

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

камера промковша додатково оснащена електромагнітним перемішувачем для керування силових дій на рідкий метал різних видів магнітного поля (пульсуючого, біжучого, обертового), що суттєво розширює можливості проведення операцій позапічної обробки та доводки сталі. При цьому покращуються умови для сепарації неметалевих та шлакових включень під дією обертових циркуляційних потоків у нижній частині промковша та суттєво підвищується ефективність процесів рафінування сталі.

Фізичну модель основних вузлів МД-ПК у масштабі 1:3 (за основу взято проміжний ківш місткістю 4 т рідкої сталі одноструменевої машини безперервного лиття сортових заготовок) для її дослідницького використання у лабораторних умовах було розроблено та виготовлено з світлопроникного матеріалу (органічного скла). В якості робочої рідини використано воду, що має близьку до рідкої сталі кінематичну в'язкість. Імітацію покривного шлаку на поверхні металу в промковші здійснено за допомогою силіконового масла, яке має значний поверхневий натяг і суттєво змінює в'язкість при зміні температури. Перемішування під дією електромагнітного поля імітовано за допомогою двох електронасосів, що формують спрямовані потоки. Імітація та візуалізація поведінки неметалевих включень здійснена за допомогою деревної тирси, а також дрібних пластмасових і пінополістиролових кульок. Характер спливання включень вивчено за допомогою введення в захисну трубу, яка встановлена між сталерозливним і проміжними ковшами, спеціальної гідросуміші (суспензії) гідрофобних спливаючих частинок. Додатково візуалізацію сформованих потоків забезпечено підфарбовуванням кольоровим чорнилом локальних об'ємів рідини. В одній камері МД-ПК здійснюється рафінування розплаву за допомогою електромагнітного перемішування, а в іншій забезпечується підігрів рідкого металу та його перетікання в кристалізатор МБЛЗ. Встановлено, що накладення обертальних потоків в промковші має високу ефективність і дозволяє створити умови для сепарації неметалевих включень та часток шлаку, для чого слід сформувати циркуляційні потоки в нижній частині промковша на висоті не більше 0,4-0,5 висоти наливу розплаву, що дозволяє суттєво поліпшити процес рафінування і запобігти захопленню частинок шлаку, а додатковий ефект вдається досягти при раціональному виборі інтенсивності обертання потоків сталі. Встановлено, що накладання магнітного поля на висоту, більшу 0,20-0,30 загальної висоти наливу розплаву, призводить до захоплення в процес перемішування верхніх шарів рідини в проміжному ковші. Це явище може стати джерелом додаткового забруднення сталі частками покривного шлаку. Ефект гомогенізації рідини в проміжному ковші визначається швидкістю обертання (5-10 об/хв).

Розроблено, розраховано та перевірено в умовах дослідної технологічної ділянки модернізовані електромагнітні перемішувачі (одно- та двополюсні), які забезпечують рух металу під дією пульсуючого, біжучого та обертового магнітних полів у прийомній камері двокамерного магнітодинамічного проміжного ковша. Завдяки цьому створюються належні передумови для гомогенізації розплаву за температурою і хімічним складом, а також для видаленню неметалевих включень. Також визначено умови електромагнітного розливання розплаву широким плоским струменем за допомогою спеціалізованого МГД-пристрою, що може забезпечити розподіл потоку розплаву по ширині різних металоприймачів.

УДК 621.771

**Н. А. Жижкина, А. П. Житникова**

Луганский национальный аграрный университет

### **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КРУПНОГАБАРИТНЫХ КОМПОЗИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Современные требования к качеству прокатанного листа обеспечиваются эксплуатационными показателями и надежностью работы композитного вала. В результате эксплуатации в рабочем слое формируются усталостные напряжения, накопление которых способствует снижению надежности вала.

Стандартный паспорт на валок не содержит информации о его предварительном напряженно-деформированном состоянии. В результате профилировка вала выполняется без его учета, что может способствовать накоплению внутренних напряжений и его преждевременному разрушению. В связи с этим актуальным заданием для производителей валков является контроль их текущего напряженно-деформированного состояния, как на этапе изготовления, так и в процессе эксплуатации.

Известно [1], что формируемый в рабочем слое уровень внутренних напряжений является результатом химических, физических и структурных изменений, происходящих с различной интенсивностью вдоль крупногабаритного композитного вала в процессе изготовления (литья, механической и термической обработок). Но его напряженное состояние изменяется. Внутри поликристаллического тела крупногаба-