

певної товщини на поверхні виливка, з наступним доливанням цієї форми тим самим базовим розплавом через сифонну ливниково-модифікувальну систему з реакційною камерою, завантаженою графітизувальною, сфероїдизувальною або карбідоутворювальною модифікувальною добавкою.

Для створення спрямованого тепловідведення від поверхні виливка з метою формування поверхневого зносостійкого шару в порожнину форми встановлювали металеву вставку-холодильник (сталеву гільзу). Після тверднення розплавів та їх охолодження в ливарній формі очікується отримання двошарового виливка з зовнішньою поверхнею із зносостійкого білого чавуну з перліто-цементитною структурою та внутрішньою частиною – із м'якого сірого або в'язкого високоміцного чавуну ферито-перлітного класу.

Багаточисленними дослідженнями з застосуванням методів математичного імітаційного моделювання, а також експериментами на натурних чавунних виливках підтверджена можливість реалізації запропонованого способу, відпрацьовані температурно-часові параметри та інші режими лиття, які забезпечують виготовлення якісних двошарових циліндричних чавунних виливків масою до 100 кг.

Фон Прусс М.А., Ворон М.М.
(ФТІМС НАН України, м. Київ)

ЗМЕНШЕННЯ ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ ЗАЛІЗОВМІСНИХ ФАЗ В СИЛУМІНАХ

E-mail: m.fonpruss@gmail.com

Домішки заліза в силумінах утворюють грубі голкоподібні інтерметалічні сполуки, які спричиняють зниження механічних і технологічних властивостей цих сплавів, тому одержання якісних литих виробів часто вимагає додаткових технологічних прийомів: модифікування, контрольованого тепловідведення або фізичного впливу на розплав при плавці, литті та кристалізації. У даний час термін «модифікування» використовується не лише в аспекті введення спеціальних добавок, але й включає в себе фізичні методи впливу на розплав, що призводять до зміни процесу твердіння, формування структури, фазового складу і властивостей литого металу [1].

Серед хімічних модифікаторів найбільш сильно здатен модифікувати фазу β - Al_5FeSi марганець, перетворюючи її на фазу складу $(\text{FeMn})_3\text{Si}_2\text{Al}_{15}$, яка має вигляд китайського шрифту. Хром має схожий характер впливу та сприяє утворенню фази $\text{Al}_{13}(\text{Fe,Cr})_4\text{Si}_4$, яка має морфологію, схожу до попереднього випадку. Хром, тим не менш, у великій кількості сприяє осадженню первинного та здатен утворювати грубі конгломерати багатокомпонентних інтерметалідів складної будови, що може знизити рідкоплинність розплаву [1, 2].

Кобальт не є поширеним модифікатором для силумінів через те, що його співвідношення до заліза в сплаві має бути ~ 1 , після чого може утворитися

компактна фаза $Al_{15}(Fe,Co)_4Si_2$. Кобальт, як і хром, сприяє осадженню первинного кремнію при кристалізації [3].

При вмісті магнію вище 1 % мас. спостерігається утворення фази $Al_5Fe_2Mg_8Si_6$, яка є схожою на «китайський шриффт», проте є більш компактною [1].

Фізичне модифікування здатне забезпечувати деякі необхідні ефекти без зміни хімічного складу розплаву. Так, наприклад, в роботі [4] було розглянуто вплив магнітного поля на залізовмісні фази сплаву системи Al–Fe–Si. Вкраплення β -фази та α -фази $FeAl_3$ під впливом поля змінили форму з голчастої на компактну подовжену, їх довжина зменшилася більш ніж в 4 рази. Магнітна обробка при індукції магнітного поля $B = 0,5$ Тл сприяла формуванню дисперсних вкраплень $\alpha(AlFeSi)$ -фази замість $FeAl_3$ і $\beta(AlFeSi)$ -фаз.

Оброблення рідкого сплаву АК5М2 імпульсним електричним струмом у діапазоні частот від 500 до 6000 Гц, при зміні щільності від 5 до 35 А/см² пригнічує фазові перетворення, внаслідок яких утворюється голкоподібна β -фаза Al_5FeSi , а термодинамічно стабільною стає більш розгалужена α -фаза Al_8Fe_2Si .

В результаті застосування ультразвукової обробки, залізовмісні фази у сплаві Al–6Si–4Fe здатні навіть мати кулясту форму, тоді як ці ж фази у сплавах Al–12Si–4Fe і Al–18Si–4Fe мали вигляд дрібних коротких циліндрів [6].

Застосування технології газодинамічного впливу з одночасним модифікуванням карбонітридом титану (TiCN) сплаву АК5М2 призвело до подрібнення і сфероїдизації залізовмісних фаз, а також сприяло підвищенню рівня механічних властивостей та зниженню браку виливків по рихлості, газовим та усадковим дефектам [7].

Іншим способом впливу на залізовмісні фази є твердіння в умовах швидкісного охолодження, особливо при наявності у складі сплаву аморфізувальних добавок. Морфологія залізовмісних фаз, зокрема фази Al_3Fe , одержуваної при литті зі швидкостями охолодження розплаву порядку $10^3 \dots 10^5$ К/с або сильно змінювалася, або виділення цих фаз майже повністю пригнічувалося [8, 9].

Література:

1. Фон Прусс М.А. Способи та методи зміни морфології залізовмісних фаз у силумінах // Процеси лиття. – 2020. – №1 (139). – С. 30 – 41.
2. Чеверикин В. В., Хван А. В., Золоторевский В. С. Изменение морфологии железосодержащих фаз в алюминиевых сплавах // Вестник ТГТУ. – 2012. – Том 18. – №3.
3. Mahta M., Eramy M., Cao X., Campbell J. Overview of β - Al_5FeSi phase in Al-Si alloys // Materials Science Research Trends. – pp. 251-271, 2008.
4. Дубоделов В. И., Середенко В. А., Середенко Е. В., Косинская А. В., Набока Е. А. Воздействие слабого постоянного магнитного поля на литую структуру сплава алюминия с железом и кремнием // Процессы литья. – №2(98). – С. 40.
5. Дядюра А. С. Структуроутворення і механічні властивості сплаву АК5М2, обробленого у рідкому стані імпульсним електричним струмом [Магістерська дисертація]. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 88 с.