УДК 621.762

М. Каспрук, Л. Бодрова

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СПЛАВІВ НА КАРБІДО-БОРІДНІЙ ОСНОВІ

Досліджено сплави системи TiC-TiB_2 евтектичного складу із залізо-нікелевою зв'язкою при різних співвідношеннях її компонентів. Описано технологічний процес виготовлення сплавів та приведено оптимальні технологічні режими їх отримання з максимальною відносною густиною та механічними властивостями.

Приведено результати досліджень жаростійкості сплавів на повітрі та тепло- і електрофізичних властивостей (ρ,λ,α) в інтервалі температур від 60 до 1000 ^0C. Визначено інтенсивність зношування та коефіцієнт зносостійкості при абразивному та гідроабразивному зношуванні. Дано рекомендації по застосуванню сплавів.

Умовні позначення:

$\gamma_{ад.}$ - аддитивна густина, г/см^3;

ε - відносна зносостійкість;

K - коефіцієнт інтенсивності зношування, мм^3/кг сухого абразиву;

λ - коефіцієнт теплопровідності, Вт/см·град;

ρ - питомий електричний опір, мк·Ом·см;

α - термо е.р.с., МкВ/град.

Сплави на основі карбідо-борідних композицій знаходять все більш широке використання на практиці. Правильний вибір виду та кількості цементуючої зв'язки, технології отримання дозволяє сформувати мілкозернисту структуру сплавів, що забезпечує поряд із високими показниками твердості та зносостійкості задовільну міцність. Проблема створення таких матеріалів викликає значний інтерес [1-4], особливо в умовах дефіциту вольфраму та вольфрамо-кобальтових твердих сплавів.

У даній роботі досліджено сплави із залізо-нікелевою зв'язкою при різному співвідношенні компонентів зв'язки від чистого заліза до нікелю. Враховуючи евтектичний характер системи TiB_2-TiC (з евтектичною точкою при вмісті TiC=49,2 та TiB_2=50,8 % (по масі)) [4], з метою створення дрібнозернистої структури відношення TiC/TiB_2 в сплавах вибиралось близьким до евтектичного. Хімічний склад сплавів (% по масі) та їх аддитивну густину подано в табл. 1.

Таблиця 1

Хімічний склад та аддитивна густина сплавів

№ сплаву	Склад сплаву, мас.%				$\gamma_{ад}$, г/см^3
	TiC	TiB_2	Fe	Ni	
1	40,25	41,55	9,1	9,1	5,11
2	54,5	27,3	9,1	9,1	5,18
3	27,3	54,5	9,1	9,1	5,07
4	44,3	45,7	5	5	4,92
5	49,2	50,8	2,25	2,25	4,81
6	44,3	45,7	10	-	4,9
7	44,3	45,7	-	10	4,89
8	44,3	45,7	3,3	6,7	4,93
9	44,3	45,7	6,7	3,3	4,92

Для виготовлення сплавів використовували порошки TiC та TiB_2 виробництва Донецького заводу хім. реактивів марки "ХЧ" та порошки заліза та нікелю із вмістом основного компонента не менше 99,6 та 99,9 % відповідно.

Сплави отримували шляхом холодного двостороннього формування гомогенної шихти в металічних пресформах при питомих тисках пресування від 30 до 100 МПа. Спікання заготовок здійснювали у вакуумі (0,1-0,15 Па) в інтервалі температур від 1200 до 1500 ^{0}C через кожні 50 ^{0}C. Тривалість спікання при заданій температурі регулювали від 40 до 60 хв. Контроль спечених виробів здійснювали стандартними методами (візуальний огляд, гідростатичне зважування). На рис. 1-3 показано вплив технологічних факторів на деякі властивості сплавів. Коефіцієнт усадки при спіканні змінювався в межах від 1,06 до 1,3, що близько до значень для стандартних твердих сплавів. Максимальні значення відносної густини (0,98-0,99) та твердості по Роквеллу отримані для сплавів спечених при 1500 ^{0}C. Збільшення тривалості спікання від 0 до 60 хв. приводить до деякого росту HRA, відносної густини та коефіцієнту усадки.

Спечені сплави були досліджені на зносостійкість за методикою [5]. Об'ємне зношування визначалося у встановленому режимі зношування на основі втрати маси зразка гравіметричним методом з похибкою 0,1 мг. Відносна зносостійкість виражена відношенням інтенсивності зношування К (мм^3/кг сухого абразиву) еталонного (сталь 45 твердість по Віккерсу 200 кгс/мм^2) та досліджуваного матеріалів. Також визначався коефіцієнт ε - зносостійкість відносно сталі 45. Результати випробувань подані в табл. 2.

Для визначення інтервалу робочих температур сплави окислювали на повітрі протягом 24 годин при температурі 800-1100 ^{0}C. Як видно з отриманих результатів (рис.4), величина зміни маси незначна. Після витримки зразків при 800 ^{0}C слідів окислення візуально майже не видно. При 950 ^{0}C утворюється тонкий шар окалини. Нагромадження продуктів окислення щільне та добре прилягає до основи зразка. З підвищенням температури окислення до 1100 ^{0}C процес різко прискорюється, що помітно виявляється на зовнішньому вигляді зразків та якості окалини. Кінетичні криві окислення носять лінійний характер.

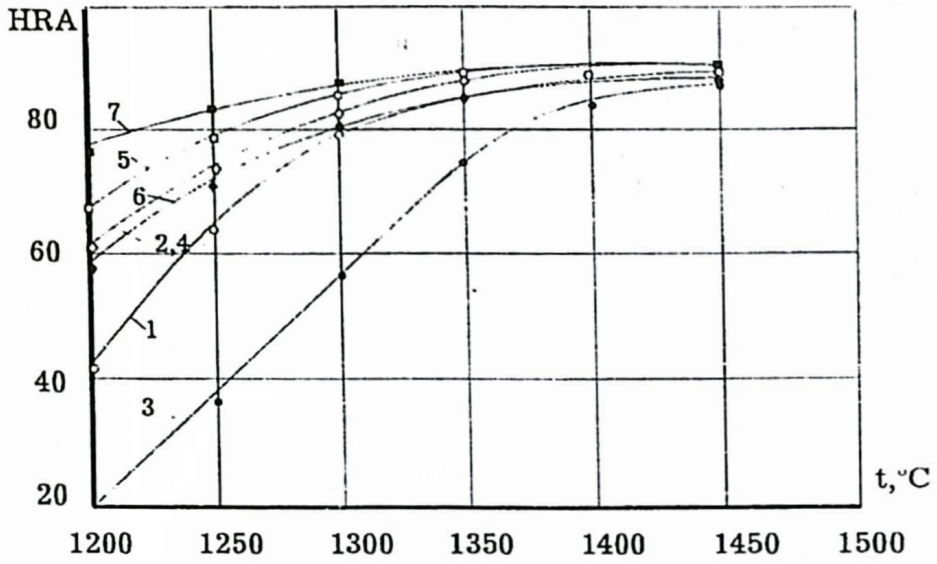


Рисунок 1 – Вплив температури на твердість (номер кривої відповідає номеру сплаву)

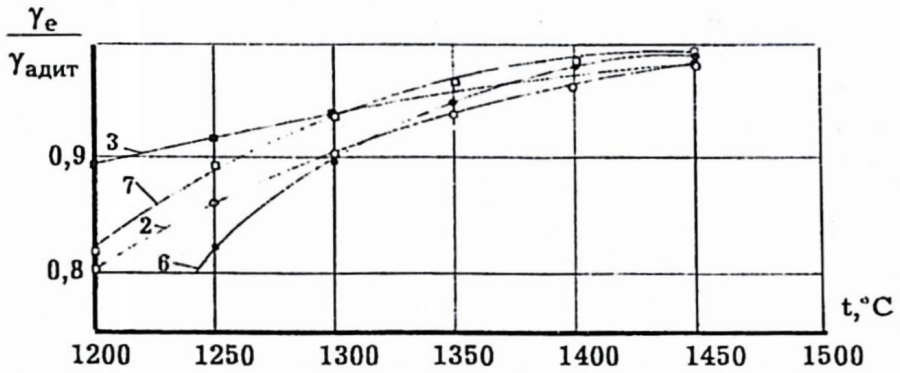


Рисунок 2 – Вплив температури спікання на відносну густину

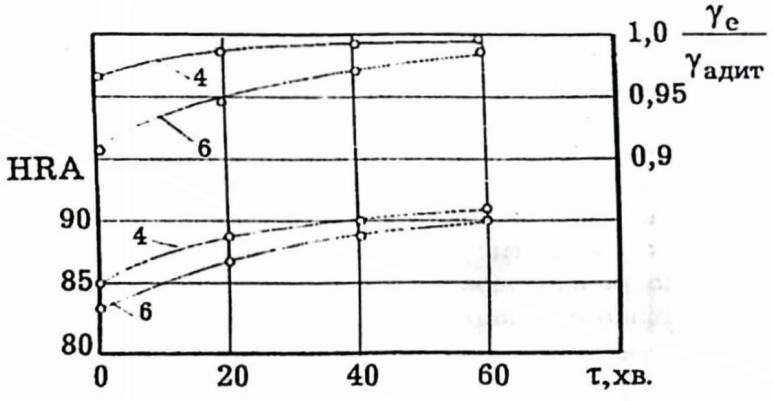


Рисунок 3 – Вплив тривалості спікання на відносну густину та твердість

Таблиця 2

Інтенсивність зношування та коефіцієнт зносостійкості сплавів.

№ Сплав	Кут атаки, β,град.			
	90		30	
	K, мм^3/кг	ε	K, мм^3/кг	ε
1	12,8	1,3	5,84	4,7
2	4,15	4,0	3,12	8,9
3	12,6	0,13	2,40	1,6
5	7,98	2;2	4,62	6,4
6	12,1	1,84	5,47	5,1
7	8,5	2,0	3,94	7,0
8	7,67	2,3	2,98	9,9
9	24	0,78	8,67	3,4

На зразках даних сплавів проведено вимірювання тепло- та електрофізичних властивостей (ρ,λ,α). Значення цих характеристик при 60 та 1000 ^{0}C подані в таблиці 3.

Таблиця 3

Тепло- та електрофізичні властивості сплавів.

№ сплаву	λ, Вт/см·град.		ρ, мк·Ом·см		α, МкВ/град.	
	60 ^{0}C	1000 ^{0}C	60 ^{0}C	1000 ^{0}C	60 ^{0}C	1000 ^{0}C
1	0,32	0,53	51,9	109	-10,7	-14,2
2	0,41	0,49	64,3	118	-4,3	-13,6
3	0,33	0,56	44,43	104	-7,8	-14,7
4	0,33	0,53	25,7	108	-8,4	-12,5
5	0,29	0,45	54,2	114	-6,4	-12,7
6	0,23	0,51	54,1	115	-6,7	-13,8
7	0,27	0,49	48,6	105	-5.5	-13,2
8	0,31	0,57	52,4	112	-8.1	-17,8
9	0,18	0,5	58,9	117	-6,9	-13,3

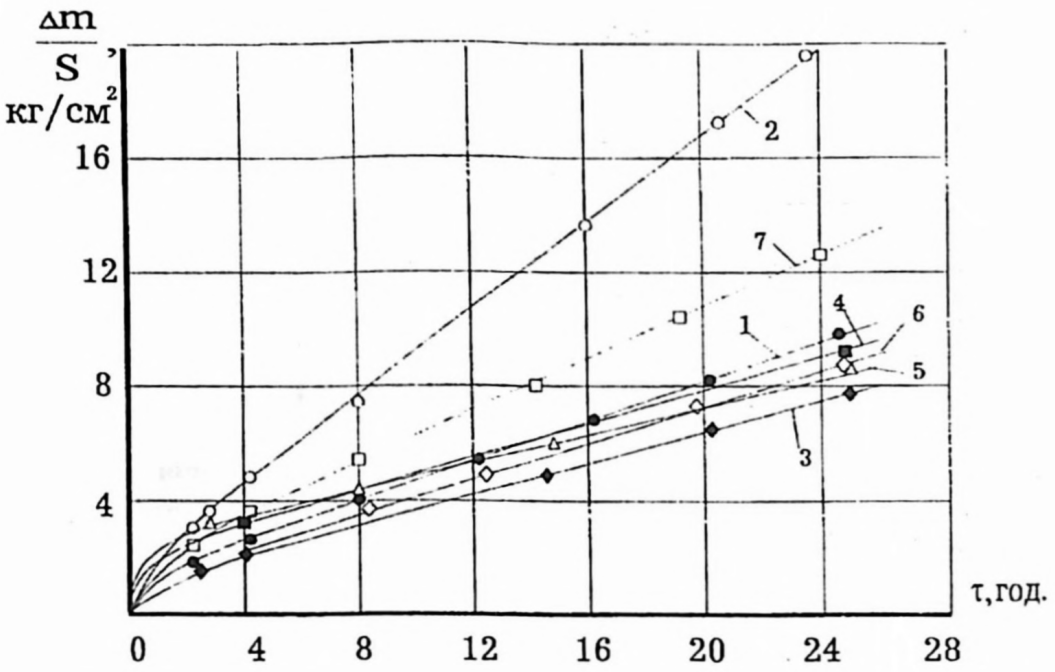


Рисунок 4 - Вплив часу окислення на питому зміну маси (температура окислення 950 °С)

Висновки. Як видно з проведених досліджень, сплави на основі TiB_2-TiC характеризуються низкою цінних фізико-механічних характеристик: високою твердістю та зносостійкістю, доброю електро- та теплопровідністю, стійкістю до окислення (до 1000 ^{0}C), і можуть бути застосовані для виготовлення деталей машин, що працюють в умовах підвищеного тертя та зношування.

Summary Alloys of the TiC-TiB_2 system with iron-nickel binder were investigated. Influence of technological parameters on relative density and physical-mecanical characteristics was studied. The areas of the alloys application were determined.

Література

1.Вдовиченко Н.С., Степанчук А.Н., Чубарук Л.В. Структура и свойства порошковых материалов на основе тугоплавких металлов и соединений. -К.: Наукова думка, 1984.-С. 30-35.

2.Верхотуров А.Д., Орданьян С.С., Подчерняева И.А., Савельев Т.А., Симан Н.И., Куринная Т.В. Закономерности эрозии сплавов системы карбид-борид переходного металла при электроискровом легировании. // Порошковая металлургия.- 1983.- №11.-С.57-61.

3.Самсонов Г.В., Серебрякова Т.М. Бориды. -К.: Наукова думка, 1974.- 276 с.

4.Орданьян С.С., Унрод В.И., Августинин А.И. Взаимодействие в системе TiC-TiB_2. //Порошковая металлургия.- 1975.- №9.- С.40-43.

5.Клейс И.Р. Центробежный ускоритель ЦУК-3М для определения относительной износостойкости при абразивной эрозии. Тр. Таллинского политехн. ин-та: Серия А.- 1970.- №294.- С.23-33.