**Мітяєв Олександр Анатолійович. Науково-технологічні основи формування структури, фізико-механічних і службових властивостей вторинних силумінів : Дис... д-ра наук: 05.02.01 – 2008**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Мітяєв О.А. Науково-технологічні основи формування структури, фізико-механічних і службових властивостей вторинних силумінів. - Рукопис.**  Дисертація на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – Матеріалознавство. – Запорізький національний технічний університет, Запоріжжя, 2008.  Дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-технічної проблеми забезпечення формування заданої структури вторинних силумінів з метою підвищення показників їх механічних і службових властивостей до рівня первинних сплавів відповідно до вимог ДСТУ 2839-94 (ГОСТ 1583-93). Встановлено залежності впливу кількісних та якісних характеристик інтерметалідних фаз на механічні та службові властивості вторинних силумінів та визначено їх роль у процесах руйнування при статичному та циклічному знакозмінному навантаженнях. Розроблена аналітична модель руйнування вторинних алюмінієвих сплавів, яка дозволяє прогнозувати їх границю міцності. Розроблено рафінувально-модифікувальні матеріали і технологія їх застосування, що за характеристиками дії відповідають і перевищують кращі закордонні аналоги. | |
| |  | | --- | | 1. Відомо, що алюмінієві сплави, які отримано шляхом рециклінга, мають несприятливу спадковість структури і, як наслідок, низький рівень властивостей, який певною мірою зберігається при подальших переплавленнях. Основними чинниками, що визначають якість вторинних сплавів є рівень газонасиченості, а також кількість, форма, розміри і розподіл інтерметалідних фаз, які залежні, перш за все, від вмісту в них заліза. При цьому одну з головних шкідливих домішок вторинних алюмінієвих сплавів – залізо, неможливо повністю видалити існуючими методами рафінування. Аналіз літератури дозволяє зробити висновок, що найперспективнішими методами підвищення якості вторинних алюмінієвих сплавів є: вдосконалення процесу сортування брухту і відходів з метою максимального зниження вмісту заліза в шихті та розробка ефективних методів рафінувально-модифікувального оброблення, які переслідують дві мети – отримання компактної форми інтерметалідних фаз і зниження вмісту газів.  2. Розроблені вдосконалений, порівняно з ДСТУ 3211-95, «Класифікатор № К110-02-ЦПАС сортів брухту алюмінію після первинного перероблення» і технологічна схема перероблення брухту і відходів виробництва вперше дозволили в умовах Запорізького заводу кольорових сплавів повністю виключити невідповідність сплавів хімічному складу, зменшити на 20% вміст заліза в шихті, забезпечити відповідність рівня якості металу вимогам міжнародного стандарту якості ISO 9002 і знизити трудомісткість й енергоємність процесу отримання вторинних сплавів.  3. Встановлено, що збільшення концентрації заліза у вторинному силуміні з 0,40 до 1,45 мас.% сприяло підвищенню об'ємної частки інтерметалідних включень, які містять залізо, з 4,17 до 11,89%, супроводжувалося збільшенням їх розмірів в 6…8 разів, а також зміною середньостатистичного параметра форми l з 1,71 до 8,64 (в термообробленому стані). Це призвело до зниження границі міцності на 34%, відносного видовження до нуля, ударної в'язкості на 34%, границі витривалості s-1при частоті 18кГц на 22…24% для баз випробувань 106 і 107 циклів. Проведені дослідження показують визначальну роль форми, розмірів і розташування інтерметалідних фаз, які містять залізо, у формуванні структури і конструктивної міцності вторинних силумінів.  4. Аналіз мікромеханізмів руйнування сплавів методами металографічного та фрактографічного досліджень показав, що в умовах статичного розтягування, мало- та багатоциклової втоми найбільший внесок у процеси руйнування та зниження міцності, пластичності та ударної в’язкості вносить фаза Al5SiFe, яка має моноклінну кристалічну гратку, великі розміри та високий параметр форми .  Вперше встановлена схильність фази Al5SiFe при статичних і циклічних навантаженнях до розшарування та утворення в ній мікротріщин, які переходять у металеву основу.  Встановлено, що зниження в результаті рафінувально-модифікувального оброблення параметра форми l інтерметалідів в литому стані з 9,3 до 2,7 забезпечило підвищення границі міцності на 39%, відносного видовження на 43%, ударної в'язкості на 21% і твердості на 41%. Для термообробленого стану зниження параметра з 5,5 до 1,7 сприяло збільшенню границі міцності на 17%, відносного видовження на 80%, ударної в'язкості на 51% і твердості на 23%.  5. Вперше, з використанням методів математичного аналізу і на основі положень лінійної механіки руйнування запропонована аналітична модель розрахунку границі міцності вторинних силумінів з різним параметром форми l інтерметалідних фаз. Надійна збіжність розрахункових і експериментальних результатів підтверджує коректність аналітичних рішень і достовірність висновків щодо визначальної ролі параметра форми і розташування інтерметалідних фаз в процесах руйнування силумінів.  6. Показано, що зі збільшенням частки вторинних матеріалів в шихті від 0 до 100% структура сплавів становиться менш впорядкованою і диференційованою, зі зростаючою кількістю інтерметалідних фаз несприятливих форми, розмірів та розподілу, параметр форми l при цьому зростає з 1…3 до 20…46, що зумовлює значне зниження рівня механічних властивостей. Між вмістом вторинних матеріалів в шихті і механічними властивостями сплавів встановлено кореляційні залежності з коефіцієнтами кореляції r = 0,93…0,99.  7. З метою ефективного зменшення параметра форми інтерметалідних фаз і зниження газової пористості на основі NaCl, KCl, AlF3, Na2CО3, S, Ti та ультрадисперсного SіC розроблено флюс (патент України № 58793А) і модифікатор (патент України № 57584А), призначені відповідно для оброблення вторинних алюмінієвих сплавів на стадіях отримання чушки і виливків. Оптимальні, залежно від якості шихти, присадки флюсу (1,0…1,5%) і модифікатора (0,05…0,16%) забезпечують рафінування розплаву за адсорбційним і флотаційним механізмами, модифікування евтектичного кремнію та інтерметалідних фаз модифікаторами I і II роду, можливість отримувати вторинні сплави з рівнем властивостей, які відповідають вимогам ДСТУ 2839-94**(**ГОСТ 1583-93) для первинних сплавів.  Вперше показано, що з урахуванням спадковості алюмінієвих сплавів високі показники механічних властивостей виливків, що отримуються зі 100% вторинної сировини, досягаються при подвійному рафінувально-модифікувальному обробленні: на стадії отримання чушки і виливків.  8. Встановлено, що використання флюсу і модифікатора в результаті поліпшення структури, зменшення параметра форми l інтерметалідних фаз, а також збільшення рівномірності їх розподілу, дозволяє підвищити опір експериментального металу руйнуванню при малоцикловому навантаженні з частотою 1Гц і ступенем деформації e = 0,15…0,30% до 3 разів. При високочастотному циклічному навантаженні, залежно від рівня напруження, довговічність експериментальних сплавів зростає при частоті 0,3 кГц в 3,75…5 разів, при частоті 8,8 кГц в 4…7 разів, а при частотах 18 і 44 кГц – в 5…15 і 8,6…15 разів відповідно.  9. В результаті рафінувально-модифікувального оброблення кавітаційна стійкість експериментальних сплавів підвищена в 1,9…2,1 разів, а корозійні втрати маси і швидкість корозії в середовищі (3% NaCl + 0,1%H2O2) знижені в 1,7 раза, площа корозійних уражень зменшена в 1,6 раза, при одночасному скороченні кількості пітингів на одиницю площі в 1,25 раза. Корозійна стійкість вторинних експериментальних сплавів у водогінній воді підвищена в 1,4 раза.  10. Випробування матеріалів досліджень на Запорізькому заводі кольорових сплавів (ЗЗКС), ТОВ «УРП «Союз» і ТОВ «НПКП «Парамі» (Україна), Мінському моторному заводі та Білоруському науково-дослідному інституті лиття Академії наук Республіки Білорусь показали їх високу ефективність. Впровадження розробок на ЗЗКС дозволило отримати щорічний економічний ефект 300,5 тис. грн.; сумарний ефект за період з 2002 по 2005 роки склав 1202,0 тис. грн. | |