

## Отримання виливків із сплаву АК7 під електромагнітним тиском

О. В. Яценко

*Друга премія ім. В. О. Єфімова*

Актуальною проблемою для промисловості, особливо авіації, є підвищення якості литих деталей та зниження собівартості готової продукції. Досягнути цього можливо за допомогою технології лиття під електромагнітним тиском, розробленої в відділі магнітної гідродинаміки ФТІМС НАН України. Цей метод лиття, в порівнянні із гравітаційною заливкою, дозволяє покращити заповнення ливарної форми та знизити кількість дефектів усадки за рахунок витримки під підвищеним тиском на стадії кристалізації виливка. Також значно підвищується коефіцієнт корисного використання металу.

Відповідно до договору про співпрацю між ФТІМС НАН України і ДП «Антонов» були проведені роботи по застосуванню технології лиття під електромагнітним тиском в піщано-глинисті форми для отримання авіаційного виливка типу «Диск» зі сплаву АК7.

Заливка зразків проводилася з установки МДН-6А при температурі 740 °С. Попередньо розплав піддали фізичному модифікуванню і провели комплексне рафінування для видалення водню і неметалевих включень, за допомогою одночасної продувки аргоном і фільтруванням через пінокерамічний фільтр. Були відлиті технологічні проби для оцінки якості розплаву гравітаційним способом в піщано-глинисті форми за технологією підприємства партнера. Деталь типу «Диск» була отримана методом заливки під електромагнітним тиском, коли розплав по металопроводу подавався з тигля установки МДН-6А в піщано-глинисту форму, встановлену на заливальній плиті. Зразки досліджено в лабораторії ДП «Антонов». Фотографії виливків, отриманих за стандартною і експериментальною технологіями, представлені на рисунку.



а



б

Виливки типу «Диск»: а – гравітаційна заливка; б – лиття під електромагнітним тиском.

Встановлено, що застосування лиття під електромагнітним тиском за технологією ФТІМС НАН України дозволяє підвищити властивості литого виробу. Так міцність на розрив збільшилася з 218 МПа до 245 МПа, відносне видовження – з 4 % до 18 %. Коефіцієнт корисного використання металу зріс з 44 % до 75 %.

УДК 669.111.2:539.216

### Особливості взаємодії нанодисперсних порошкових матеріалів з металевими розплавами

М. В. Афанасієв

#### *Перша премія ім. М. П. Брауна*



Для модифікування різних металевих систем використовуються ультра- та нанодисперсні порошки металів, а також їх сполуки. Таке модифікування дозволяє отримати дрібнозернисту структуру за рахунок рівномірного розподілу по об'єму розплаву. Відомо декілька способів отримання нанодисперсних частинок. До них можна віднести метод випаровування і конденсації, хімічне осадження із парової фази, термохімічний синтез, плазмохімічний синтез, розпилювання рідкого металу, метод електричного вибуху провідників, метод електроіскрового диспергування та інші.

Для проведення експериментів одержано лігатури – механічна порошкова суміш, яка складається із порошкових наночастинок ( $\text{SiC}$ ,  $\text{TiC}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{TiN}$ ,  $\text{TiB}_2$ ) та мікрочастинок металу (залізо). Отриману суміш вводили в розплав (на основі чавуну) у вигляді пресованих таблеток, а також модифікуючу суміш загортали в тонку алюмінієву фольгу.

Досліджено вплив концентрації гідрофобних наночастинок  $\text{SiO}_2$  на структуру в сірих чавунах. Вихідний сірий чавун має ферито-перлітну структуру з міждендритним точковим графітом. При введенні у вихідний сірий чавун наночастинок  $\text{SiO}_2$  до 0,1 %, мас. част. включення графіту збільшуються стають більш щільними (розмір включень 45 – 90 мкм). При цьому зберігається міждендритний розподіл графіту, а матриця чавуну стає повністю перлітною, дисперсність перліту зменшується з 1,6 мкм до 0,4 мкм.

При введенні наночастинок суміші нітриду титану  $\text{TiN}$  і  $\text{TiB}_2$ , карбіду титану  $\text{TiC}$  та карбіду вольфраму  $\text{WC}$  з додаванням гексахлоретану ( $\text{C}_2\text{Cl}_6$ ) в сірий чавун кількість міждендритного пластинчастого графіту збільшується вдвічі, а розмір включень графіту збільшується до 45 мкм. Це пов'язано з тим, що гексахлоретан у зв'язку з низькою температурою кипіння (187 °С) сприяє графітизації та більш рівномірному розподілу наночастинок в об'ємі рідкого металу.

В результаті проведених досліджень встановлено, що незалежно від хімічного складу наночастинок, їх кристалічної будови просторової групи, структурного типу, періоду гратки, щільності, температури плавлення та інших параметрів, усі досліджені нанодобавки зумовлюють