

Рентгеноструктурним аналізом показано, що на зовнішній стороні дифузійного покриття формуються шари за участю сполук $\text{Fe}_2(\text{Ti,Al})_4\text{O}$, $\text{Fe}_2(\text{Ti,Al})$ та TiC . Шар карбіду титану TiC відділяє зону сполук від шару на основі твердого розчину титану та алюмінію в залізі зі значним вмістом хрому та нікелю. Мікротвердість зони сполук складає 4,5 – 20,0 ГПа, зони твердого розчину монотонно зменшується від 3,0 – 3,5 ГПа на границі розділу шар за участю TiC – твердий розчин до мікротвердості основи 1,8 – 2,0 ГПа.

Основні зміни виявлені для твердого розчину, товщина якого після відпалу збільшилась до 190,0 – 200,0 мкм. Слід відмітити, що сполуки зовнішнього шару $\text{Fe}_2\text{Ti}_4\text{O}$, Fe_2Ti , TiC підтвердили свою стабільність. Збільшення товщини шару твердого розчину зумовлено дифузією титану та алюмінію в основу, а елементів основи – до покриття. При цьому на границях стовбчастих зерен та в самих зернах після відпалу утворилися окремі включення інтерметалідів за участю елементів покриття. Біля границь стовбчастих кристалів включення інтерметалідів мають пластинчасту форму. Компактні утворення з кількох десятків пластин мають виражену кристалографічну орієнтацію. Кут нахилу окремих пластин до границі стовбчастого кристалу становить приблизно 45° . Формування після відпалу в зоні твердого розчину гетерогенної структури супроводжується зростанням мікротвердості до 3,0 – 4,5 ГПа. Максимальна мікротвердість 4,5 ГПа встановлена для ділянки безпосередньо за границею TiC – твердий розчин титану та алюмінію в залізі.

Встановлено, що відпал практично не впливає на фазовий склад та мікротвердість зони сполук і приводить до формування гетерогенної структури в зоні твердого розчину та зростання його товщини та мікротвердості.

Особливості формування електроіскрових покриттів на залізі при додатковому азотуванні

К. М. Храновська

Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України, Київ

Методами мікродюрOMETричного, мікроструктурного та рентгенографічного аналізів досліджено особливості мікроструктури, фазового складу та характер розподілу мікротвердості покриттів на технічному залізі, нанесених методом електроіскрового легування (ЕІЛ), анод – Ti (Cr), легуюче середовище – пропан-бутан, робочий струм – 5 А, напруга – 50 В, енергія одиничного імпульсу 1 Дж, а тривалість його 200 мкс з додатковим газовим азотуванням (атмосфера – суміш 20 % аміаку + 80 % аргону, температура 853 К, тривалість – 2 години). Для проведення ЕІЛ у середовищі пропан-бутану розроблено спеціальну камеру. Застосовано наступні схеми комбінованої обробки: «ЕІЛ+азотування» і «азотування+ЕІЛ».

Показано, що внаслідок комбінованої обробки в мікроструктурі заліза для усіх схем обробок, спостерігаються виділення γ' -фази, протяжність яких залежить від послідовності стадій обробки. Так, при обробці за схемою “ЕІЛ + азотування” протяжність виявилася вищою, аніж при обробці “азотування + ЕІЛ” як для титанового, так і для хромового анодів. Фазовий склад покриттів для усіх схем обробок, є подібним: інтерметаліди Fe_2Ti (FeCr), γ' -фаза; α - Ti (для обох схем обробок), оксид хрому (для обох схем обробок), TiN (при обробці за схемою “азотування + ЕІЛ”). Отже, різна послідовність обробки між ЕІЛ та азотуванням дозволяє керувати розподілом мікротвердості в області легованого шару, а саме, положенням максимуму

мікротвердості у приповерхневому шарі металу, що дає можливість обирати послідовність стадій з урахуванням умов експлуатації деталей та забезпеченням необхідної мікротвердості легованого шару.

Фазові рівноваги в системі Ti-Zr-Mn

В. А. Дехтяренко

Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України, Київ

Система Ti-Zr-Mn має фундаментальне значення для практичного використання. Zr і Mn часто використовуються як легуючі елементи в індустрії титанових сплавів. Сплави цієї системи можуть також розглядатись як перспективні для використання в якості матеріалів у реверсивних системах зберігання водню. Існування евтектик у системах Ti-Mn і Zr-Mn з відносно невисокими температурами плавлення і наявність мінімуму на діаграмі плавкості системи Ti-Zr робить цю потрібну систему перспективною у якості базової для розробки нових припійних матеріалів у технології реакційної пайки матеріалів на основі алюмінідів титану. Метою даного дослідження було уточнення положення евтектичної бінодалі в системі Ti-Zr-Mn на поверхні ліквідусу часткової системи Ti-TiMn₂-ZrMn₂-Zr та визначення положення границь фаз, що обмежують двофазну область β (Ti, Zr, Mn) + (Ti, Zr)Mn_{2-x} при субсолідусних температурах. За допомогою ДТА було визначено температури початку плавлення та кристалізації евтектичної складової та первинних кристалів твердих розчинів на основі β -(Ti, Zr) та фази Лавеса. Методом скануючої електронної мікроскопії та енергодисперсійного рентгеноспектрального аналізу було визначено склад евтектичної складової та кожної з фаз окремо. Встановлено, що структура литих сплавів складається з евтектичної складової, що має скелетну структуру, та первинних кристалів твердого розчину (Ti, Zr, Mn) у вигляді дендритів або фази Лавеса (Ti, Zr)Mn₂, первинні кристали якої мають огранену форму.

За отриманими результатами уточнено положення бінодалі евтектичної реакції $L \leftrightarrow \beta$ (Ti, Zr, Mn) + (Ti, Zr)Mn_{2-x} та положення границь фаз, що обмежують двофазну область β (Ti, Zr, Mn) + (Ti, Zr)Mn_{2-x} при субсолідусних температурах.

Вплив твердорозчинного зміцнення поверхні на опір втомі титанового сплаву VT1-0

В. С. Труш

Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, Львів

Підвищення втомної міцності і довговічності виробів з титанових сплавів можна досягнути за допомогою методів інженерії поверхні останніх. У Фізико-механічному інституті ім. Г. В. Карпенка НАН України запропоновано концепцію інженерії поверхні титанових сплавів термодифузійними методами. У рамках даної концепції розроблено спосіб підвищення втомної міцності та довговічності α - і псевдо- α -сплавів титану шляхом регламентованого твердорозчинного зміцнення поверхневого шару металу з розрідженого контрольованого кисневмісного газового середовища. Попередніми дослідженнями встановлено, що спосіб забезпечує 20 – 40 % підвищення втомних