



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені Ігоря Сікорського»  
Інженерно-фізичний факультет  
Кафедра високотемпературних матеріалів та порошкової металургії



# Композиційні матеріали на основі карбіду бору

Виконав студент 6 курсу групи ФК–61м Карбишев Д. М.  
Науковий керівник доцент, к.т.н. Сисоєв М. О.

**МЕТА РОБОТИ:** Дослідження впливу технологічних параметрів отримання та хімічного складу на структуру та властивості композитів  $B_4C-SiC-Si$

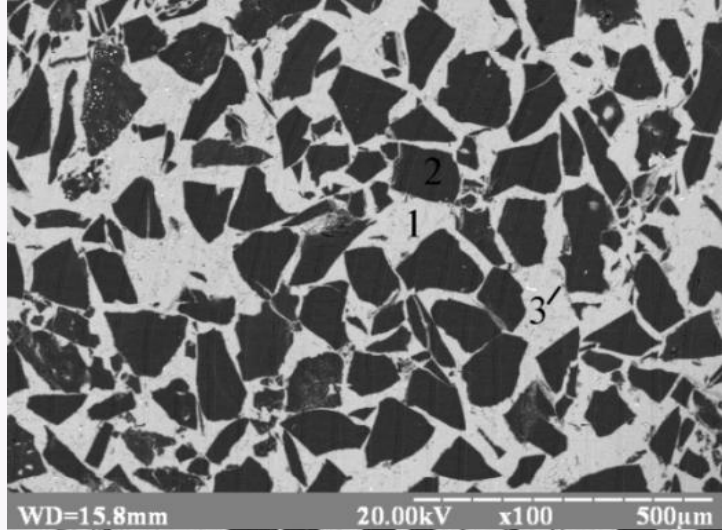
**ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ:** Композиційні матеріали на основі системи  $B_4C-SiC-Si$ .

**ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ:** Процеси формування структури та властивостей композиційних матеріалів системи  $B_4C-SiC-Si$ .

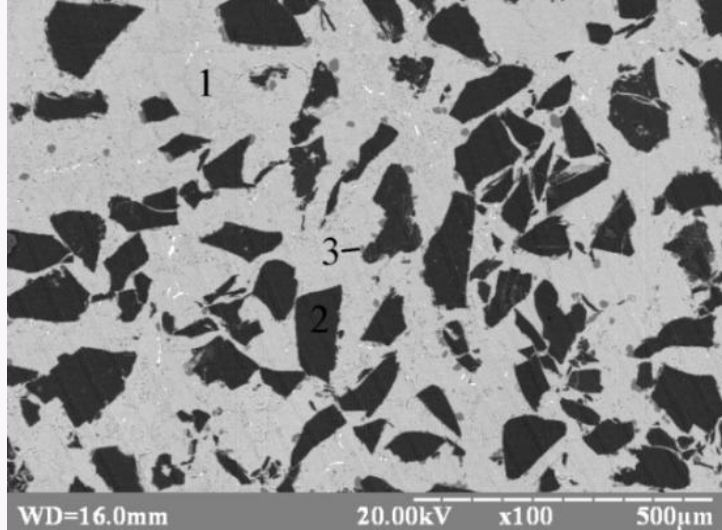
**ЗАВДАННЯ:** - Дослідити вплив часу термічної обробки на формування мікроструктури та механічних властивостей композиційного матеріалу системи  $B_4C-SiC-Si$   
- Дослідити вплив добавок вуглецю на формування мікроструктури, фазового складу та механічних властивостей композиційного матеріалу системи  $B_4C-SiC-Si$

# Вплив вмісту вуглецю на формування мікроструктури композиційного матеріалу $B_4C-SiC-Si$

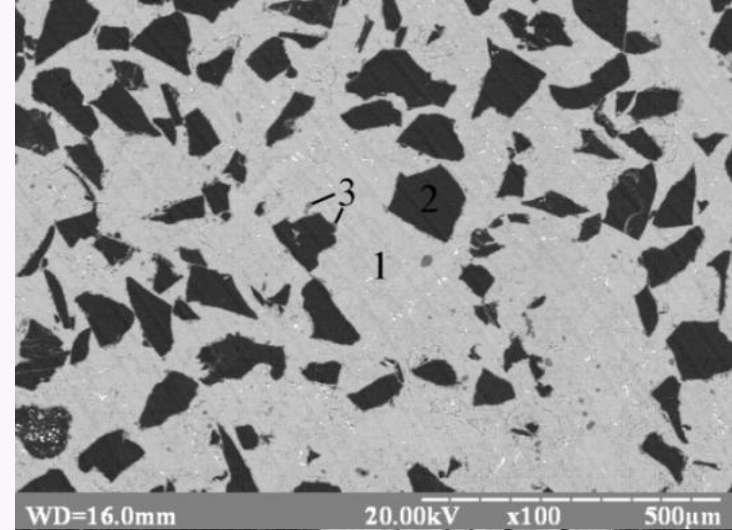
0,417 %



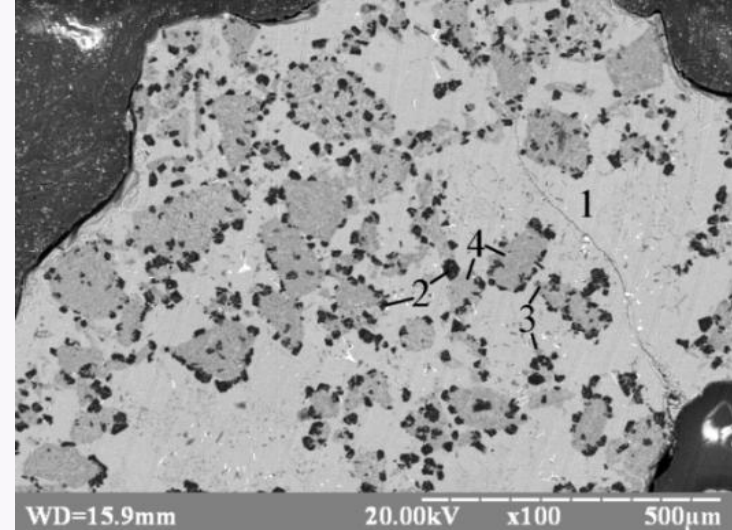
0,625 %



0,833 %

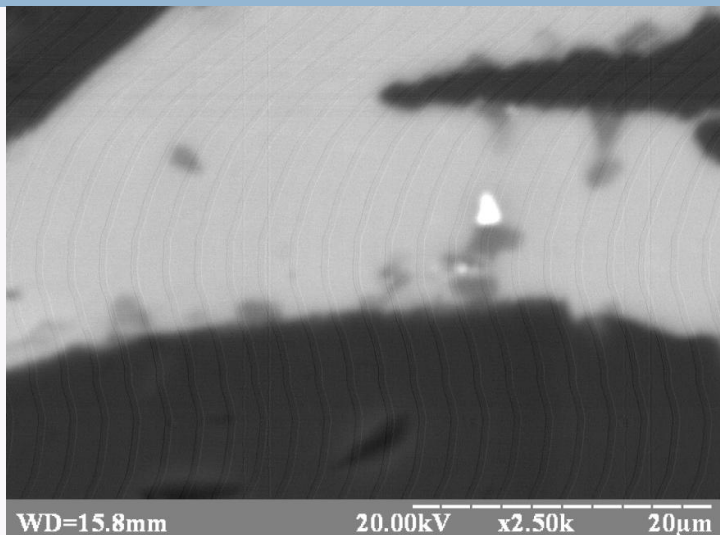


1,042%

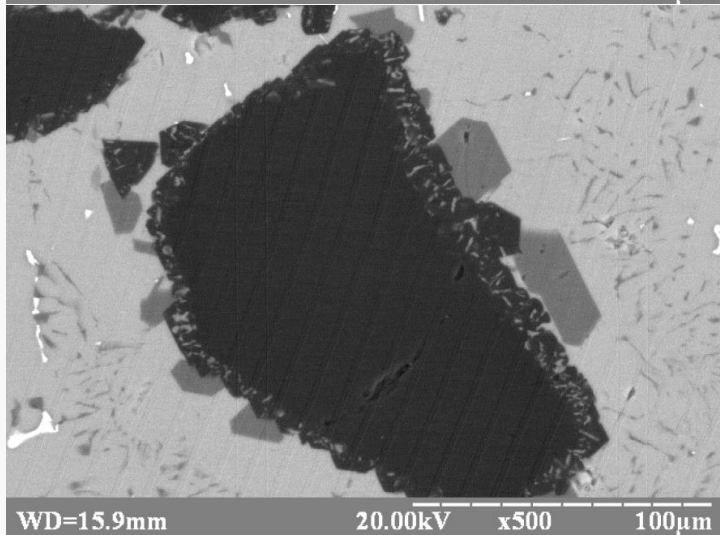


## Формування фази SiC при просоченні B<sub>4</sub>C-Si

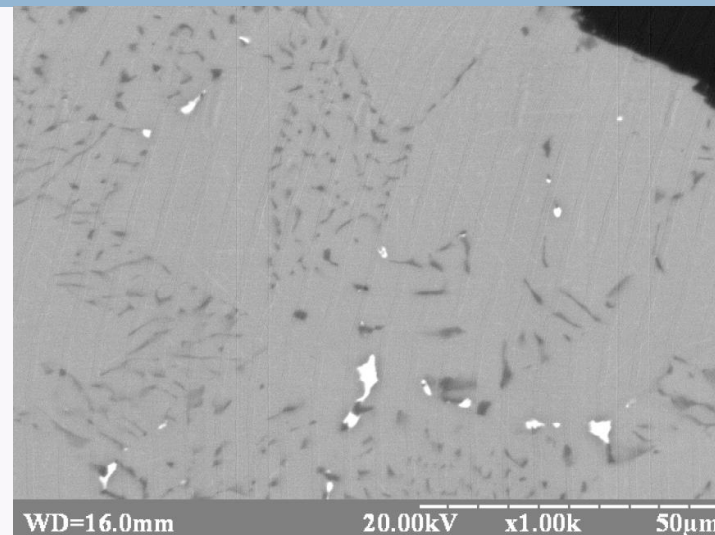
0,417 %



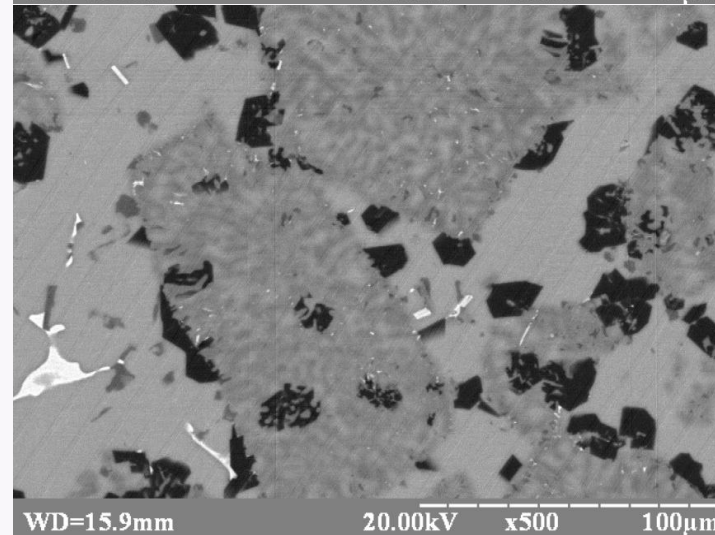
0,833 %



0,833 %

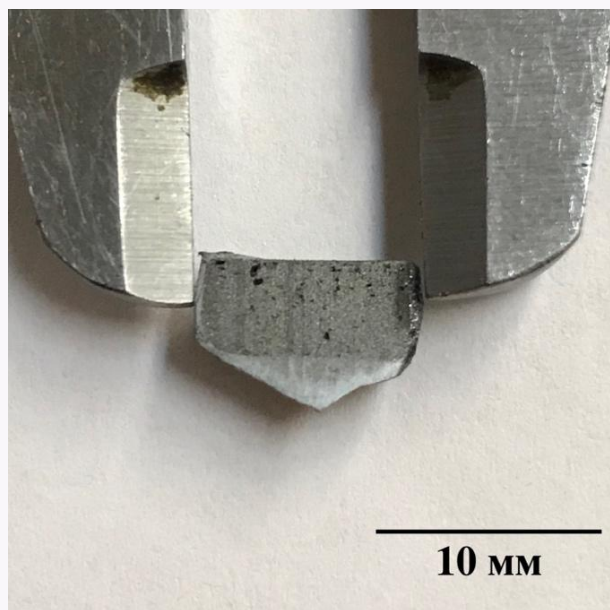


1,042 %

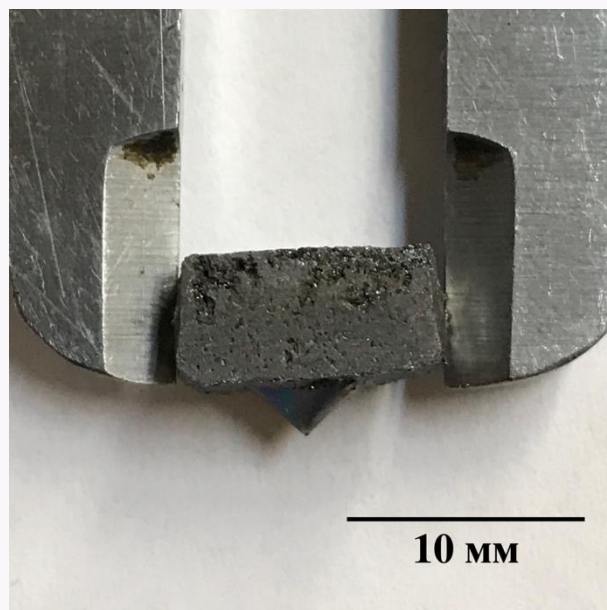




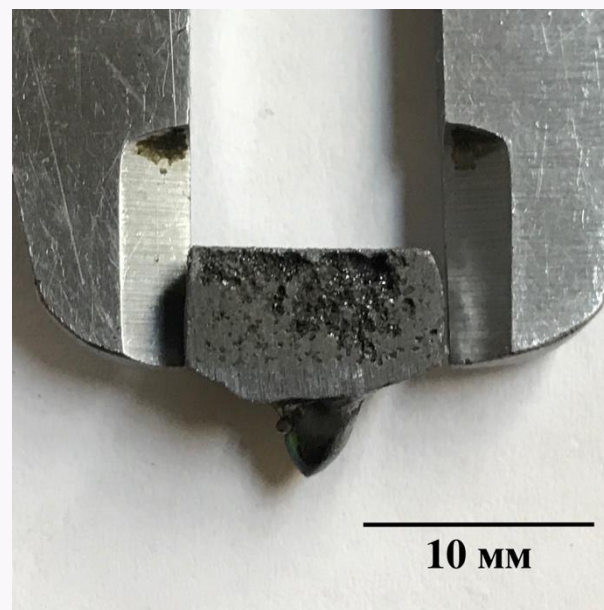
# Вплив вмісту вуглецю на пористість зразків при просоченні $B_4C$ -Si



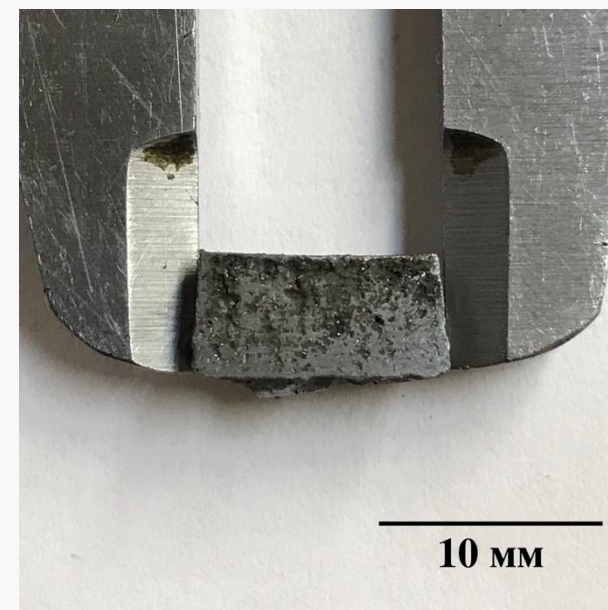
0 %



2 %

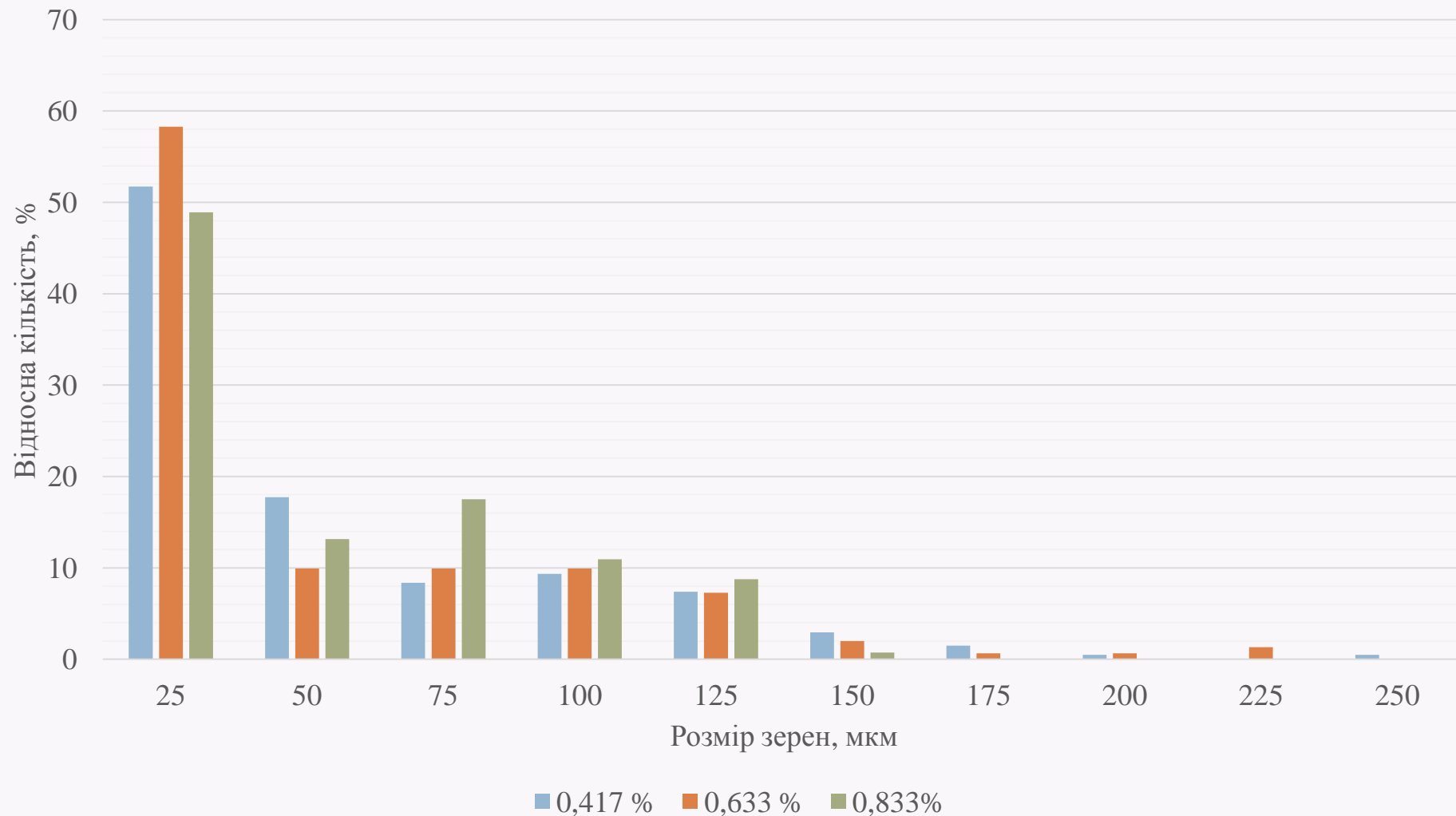


3 %

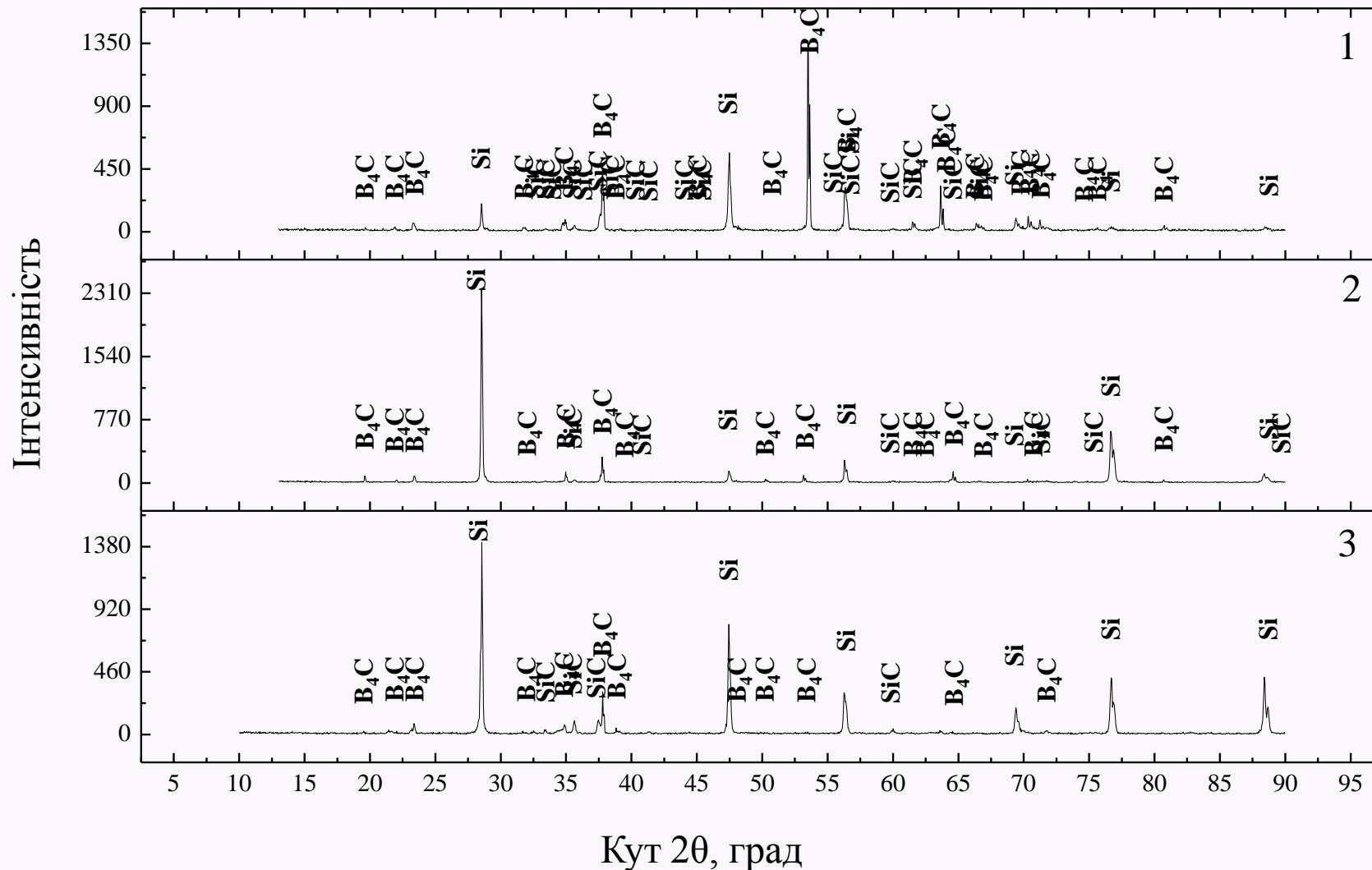


4 %

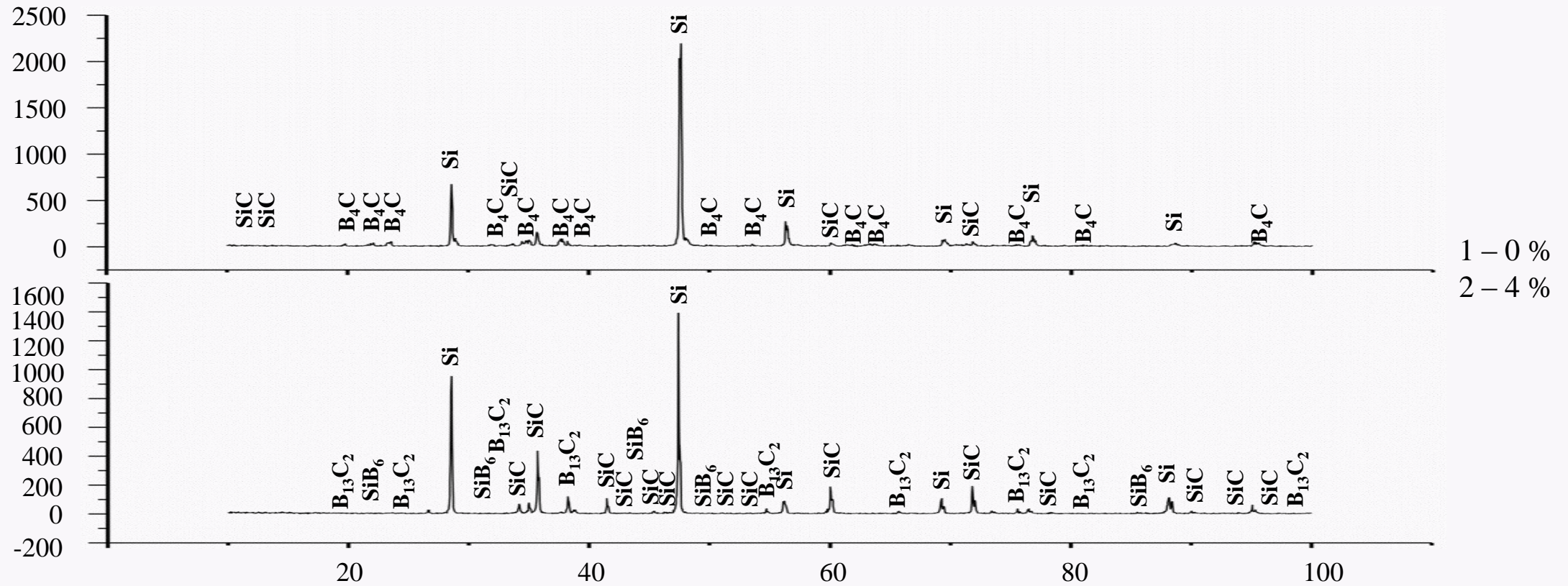
# Вплив вмісту вуглецю на розмір зерен композиційного матеріалу $B_4C-SiC-Si$



# Вплив вмісту вуглецю на фазовий склад композиційного матеріалу $B_4C-SiC-Si$



# Вплив вмісту вуглецю на фазовий склад композиційного матеріалу B<sub>4</sub>C-SiC-Si



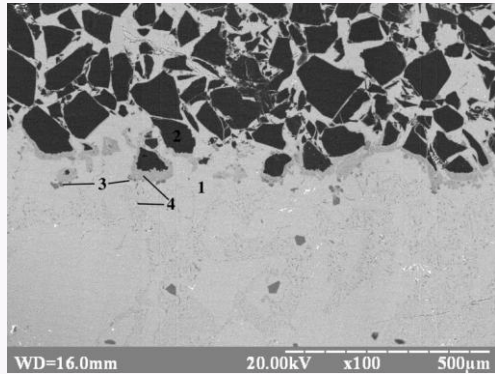


## Вплив вмісту вуглецю на мікротвердість фазових складових композиційного матеріалу системи $B_4C - SiC - Si$

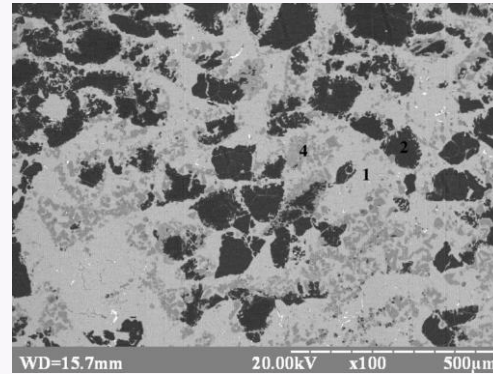
№ зразка	Вміст вуглецю, %	Мікро-твердість зерна( $B_4C$ ), ГПа	Мікро-твердість матриці (Si), ГПа	Мікро-твердість $SiC$ , ГПа	Мікро-твердість фази 1, ГПа
1	0,417	44,9	10,0	22,2	-
2	0,625	45,6	10,0	21,7	-
3	0,833	43,3	11,8	21,3	-
4	1,042	44,9	11,3	19,9	22,9

# Вплив часу витримки на формування мікроструктури композиційного матеріалу $B_4C-SiC-Si$

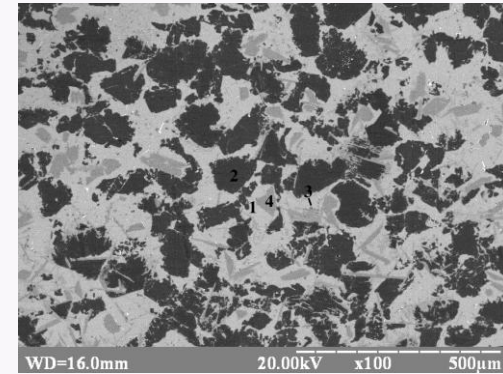
0 % C



0 хв

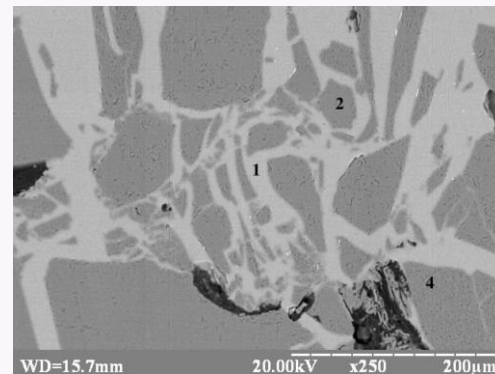


5 хв

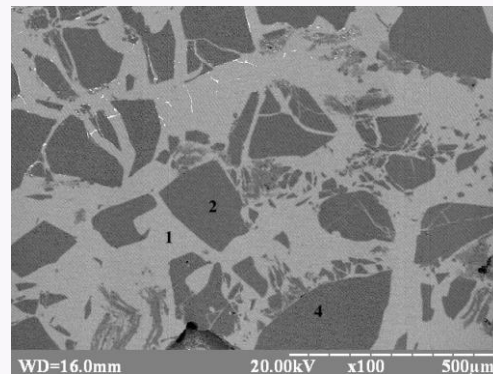


20 хв

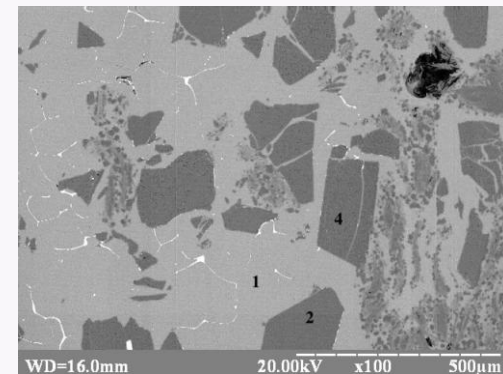
4 % C



0 хв



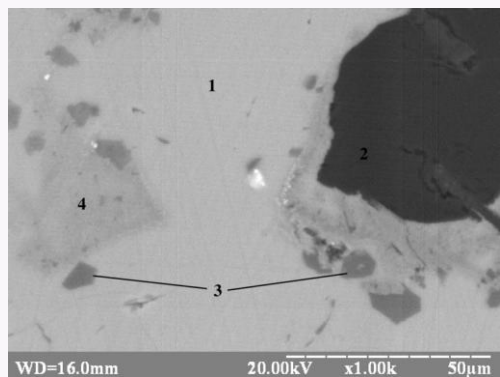
5 хв



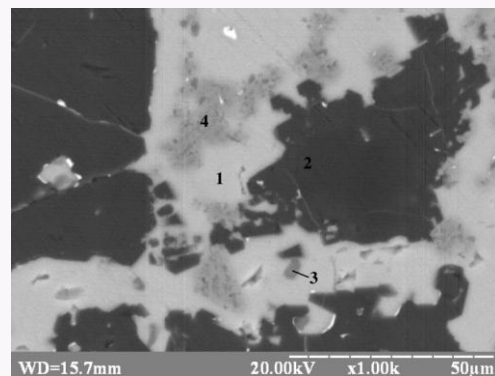
20 хв

# Формування фази SiC при просоченні B<sub>4</sub>C-Si

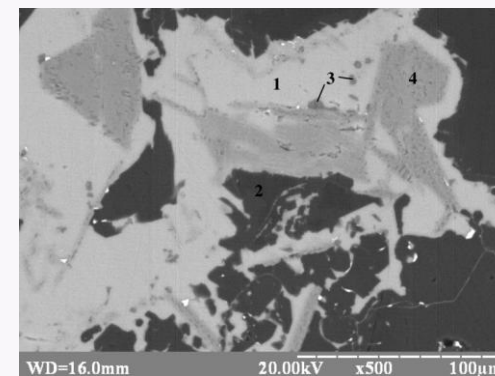
0 % C



0 хв

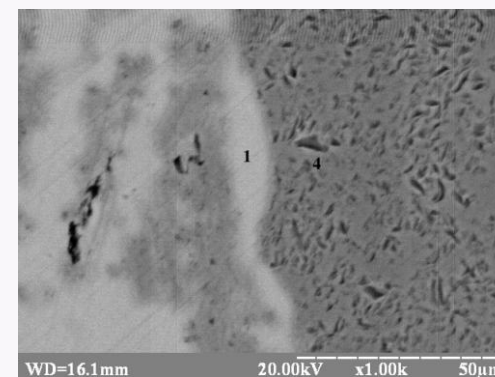
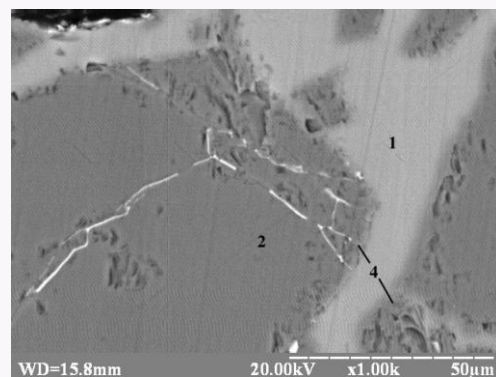
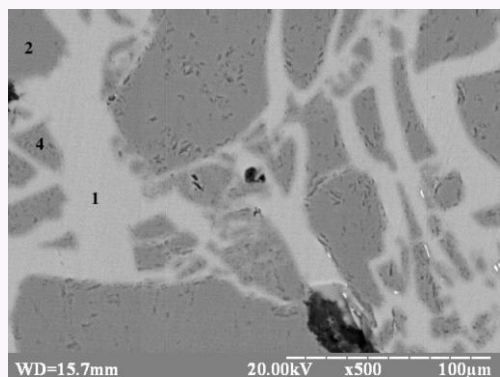


5 хв

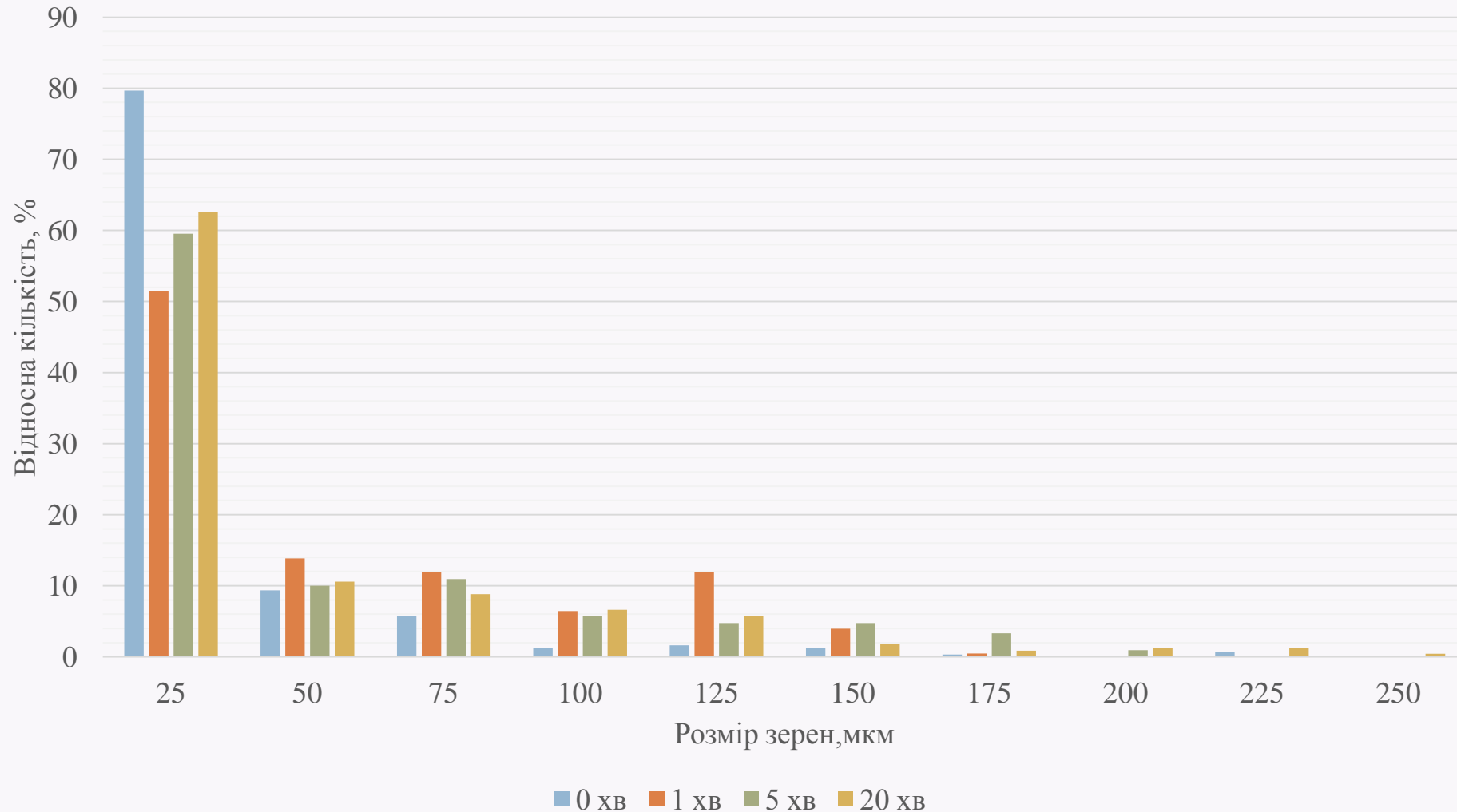


20 хв

4 % C



# Вплив часу витримки на розмір зерен композиційного матеріалу $B_4C-SiC-Si$





## Вплив часу витримки на мікротвердість фазових складових композиційного матеріалу системи $B_4C - SiC - Si$

№ зразка	Час витримки, хв	Вміст вуглецю, %	Мікротвердість зерна( $B_4C$ ), ГПа	Мікротвердість матриці (Si), ГПа	Мікротвердість SiC, ГПа	Мікротвердість фази 1, ГПа
1	0	0	43,3	13,4	25,3	21,1
2	1	0	42,4	12,8	26,2	22,4
3	5	0	42,1	14,2	19,0	23,7
4	20	0	41,6	13,6	22,9	22,4
5	0	1	43,4	12,8	23,4	43,4
6	5	1	44,1	14,2	22,7	34,6
7	20	1	37,5	14,4	23,2	25,6
8	0	2	44,7	14,4	24,5	25,1
9	5	2	41,5	14,1	22,9	23,4
10	20	2	40,9	13,8	21,0	23,9
11	0	3	39,2	14,1	19,6	31,1
12	5	3	41,5	13,9	19,2	31,5
13	20	3	36,0	13,6	-	30,0
14	0	4	38,6	12,7	-	33,7
15	5	4	44,1	13,5	-	32,4
16	20	4	42,1	14,7	-	35,0

## Висновки

В роботі було отримано композиційний матеріал на основі карбіду бору отриманого просоченням пористого каркасу з частинок  $B_4C$  металургійним кремнієм.

Запропоновані методики введення вуглецю в керамічний каркас з частинок  $B_4C$ , які полягають в додаванні у вихідний порошок карбіду бору крохмального клейстеру, що забезпечує точне дозування та рівномірний розподіл вуглецю на частинках тугоплавкої складової.

Встановлено, що підвищення вмісту вуглецю приводить до збільшення вмісту карбіду кремнію в композиті. Причому утворення  $SiC$ , при малому вмісті вуглецю, переважно відбувається на зернах карбіду бору, тоді як зі збільшенням  $C$ , карбід кремнію починає утворюватися і в об'ємі матричної складової.

Показано, що зі збільшенням часу термічної витримки, під час просочення, за рахунок розчинення зерен карбіду бору відбувається зміцнення матричної фази. Мікротвердість збільшується на 2-3 ГПа від початкових значень.

Розроблені заходи, що забезпечують здорові умови праці та засади забезпечення безпеки в надзвичайній ситуації.



**Дякую  
за увагу**