



**ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА**

**РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ
КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ З
САМОВПОРЯДКОВАНИМИ
ГРАНИЦЯМИ ПОДІЛУ ТА
КВАЗІКРИСТАЛІЧНИМ
ЗМІЦНЕННЯМ**

АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ

Основною проблемою, яка обмежує вибір придатних для створення композиційних матеріалів металів і сплавів та знижує їх термін служби, є проблема забезпечення якості та працездатності границь поділу між структурними складовими композиційних матеріалів. Враховуючи важливість границь поділу багато дослідників розглядають їх як окремий елемент структури композиційних матеріалів.

Важливою є розробка загального підходу до управління структурою та властивостями границь поділу різного типу з урахуванням останніх досягнень фундаментальних наук та попередніх експериментальних досліджень. Це дозволить використати для створення нових ресурсозберігаючих композицій такі матеріали, як, наприклад, квазікристали або аморфні речовини, залучення яких дотепер було обмеженим у зв'язку зі специфікою їх властивостей. З'ясування законів виникнення самовпорядкованості на міжфазних границях поділу в композиційних матеріалах з квазікристалічним зміцненням відкриває нові можливості для створення ресурсозберігаючих композиційних матеріалів з підвищеною стійкістю до зовнішніх дій.

Зважаючи на те, що розробка нових способів отримання та встановлення властивостей композиційних матеріалів та квазікристалів є актуальною в сучасному матеріалознавстві та наявність уже існуючих у цьому напрямку досягнень – світова новизна деяких підтверджена отриманими патентами України – обумовлюють отримання результатів, що відповідають світовому рівню та є перспективним напрямком досліджень.

МЕТА РОБОТИ

Встановити умови та основні закономірності утворення ресурсозберігаючих композиційних матеріалів, зміцнених в тому числі квазікристалами, з використанням нового підходу до управління структурою та властивостями міжфазних границь поділу, оснований на забезпеченні самовпорядкованості і відновленні їх будови.

ЗАПРОПОНОВАНІ РОЗРОБКИ

Композиційні матеріали із квазікристаллами, отримані методом просочення

У відділі динамічної металофізики Дніпропетровського національного університету ім. О.Гончара накопичений великий досвід з розробки зносостійких композиційних покриттів. Ці матеріали визнані в усьому світі як найбільш перспективні матеріали для створення покриттів, оскільки мають унікальні властивості залежно від вибору складових.

Уперше у ВДМ ДНУ використаний метод пічного просочення для одержання композиційних матеріалів із квазікристаллами. Вони відрізняються високими твердістю, пластичністю, високотемпературною стійкістю, опором абразивному зносу. Вони не містять у складі дорогих і дефіцитних компонентів. Ці матеріали можуть бути використані для одержання захисних покриттів на швидкозношуваних деталях устаткування методами пічного наплавлення. Технологія наплавлення відрізняється простотою, а для її реалізації не потрібне спеціальне обладнання.

ЗАПРОПОНОВАНІ РОЗРОБКИ

Використання методу просочення для одержання композиційних матеріалів із квазікристалами дозволить розширити асортимент зміцнених деталей, що працюють в умовах атмосферної корозії, впливу агресивних середовищ, водяних розчинів при підвищених температурах, тощо. У результаті планується одержати збільшення терміну служби деталей в 1,3-1,8 рази, забезпечити економію чорних металів, електроенергії, й робочих ресурсів.

Крім того, останні розробки відділу, спрямовані на створення ресурсозберігаючих композиційних матеріалів, зміцнених квазікристалами, використовують нові підходи до керування структурою й властивостями міжфазних границь поділу, засновані на забезпеченні самовпорядкованості їх будови й відновленні властивостей у процесі експлуатації.

Властивості композиційних матеріалів, отриманих просоченням

Композиційні матеріали	Твердість, HRC	Мікрокрихкість, од.	Тендітна мікроміцність, МПа
Традиційні	50-55	2,0-3,0	2000
Матеріали із квазікристалами	60-65	1,5-2,0	2500

ЗАПРОПОНОВАНІ РОЗРОБКИ

Комбіноване зміцнення сталеві поверхні методами ХТО

При комбінованому зміцненні сталеві поверхні, яке включає попередню обробку сплавів на залізній основі в електролітній плазмі та послідовну їх ХТО в бормістячому середовищі, спостерігається прискорення утворення твердофазних структур та одержання дифузійного шару, який складається з боридного шару та підшарку глибиною від 250 до 600 мкм, мікротвердість якого вище, ніж мікротвердість матриці від 1,5 до 2,5 разів. Це разом з низькою крихкістю боридного шару підвищує міцність борованих деталей в 2 рази. Крім того, при комбінованому зміцненні знижуються витрати на дорогий карбід бора, скорочується час обробки деталей.

Вплив попередньої обробки сталі 20 в електролітній плазмі на характеристики дифузійного шару, отриманого після ХТО боруванням

№	Умови попередньої обробки	Глибина дифузійного шару, мкм		
		Боридний шар	FeB	Підшарок
1	Боромістячий електроліт, $I = 4,5-8\text{A}$, $U = 40 - 80\text{ В}$, $t = 14\text{ мин.}$	150 ± 10	60 ± 10	600 ± 100
2	Боромістячий електроліт, $I = 5-9\text{A}$, $U = 50 - 85\text{ В}$, $t = 9\text{ мин.}$	140 ± 10	50 ± 10	500 ± 50

4* - борування зразків зі сталі 20 при $T=900-950^\circ\text{C}$ у середовищі зі вмістом карбід бора більше 60%.

ЗАПРОПОНОВАНІ РОЗРОБКИ

а

б

с

Рис. 1 Мікроструктура дифузійного шару після борування зразків зі сталі 20: а – попередньо обробленої в електролітній плазмі, ХТО з вмістом B_4C - $\leq 15\%$, $\times 200$; б – ХТО з вмістом B_4C - $\leq 15\%$, $\times 100$; с - ХТО з вмістом B_4C - $\geq 60\%$, $\times 200$

ПЕРЕВАГИ

Попередня обробка в електролітній плазмі впливає на структуру і морфологію дифузійного шару, отриманого при ХТО, прискорює процеси дифузії та сприяє здешевленню процесу насичення в порівнянні з традиційним способом. У порівнянні зі зразками, що не пройшли попередньої обробки, товщина боридного шару оброблених зразків збільшується в 2-4 рази. Глибина дифузійної зони, що отримана при ХТО, попередньо оброблених зразків, в 3–4 рази перевищує глибину дифузійної зони, отриману на необроблених зразках.

Спосіб обробки сталевих виробів, що включає крім процесу ХТО попередню обробку в електролітній плазмі, забезпечує одержання дифузійного шару який за мікромеханічними характеристиками сприяє плавному переходу від твердих боридів до більш м'якої матриці, що значно підвищує міцність борованих деталей, знижує витрати на дорогий карбід бора та скорочує час обробки деталей.

СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ

- Машинобудівна, електротехнічна, металургійна галузь, а також ремонтне та інструментальне виробництво всіх галузей.
- Навчальний процес.
- Результати роботи увійшли в підручник Міносвіти з металознавства по композиційним матеріалам, який буде використано при підготовці спеціалістів в області фізики твердого тіла та матеріалознавства.