**Шимко Олексій Ігорович. Вдосконалення режимів алітування для забезпечення високої жаростійкості виробів із вуглецевих сталей. : Дис... канд. наук: 05.16.01 – 2008**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Шимко О.І. Удосконалення режимів алітування для забезпечення високої жаростійкості виробів із вуглецевих сталей. - Рукопис.**  Дисертація на здобуття вченого наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.01 - Металознавство та термічна обробка металів. - Приазовський державний технічний університет. - Маріуполь, 2008.  Дисертація присвячена вдосконаленню технології порошкового алітування листової низько вуглецевої сталі з метою розробки ресурсозберігаючої технології виробництва оснащення для хіміко-термічної обробки (ХТО) з високою експлуатаційною довговічністю. У дисертації розроблені принципи вибору матеріалу листових заготівок із низько вуглецевої сталі, підлягаючих алітуванню, з урахуванням забезпечення в них високої жаростійкості і мінімальної деформації. Ці властивості досягаються при однаковій глибині шару з обох боків по товщині листа, при цьому основний метал між алітованими шарами повинен придбавати після алітування евтектоїдну структуру.  Із застосуванням математичного планування експерименту досліджений вплив режиму алітування і параметрів термоциклювання, що імітує роботу оснащення ХТО, на структурно-фазові зміни в алітованому шарі. Запропонований енергозберігаючий підхід до вибору режиму алітування виробів, призначених для експлуатації в умовах багатократних теплозмін. Він полягає в скороченні часу насичення при забезпеченні в алітованому шарі фази Fe2Al5. Стан високої жаростійкості формується в процесі експлуатації за рахунок перерозподілу алюмінію і наростання глибини залягання фази FeAl при розсмоктуванні шару фази Fe2Al5. Наявність шару пластичної фази FeAl перед основним металом захищає останній від високотемпературного окислення навіть у разі наявності тріщин в шарах FeAl2 і Fe2Al5.  Вперше показана можливість електродугового зварювання алітованих листів в атмосфері повітря з отриманням міцних і жаростійких зварних з'єднань. Встановлено, що при зварюванні алітованих листів відбувається насичення металу шва алюмінієм в результаті розчинення в ньому алюмінідів FeAl2 і Fe2Al5. За результатами досліджень розроблена технологія виробництва оснащення ХТО з листової вуглецевої сталі з 0,10-0,15 % С, включаюча двостороннє подвійне алітування в порошковій суміші при 950 оС з витримкою 5 ч. Результати дисертації впроваджені у виробництво технологічного оснащення ХТО з отриманням реального економічного ефекту в розмірі понад 100 тис. грн. | |
| |  | | --- | | 1. У дисертаційній роботі дане теоретичне узагальнення і рішення науково-технічної задачі підвищення жаростійкості і загальної експлуатаційної довговічності оснащення ХТО, що дозволило розробити ресурсозберігаючу технологію її виробництва із застосуванням порошкового алітування і електродугового зварювання алітованих листів із низько вуглецевої сталі.  2. Одержані нові дані про формування і властивості шарів, отриманих на сталях 10 і Ст3 алітуванням в порошковій суміші, що містить 49 % Al, 49 % Al2O3 і 2 % NH4Cl. Встановлено, що:  - алюмінід Fe3Al виділяється у вигляді голок і сітки по межах зерен твердого розчину Al в -Fе при охолоджуванні після алітування;  - структура і однорідність агітованого шару, що виявляється в наявності або відсутності «язикоподібної» форми, істотно залежить від однорідності порошкової суміші і рівномірності газопостачання поверхні металу. Фаза Fe2Al5 утворюється в процесі алітування лише при безпосередньому контакті поверхні металу з насичуючою порошковою сумішшю;  - характерна «язикоподібна» будова фази Fe2Al5 виникає унаслідок переважного зростання зерен -твердого розчину в приповерхневих шарах сталі у напрямі дифузії алюмінію углиб виробу;  - фазовий перехід твердого розчину на базі FeAl з кубічними гратами в твердий розчин на базі FeAl2 з моноклінними гратами супроводжується утворенням пір всередині шару FeAl2 у зв'язку з різницею в питомих об'ємах фаз;  - багатократне алітування сталі Ст3 при 950 С сприяє збільшенню товщини алітованого шару за рахунок дифузії алюмінію углиб металу і самодифузії заліза на поверхню.  3. Для отримання мінімальної деформації і високої жаростійкості алітованих листів вони повинні мати однакову глибину шару з обох боків по товщині листу, а основний метал між алітованими шарами повинен придбати після алітірованія евтектоїдну структуру, сформовану за рахунок відтиснення алюмінієм вуглецю з поверхні.  4. Встановлено, що термоциклювання алітованих виробів, імітуюче роботу оснащення ХТО, приводить до істотного збільшення загальної ширини алітованого шару за рахунок підвищення глибини залягання фаз FeAl і FeAl2 при розсмоктуванні шару Fe2Al5. Одержані регресійні залежності і діаграми, що відображають цей процес залежно від режиму алітування і параметрів термоциклювання.  5. Показано, що в ході термоциклювання у зв'язку з відмінностями в коефіцієнтах лінійного розширення на межах твердих розчинів FeAl і FeAl2 зароджуються тріщини, які розповсюджуються до поверхні зразка через крихкі фази FeAl2 і Fe2Al5. Наявність шару пластичної фази FeAl перед основним металом захищає останній від високотемпературного окислення навіть у разі наявності тріщин в шарах FeAl2 і Fe2Al5.  6. Вперше запропоновано використовувати електродугове зварювання в атмосфері повітря при виготовленні і ремонті оснащення ХТО із застосуванням заздалегідь алітованих листів з низько вуглецевої сталі і показана можливість отримання бездефектних зварних з'єднань, що характеризуються високою жаростійкістю.  7. Встановлено, що в процесі зварювання алітованих листів відбувається насичення металу шва алюмінієм в результаті розчинення в ньому багатих алюмінієм фаз FeAl2 і Fe2Al5. Висока жаростійкість зварного шва забезпечується отриманням в ньому структури, що перебуває на межі з основним металом з твердого розчину Al в -Fe, алюмініду Fe3Al у вигляді голок і сітки по межах зерен, і твердого розчину на базі хімічного з'єднання FeAl, що володіє стійкістю до тріщиноутворення при теплозмінах.  8. Показана можливість зварювання алітованих листів з низько вуглецевої сталі з листовою сталлю Х25Н20С2 з отриманням жаростійких і досить міцних з'єднань, що дозволяє застосовувати алітовані листи при «латочном» ремонті реторт печей цементацій.  9. Запропонований новий енергозберігаючий підхід до вибору режиму алітірованія виробів, призначених для експлуатації в умовах багатократних теплозмін. Цей підхід полягає в скороченні тривалості насичення при забезпеченні в алітованому шарі твердого розчину на базі з'єднання Fe2Al5. Формування стану високої жаростійкості шару відбувається в процесі експлуатації за рахунок перерозподілу алюмінію в межах шару і наростання глибини залягання фази FeAl при розсмоктуванні шару фази Fe2Al5.  10. Розроблений технологічний процес виготовлення контейнерів ХТО з листової вуглецевої сталі з 0,10-0,15 % С товщиною 2,5-3 мм, включаючий подвійне алітування листів в порошковій суміші при 950 оС, їх гибку і подальше електродугове зварювання електродами УОНІ-13 в окислювальній атмосфері повітря. Тривалість витримки при алітуванні 5 ч.  11. Запропоновані технічні рішення впроваджені у виробництво контейнерів і ящиків для борування і цементації, ремонт і виготовлення реторт печей Ц-105 газової цементації на підприємстві ВАТ «НПП Оснащення» (м. Краматорськ). Одержаний реальний економічний ефект в розмірі понад 100 тис. грн. | |