**Аюпова Тетяна Анатоліївна. Особливості структури, фазовий склад доевтектичних силумінів з підвищеними механічними властивостями при комплексному впливі стронцію, скандію та фізичних способів оброблення розплаву : Дис... канд. наук: 05.16.01 – 2009**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Аюпова Т.А. Особливості структури, фазовий склад доевтектичних силумінів з підвищеними механічними властивостями при комплексному впливі стронцію, скандію та фізичних способів оброблення розплаву– Рукопис.**  Дисертація на здобуття ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.16.01 – Металознавство і термічна обробка металів. – Національна металургійна академія України, Дніпропетровськ, 2009.  Дисертація спрямована на підвищення міцності і пластичності доевтектичного силуміну АК7ч, що містить комплекс стронцій-скандій, з метою розширення можливостей його застосування для виготовлення деталей як методом лиття, так і методами обробки тиском. Методом фізико-хімічного моделювання проведено розрахунок ступеню спрямованості міжатомних звязків в сплаві АК7ч при додаванні стронцію, скандію та комплексу стронцій-скандій. Максимальна металізація міжатомних звязків в сплаві АК7ч досягається при модифікуванні комплексом стронцій-скандій, що забезпечує високий комплекс механічних властивостей. Визначені закономірності і отримані кількісні залежності характеристик структури і механічних властивостей сплаву АК7ч від вмісту стронцію в діапазоні 0…0,2% мас. і скандію в діапазоні 0…0,5% мас. – і швидкості охолодження при твердінні сплаву та від термочасових параметрів термічного оброблення в твердому стані.  Встановлений перерозподіл магнію від рівномірного для сплаву вихідного складу (з евтектикою a-Al - b-Si-Al5SiFe) до зосередження його в евтектичній складовій (з утворенням евтектики a-Al -- Si - Mg2Si) для сплаву АК7ч, що містить комплекс стронцій-скандій, та зниження температури солідус сплаву з 5770С до 5540С.  Вперше експериментально встановлені закономірності впливу гідроциркуляційного та водневого оброблення розплаву силуміну АК7ч, що містить комплекс стронцій-скандій, на структуру, фазовий склад і властивості матеріалу.  Вперше методом прокатки отримана штаба товщиною 2,4 мм із заготовки з максимальною товщиною 11 мм, що дозволяє розширити можливості використання ливарного сплаву АК7ч для виготовлення виробів як методом лиття так і методом обробки тиском. Проведено дослідно-промислове випробування технологічних параметрів комплексного фізико-хімичного оброблення сплаву АК7ч у рідкому стані в умовах ТОВ «Втортех» (акти від 20 жовтня та 10 грудня 2008 року) та ТОВ «ИТЛ Лассо» (акт від 11 лютого 2009 р.), також отримані результати використовуються в учбовому процесі НМетАУ. | |
| |  | | --- | | У дисертації приведено теоретичне узагальнення і нове рішення науково-технічної задачі визначення закономірностей сумісного впливу комплексу стронцій-скандій, швидкості охолодження, гідроциркуляційного та водневого оброблення розплаву і термічного оброблення в твердому стані на структуроутворення, фазовий склад, характер розподілу елементів між фазами і структурними складовими і механічні властивості доевтектичного силуміну АК7ч, що дозволяє цілеспрямовано набувати заданих значень міцності і пластичності матеріалу з розширенням можливостей його застосування для виготовлення деталей підвищеної питомої міцності та пластичності.  1. Аналіз науково-технічної інформації і практичного застосування силумінів показав, що дослідження залежності їх структури, фазового складу, розподілу елементів між фазами і структурними складовими, а також механічних властивостей від комплексного впливу стронцію та скандію, параметрів фізичного оброблення розплаву і термічного оброблення в твердому стані є актуальною задачею.  2. Дані металографічного аналізу структури сплаву АК7ч свідчать, що комплексний вплив стронцію в діапазоні 0…0,2% мас., скандію в діапазоні 0…0,5% мас. і швидкості охолодження в діапазоні 6,67\*10-4 …103 К/с при твердінні сплаву АК7ч приводить до розгалуження первинних кристалів -Al твердого розчину і до підвищення диференціювання евтектики a-Al+b-Si; розмір евтектичних кристалів кремнію зменшується від 28 мкм до 0,5…11 мкм в залежності від співвідношення вмісту стронцію, скандію і швидкості охолодження при твердінні відповідно до плану експерименту по ортогональних латинських квадратах.  3. Методом фазового рентгеноструктурного аналізу встановлений фазовий склад сплаву АК7ч, а також типи інтерметалідних фаз, що містять стронцій і скандій і які утворюються при його мікролегуванні вказаними металами в різних співвідношеннях, що, в свою чергу, обумовлює різні рівні міцності і пластичності сплаву та їх співвідношення.  4. Виявлені закономірності впливу комплексу стронцій-скандій на розподіл елементів (Al, Si, Mg, Fe) між фазами і структурними складовими в сплаві АК7ч. Дані локального рентгеноспектрального аналізу свідчать, що мікролегування комплексом 0,1%Sr-0,5%Sc приводить, в основному, до перерозподілу магнію - від рівномірного для сплаву вихідного складу (з евтектикою -Al--Si-Al5SiFe ) до зосередження його в евтектичній складовій (з утворенням евтектики -Al -- Si - Mg2Si) для сплаву, що містить комплекс стронцій-скандій.  5. Визначені температурні інтервали кристалізації сплаву АК7ч, а також вплив комплексу стронцій-скандій на температури фазових рівноваг і перетворень. За допомогою диференціального термічного аналізу показано, що мікролегування вказаного сплаву стронцієм та скандієм у кількості 0,1%Sr і 0,5% Sc приводить до пониження температури солідус сплаву з 5770С до 5540С в порівнянні з вихідним, і завершенню кристалізації за реакцією Р -Al +- Si + Mg2Si.  6. Вперше з використанням планування експериментів по ортогональних латинських квадратах отримані кількісні залежності характеристик структури (кількість евтектики, розміри кристалів евтектичного кремнію, параметр форми кристалів евтектичного кремнію, відстань між кристалами кремнію в евтектиці, мікротвердість евтектики) і механічних властивостей сплаву АК7ч (твердість, межа плинності, межа міцності, граничний ступінь деформації до руйнування при стисненні) від вмісту в сплаві стронцію і скандію та швидкості охолодження при твердінні сплаву. Показано, що мікролегування сплаву АК7ч комплексом оптимального складу 0,1%Sr і 0,5% Sc приводить до підвищення твердості сплаву в 1,8 рази (з 41*HV* до 72*HV*), межі плинності в 2,5 рази (з 71МПа до 176МПа) та межі міцності у 1,7 рази (з 244МПа до 368МПа) при збереженні пластичних властивостей, характерних для сплаву вихідного складу при випробуванні на стиснення. При випробуванні на розтягнення встановлено підвищення відносного подовження у 4,4 рази (з 2% для вихідного сплаву до 8,8% для сплаву зі стронцієм та скандієм).  7. Методом физико-хімічного моделювання міжатомної взаємодії (по Е.В. Приходько) якісно підтверджена ефективність модифікування комплексом стронцій-скандій в порівнянні з індивідуальним модифікуванням вказаними металами в діапазоні досліджених концентрацій. Максимальний модифікуючий ефект досягається за рахунок як посилення міжатомної взаємодії Al-Si, так і завдяки зменшенню долі ковалентного звязку у парах Si-Х, О-Х, де Х – Sr та Sc.  8. Вперше з використанням планування експериментів по ортогональних латинських квадратах отримані кількісні залежності характеристик структури (кількість евтектики, розміри кристалів евтектичного кремнію, параметр форми кристалів евтектичного кремнію, відстань між кристалами кремнію в евтектиці, мікротвердість евтектики і -Al твердого розчину), а також механічних властивостей (твердість, межа плинності, межа міцності, граничний ступінь деформації до руйнування при стисненні) від параметрів термічного оброблення (температури, часу витримки при гартуванні та старінні) сплаву АК7ч, що містить стронцій та скандій. Гартування (Тгарт=5300С, tгарт=3ч) і старіння (Тстар=1500С, tстар=1 ч) приводять до збільшення межі міцності на 70 МПа (з 368МПа у литому стані до 437МПа – після термічного оброблення) в порівнянні з литим станом при збереженні достатнього для подальшої обробки тиском рівня пластичності.  9. Вперше експериментально встановлені закономірності впливу параметрів гідроциркуляційного оброблення розплаву силуміну АК7ч, що містить стронцій та скандій, на структуру, фазовий склад і властивості матеріалу. Отримані дані дозволяють рекомендувати гідроциркуляційне оброблення на протязі 5…15 хвилин при температурі розплаву 7500С для підвищення механічних властивостей сплавів: межі міцності сплаву на 10…20% (з 167 МПа до 196МПа), межі плинності – на 16…26% (з 108МПа до 136МПа), відносного подовження – до 40% ( з 6% до 8%) в порівнянні з литим станом.  10. Вперше експериментально встановлені закономірності впливу параметрів водневого оброблення розплаву силуміну АК7ч, що містить стронцій та скандій, на структуру, фазовий склад і властивості матеріалу. Водневе оброблення практично не впливає на межу плинності, межу міцності підвищує незначно (на 5%), а відносне подовження на 25% (з 8,8% до 9,8%). Оптимальний час водневого оброблення складає 20…40 хвилин.  11. Вперше прокаткою отримана штаба товщиною 2,4 мм із заготовки комплекснолегованого сплаву АК7ч(Sr, Sc) з максимальною товщиною 11 мм, що дозволяє розширити можливості використання ливарного сплаву АК7ч для виготовлення виробів як методом лиття так і із застосуванням методів обробки тиском.  12. Проведено дослідно-промислове випробування технологічних параметрів комплексного фізико-хімичного оброблення сплаву АК7ч у рідкому стані в умовах ТОВ «Втортех» (акти від 20 жовтня та 10 грудня 2008 року) та ТОВ «ИТЛ Лассо» (акт від 11 лютого 2009 р.). Очікуваний економічний ефект від модифікування складає 4300 грн/т. | |