

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”



Інженерно-фізичний факультет
Кафедра високотемпературних матеріалів та порошкової металургії

***Вплив технологічних параметрів
гарячої ковки на структуру та
власності порошкових
матеріалів Fe-C***

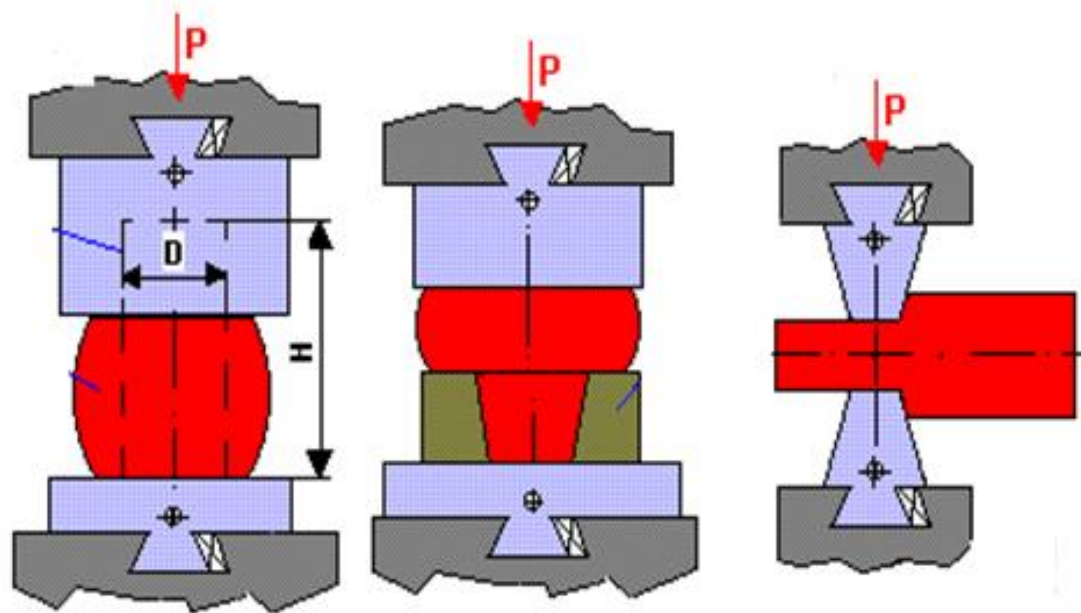
Виконав: Горюшкін Н.І

Керівник: Мініцький А.В., к.т.н.

Актуальність вибору теми роботи

На сьогодні, найбільш перспективними технологіями, які забезпечують отримання порошкових заготовок із високою щільністю та механічними характеристиками є гаряча штамповка, динамічне гаряче пресування, осадка, прокатка та інші.

Вільна гаряча ковка поєднує деякі з цих методів та дозволяє реалізувати водночас нормальні та зсувні деформації зразків, що може забезпечити збільшення міцності та твердості порошкових матеріалів



Схеми вільної осадки, штамповки та прокатки

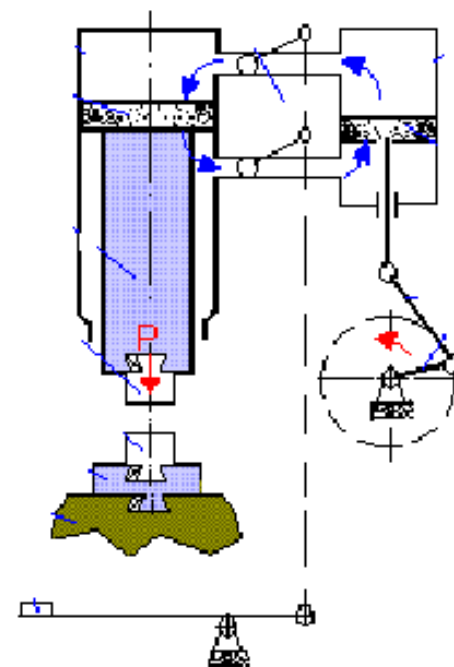


Схема вільноїковки

Метою даної роботи є дослідження впливу процесу вільної гарячої ковки на структуру та механічні властивості порошкових матеріалів на основі заліза та сумішей на його основі.

Для досягнення мети в роботі поставлено наступні задачі:

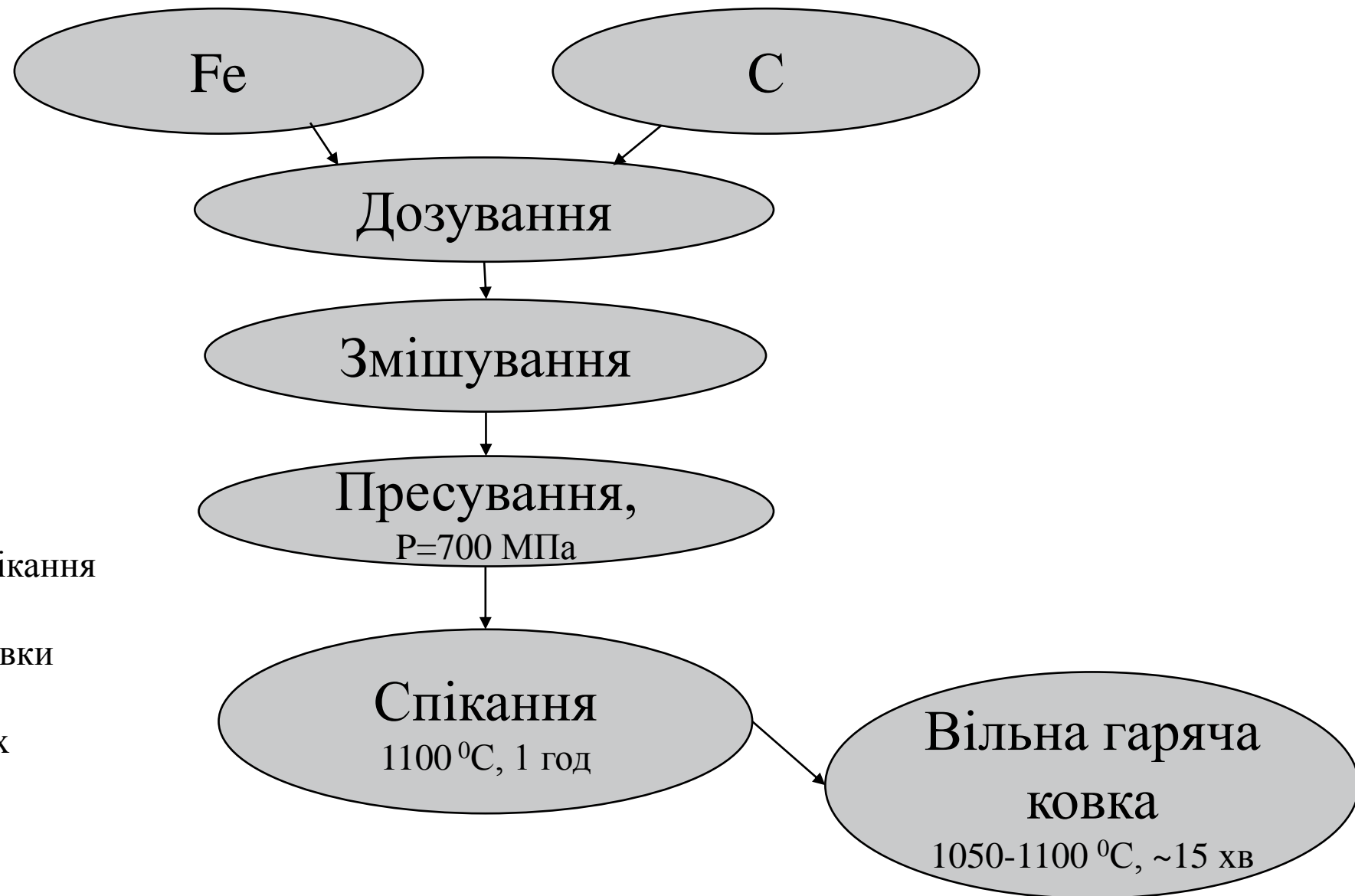
Дослідити вплив вмісту вуглецю на процеси ущільнення зразків на основі заліза при пресуванні та допресовці

Дослідити процес вільної гарячої ковки порошкових матеріалів із заліза та системи залізо – вуглець

Встановити вплив кількості вуглецю на процес вільної гарячої ковки і структуру порошкових матеріалів

Встановити вплив режимів гарячої ковки на механічні властивості порошкових матеріалів на основі заліза

Технологічна схема



Пористість зразків після спікання становить 6-8 %

Пористість після гарячої ковки становить 1-2 %

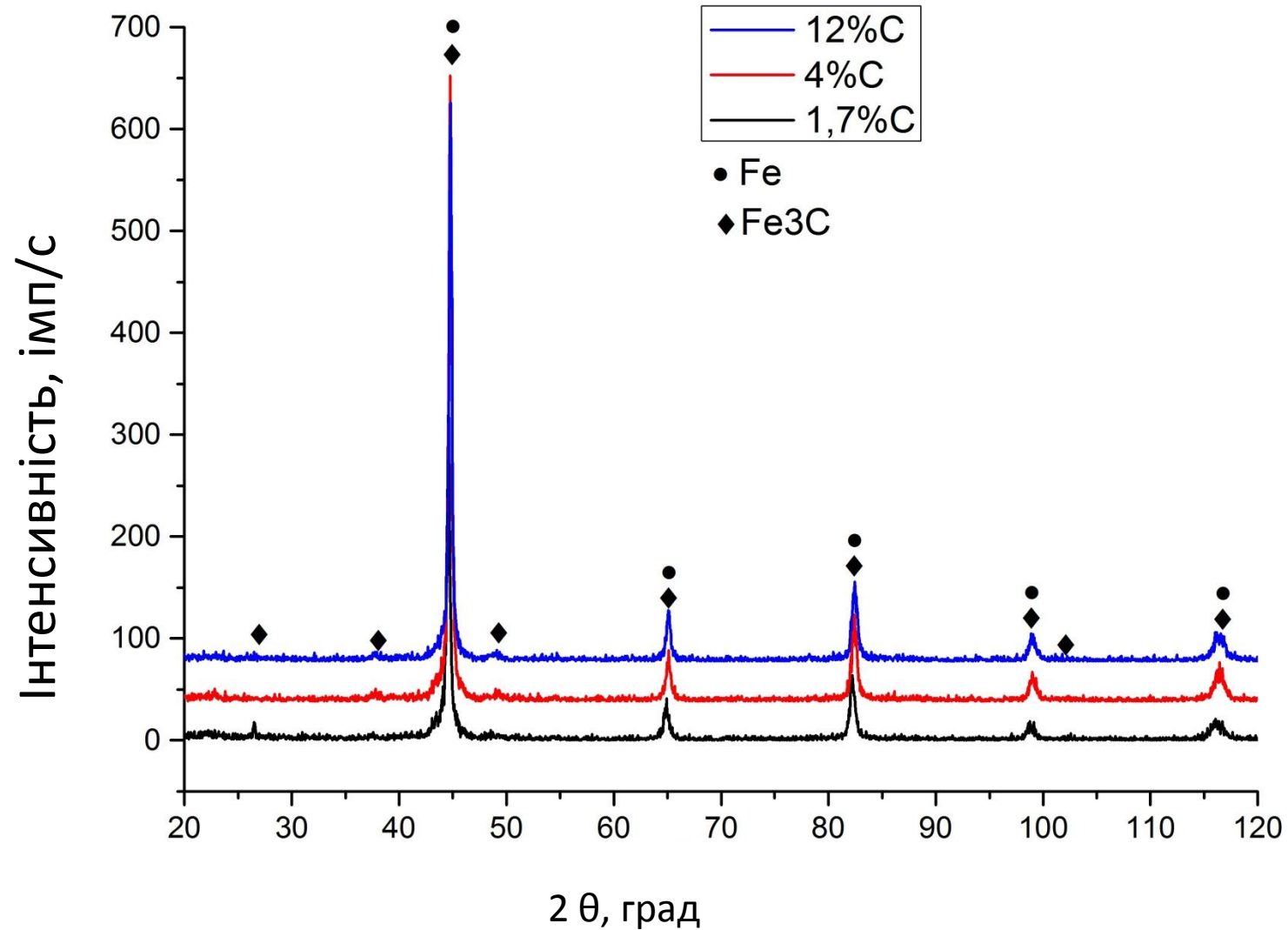
Ступінь деформації кованих зразків складає 80-90 %

МАКРО- ТА МІКРОТВЕРДІСТЬ КОВАНИХ ЗРАЗКІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА ЗАЛЕЖНО ВІД ВМІСТУ ГРАФІТУ

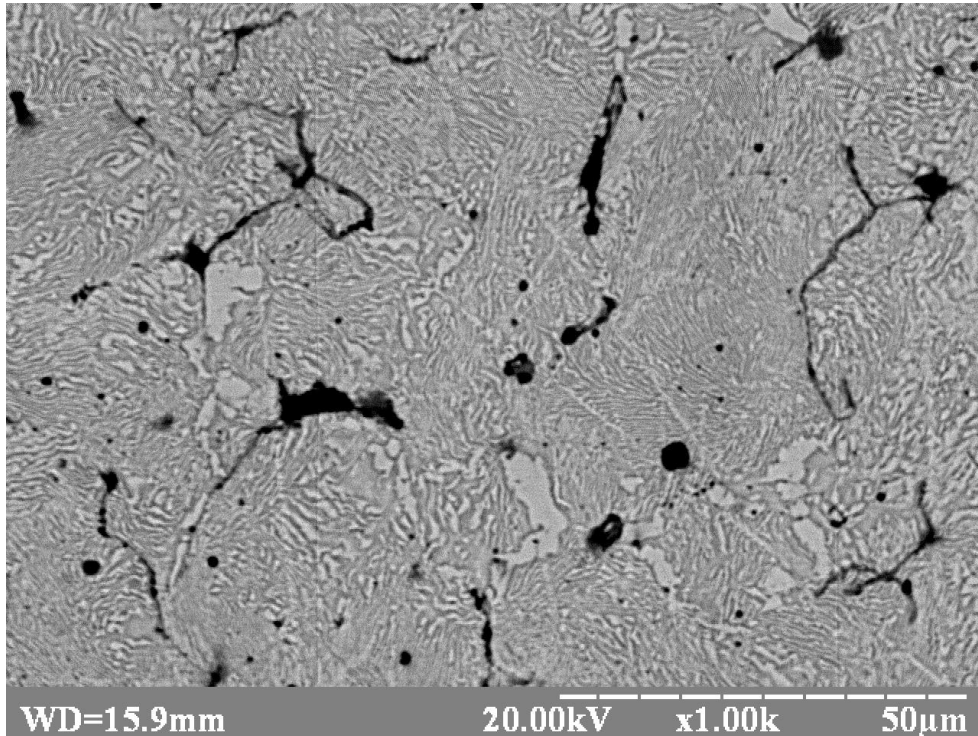
№	Вміст графіту	Твердість, HRB	Твердість, HRC
1	0	94–95	16–18
2	1,7	-	41–43
3	4,0	-	22–26
4	12,0	90–92	14–15

№	Вміст графіту	Інтегральна мікротвердість, ГПа
1	0	1,7
2	1,7	4,0
3	4,0	2,7
4	12,0	1,8

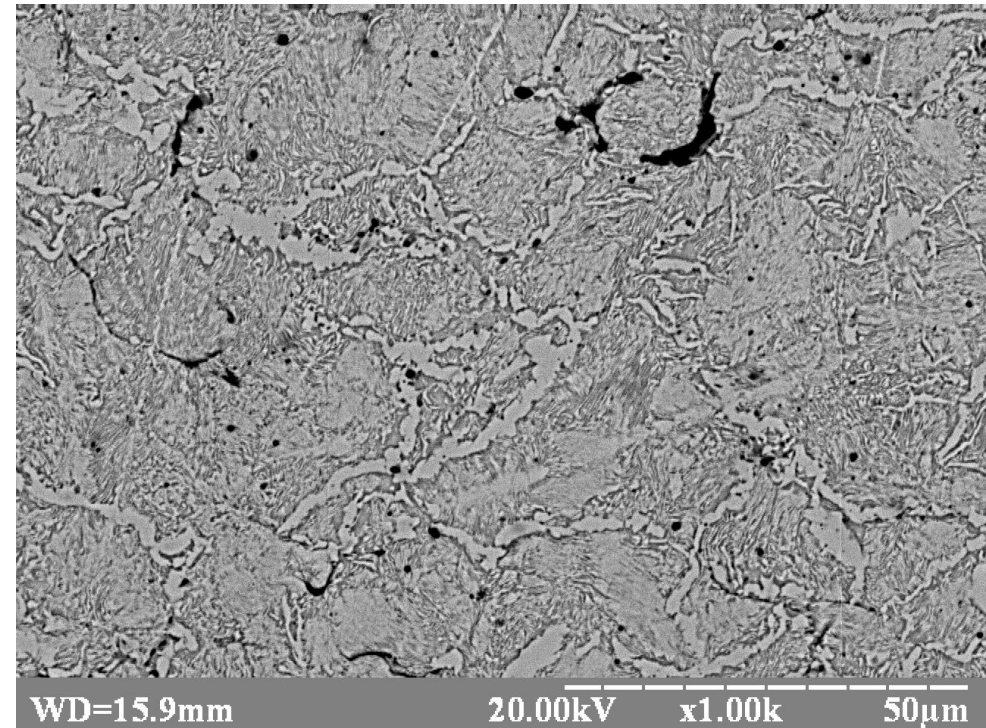
РЕНТГЕНОФАЗОВИЙ АНАЛІЗ КОВАНИХ ЗРАЗКІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗУ ВІД ВМІСТУМУ ГРАФІТА



МІКРОСТРУКТУРИ ЗРАЗКІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА З 1,7% ГРАФІТУ

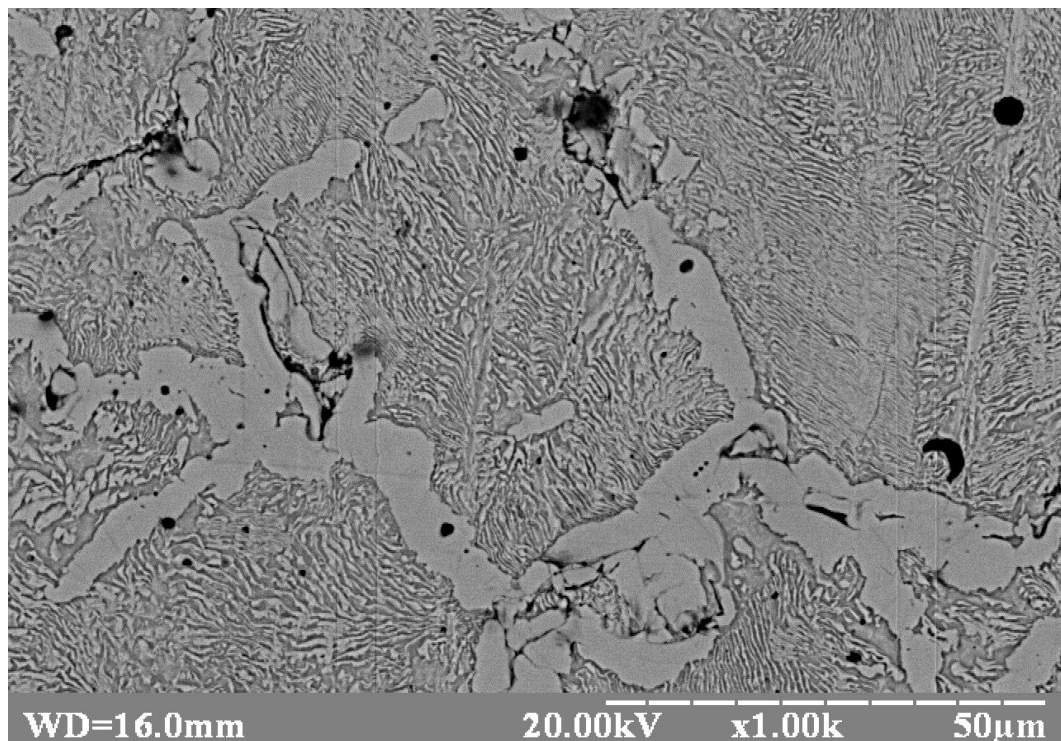


ПІСЛЯ СПІКАННЯ

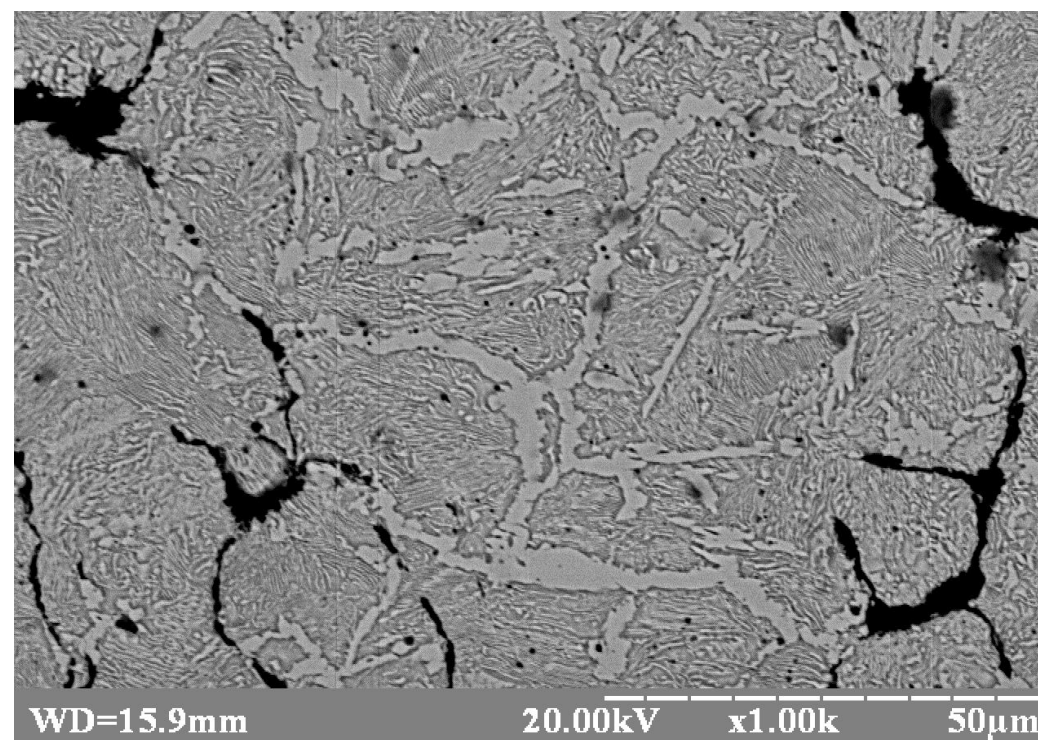


ПІСЛЯ КОВКИ

МІКРОСТРУКТУРИ ЗРАЗКІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА З 4,0% ГРАФІТУ

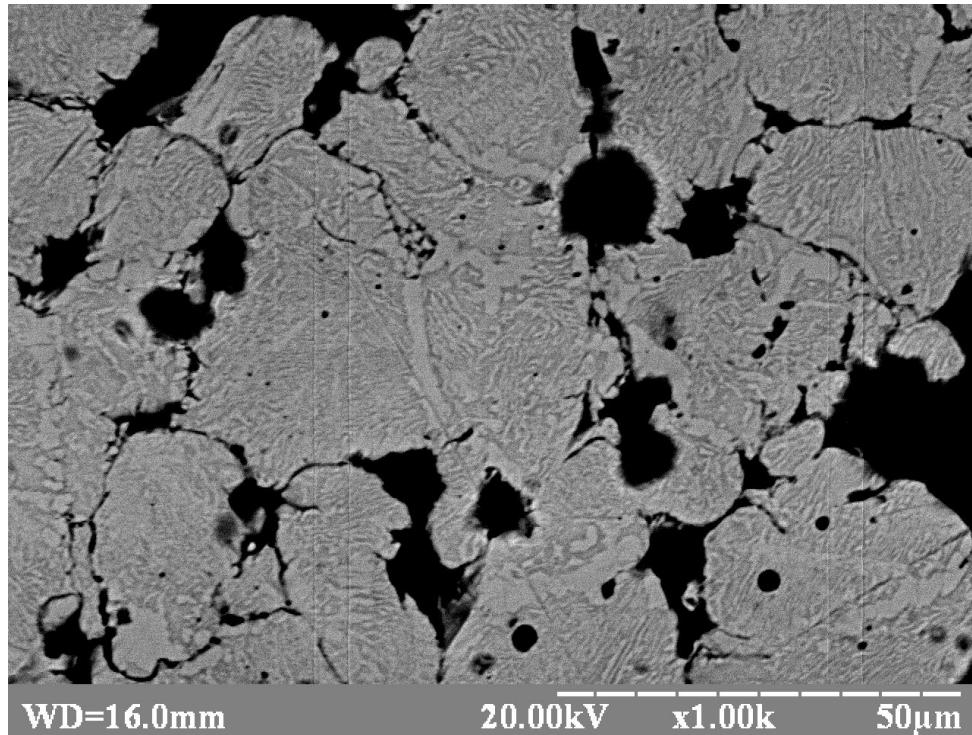


ПІСЛЯ СПІКАННЯ

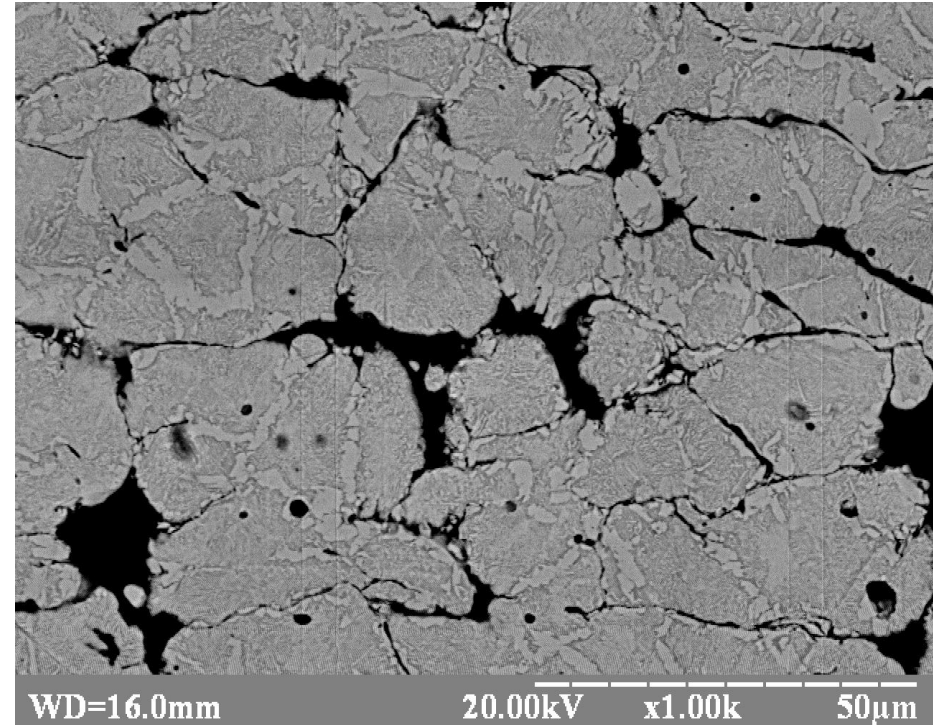


ПІСЛЯ КОВКИ

МІКРОСТРУКТУРИ ЗРАЗКІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА З 12,0% ГРАФІТУ



ПІСЛЯ СПІКАННЯ



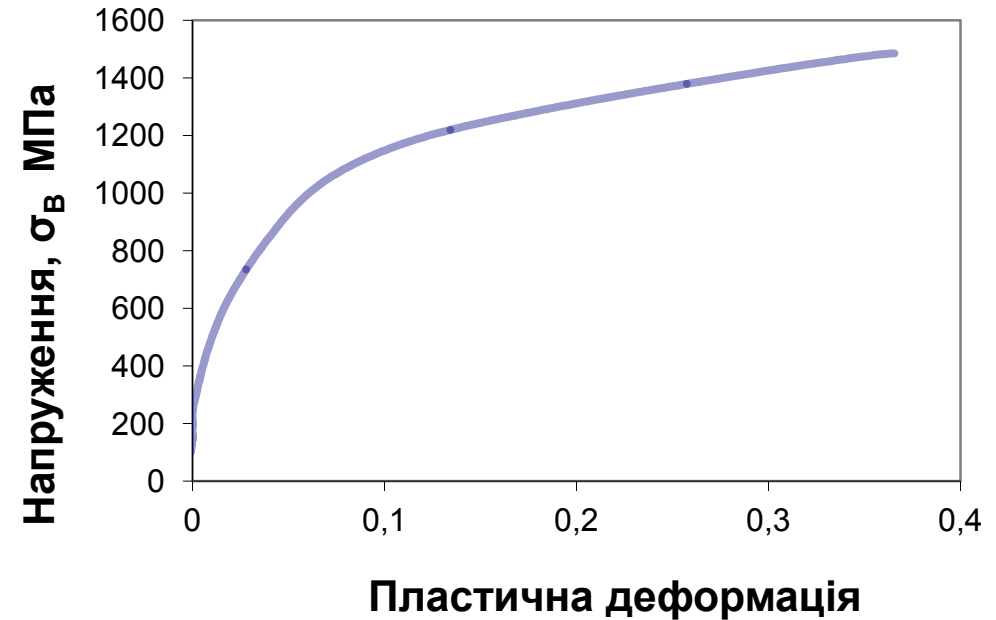
ПІСЛЯ КОВКИ

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СПЕЧЕНИХ ТА КОВАНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА

Вміст графіту, %	Спечений		
	σ_{02} , МПа	$\sigma_{ст}$, МПа	$\epsilon_{пл}$, %
1.7	307	1186	35,2
4	241	683	16,3
12	188	288	3,3
Вміст графіту, %	Кований		
	σ_{02} , МПа	$\sigma_{ст}$, МПа	$\epsilon_{пл}$, %
1.7	279	1283	26,9
4	310	794	12,3
12	220	255	0,9

σ_{02} - межа плинності

$\sigma_{ст}$ - міцність на стиснення

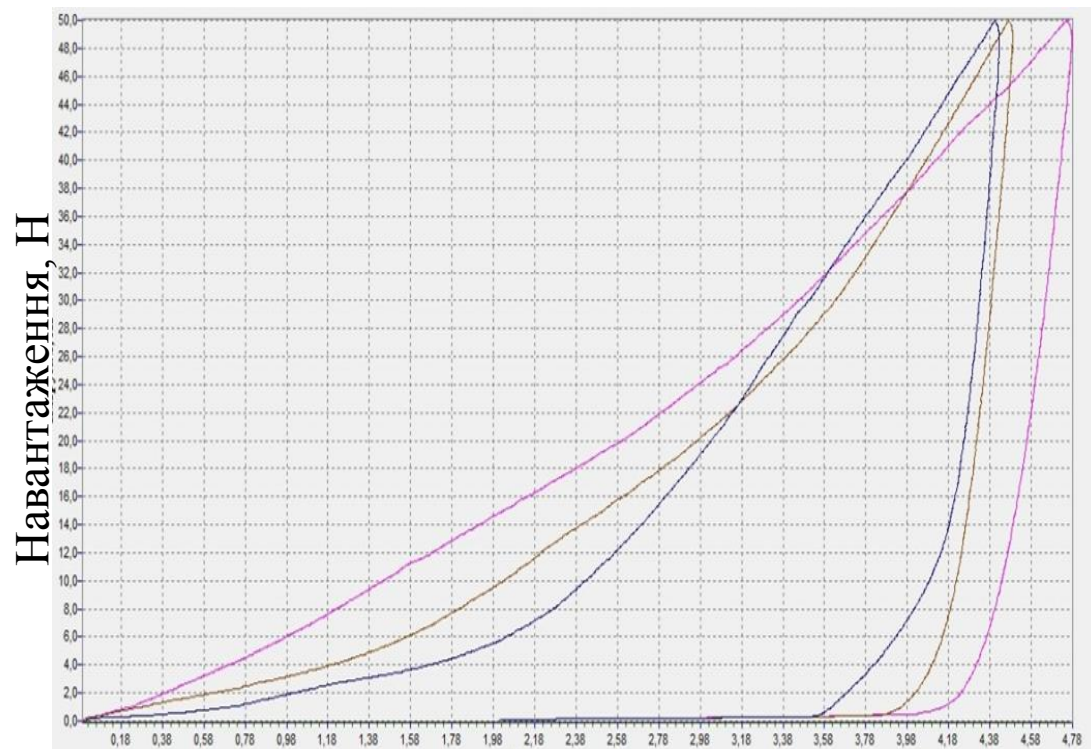


Діаграма напруження – деформація кованих зразків із вмістом графіту 1,7 % під час випробування на триточковий згин

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СПЕЧЕНИХ ТА КОВАНИХ ЗРАЗКІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА ПІД ЧАС МІКРОІНДЕНТУВАННЯ

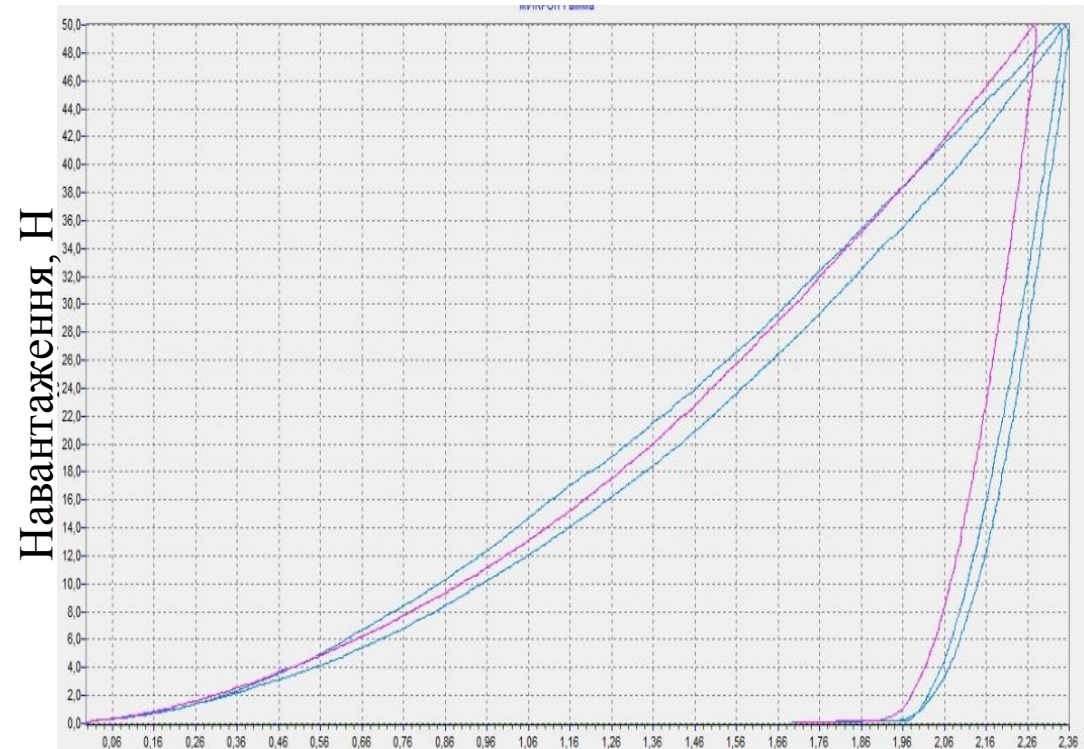
Вміст графіту, %	Спечений			
	Мікротвердість (Мейер)	Модуль Юнга , ГПа	Коефіцієнт пластичності	Напруження, ГПа
1.7	3.4	142	0.924	0.645
4	3.25	162	0.93	0.761
12	1.62	77.5	0.92	0.34
Вміст графіту, %	Кований			
	Мікротвердість (Мейер)	Модуль Юнга, ГПа	Коефіцієнт пластичності	Напруження ГПа
1.7	4.6	184	0.9	1.05
4	3.8	137	0.9	0.87
12	1.9	63.5	0.892	0.431

ЗАЛЕЖНІСТЬ ХАРАКТЕРУ НАВАНТАЖЕННЯ ІНДЕНТОРА ВІД ГЛИБИНИ ВПРОВАДЖЕННЯ У ЗРАЗОК З 1.7 % С



Глибина впровадження, мкм

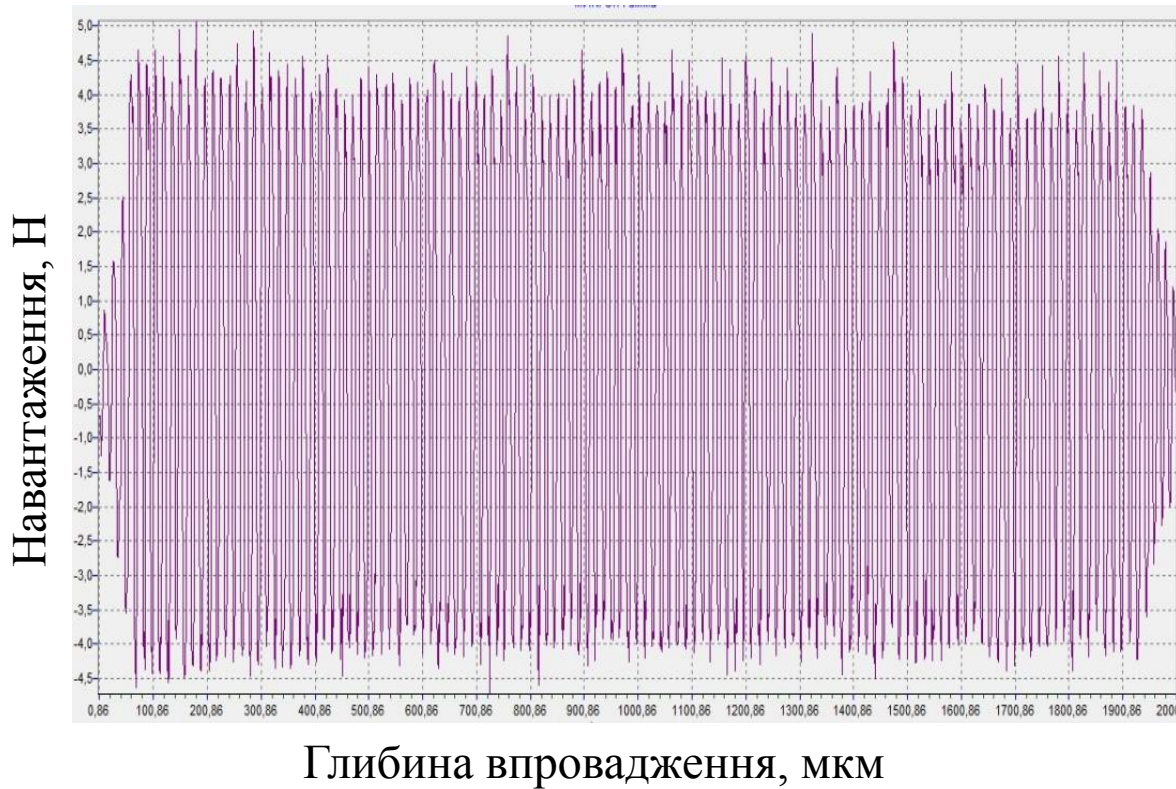
ПІСЛЯ СПІКАННЯ



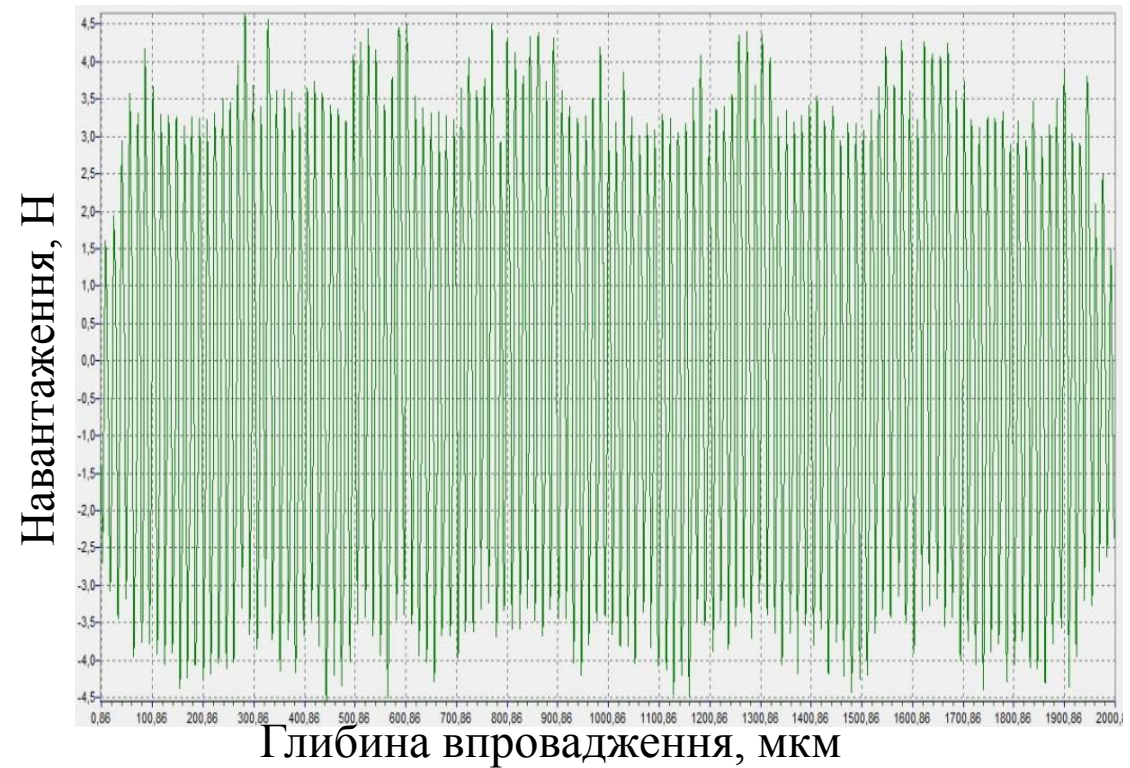
Глибина впровадження, мкм

ПІСЛЯ КОВКИ

СИЛА ТЕРТЯ ЗРАЗКІВ ПРИ ЗВОРОТНО-ПОСТУПАЛЬНОМУ ТЕРТІ У ЗРАЗКАХ З 1.7 % С



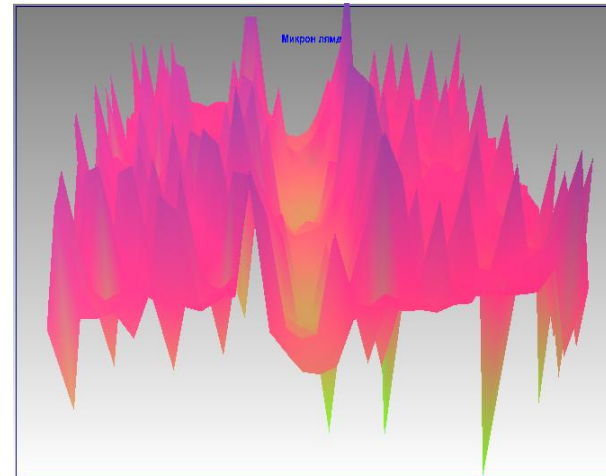
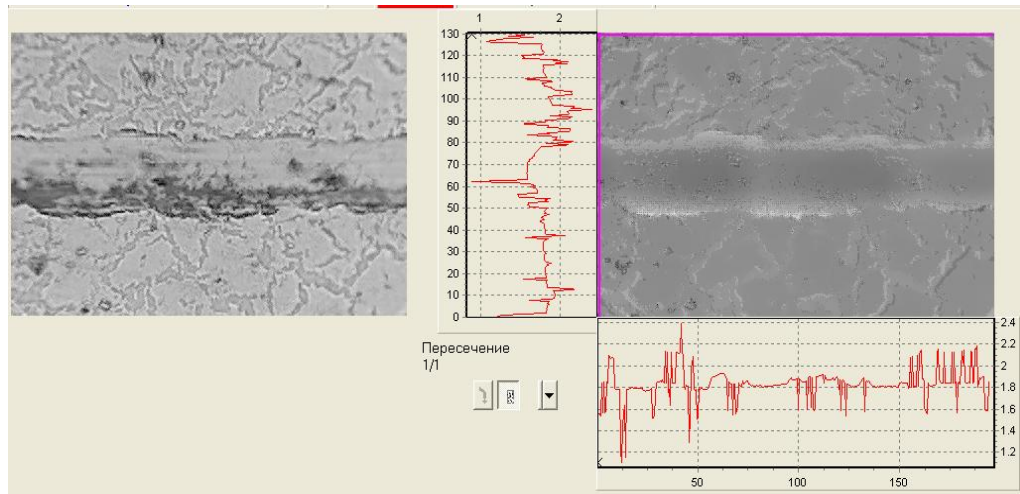
ПІСЛЯ СПІКАННЯ



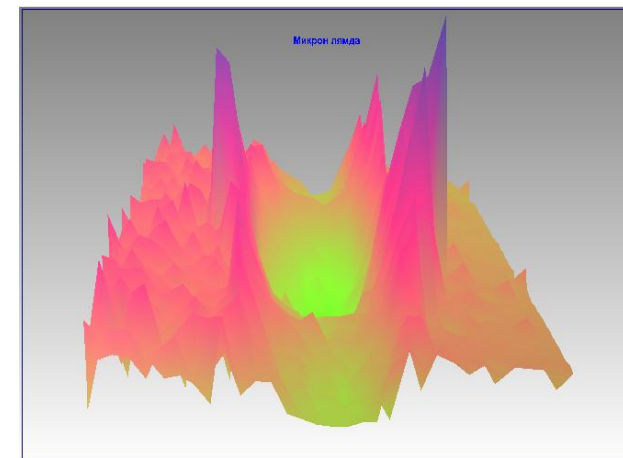
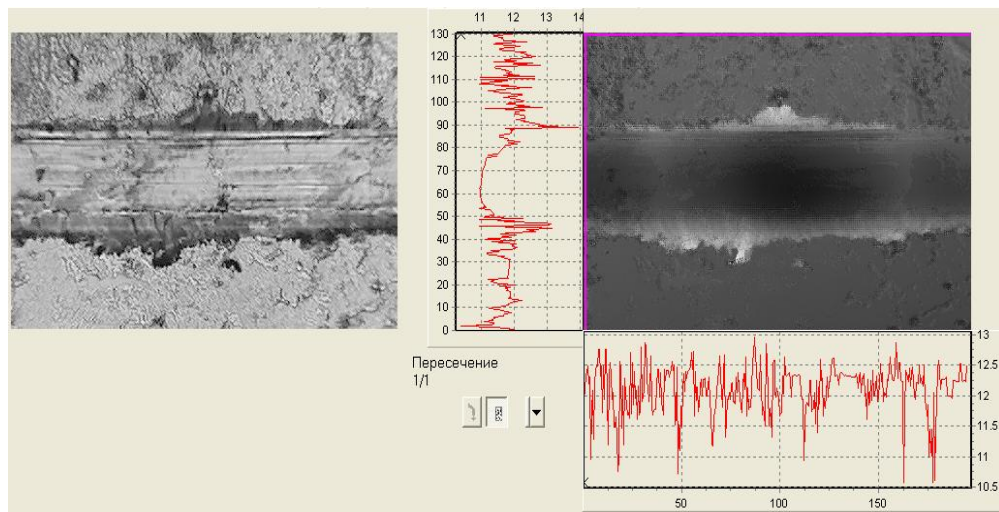
ПІСЛЯ КОВКИ

ПРОФІЛОГРАМИ ТА 3D ТОПОГРАФІЇ ДОРІЖОК ТЕРТЯ

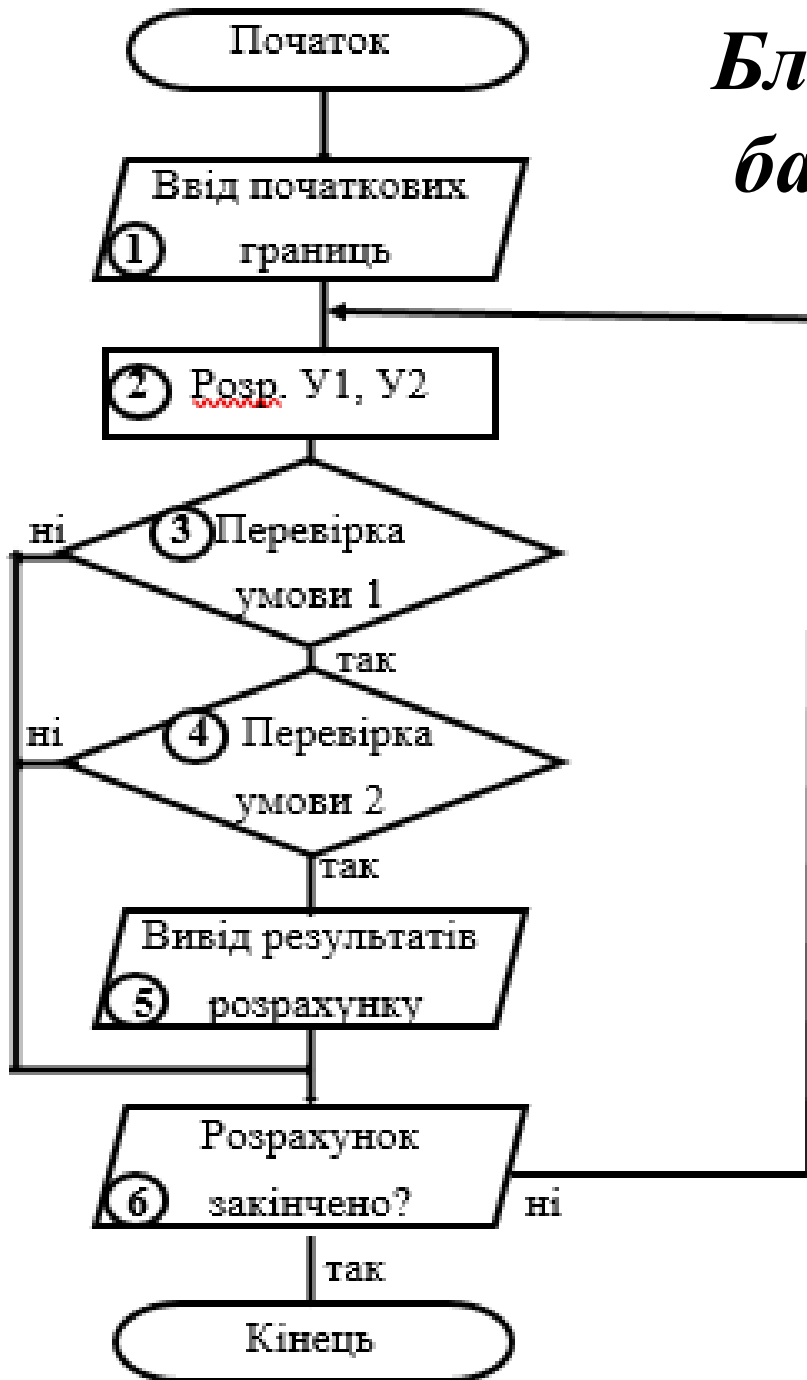
1,7 % ГРАФІТУ ПІСЛЯ КОВКИ



1,7 % ГРАФІТУ ПІСЛЯ СПІКАННЯ



Блок-схема алгоритму програми за методом багатокритеріальної оптимізації



Задача оптимізації була сформована наступним чином:

$$F1 = 1316.4375# - 91.3736 * x$$

$$F2 = 4.9421 - 0.2557 * x$$

F1, F2 – умова функції

Задаються умови по параметрам, в яких підставляється вміст графіту від 1.7 % до 12 % згідно з вимогами експерименту;

Було побудовано математичну модель методом МНК;

Коефіцієнт кореляції високий, що означає що ми маємо лінійні залежності;

Кінцеві результати було отримано за допомогою багатокритеріальної оптимізації у комплексі з методом оптимізації загального пошуку;

Завдяки цій програмі можна математично розраховувати при якому вмісті графіту ми отримаємо певні значення мікротвердості та міцності на стиснення.

ВИСНОВКИ

- встановлено, що вміст графіту суттєво впливає на пористість зразків на основі заліза. При вмісті графіту до 1,5 % пористість знаходиться на рівні 13–17 %. При збільшенні вмісту графіту до 4 % і більше пористість знижується до 8–9;
- встановлено, що гаряча ковка порошкових брикетів на основі заліза приводить до збільшення твердості до 92–94 HRB, що відбувається в результаті деформаційного зміцнення матеріалу та насичення зразків вуглецем при цементації;
- показано, що збільшення вмісту вуглецю у складі порошкових брикетів приводить до процесів, що знижують зміцнення при деформації під час ковки, що обумовлює зменшення твердості та міцності зразків;
- встановлено, що гаряча ковка брикетів з вмістом 1,7 % графіту дозволяє отримати твердість близько 40 HRC при високих значеннях міцності на стиснення та згин (1280 МПа та 1100 МПа відповідно). Матеріали з вмістом 1,7 % графіту оказують найбільший опір зношуванню в умовах сухого тертя та мають відносно низький коефіцієнт тертя 0,075–0,08;
- вільна ковка порошкових брикетів, що містять великий вміст крихких матеріалів (наприклад, суміш з 12,0 мас.% графіту) є неефективною і потребує вдосконалення;
- показано перспективність застосування технології гарячої ковки для створення антифрикційних порошкових матеріалів, що працюють в умовах високих динамічних навантажень та абразивного зношування.

Дякую за увагу!