**Зяхор Ігор Васильович. Розробка технології зварювання тертям сплавів алюмінію із сталлю та міддю. : Дис... канд. наук: 05.03.06 – 2002**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | ЗЯХОР І.В. Розробка технології зварювання тертям сплавів алюмінію із сталлю та міддю. — Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.06. “Зварювання та споріднені технології”.- Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, Київ, 2002.  Дисертацію присвячено визначенню ефективного термодеформаційного циклу зварювання тертям різнорідних матеріалів, які вступають при нагріві у хімічну взаємодію, та розробці технологій зварювання тертям алюмінію та його сплавів із сталлю та міддю.  Експериментально встановлено, що при зварюванні алюмінію із сталлю та міддю внаслідок зміщення поверхні тертя в алюмінієву заготовку утворюються дві границі розділу і утруднюється витіснення із зони зварювання інтерметалідного прошарку. Показано, що деформаційний вплив значно інтенсифікує дифузійні процеси в зоні контакту, тому умови мінімізації інтерметалідного прошарку визначаються часом стадії нагріву, величиною і швидкістю деформації при проковці. Встановлено, що при проковці, яка здійснюється на стадії гальмування обертання, забезпечується інтенсифікація деформації зсуву по поверхні початкового контакту. Доведено, що за рахунок оптимізації динаміки гальмування створюється можливість формування якісних з'єднань без суцільного інтерметалідного прошарку.  Визначено ефективний термодеформаційний цикл зварювання тертям біметалевих з’єднань, розроблено спосіб зварювання тертям з регульованою динамікою гальмування, на основі якого розроблено ефективні технології зварювання тертям алюмінію та його сплавів із сталлю та міддю. Розроблені технології реалізовані на стандартних машинах для зварювання тертям після їх модернізації. | |
| |  | | --- | | 1. Встановлено, що при зварюванні тертям міді та сталі 12Х18Н10Т з алюмінієм АД1 спостерігається зміщення поверхні тертя в алюмінієву заготовку. На початкових етапах процесу зміщення досягає максимальної величини, із збільшенням часу нагріву спостерігається зворотне переміщення поверхні тертя убік початкового контакту і досягнення сталого значення зміщення. При зниженні окружної швидкості від 2,5 до 0,75 м/с у діапазоні зміни тиску при нагріві 25...50 МПа максимальна величина зміщення збільшується від 0,1 до 1,1 мм при зварюванні алюмінію АД1 з міддю і від 0,06 до 0,4 мм при зварюванні із сталлю 12Х18Н10Т.  2. Показано, що в результаті зміщення поверхні тертя зона максимальних зсувних деформацій розташовується на певній відстані від поверхні початкового контакту, що утруднює активацію поверхні більш міцної заготовки і витіснення із зони зварювання інтерметалідного прошарку. Встановлено, що при конвенційному зварюванні тертям алюмінію і його сплавів з міддю та сталлю термічний цикл зварювання перевищує температурно-часові умови утворення суцільного інтерметалідного прошарку, повне витіснення якого із стику утруднюється зміщенням поверхні тертя і виконанням проковки на заготовки, що не обертаються.  3. На основі дослідження термічних циклів при нагріві та вивчення кінетики утворення інтерметалідного прошарку при зварюванні тертям алюмінію з міддю встановлено, що інтенсивні зсувні деформації сприяють значній активізації дифузійних процесів у порівнянні з умовами ізотермічного відпалу. Показано, що латентний період утворення дисперсних виділень інтерметалідних фаз у місцях виникнення і руйнування фрикційних зв'язків при температурі зварювання 350...500С складає менше 1 с. Основним фактором, що впливає на формування інтерметалідного прошарку в таких умовах, є час стадії нагріву, а умови мінімізації товщини цього прошарку визначаються величиною і швидкістю осьової і зсувної деформації на стадії проковки.  4. Розроблено принципи керування процесом формування біметалевих з'єднань: дозоване введення енергії в стик за рахунок скорочення тривалості зварювання, інтенсифікація нагріву на початковій стадії процесу зварювання за рахунок збільшення окружної швидкості та тиску, інтенсифікація зсувної деформації в зоні контакту на заключній стадії за рахунок спільної дії осьових і тангенціальних напружень при проковці. На основі цих принципів розроблено спосіб зварювання тертям з регульованим гальмуванням обертання.  5. Показано вплив динаміки гальмування обертання на умови формування структури, фазового складу біметалевих з'єднань. При проковці, яка здійснюється на стадії гальмування обертання спільною дією стискаючих і тангенціальних напружень, спостерігається значне (у 3...7 разів) збільшення швидкості осадки в порівнянні із стадією нагріву і забезпечується інтенсифікація зсувної деформації по поверхні початкового контакту.  6. Запропоновано в якості критерію оптимізації динаміки гальмування використовувати зміну в часі енергетичних параметрів процесу зварювання тертям - потужності тепловиділення і моменту тертя в стику. Показано, що за рахунок оптимізації часу гальмування створюється можливість істотного (у 2...2,5 рази) зниження часу стадії нагріву і можливість формування якісних з'єднань при термічному циклі, що не перевищує температурно-часових умов утворення суцільного інтерметалідного прошарку, з показниками пластичності та міцності на рівні відповідних показників для менш міцного матеріалу.  7. Показано, що при зварюванні тертям з регульованим гальмуванням високоміцного алюмінієвого сплаву 1420 із сталлю 12Х18Н10Т через проміжну вставку АД1 за рахунок зменшення товщини вставки забезпечується можливість одержання з'єднань, міцність яких у 2,5…3 рази перевищує показники міцності алюмінію АД1. Встановлено, що при зменшенні товщини вставки, що залишається в стику, до 100...150 мкм взаємної дифузії легуючих елементів сплаву 1420 та сталі 12Х18Н10Т через вставку не спостерігається, інтерметалідний прошарок у зоні з'єднання не виявляється.  8. На основі розробленого способу зварювання створено технології зварювання тертям алюмінію з міддю, алюмінію та його сплавів із нержавіючими сталями аустенітного класу, які успішно впроваджено у виробництво. Розроблено систему керування, що дозволяє реалізувати розроблені технології на серійному зварювальному устаткуванні після його модернізації. | |