

N_2O_3 , N_2O_5 , $NOCl$, CO_2Cl), а в продуктах реакцій – карбїду титану TiC , нїтриду титану TiN , оксидів титану (TiO , TiO_2 , Ti_2O_3 , Ti_3O_5 , Ti_4O_7). Розрахунки проводили за допомогою програми HSC CHEMISTRY.

Аналіз наведених даних показує, що при насиченні титану та титанових сплавів вуглецем, азотом та киснем можливе утворення дифузійного шару, який складається з карбїду, нїтриду та оксидів титану. При цьому, найбільша термодинамічна імовірність утворення в дифузійному шарі карбїду титану TiC та оксиду TiO_2 . Утворення нїтриду титану TiN при введенні азоту найбільш імовірне по реакції обміну з карбїдом TiC . Для аналізу фізико-хімічних умов насичення титану та титанового сплаву ВТ6, вуглецем, азотом та киснем було використано термодинамічний підхід, який ґрунтується на визначенні рівноважного складу закритої системи. Розрахунки проводили за допомогою стандартної програми з базою термодинамічних даних, що дозволяє здійснювати пошук рівноважного складу закритої системи з максимумом ентропії.

Досліджено рівноважний склад реакційного середовища при різному співвідношенні вихідних компонентів ($Ti-N$, $Ti-N-Cl$, $Ti-N-O$, $Ti-Cl-C$, $Ti-Cl-C-N$, $Ti-Cl-C-O-N$, $Ti-Cl-C-O-N$, $Ti-Cl-C-O-N$, $Ti-N-V-Cl$). Розглянуто також вплив водню на термодинамічну імовірність хімічних реакцій, що протікають, та склад газової та конденсованих фаз в реакційному середовищі. Аналіз отриманих даних по хімізму, термодинаміці процесів, які протікають, і визначення рівноважного складу реакційного середовища в широкому інтервалі температур дозволяє обґрунтовано підійти до розробки нового способу та встановленню раціональної витрати вихідних реагентів при комплексному насиченні титанових сплавів вуглецем, азотом та киснем.

Експериментально підтверджена можливість нанесення на поверхню титану та титанових сплавів комплексних покриттів за участю вуглецю, азоту та кисню. Встановлено, що в залежності від складу вихідних компонентів, використаних для створення реакційного середовища, на поверхні титану та титанових сплавів утворюються шари на основі нїтриду титану TiN , карбїду титану TiC , карбїду і нїтриду титану – TiC і TiN , карбїду і оксидів титану – TiC , TiO_2 , TiO . Під покриттям знаходиться зона твердого розчину елементів насичення (N , C , O) в титані, товщина якої залежить від температури та часу насичення.



Рис. 4. Молоді обличчя української науки.

Вплив відпалу на структуру та властивості титаноалітованої сталі 12Х18Н10Т

М. В. Аршук, Т. В. Лоскутова, О. В. Хижняк, В. О. Задорожний
Національний технічний університет України «КПІ», Київ

Титаноалітування проводили за умов зниженого тиску при температурі $1050\text{ }^\circ\text{C}$ протягом 4 годин з використанням в якості вихідних реагентів порошоків титану, алюмінію, оксиду алюмінію та хлористого амонію. Отримані таким чином зразки відпалювали при температурі $1050\text{ }^\circ\text{C}$ протягом 2 годин.

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