

Вплив напружено-деформованого стану фазових складових на структуру та властивості сплавів системи Mo-Si-B

Виконала: студентка IV курсу

Гр.ФК-32

Козаченко Н.А.

Керівник: к.т.н., ст.викл. Троснікова І.Ю.

Актуальність теми:

На сьогоднішній день для галузі газотурбінобудування використовують суперсплави на основі нікелю і кобальту, що мають температурну межу близько 1000 °С. Але для такої галузі промисловості потрібні більш перспективні матеріали.

Такими матеріалами являються сплави систем Mo-Si-B, оскільки вони мають низьку питому вагу (порядку 6,1-7,2 г/см³), стійкість до окиснення в широкому інтервалі температур, за рахунок утворення на поверхні боросилікатного шару, дрібнодисперсну високощільну мікроструктуру, також ці сплави володіють високими мікротвердістю при кімнатній температурі, тріщиностійкістю (4,8 МПа*м^{1/2}), межею текучості та межею міцності на стиск при високих температурах 1200-1400 °С, так як мають температуру плавлення вище 1650 °С.

Встановлено, що питома вага сплаву MoSi₂ - 18 % (мас.) MoB₂ складає 6,2 г/см³ і він може працювати до температури 1300 °С, порівняно з жароміцним суперсплавом на нікелевій основі (склад: 64мас.%Ni, 10мас.%Cr, 10мас.%Co, 4мас.%Mo, 4мас.%Al, 3мас.%Ti, 5мас.%W), питома вага якого складає 8,9 г/см³, а максимальна робоча температура <1100 °С.

Метою даної роботи є дослідження структури, напружено-деформованого стану фазових складових та мікромеханічних властивостей сплавів системи Mo-Si-B.

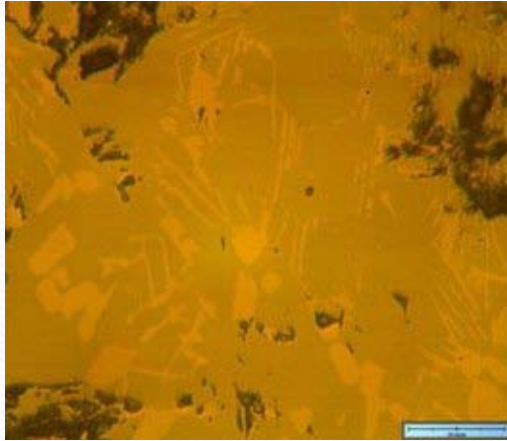
Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- одержати сплави системи $\text{MoSi}_2\text{-MoB}_2$;
- дослідити структуру та напружено-деформований стан фазових складових;
- вивчити мікромеханічні властивості

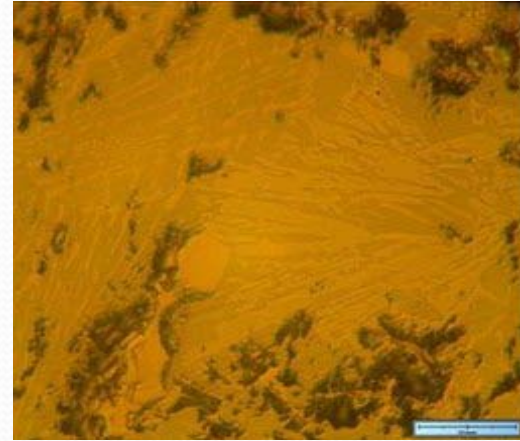
Методика експерименту

- Електронно-променева плавка (ЭЛА-6)
- Металографічний аналіз (НЕОРНОТ – 21)
- Рентгенофазовий аналіз та визначення макронапружень (Rigaku «Ultima IV», метод « $\sin^2\psi$ »)
- Мікромеханічні властивості (ПМТ-3)

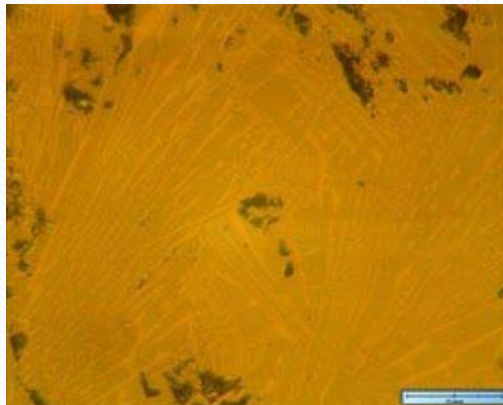
Мікроструктура сплавів системи $\text{MoSi}_2\text{-MoB}_2$



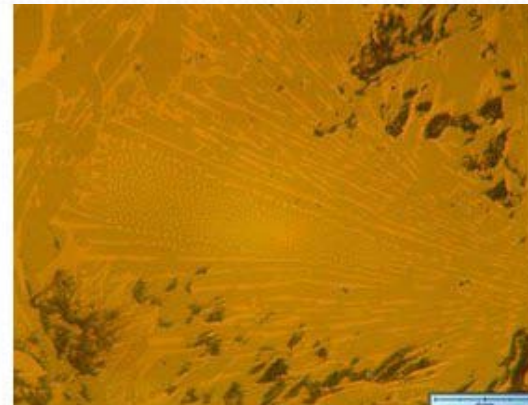
заевтектичний сплав –
(MoSi_2 – 14%(мас.) MoB_2)



доевтектичний сплав –
(MoSi_2 – 20%(мас.) MoB_2)



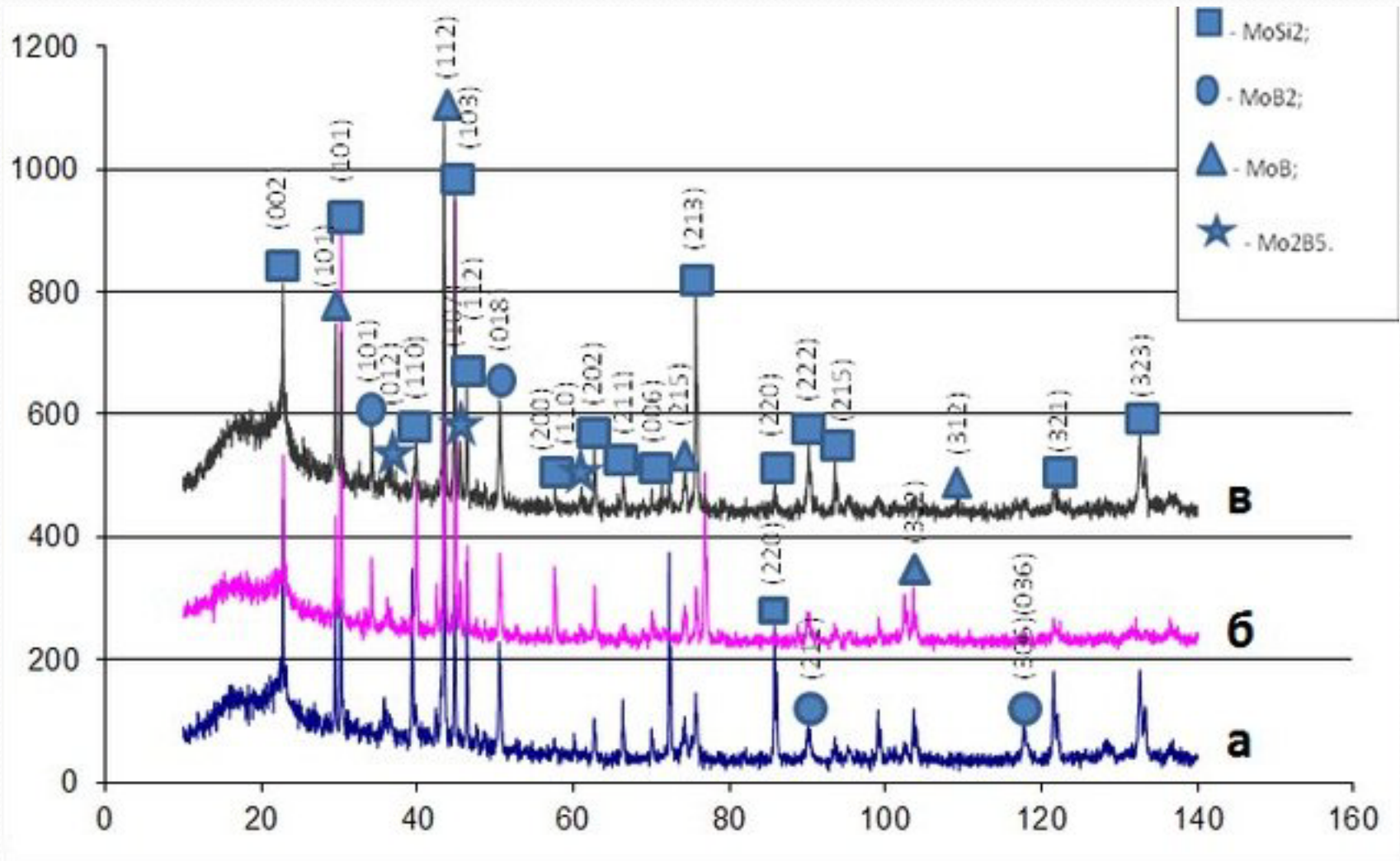
до відпалу



після відпалу

евтектичний сплав – (MoSi_2 – 18%(мас.) MoB_2)

Рентгенофазовий аналіз



а - доэвтектичний сплав; б – евтектичний сплав; в – заевтектичний сплав

Напруження фазових складових сплавів системи $\text{MoSi}_2\text{-MoB}_2$, визначені методом « $\sin^2\psi$ »

Сплав	Фаза	2θ , град	$\sigma_1 + \sigma_2$, ГПа	
			до відпалу	після відпалу
$\text{MoSi}_2 - 20\%$ (мас.) MoB_2	MoB	53	- 3,72	-
	MoSi_2	75	- 6,73	-
$\text{MoSi}_2 - 18\%$ (мас.) MoB_2	MoB	68	- 1,72	2,86
	MoSi_2	75	- 9,19	- 4,2
$\text{MoSi}_2 - 14\%$ (мас.) MoB_2	MoB	64	- 1,26	-
	MoSi_2	133	- 7,38	-

Визначення макронапружень:

$$\sigma_x = [E/((1 + \mu) \sin^2\psi)] * [(d_\psi - d_\perp)/d_\perp]$$

Мікромеханічні властивості

Сплав	Фаза	Мікротвердість H_{μ} , ГПа		Тріщиностійкість K_{1C} , $\text{МПа} \cdot \text{м}^{-1/2}$	
		до відпалу	після відпалу	до відпалу	після відпалу
MoSi ₂ – 20 % (мас.) MoB ₂	MoB	19	-	3,3	-
	MoSi ₂	13,5	-	3,18	-
MoSi ₂ – 18% (мас.) MoB ₂	евтектика	21	25	4,53	5,5
MoSi ₂ – 14% (мас.) MoB ₂	MoB	17,1	-	2,9	-
	MoSi ₂	13,4	-	2,8	-

Визначення мікротвердості:

$$H_{\mu} = 1,854 \cdot P/d^2$$

Визначення тріщиностійкості:

$$\frac{\kappa}{c} = 0,075 \frac{P}{a^{3/2}}$$

Висновки

1. На сьогоднішній день існує потреба в матеріалах спеціального призначення для виготовлення деталей, які використовуються у газотурбінобудуванні.
2. Показано, що сплави системи Mo-Si-W мають хорошу стійкість до високих температур, хорошу зносостійкість та здатність чинити опір окисненню, за рахунок захисної оксидної плівки боросилікатного скла.
3. Показано, що після відпалу структура стає більш дрібнодисперсною та одночасно покращуються механічні властивості – мікротвердість та тріщиностійкість на ~ 20%.
4. Встановлено, що після відпалу напруження урівноважуються і у фазах включень напруження стиснення переходять у розтягнутий стан. Залишкові напруження після відпалу у матричній фазі MoSi₂ залишилися напруженнями стиснення та зменшилися у ~2 рази, а у фазах включень MoW стали напруженнями розтягування та збільшилися у ~2 рази.



Дякую за увагу!