



УКРАЇНА

(19) UA (11) 19599 (13) U
(51) МПК (2006)
C22C 1/00
C22B 9/10 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ МОДИФІКУВАННЯ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ

1

(21) u200607783
(22) 11.07.2006
(24) 15.12.2006
(46) 15.12.2006, Бюл. № 12, 2006 р.
(72) Чернега Дмитро Федорович, Сороченко Віталій Федорович, Кудь Петро Денисович
(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

2

(57) Спосіб модифікування алюмінієвих сплавів, що базується на швидкому охолодженні розплаву алюмінію, який **відрізняється** тим, що охолодження перегрітої до температури 900-950°C лігатури здійснюють шляхом змішування її з базовим сплавом при температурі 650-680°C при співвідношенні лігатури до базового сплаву як 1:4.

Корисна модель відноситься до області кольорової металургії, а зокрема, до способів модифікування алюмінієвих сплавів, переважно ливарних алюмінієво-кремнієвих сплавів.

Відомий спосіб модифікування алюмінієвих сплавів, описаний в патенті Швеції [№328415 кл. C22C1/06, C22B9/10 за 1969 рік], шляхом безперервного введення лігатури в розплавлений алюміній. Лігатуру у вигляді стержня діаметром 9,5 мм безперервно вводили в струмінь алюмінію, що протікав по ливарному жолобу, безпосередньо перед подачею розплаву у кристалізатор. Спосіб має істотні недоліки - поряд зі здрібненням структури α -твердого розчину практично не здрібнюються первинні інтерметаліди та появляються нові у грубій витягнутій формі; крім того даний спосіб раціонально використовувати тільки при безперервному литті розплаву у кристалізатор.

Відомий інший спосіб модифікування з метою здрібнення зерна алюмінієвих сплавів з використанням металевих стержнів, описаний в патенті України [№61013 кл. C22C1/06 і опубл. 15.10.2003р. Бюл. №10]. Спосіб дозволяє покращити введення модифікатора у рідкий метал, усунути виділення шкідливих фтористих речовин в атмосферу цеху, скоротити тривалість процесу модифікування, а також підвищити механічні характеристики ливарних алюмінієвих сплавів. До недоліків способу слід віднести наступне: трудоємкість виготовлення модифікатора, відсутність здрібнення первинних інтерметалідних сполук, слабкий вплив на підвищення твердості матриці алюмінію та зносостійкості литих заготовок.

Найбільш близьким до корисної моделі, що заявляється, є спосіб здрібнення первинних інтерметалідних сполук шляхом безперервного швидкого охолодження розплаву перед заливкою його у ливарну форму, яке відбувається на ливарному жолобі з водоохолоджуванним металевим дном.

Автори розробки [Бондарев Б.І., Напалков В.І., Тараришкін В.І. Модифікування алюмінієвих деформованих сплавів. - М: Металургія, 1979. - с.166-168] відмічають позитивний вплив цього способу на якості лігатури Al-1,7% Ti, використання якої для модифікування виливків діаметром 204 мм дозволило здрібнити зерно сплаву АД31. Однак застосування цього способу при литті алюмінієво-кремнієвих сплавів, попередньо легованих хромом, титаном та цирконієм, не дозволило істотно здрібнити первинні інтерметаліди і первинний кремній і, звичайно, практично не покращити міцність та зносостійкість відливок.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити спосіб модифікування ливарних алюмінієвих сплавів, переважно алюмінієво-кремнієвих, для здрібнення їх структури, особливо первинних інтерметалідних сполук, підвищення їх міцності, твердості та зносостійкості, шляхом швидкого охолодження перегрітої до температури 900-950°C лігатури, як модифікуючої добавки, за рахунок змішування її з базовим сплавом з температурою 650-680°C при співвідношенні лігатури до базового сплаву як 1:4.

Використання запропонованого способу модифікування дозволить не тільки покращити структуру сплаву за рахунок здрібнення первинних ін-

(19) UA (11) 19599 (13) U

терметалідних фаз та первинного кремнія, а також підвищити механічні характеристики відливок (тимчасовий опір розриву і відносне подовження), покращити засвоєння подрібненої титанової стружки та крупки хрому розплавом алюмінію і значно підвищити твердість матриці алюмінію та зносостійкість ливарних алюмінієво-кремнієвих сплавів.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі модифікування алюмінієвих сплавів, який базується на швидкому охолодженні розплаву алюмінію, новим є те, що охолодження перегрітої до температури 900-950°C лігатури здійснюють шляхом змішування її з базовим сплавом з температурою 650-680°C при співвідношенні лігатури до базового сплаву як 1:4.

Технічний результат досягається за рахунок здрібнення первинних інтерметалідних фаз ($ZrAl_3$, $TiAl_3$, $CrAl_7$) та зміцнення α -твердого розчину алюмінію в результаті розчинення в ньому хрому і титану, а в подальшому при дисперсному твердінні - утворення в матриці алюмінію компактних дисперсних вторинних інтерметалідних фаз, які характеризуються досить високою твердістю, що призводить до підвищення зносостійкості готових відливок.

Крім того, за рахунок введення у складі лігатури у розплав алюмінію тугоплавких ультрадисперсних частинок (УДЧ) оксиду скандію, як додаткових центрів кристалізації, які при швидкому охолодженні рідкого металу сприятимуть більш істотному здрібненню первинних інтерметалідних фаз, що виділяються переважно в помежованій зоні зерен, блокуючи ріст дендритів α -твердого розчину, і відбувається підвищення як зносостійкості, так і механічних характеристик алюмінієвих сплавів.

Модифікування алюмінієвих сплавів проводили наступним чином. В індукційній печі ВЧГ4-10/0,4 на базі сплаву АК12М2 (1 частина) готували у

графітовім тиглі „псевдолігатуру” шляхом механічного замішування у розплав алюмінію при температурі 900-950°C флюсової композиції, до складу якої входили оксид скандію, гексафторцирконат калію, криоліт, подрібнена стружка титану та крупка хрому [відповідно патенту №6441 на корисну модель „Модифікатор для алюмінієвих сплавів”], і витримували протягом 20-30 хвилин. Кількість введеної у розплав флюсової композиції визначалась таким чином, щоб після змішування лігатури і базового сплаву кількість її у модифікованому сплаві не перевищувала 0,7%. Потім перегріту лігатуру масою 1кг змішували з холодним базовим сплавом АК12М2, з температурою 650-680°C і масою 4кг, і в результаті одержували модифікований сплав, температура якого коливалась в межах 710-730°C, і розливали в кокілі для одержання дослідних зразків по визначенню механічних і експлуатаційних характеристик сплаву АК12М2.

Міцність і пластичність визначали відповідно ГОСТ 1497-93 на розривній машині FP 100/1 після термічної обробки по режиму Т1, твердість відповідно ГОСТ 9012-59, а зносостійкість сплаву на експериментальному стенді з застосуванням в якості контртіла шайби з високоміцного чавуну ВЧ60-2. Дослідження мікроструктури дослідних зразків сплаву АК12М2 проводили на оптичному мікроскопі „Неофот-21”.

В таблиці наведені результати дослідження мікроструктури (дисперсність зерна та середня величина інтерметалідних включень), механічних характеристик (тимчасовий опір, подовження та зносостійкість) до і після модифікування розплаву АК12М2 запропонованим способом. Кількість введеного у розплав модифікатора після змішування лігатури та базового сплаву АК12М2 не перевищувала 0,7%, що відповідає оптимальній кількості для даного модифікатора.

Таблиця

№ п/п	Спосіб модифікування	Кількість введеного у розплав модифікатора, %	Кількість зерен на 1см ² шліфа	Середня величина інтерметалідних включень, мкм.	Механічні характеристики сплаву АК12М2.			Зносостійкість сплаву АК12М2.	
					σ_b , МПа	δ , %	НВ, од.	$I_3 \cdot 10^{-6}$ кг на 1000м шляху тертя	Втрата маси (Δm), кг $\cdot 10^{-6}$
1	Традиційний спосіб модифікування (Спосіб-прототип)	0,7	10	90	260	1,0	115	180	120
2	Пропонуємий спосіб модифікування	0,7	100	25	275	1,0	130	160	100

Аналізуючи дані таблиці можна констатувати наступне:

а) При застосуванні запропонованого способу модифікування структура сплаву АК12М2 значно змінюється, насамперед, за рахунок здрібнення первинних інтерметалідних фаз та α -твердого розчину. Так кількість зерен на 1см² площі шліфа збільшується майже в 10 разів, а середня величина

інтерметалідних включень зменшується з 90 до 25мкм.

б) Здрібнення структури модифікованого сплаву призводить до підвищення як механічних, так і експлуатаційних характеристик сплаву, а саме: тимчасовий опір розриву підвищується з 260 до 275МПа, втрата маси дослідних зразків зменшується з $120 \cdot 10^{-6}$ до $100 \cdot 10^{-6}$ кг, а інтенсивність

зношення зменшується з $180 \cdot 10^{-6}$ до $160 \cdot 10^{-6}$ кг/см² на 1000 м шляху тертя.

Таку зміну механічних і експлуатаційних характеристик сплаву АК12М2 після модифікування розплаву запропонованим способом можна пояснити наступним чином. При підвищенні температури розплаву алюмінію до 900-950°C, в даному випадку лігатури, до складу якої входять тугоплавкі компоненти як хром, титан та цирконій, тепловий рух атомів ближнього порядку тугоплавких угруповань значно збільшується і впорядкована область ближньої сольватації різко зменшується. Внаслідок інтенсивного теплового руху атомів ближній порядок становиться нестійким. Мікрооб'єми з правильним розміщенням атомів, що на мить утворилися, можуть існувати деякий час, потім розсіюються, потім виникають знову в другому елементарному об'ємі рідини і т.д. Все це призводить до підвищення "однорідності" рідини, до здрібнення тугоплавких мікроугруповань і рівномірного їх розташування в об'ємі розплаву. Дисперсні тугоплавкі мікроугруповання, а саме первинні інтерметалідні сполуки, що знаходяться у розплаві у

виділі дисперсних часток, які можуть бути навіть зародками кристалів, сприятимуть масовому утворенню в закристалізованому сплаві більш дисперсних первинних інтерметалідних фаз. Здрібненні первинні інтерметалідні фази і первинний кремній уже не будуть служити концентраторами напруги у матриці алюмінію, що і призведе до підвищення як механічних характеристик, так і зносостійкості алюмінієво-кремнієвих сплавів.

Таким чином, запропонований спосіб модифікування дозволить істотно здрібнити структуру закристалізованих відливок і за рахунок цього підвищити як механічні, так і експлуатаційні характеристики, зокрема зносостійкість, ливарних алюмінієво-кремнієвих сплавів. Крім того, застосування запропонованого способу модифікування дозволить значно скоротити тривалість процесу модифікування і раціонально використати вторинні матеріальні ресурси, зокрема стружку титанових сплавів та крупку хрому, і завдяки цьому в деякій мірі знизити затрати, пов'язані з впровадженням у виробництво розробленої технології модифікування ливарних алюмінієво-кремнієвих сплавів.