**Юречко Дмитро Віталійович. Інженерія зносостійкої поверхні сплавів алюмінію при їх електроіскровому легуванні матеріалами на основі систем AlN-Ti(Zr)B2 та LaB6-ZrB2 : Дис... канд. наук: 05.02.01 – 2006**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Юречко Д.В. Інженерія зносостійкої поверхні сплавів алюмінію при їх електроіскровому легуванні матеріалами на основі систем AlN**—**Ti(Zr)B2 та LaB6**—**ZrB2.** — Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавство. Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України, Київ, 2006.  Мета роботи — створити зносостійкі електроіскрові покриття на алюмінієвих сплавах без втрати маси деталі в процесі обробки за рахунок легуючих матеріалів систем AlN—Ti(Zr)B2 і LaB6—ZrB2, встановити закономірності структуроутворення, масопереносу, фазових перетворень, змочування та фізико-механічних властивостей. Вперше реалізовано технологію електроіскрового легування поверхні алюмінієвих сплавів компактними електродами, що забеспечують коефіцієнт масопереносу до 60 %. Встановлено трьохстадійний механізм масопереносу, а також особливості структуроутворення та фазових перетворень при електромасопереносі, обумовлені різною змочуваністю алюмінієм легуючих компонентів та які полягають у формуванні в процесі ЕІЛ композиційного покриття на основі Al-матриці, яка армована тугоплавкими компонентами. Компоненти, у яких контактний кут змочування q << 40 (AlN, Al2O3), інтенсивно втягуються в конвективні потоки розплаву та формують матричну структуру легованого шару (товщиною 10 мкм) системи Al—N—O—B на основі алюмінієвого сплаву. Компоненти, у яких контактний кут змочування q 40 (ZrB2, TiB2), формують на легованій поверхні глобули. Досліджено особливості трибологічної поведінки ЕІЛ-покриттів на сплавах АЛ9 і АЛ25 в умовах сухого тертя ковзання в залежності від режиму нанесення ЕІЛ-покриття, складу електроду та режимів тертя. Запропоновано физико-хімічну модель ЕІЛ Al-сплавів компактним електродом та сформульовані вимоги до матеріалу легуючого електроду.  Запропоновано новий спосіб попередньої обробки підложки для нанесення газотермічних покриттів, суть якого полягає у попередньому ЕІЛ підложки матеріалом, склад якого наближається до складу порошку, що наноситься. | |
| |  | | --- | | 1. Вперше розроблені покриття на сплавах алюмінію зі збільшеними зносостійкістю і твердістю завдяки електроіскровому легуванню (ЕІЛ) електродними матеріалами нового покоління, котрі забезпечують формування легованого шару без втрати маси деталі.  2. Вибрано та розроблено склад композиційних електродних матеріалів на основі AlN і LaB6 (на матеріал системи LaB6–ZrB2 отримано деклараційний патент України). Встановлено особливості ЕІЛ цими матеріалами Al-сплавів: взаємовплив структуроутворення в покритті зі змочуванням продуктів електроерозії алюмінієм, а також утворення в міжелектродному проміжку (МЕП) непровідних фаз, які забезпечують екранування поверхні Al-катода від дії іскрового розряду.  3. На підставі дослідження структури, фазового складу покриттів та електродних матеріалів (металографія, РФА, МРСА, СЕМ), кінетики електромасопереносу та змочування вперше встановлено такі закономірності формування ЕІЛ-покриттів на Al-сплавах:  – фазовий склад покриття, який відрізняється від складу матеріалу легуючого електроду, зі збільшенням часу ЕІЛ не змінюється;  – кінетика масопереносу при ЕІЛ алюмінієвих сплавів (коефіцієнт масопереносу дорівнює 20…60 %) має трьохстадійний характер, котрий є типовим для тугоплавких сплавів. Установлена залежність електроерозійної стійкості легуючого електроду від матеріалу катоду, яка визначається впливом зворотнього масопереносу;  – ЕІЛ-покриття являє собою матрицю на основі алюмінію системи Al—O—N—B, армовану тугоплавкими сполуками;  – встановлено наявність одних і тих самих оксидних фаз у складі покриття й окалини на поверхні електроду, а також подібність мікроструктури й спектрів МРСА покриття і окалини. Зроблено припущення, що в зоні трибоокиснення як покриття, так і електроду можливе утворення твердих розчинів на основі мулітів, b-тіаліту й ZrO2, які відіграють роль твердої змазки при сухому терті ковзання;  – структура покриття визначається змочуванням продуктів електроерозії електроду Al-сплавом. Глобулярна дискретна структура формується у випадку селективного змочування легуючих компонентів та реалізується при ЕІЛ матеріалами на основі AlN. Гомогенна суцільна структура формується при близьких до нулю контактних кутах змочування легуючих компонентів і реалізується при ЕІЛ матеріалами з великим вмістом бору (ЦЛАБ-1, LaB6, B6Si).  4. Покриття характеризуються градієнтним розподілом фазових складових за товщиною: кількість Al збільшується в напрямку до основи з утворенням на межі плівки оксиду алюмінію (товщиною 5…10 мкм), що передбачає плавне зменшення мікротвердості Hm у тому ж напрямку. Мікротвердість покриттів (4…10 ГПа) в 3…8 рази більше Hm сплаву АЛ9 (Hm = 1,2 ГПа).  5. Інтенсивність зношування (I) покриттів системи LaB6—ZrB2 у 2…3 рази менше, ніж сплаву АЛ25 при сухому терті, й зменшується з підвищенням часу ЕІЛ та при наступній лазерній обробки. Покриття силіциду бора на сплаві АЛ25 характеризується зменшенням коефіцієнта тертя (*f*) від 0,24 до 0,16 з прискоренням ковзання в діапазоні 1V7 м/с. Результати обговорені з позицій формування в зоні трибоконтакту вторинних оксидних плівок за участю Al2O3, La2O3, ZrO2, твердих розчинів на основі ZrO2 та оксиду бору, які відіграють роль рідкої змазки до температури 650 oC.  6. На відміну від покриття ТБСАН/АЛ9, інтенсивність зношування покриттів ЦЛАБ-1/АЛ9 и ЦБСАН/АЛ9 наближається до інтенсивності зношування матеріалу електрода ЦБСАН з підвищенням вантажно-швидкісних параметрів, що пояснюється тепловим захистом алюмінієвого сплаву діоксидом цирконію, багаторівневою глобулярною мікроструктурою легованого шару та свідчить про близькість складу вторинних структур покриття і електроду. При цьому покриття ЦБСАН збільшує електрохімічну стійкість сплаву АЛ9 у 3%-ному розчині NaCl.  7. Сформульовано вимоги до матеріалу електроду та фізико-хімічна модель ЕІЛ алюмінієвих сплавів компактним електродом, яка базується на виборі й співвідношенні структурних складових матеріалу електрода, котрі забезпечують утворення в МЕП екрануючої "хмари" з діелектричних компонентів продуктів електроерозії, та на змочуванні алюмінієвим сплавом легуючих компонентів, що відповідають за структуроутворення легованого шару. Кількість фаз у матеріалі електрода, що відповідають за утворення непровідникових продуктів електроерозії електрода (AlN, Al2O3, B2O3), повинно бути більше чи дорівнювати 50% (мас.).  8. Зроблено практичні рекомендації щодо використання розроблених покриттів:  – ЕІЛ-покриття можна використовувати у парах тертя ковзання, наприклад для зміцнення алюмінієвих підшипників ковзання шестеренчастих насосів;  – запропоновано спосіб попередньої обробки алюмінієвих сплавів для нанесення газотермічних покриттів, котрий полягає у попередньому ЕІЛ підкладки матеріалом, близьким за складом до композиційного порошку, який наносять. На новий спосіб подана заявка на патент України. | |