

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

**Вплив кінетичних параметрів процесу
кристалізації на властивості сплавів $\text{MoSi}_2\text{-MoB}_2$**

Роботу виконав:
студент групи ФК – 31
Стукачов Д. Ю.
Керівник:
ст. викл., к.т.н. Троснікова І.Ю.

Актуальність роботи:

У авіаційних газотурбінних двигунах необхідні матеріали з робочою температурою до 2000 °С, міцністю до 250 МПа, коефіцієнтом температурного розширення близьким до нуля, часом експлуатації в сильно окисній атмосфері до 1000 год. За звичайних умов можливе використання нікелевих сплавів, але з ростом вимог виникає необхідність заміни більш витривалими сплавами. В цьому плані доволі перспективними є сплави системи Mo-Si-B, оскільки демонструють вищі фізико-механічні властивості ніж аналоги, що збільшить ККД двигуна незалежно від його типу.

Метою даної роботи є дослідження впливу кінетичних параметрів процесу кристалізації евтектичного сплаву системи MoSi_2 - MoV_2 на структуру та властивості.

Для досягнення поставленої мети було сформульовано наступні **завдання:**

- одержати сплави системи Mo-Si-V методом безтигельної зонної плавки при швидкостях кристалізації 1-4 мм/хв.;
- вивчити структуру, фазовий склад та напружено-деформований стан фазових складових;
- встановити взаємозв'язок між структурою, фазовим складом, напружено-деформованим станом фазових складових та властивостями сплавів, одержаних з різною швидкістю кристалізації (1-4 мм/хв.).

Методика проведення експерименту



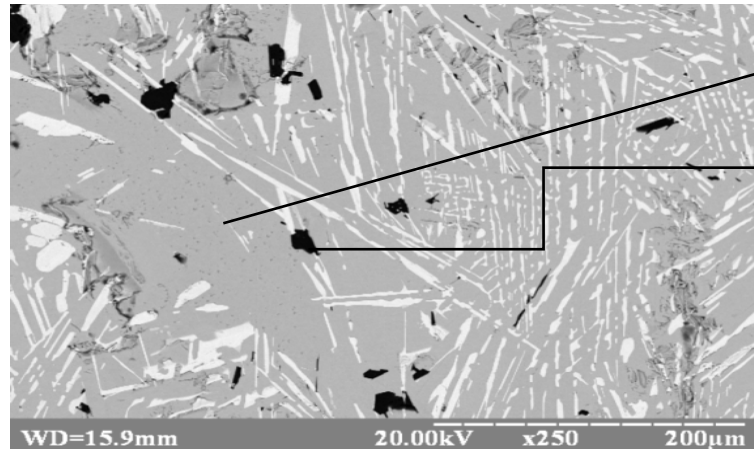
Приготування шліфів (шліфувально-полірувальний верстат) → Металографічний аналіз (PEM 106И)

Визначення напружень (метод $\sin^2\psi$) ←

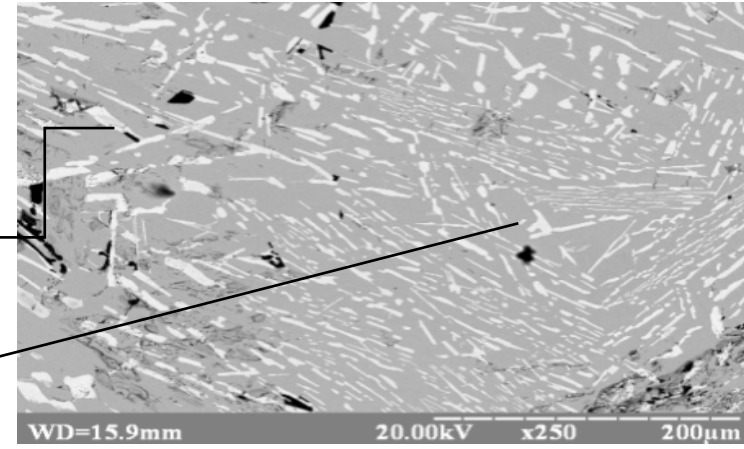
Рентгенофазовий аналіз (RIGAKU Ultima IV)

Вимірювання мікромеханічних властивостей (ПМТ-3)

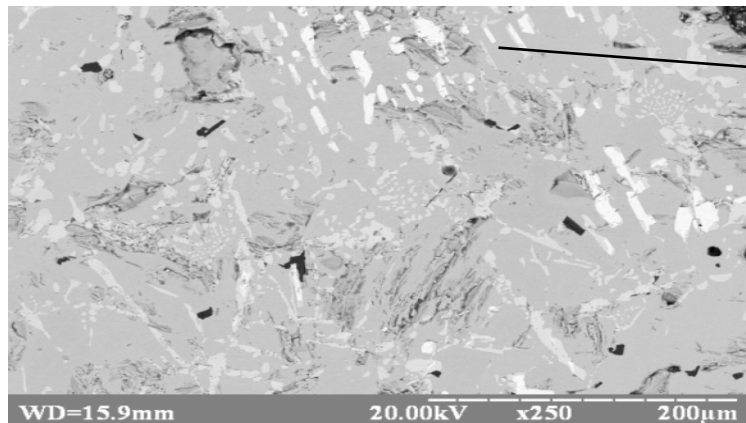
Мікроструктура сплаву MoSi_2 - 18 % MoB_2 , отриманого методом безтигельної зонної плавки з різною швидкістю кристалізації



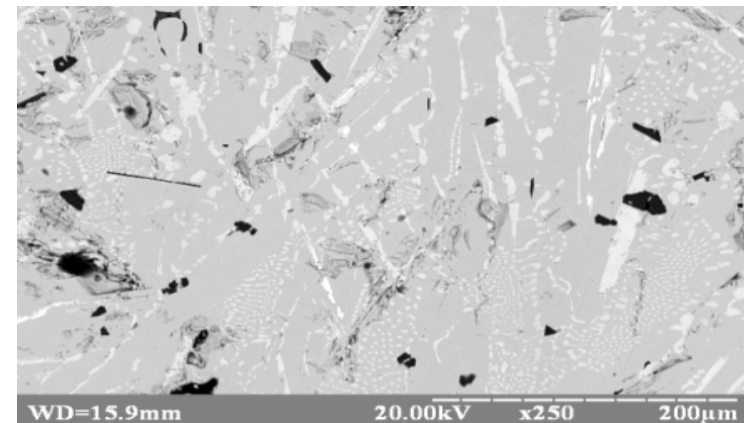
1 мм/хв



2 мм/хв

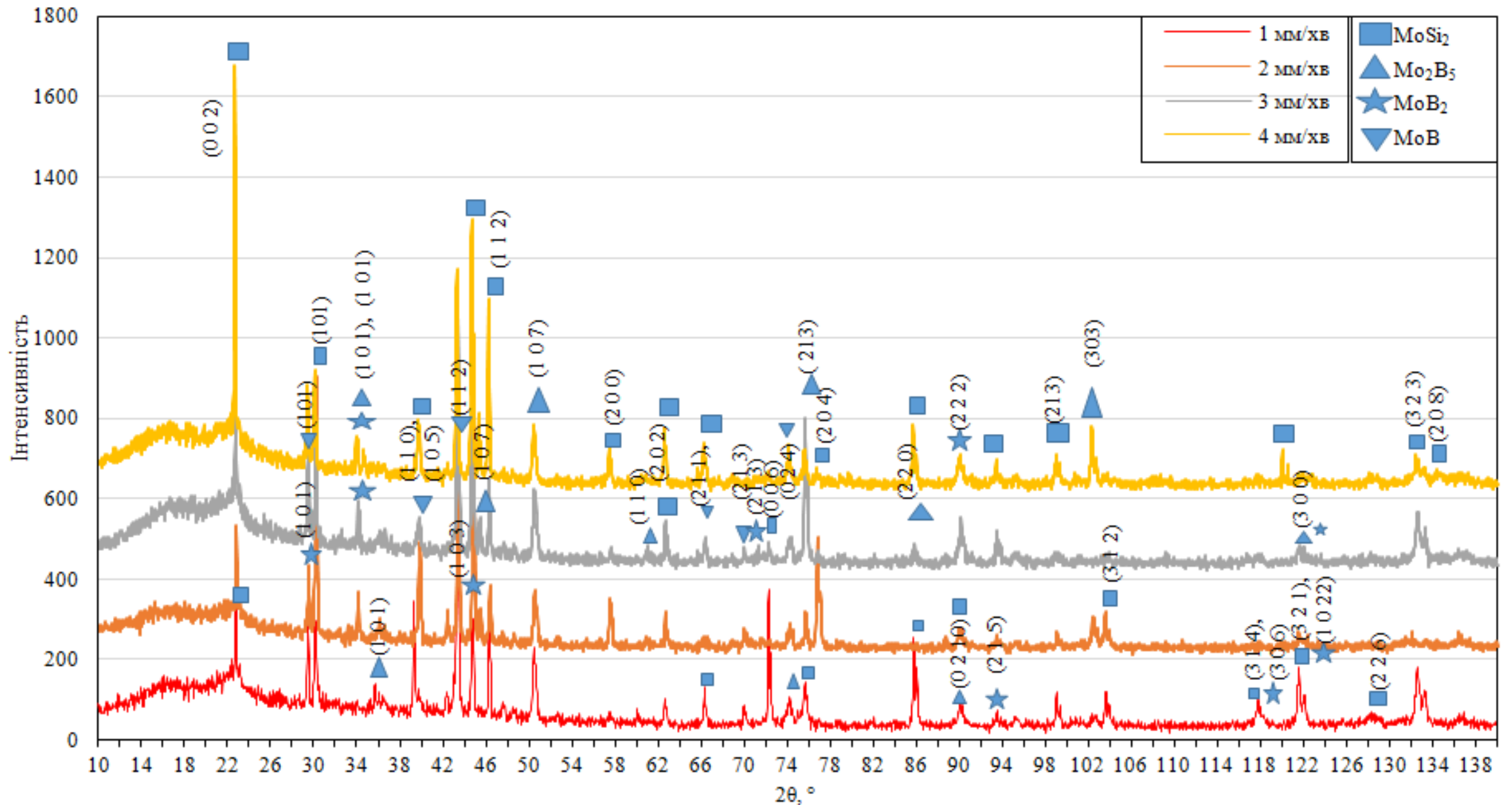


3 мм/хв



4 мм/хв

Рентгенофазовий аналіз сплаву $\text{MoSi}_2 - 18\% \text{MoB}_2$



**Макронапруження у сплаві MoSi_2 – 18 % MoB_2 , визначені методом
« $\sin^2\psi$ »**

Швидкість кристалізації, мм/хв	MoSi_2			MoB		
	$2\theta,^\circ$	hkl	$\sigma_1+\sigma_2,$ ГПа	$2\theta,^\circ$	hkl	$\sigma_1+\sigma_2,$ ГПа
1	99	(213)	-0,18	74	(024)	1,37
2	99	(213)	-0,77	74	(024)	1,28
3	99	(213)	-1, 23	74	(024)	1,32
4	99	(213)	-2, 61	74	(024)	1,69

Мікромеханічні властивості сплаву MoSi_2 - 18%(мас.) MoB_2

Характеристики	Швидкість кристалізації, мм/хв			
	1	2	3	4
H_{μ} , ГПа	19	22	22	24
K_{1c} , Мпа * $\sqrt{\text{м}}$	1,5	1,65	2,5	4

Висновки

На основі отриманих результатів було сформульовано висновки та рекомендації щодо застосування сплавів системи Mo-Si-W.

1. Встановлено, що при збільшенні швидкості кристалізації зростає в 2 рази ступінь витягнутості зерен боридної фази композиту та їх розташування змінюється від хаотичного до спрямованого в напрямку росту. Виявлено утворення нижчих боридів молібдену, що пояснюється порушенням співвідношення між концентраціями атомів Mo та W в розплаві внаслідок більш швидкого випаровування останніх.

2. Виявлено, що з підвищенням швидкості кристалізації зростає рівень напружень композиту, при чому в матричній фазі напруження стискаючі, а у включеннях – розтягуючі.

3. Встановлено, що зі збільшенням швидкості кристалізації механічні властивості зростають, що задовільно узгоджується з закономірностями зменшення розміру зерен, їх орієнтованості та зміною напружено-деформованого стану фазових складових композиційного матеріалу і пояснюється механізмом зернограничного зміцнення.

Дякую за увагу