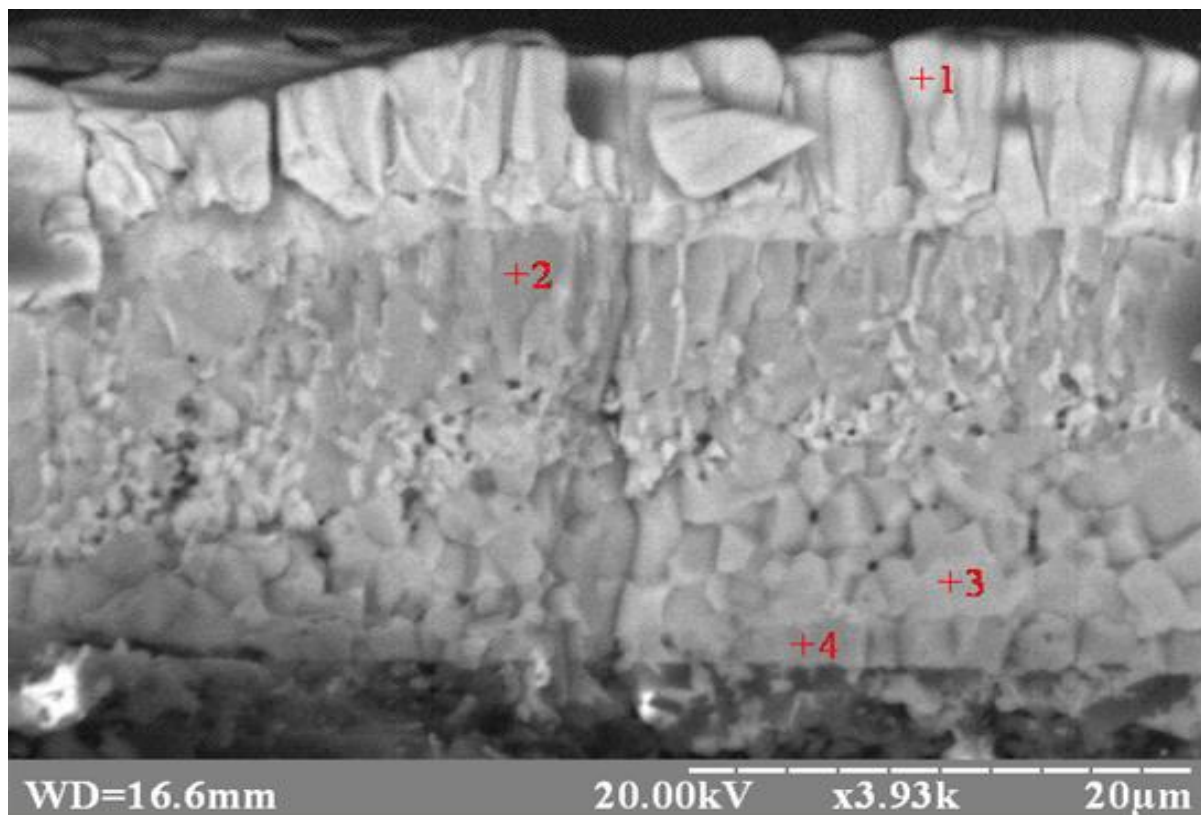


ж)



и)

# ДИФУЗИЯ КРЕМНІЮ ДО ПОКРИТТЯ

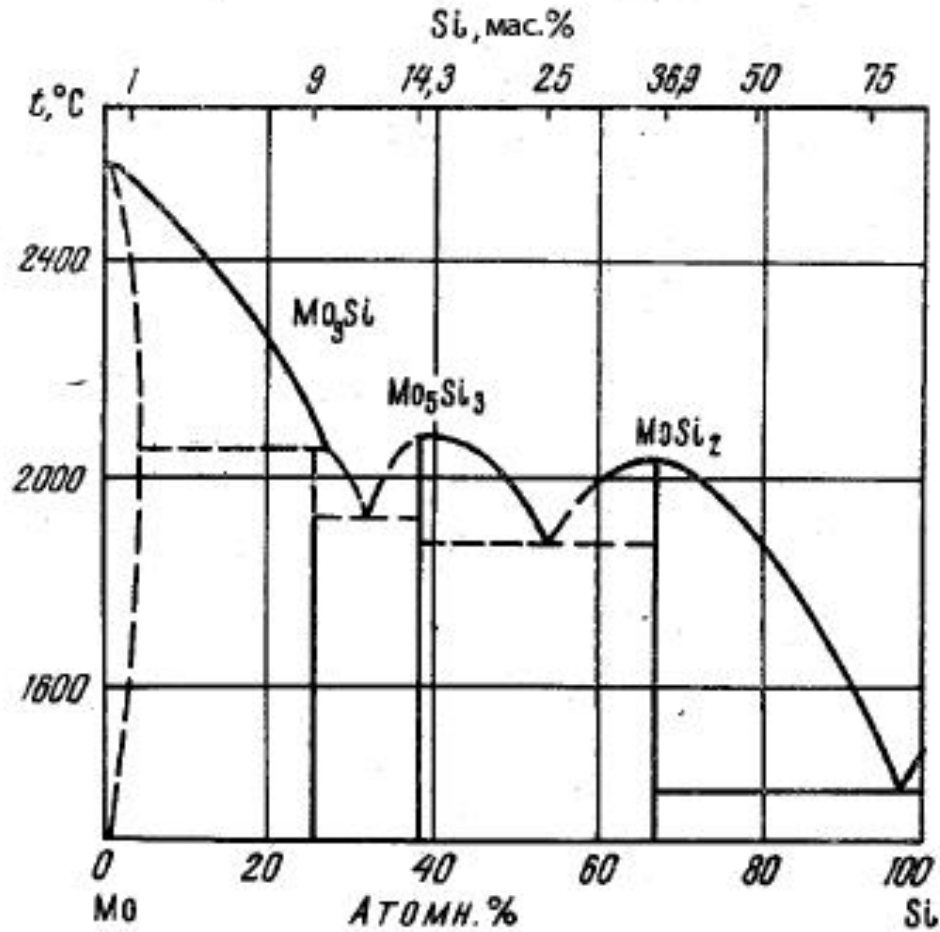


1- чистий молибден, 0% Si

2 - 36.17% Si

3, 4 - 38,43% Si

# ПОДВІЙНА ДІАГРАМА СТАНУ Mo-Si



Подвійна діаграма стану Mo-Si

Параметри фаз системи Mo-Si

Фаза	Сингонія	Періоди кристалічної ґратки, Å		
		a	b	c
Mo <sub>3</sub> Si	кубічна	4,89	-	-
Mo <sub>5</sub> Si <sub>3</sub>	тетрагональна	9,642	-	4,905
MoSi <sub>2</sub>		3,203	-	7,887



# ВИСНОВКИ

- В роботі отримано композиційний матеріал інфільтрацією кремнієм тугоплавкого каркасу з карбїду бору армованого вуглецевими волокнами.
- З метою зменшення впливу поверхневих мікротріщин на властивості міцності кераміки методом електронно-променевого випаровування та конденсації в вакуумі на отримані композити нанесені покриття молібдену.
- Встановлено, що в процесі нанесення покриття при температурі 1135 °С протягом 7 хвилин відбувається дифузія кремнію з основи вглиб покриття, внаслідок чого покриття має шарувату структуру.



# ВИСНОВКИ

- Методом хімічного аналізу встановлено кількість кремнію в покритті - 38,43 мас%, що відповідає сполуці  $\text{MoSi}_2$ .
- Методом трьохточкового згину визначено міцність отриманого композиту та міцність композиту з покриттям. Встановлено, що при нанесенні покриття міцність матеріалу зменшується з 433 МПа до 263 МПа, що можна пояснити знеміцненням композиту в процесі нанесення покриття.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!