**Тепла Тетяна Леонідівна. Підвищення корозійно-механічної тривкості конструкційних матеріалів з використанням високоенергетичних променевих технологій : Дис... канд. наук: 05.16.01 – 2008**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Тепла Т. Л. Підвищення корозійно-механічної тривкості конструкційних матеріалів з використанням високоенергетичних променевих технологій.** – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.01. - Металознавство та термічна обробка металів. – Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, м. Київ. – 2008 р.  Дисертація присвячена розширенню науково-практичної бази даних щодо маловивченої групи ванадієвих сплавів. У роботі встановлено закономірності та механізми оптимізації параметрів структури поверхневих шарів ванадієвих сплавів системи V – Cr – Ti та, для порівняння, корозійнотривких сталей аустенітного та феритомартенситного класів високоенергетичними променевими технологіями для підвищення їх корозійно-механічної тривкості. Реалізація запропонованої ідеології здійснена сучасними методами інженерії поверхні: іонною імплантацією азотом, оплавленням поверхні азотною плазмою, комплексним легуванням азотом та ніобієм. Відмінність отриманих результатів від вже відомих полягає у тому, що залежно від структурного класу конструкційних матеріалів, форми, геометричних розмірів та параметрів експлуатації конкретних деталей чи елементів конструкцій рекомендовані найбільш ефективні методи інженерії поверхні.  Практичні рекомендації щодо підвищення корозійно-механічної тривкості конструкційних матеріалів апробовані на підприємствах теплоенергетики після детального вивчення типів пошкоджень, що виникають на окремих деталях. | |
| |  | | --- | | На основі теоретичних узагальнень у дисертації вирішена наукова проблема оптимізації структурного стану та фазового складу захисних бар’єрних шарів на поверхні ванадієвих сплавів та корозійнотривких сталей. Інструментом для втілення даної ідеології обрані сертифіковані високоенергетичні методи поверхневої обробки, за допомогою яких вдається керовано змінювати параметри структури створених бар’єрних шарів залежно від складу конструкційного матеріалу та умов експлуатації.   1. Встановлено оптимальний хімічний склад ванадієвих сплавів з максимальною корозійно-механічною тривкістю у розплаві Li17Pb83 залежно від температури агресивного середовища. Оптимальний склад забезпечується комплексним легуванням хромом у кількості (5 – 12) % та титаном у кількості (5 – 20) %. 2. Показано, що процеси нітридоутворення, які забезпечують необхідні функціональні властивості поверхневих шарів ванадієвих сплавів забезпечується хімічним складом V – 30 Cr, V – 10 Cr – 20 Ti (за умов іонної імплантації азотом); V – (5 – 12) Ti, V – 22,5 Cr – 12,5 Ti (за умов оплавлення поверхні азотною плазмою). Підсиленню захисного ефекту сприяє утворення в структурі поверхневих шарів досліджуваних матеріалів вторинних фаз (VN, TiN, Cr2N, Fe4N, TiCr2). 3. Показано відмінності у механізмі утворення вторинних фаз. Зокрема: для ванадієвих сплавів системи V – Cr утворення відбувається у результаті ефекту тунелювання атомів азоту по границях зерен основного твердого розчину; у ванадієвих сплавах системи V – Ti, V – Cr – Ti та у сталі 12Х18Н10Т утворення проходить за механізмом радіаційно-стимульованої дифузії. 4. Експериментально доведено, що поверхневі шари сплавів системи V – Cr – Ti, зміцнені іонною імплантацією азотом, незалежно від рівня рН 3 % - го розчину NaCl, володіють вищими корозійно-електрохімічними властивостями, порівняно із сплавами системи V – Cr. Зокрема, показано, що оптимум цих властивостей спостерігається у сплаві складу V – 15 Cr – 15 Ti (наприклад, при рН 11 Екор= -263 *мВ*, ікор = 1,87 10-10 *А/см2*).   5. Встановлено, що поверхневі шари сталі 12Х18Н10Т після іонної імплантації азотом виявляють вищі корозійно-електрохімічні властивості у середовищі 3 % - го розчину NaCl з рН 11 та рН 6,2, ніж аналогічним чином сформовані поверхневі шари для сталей ферито-мартенситного класу (20Х13, ЭП 823).  6. Встановлено, що у лужних середовищах (рН 11), які імітують умови експлуатації обладнання теплоенергетики, найкращими захисними властивостями володіють поверхневі шари, створені іонною імплантацією азотом та обробкою азотною плазмою на ванадієвих сплавах системи V – Cr – Ti та сталі 12Х18Н10Т. Натомість у кислих середовищах (рН 2) найвищі корозійно-електрохімічні властивості показують сплави системи V – Cr – Ti після іонної імплантації азотом.   1. Показано, що обробка азотною плазмою забезпечує підвищення корозійно-механічної тривкості поверхні досліджуваних матеріалів в результаті армування твердого розчину дисперсними включеннями вторинних фаз (VN, TiN, Fe4N, Cr7C3, Cr23C6, Ti(ON), ч – фаза). 2. Показано, що обробка поверхні азотною плазмою за встановленим режимом (прискорююча напруга 34 *кВ*, енергія імпульсу 150 *Дж/см2*) забезпечує підвищення мікротвердості (до 9 – 10 ГПа) та густини дислокацій (до 2 1010 см-2). Зокрема, диспергування структури поверхні сплаву V – 22,5 Cr – 15 Ti забезпечує найвищу корозійну тривкість у 3 % - му розчині NaCl з рН 11 (Екор= -274 *мВ*, ікор = 5,758 10-10 *А/см2*).   9. Комплексне легування поверхні сталей ферито-мартенситного та аустенітного класів атомами азоту та ніобію підвищує їх корозійно-електрохімічні властивості, особливо у середовищі 3 % - го розчину NaCl з рН 11 (наприклад, для сталі 20Х13 Екор = -383 *мВ*, ікор = 2,58 1010 *А/см2*). При цьому зносотривкість поверхневих шарів збільшується у 2 – 4 рази порівняно із вихідним станом.  10. Дістала подальший розвиток схема еволюції структури поверхні у системі “конструкційний матеріал – робоче або насичуюче середовище”, що дозволяє залежно від робочих параметрів експлуатації обирати технології формування на їх поверхні метастабільних структур, морфологія будови яких забезпечує підвищення корозійно-механічної тривкості. На основі цього запропоновано гнучку регулятивну схему захисту поверхні конструкційних матеріалів методами високоенергетичних променевих технологій.  11. Запропоновані у роботі ідеї та технічні рішення адаптовані до умов експлуатації лопаток турбін низького тиску (турбіни К 100-90-6 із сталі 20Х13) Добротвірської ТЕС, робоча поверхня яких захищена плазмовим наплавленням порошком ніобію в атмосфері азоту, що вдвічі ефективніше, ніж традиційний захист лопаток за допомогою стелітових пластин. Для уніфікації та прискорення обрахунків корозійно-електрохімічних властивостей поверхневих шарів розроблено та адаптовано програму на мові С++. | |