**Рябцев Ігор Ігоревич. Розробка матеріалів, що містять фосфор, для електродугового наплавлення шарів з підвищеними триботехнічними характеристиками. : Дис... канд. наук: 05.03.06 - 2006.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Рябцев І.І. Розробка матеріалів, що містять фосфор, для електродугового наплавлення шарів з підвищеними триботехнічними характеристиками. - Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.03.06 - «Зварювання та споріднені технології». - Інститут електрозварювання ім.Є.О.Патона НАН України, Київ, 2005.  Робота присвячена дослідженню закономірностей формування в сплавах на основі заліза структур, зміцнених фосфідами, і створенню на цій основі нового класу матеріалів для наплавлення, що мають підвищені триботехнічні та інші експлуатаційні властивості. Нові матеріали призначені для відновлення й зміцнення деталей пар тертя, що працюють в умовах тертя металу по металу без змащування.  З використанням ентропійного методу розраховано ізобарні потенціали реакцій утворення фосфідів основних легуючих елементів. Встановлено, що перш за все найбільш імовірне утворення фосфідів молібдену, хрому й марганцю. На підставі термодинамічних розрахунків і досвіду розробки матеріалів для наплавлення деталей пар тертя для досліджень обраний метал 20ХГСП.  Експериментально встановлено, що коефіцієнт тертя наплавленого металу 20ХГСП при збільшенні вмісту фосфору до 1 % знижується приблизно в 1,5 рази. При вмісті фосфору 1,0...1,6 % спрацювання наплавленого зразка знижується в 4,0...4,5 рази, а контртіла зі сталі 45 в 1,5 рази. Показано, що при наплавленні відкритою дугою та під флюсом АН-348А порошковим дротом ПП-Нп-20ХГСП практично увесь фосфор засвоюється наплавленим металом.  При наплавленні жорсткої технологічної проби показано, що в наплавленому металі 20ХГСП холодні тріщини утворюються при вмісті фосфору > 1,3 %. Осередками зародження та поширення холодних тріщин є крихкі фосфідні евтектики, що виділяються при такому вмісті фосфору по границях зерен.  Для поліпшення відокремлюваності шлакової кірки при підвищених температурах при наплавленні порошковим дротом ПП-Нп-20ХГСП під флюсом АН-348А запропоновано вводити в шихту дроту 4,0...7,5 % діоксиду цирконію.  За результатами досліджень розроблено порошковий дріт ПП-Нп-20ХГСП, який включено в розроблені у відділі № 2 ІЕЗ ім. Є. О. Патона ТУУ 28.7. 05416923.066-2002 «Дроти порошкові наплавлювальні»**,**що дозволяє виготовляти та застосовувати цей дріт у промислових масштабах. Дослідно-промислова перевірка розробленого порошкового дроту ПП-Нп-20ХГСП при наплавленні кранових коліс показала, що їх стійкість проти спрацювання зросла в 1,5…2,0 рази порівняно із серійними колесами зі сталі 65Г. Економічний ефект від використання порошкового дроту ПП-Нп-20ХГСП для наплавлення коліс одного мостового крану становить 3150 грн на рік. | |
| |  | | --- | | 1. Вперше запропоновано використовувати фосфор як легуючий елемент у низьколегованих наплавлювальних матеріалах триботехнічного призначення. Фосфор, що утворює з іншими легуючими елементами та залізом складні фосфіди, дозволяє значно поліпшити триботехнічні характеристики наплавленого металу.  2. Термодинамічними розрахунками визначена ймовірність утворення фосфідів основних легуючих елементів при одночасному їх використанні для легування наплавленого металу (по спадній): Mо2P, Cr3P, NiР, MnР, Со2P, AlР, Fe3P, SiР. На підставі досвіду стосовно переважного застосування для дугового наплавлення деталей пар тертя (валів, вісей, кранових коліс тощо) матеріалів у вигляді низьколегованих суцільних і порошкових дротів, а також з урахуванням даних термодинамічних розрахунків для досліджень обраний тип наплавленого металу - економнолеговану сталь 20ХГСП.  3. Оптимальне сполучення триботехнічних характеристик наплавленого металу 20ХГСП забезпечується при вмісті фосфору 1,0…1,6 %. При цьому коефіцієнт тертя знижується приблизно в 1,5 рази; стійкість проти спрацювання наплавленого металу збільшується в 4,0...4,5 рази, а контртіла із загартованої сталі 45 - в 1,5 рази.  4. Залежно від вмісту фосфор у наплавленому металі 20ХГСП частково розчиняється в матриці, а частково утворює фосфіди та фосфідні евтектики. Легування 0,7...1,2 % хрому та 0,6...1,0 % марганця збільшує розчинність фосфору в наплавленому металі до 1,45 % і більше, порівняно з розчинністю фосфору в чистому залізі - 1,2 %.  5. При наплавленні порошковим дротом ПП-Нп-20ХГСП відкритою дугою та під флюсом АН-348А встановлено, що практично увесь фосфор засвоюється наплавленим металом. Високий ступінь засвоєння фосфору пояснюється тим, що в шлакоутворюючій системі самозахисного порошкового дроту та флюсі АН-348А відсутні, або перебувають у мінімальних кількостях оксиди заліза, які можуть окисляти фосфор, і оксиди кальцію, що переводять утворювані оксиди фосфору в шлак.  6. При наплавленні жорсткої технологічної проби встановлено, що гарячі тріщини в наплавленому металі 20ХГСП не утворюються при вмісті фосфору 0,3...3,5 %. До 1,3 % фосфору наплавлений метал має вузький діапазон кристалізації, що позитивно позначається на його стійкості проти утворення гарячих тріщин. При більш високому вмісті фосфору в наплавленому металі утворюється велика кількість легкоплавких фосфідних евтектик, які «заліковують» зародки гарячих тріщин.  7. Холодні тріщини в досліджуваному наплавленому металі утворюються при вмісті фосфору > 1,6 %. Осередками зародження й поширення холодних тріщин є фосфидные эвтектики, що виділяються по границях зерен. З урахуванням труднощів керування процесами утворення фосфидних эвтектик зміст фосфору в наплавленому металі 20ХГСП щодо тріщиностійкості обмежено 1,3 %.  8. За результатами дослідження стійкості проти спрацювання й тріщиностійкості визначені оптимальні межі легування наплавленого металу 20ХГСП фосфором - 1,0...1,3 %.  9. Встановлено, що введення 4,0...7,5 % ZrO2у шихту порошкового дроту ПП-Нп-20ХГСП збільшує окисну здатність шлаків, різницю в значеннях КТР шлакової кірки та наплавленого металу при температурах 200…600 0С і температуру затвердіння шлаків, що поліпшує відокремлюваність шлакової кірки при підвищених температурах при наплавленні цим дротом під флюсом АН-348А.  10. В результаті досліджень розроблено порошковий дріт ПП-Нп-20ХГСП, що містить фосфор, для наплавлення деталей, що працюють в умовах тертя металу по металу. Порошковий дріт ПП-Нп-20ХГСП (ПП-АН194) включено в розроблені у від. № 2 ІЕЗ ім..Є.О.Патона ТУУ 28.7.05416923.066-2002, що дає можливість виготовляти та використовувати його в промислових масштабах.  11. Порошковим дротом ПП-Нп-20ХГСП здійснено наплавлення кранових коліс і шнеків дифузійних апаратів для цукрового заводу. Досягнуто збільшення стійкості проти спрацювання в 1,5...2,0 рази порівняно із серійними деталями із сталі 65Г. Економічний ефект від використання розробленого порошкового дроту ПП-Нп-20ХГСП для наплавлення коліс одного мостового крана становить 3150 грн на рік. | |