

ність. Тому в даній роботі виконано огляд існуючих програмних засобів комп'ютерного моделювання процесів ливарного виробництва, аналіз їх переваг та недоліків, оцінку можливостей використання цих засобів на вітчизняному виробництві, а також формулювання вимог до комп'ютерних технологій, які були б розроблені за вимогами вітчизняних ливарних підприємств і були б націлені на роботу з вітчизняною базою металів і сплавів та придатні для впровадження.

УДК 621.74 : 669.04 : 537.84/82

**В. І. Дубодєлов<sup>1</sup>, А. В. Нарівський<sup>1</sup>, П. Є. Стрижак<sup>2</sup>, В. Є. Панарін<sup>3</sup>,  
М. І. Тарасевич<sup>1</sup>, А. М. Верховлюк<sup>1</sup>, М. С. Горюк<sup>1</sup>, О. О. Жох<sup>2</sup>,  
Ю.П. Скоробагатько<sup>1</sup>, О. В. Яценко<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, м. Київ

<sup>2</sup>Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України, м. Київ

<sup>3</sup>Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, м. Київ

*Тел./факс: +38044-424-20-50, e-mail: [mgd@ptima.kiev.ua](mailto:mgd@ptima.kiev.ua)*

### **НАУКОВІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ МГД-ПЛАЗМОВИХ ПРОЦЕСІВ ОДЕРЖАННЯ НОВОГО ПОКОЛІННЯ ЛИТИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ ТА КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ АЛЮМІНІЮ ДЛЯ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИХ ГАЛУЗЕЙ ТЕХНІКИ**

В ході виконання Фізико-технологічним інститутом металів та сплавів НАН України цільового науково-технічного проекту НАН України, проведено складні між-дисциплінарні дослідження та одержано ряд важливих фундаментальних і прикладних результатів. В основу проекту було покладено ідею комплексного впливу на металевий розплав термосиловими діями, зокрема, низькотемпературною плазмою, яка занурена у розплав, та електромагнітними полями, що забезпечують індукційний нагрів і відповідні гідродинамічні режими руху рідкого металу в умовах впливу магніто-гідродинамічних (МГД) чинників. Таке технічне рішення дозволяє руйнувати області мікронеоднорідностей у рідкому сплаві, які є носіями небажаної металургійної спадковості, диспергувати наявні кластери, інтерметаліди, здійснювати синтез зміцнюючих фаз безпосередньо у матричному сплаві. Це досягається унікальним поєднанням оригінального багатофункціонального ливарного магнітодинамічного обладнання і

супутніх МГД-технологій з процесами глибинної плазмової обробки металевих розплавів.

Дослідження виконувалися на двох групах сплавів:

1) до- та заевтектичні силуміни, які є найбільш поширеними ливарними алюмінієвими сплавами для машинобудування;

2) сплави системи Al-Zn-Mg (деформівні та ливарні) і системи Al-Zn-Mg-Cu (деформівні), що відрізняються найбільш високими показниками міцності серед усіх алюмінієвих сплавів та є вельми затребуваними у високотехнологічній техніці стратегічного призначення.

Вперше на основі оцінки константи рівноваги з використанням термодинамічних розрахунків для температур  $\geq 3000$  К досліджено процес формування нанокластерів кремнію у розплавлених силумінах з газової фази при плазмових та МГД-діях на них. Встановлено, що розмір та розподіл таких кластерів можна регулювати зміною температури нагріву і парціального тиску кремнію в газовій фазі. Одержані результати можна застосовувати для синтезу наночастинок кремнію у алюмінієвих розплавах, що представляє значний інтерес для різних галузей, передусім мікроелектроніки та металургії.

Результати математичного моделювання процесів МГД-плазмової обробки рідких алюмінієвих сплавів у ливарній магнітодинамічній установці (МДУ) дозволили визначити раціональні температурні, часові і гідродинамічні параметри обробки, а також встановити відповідні співвідношення розмірів реакційної камери для випаровування компонентів сплавів, виготовити дослідницьке обладнання.

Термодинамічна оцінка структурних складових сплаву В96Ц дозволила визначити вплив легуючих компонентів на виникнення гарячих тріщин, утворення інтерметалідних фаз і легкоплавких евтектик.

Натурними експериментами було встановлено, що обробка рідких доевтектичних силумінів аргоною плазмою в умовах керованого електромагнітного їх перемішування забезпечує диспергування структурних складових у закристалізованих сплавах до виродження евтектики в них. При цьому відбувається дисперсійне зміцнення литих виробів за рахунок зміни будови евтектичних колоній замість композиційного, характерного для вихідного стану сплавів. Створені технології одержання сплавів забезпечують значне підвищення їх пластичності.

Було встановлено, що при МГД-плазмовій обробці сплавів системи «алюміній – цинк – магній – мідь» забезпечується висока (<100 нм) дисперсність зміцнюючих

фаз та рівномірний їх розподіл у  $\alpha$ -твердому розчині, а також легуючих компонентів в алюмінієвій матриці. Зростає на 20% міцність таких сплавів порівняно зі стандартними значеннями, а відносно подовження – до 3 разів. В результаті цього зменшується схильність до утворення гарячих тріщин при кристалізації сплавів та зростає термін дієздатності литих виробів з них.

Запропонована розробка дозволить суттєво підвищити рівень механічних, технологічних та експлуатаційних властивостей наявних алюмінієвих сплавів для високотехнологічних галузей машинобудування, а також створює передумови для одержання нового покоління таких матеріалів, у т. ч. композиційних.

УДК 669.18 : 621.746 : 537.84

**В. І. Дубодєлов, О. М. Смірнов, О. П. Верзілов, М. С. Горюк,  
В. К. Погорський, Ю. Ю. Куліш, Д. І. Гойда, А. Ю. Семенко**

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

Тел./факс: +38044-424-20-50, e-mail: [mgd@ptima.kiev.ua](mailto:mgd@ptima.kiev.ua)

### **СТВОРЕННЯ КОМПЛЕКСУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ВИСОКОЯКІСНИХ ЛИТИХ ЗАГОТІВОК В УМОВАХ МЕТАЛУРГІЙНИХ МІКРОЗАВОДІВ**

Запропоновано магнітодинамічний проміжний ківш (МД-ПК), у якому забезпечується стабілізація температурних та витратних параметрів процесу лиття, при цьому: 1) місткість промковша – 3-10 т розплаву; 2) можливість періодичної зупинки та повторного старту промковша, у т. ч. зберігання розплаву тривалий час; 3) спосіб нагріву рідкого металу – індукційний за принципом каналних агрегатів, що забезпечить електричний і термічний ККД на рівні 90%, виділення тепла у об'ємі розплаву, його рух під дією електромагнітних сил. Потужність індуктора – від 250 до 600 кВт (залежно від місткості агрегату та особливостей процесу); 4) можливість малонапорної подачі розплаву до кристалізатора; 5) можливість реалізації у промковші комплексу операцій з позапічної обробки і доводки сталі; 6) можливість швидкої зміни сплаву у разі технологічної потреби.

Показано, що виготовлення таких промковшів у двокамерному варіанті є доцільним у т.ч. для технологій безперервного одержання тонкого слябу і металевого листа литтям-прокатуванням у валкових кристалізаторах. В такому разі приймальна