

1. *Мамишев В.А.* О повышении эффективности теплообмена в системе литья заготовка – форма – окружающая среда / *Металл и литьё Украины*, 2012. – № 11. – С. 31 – 35.

2. *Соколовская Л.А.* Учёт теплового сопротивления неметаллических прослоек в контактной зоне теплообмена / *Литейное производство: технология, материалы, оборудование, экономика и экология. Матер. международ. научно-практ. конф.* – Киев: ФТИМС НАНУ, – 2011. – С. 256 – 258.

3. *Мамишев В.А., Шинский О.И., Соколовская Л.А.* Проблемные аспекты совершенствования технологии получения отливок в формах из кварцевого песка / *Металл и литьё Украины*, 2016. – № 5. – С. 28 – 34.

УДК 669.715:533.9:643

**А. В. Нарівський, М. І. Тарасевич, В. І. Дубодєлов, М. Тарасевич,
І. В. Корнієць**

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, м.Київ

Тел.: (044) 424-34-50, e-mail: ivk@ptima.kiev.ua

ФОРМУВАННЯ ПАРОВОЇ ФАЗИ ПРИ ПЛАЗМОВІЙ ОБРОБЦІ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ

Головною перевагою технології глибинної плазмової обробки сплавів, в порівнянні з відомими, є можливість об'єднання перемішування розплаву високотемпературним газом з регульованим нагрівом (залежить від електричної потужності плазмотрону). Температура розплаву в реакційній зоні плазмового струменя, що занурений в рідкий метал, при наближенні до сопла плазмотрону збільшується до 4500 С та більше [1]. При таких високих температурах випаровуються: алюміній (>2700 К), мідь (2820 К), марганець (2370 К), магній (1360 К), цинк (1180 К). Ці компоненти в різних кількостях містяться в алюмінієвих сплавах. При обробці алюмінієвого сплаву АК7 плазмотроном (18-20 кВт) швидкість випаровування компонентів в розплаві досягає 180 г/хв.

Зі зростанням потужності плазмотрону маса компонентів, що випаровуються з розплаву збільшується. Частина пари компонентів, що сформувалася, надходить в газові бульбашки і разом з ними виносяться з реакційної зони струменями в перифе-

рійні об'єми ванни. Решта пари перебуває в розплаві та миттєво охолоджується до його середньомасової температури («конденсується»). Внаслідок дроблення газових бульбашок і об'єднання їх в збільшені пари металів вони надходять до розплаву та охолоджуються. При охолодженні парів в розплаві утворюються часточки конденсату та мікрооб'єми, які в залежності від розміру інтенсифікують процес зародкоутворення в сплавах і сприяють виникненню бульбашок водню. Утворені при охолодженні пари мікрооб'єми можуть деякий час знаходитись у розплаві в якості кластерів з великою кількістю активованих атомів. При конденсації парів компонентів виділяється теплота фазового переходу, яка збільшує час існування в розплаві активованих атомів та мікрогрупувань.

Використання глибинної обробки сплавів плазмою дозволяє перевести матричний розплав до рівноважного мікрооднорідного стану з подальшим перетворенням його компонентів та добавок у пар. У результаті цього суттєво підвищується інтенсивність процесів фізико-хімічних та міжфазних взаємодій у розплаві з конденсацією пароподібних фаз і створенням значних концентраційних та температурних градієнтів у матричному охолоджувачі (середньомасова температура розплаву ~ 1000 К). Такий спосіб обробки сплавів дозволить одержувати нові матеріали, у яких армуючі високо-температурні та нанорозмірні фази будуть споріднені з матричним металом та рівномірно розподілені в ньому.

У цій роботі визначили розподіл температур та напрямок переміщення рідкого алюмінієвого сплаву АК6 в реакційній зоні плазмового струменя. Дослідження проводили з використанням обчислювального експерименту, математичного та комп'ютерного моделювання. В основу математичної моделі покладено фундаментальні рівняння тепломасопереносу з відповідними граничними умовами. Плазмовий нагрів моделювали у вигляді концентрованого джерела, яке має постійну температуру. Джерело розташовано в реакційній зоні зануреного в метал плазмового струменя. Об'єм реакційної зони при цьому дорівнював $3141,5 \text{ см}^3$ (визначено експериментально).

При плазмовому нагріванні рідкий метал біля концентрованого джерела швидко нагрівається. Спочатку швидкості нагрівання розплаву перевищують 1000 град/хв. Після утворення в реакційній зоні парової фази (температура кипіння ~ 2500 градусів) швидкість нагрівання металу зменшується до 200 і нижче градусів за хвилину. Нагрівання металу плазмою відбувається рівномірно по всіх напрямках. В результаті цього границя нагрітого до високої температури металу має сферичну форму. Швидкість

переміщення такої границі знижується в міру збільшення об'єму парової фази в розплаві. Це обумовлено меншими значеннями коефіцієнту теплопровідності при підвищених (> 1800 K) температурах розплаву і великими витратами тепла на процес пароутворення різних фаз у реакційній зоні. Теплота плавлення алюмінію складає 393,6 Дж/г, а теплота його пароутворення у 2,7 разів більше і дорівнює 10530 Дж/г.

При плазмовій обробці протягом ~ 5 хв. режим нагрівання металу в реакційній зоні струменя переходить у квазістаціонарний стан. При нагріванні розплаву в такому стані кількість тепла, що підводиться з плазмою, дорівнює теплу, що відводиться нагрітими об'ємами сплаву в більш холодні шари рідкометалевої ванни, та витрачається на процеси пароутворення і синтезу фаз у розплаві. Зона теплового впливу на рідкий метал при квазістаціонарному режимі нагрівання стабілізується на відстані 35-40 мм від концентрованого джерела.

Список літератури

1. *Найдек В. Л., Наривский А. В.* Повышение качества отливок из алюминиевых и медных сплавов плазмореагентной обработкой их расплавов. – К.: Наук. Думка, 2008. – 185 с.

УДК 621.74.043:669.715:620.186

А. М. Недужий, А. Г. Вернидуб

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, м. Київ

Тел./факс: 0444246823, e-mail: onmlptima@ukr.net

ВПЛИВ ПОТОКОТЕПЛОСИЛОВОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛУ НА ФОРМУВАННЯ ВИЛИВКІВ З НЕДЕНДРИТНОЮ ГЛОБУЛЯРНОЮ СТРУКТУРОЮ ПЕРВИННОЇ ФАЗИ ІЗ ТВЕРДО-РІДКОГО АЛЮМІНІЄВОГО СПЛАВУ АК7ч

На сьогоднішній день відомо, що застосування зовнішнього силового впливу або діяння на метал чи сплав, який твердне, дозволяє одержувати виливки з підвищеними фізико-механічних властивостями. Тому дослідження, направлені на встановлення закономірностей впливу зовнішніх діянь на алюмінієві сплави, які кристалізуються, є актуальними. Метою проведення експериментів було одержати фасонні виливки з недендритною глобулярною структурою первинної фази після попереднього