

УДК 621.74.002:669.715

**Ю. В. ДОЦЕНКО**, канд. техн. наук, доцент, НМетАУ (м. Дніпропетровськ)

## **ПІДВИЩЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИЛИВКІВ ІЗ СПЛАВУ АК9, ОТРИМАНИХ СПОСОБОМ ЛИТТЯ ПІД ВИСОКИМ ТИСКОМ**

У статті проаналізовані експериментальні дані використання технології модифікування алюмінієвого ливарного сплаву АК9 при виготовленні виливків способом лиття під високим тиском. Технологія дозволяє подрібнити мікроструктуру металу відливань, практично повністю усунути пористість.

Ключові слова: модифікування, спосіб лиття під високим тиском, мікроструктура.

In the article experimental these uses of technology of modification of aluminium casting alloy of AK9 are analysed at making of foundings a casting method force-feed high. Technology allows to grind up the microstructure of metal of foundings, practically fully to remove porosity.

Keywords: modification, casting method force-feed high, microstructure.

### **Вступ**

Найбільш високі і стабільні по перетину виливків властивості досягаються при отриманні однорідної і дрібнозернистої структури. Чим дрібніші розміри первинних кристалів, тим вище ряд важливих експлуатаційних і технологічних властивостей виливків. Тому ливарники найчастіше прагнуть до отримання найбільш дрібнозернистої і однорідної структури металу.

Одним з найбільш поширених засобів досягнення цієї мети є модифікування. Крім того, до методів зовнішньої дії на формування структури виливків можна віднести процеси, пов'язані із застосуванням тиску. Поєднання процесів модифікування та дії тиску на розплав, що кристалізується, представляє певний інтерес.

### **Аналіз попередніх публікацій**

Дослідження розплавів системи Al-Si дають підставу припустити наявність в них особливого передкристалізаційного стану - комплексів (кластерів) або псевдозародків. Дрібнокристалічну структуру можна одержати на сплавах технічної чистоти без введення модифікатора в результаті швидкого охолодження, дії високого тиску, обробки постійним струмом і вібрацією. Ідентичність мікроструктур, одержаних при швидкому охолодженні і при обробці модифікатором, вважають підтвердженням однакового механізму структуроутворення [1-5].

Сплав АК12, центрифугований без модифікатора при відцентровій силі 13 g, має мікроструктуру, близьку до модифікованої [1]. У разі поєднання модифікування з центрифугуванням необхідна кількість модифікатора зменшується в 10 разів, а тривалість обробки - в 3 рази в порівнянні із стаціонарними умовами. Центрифугування розплаву з 2 % модифікатора скорочує час досягнення максимального ефекту модифікування до 1 хв. Такий ефект з'ясовується прискоренням дифузії натрію в результаті перемішування при обертанні і посиленні конвекції. Проте, з цих же причин, вміст натрію (2 % модифікатора) у дзеркала центрифуго-

ваного (5 хв) сплаву в 5 разів нижче, ніж в донній частині тигля (при стаціонарному модифікуванні це зменшення складає тільки 20 %) [1]. У донній частині тигля вміст натрію в обох випадках однаковий. Результати центрифугування немодифікованого розплаву наводять на думку про зміну стану комплексів та надавання їм підвищеної схильності до модифікування.

У роботі [1] була досліджена дія постійного електричного струму на властивості сплаву АК12. Обробку сплаву, модифікованого за загальноприйнятою технологією (2 % модифікатора), проводили струмом 0,5 А за допомогою спеціального осередку, що забезпечує строго певну спрямованість електричного поля. В результаті такої обробки значно збільшилася тривалість збереження ефекту модифікування і високий рівень механічних властивостей при литті в керамічну форму. Після зняття шлаку і подальшого накладення електричного поля вміст натрію спочатку зростає, потім - зменшується, тоді як без струму кількість натрію безперервно зменшується.

Підтримка натрію на певному рівні стабілізує структурний стан сплаву АК12, який передбачає формування модифікованої структури при кристалізації. Струм сприяє повнішому відновленню натрію з солей, що звичайно залишаються після зняття модифікатора на стінках тигля і на дзеркалі металу, в результаті електролізу. Проте, дія струму, ймовірно, приводить і до структурних змін розплаву. Обробка струмом 10-кратної переплавки після модифікування 2 % модифікатора приводить до втрати ефекту модифікування і падіння механічних властивостей [1]. Зняття ефекту модифікування може бути викликано невідповідністю кількості натрію (надлишком) стану сплаву, з огляду на те, що при багатократній кристалізації в металевій формі переплав набуває мікроструктуру, близьку до модифікованої, і для повної зміни структури достатньо меншої кількості натрію.

Таким чином, в цьому випадку, а також для модифікування центрифугованого сплаву АК12 досить меншої кількості модифікатора. Значне збільшення її в першому випадку не змінює структуру, в другому - знімає ефект модифікування, але перемодифікування в обох випадках не спостерігається.

Також, великий інтерес представляє поєднання процесу модифікування алюмінієвих ливарних сплавів і лиття під високим тиском. Тому метою статті є аналіз експериментальних досліджень по впливу модифікування на механічні властивості виливків одержаних методом лиття під високим тиском.

### Основний матеріал

Експерименти проводили у виробничих умовах ВАТ «Дніпропетровський агрегатний завод». Розплав АК9 готували в електричній печі САТ-0,25 у тиглі ємністю 200 кг і рафінували його препаратом таблетованим ТУ РБ 14744129.004-98 при 953 К.

Хімічний склад сплаву АК9 приведений в таблиці 1.

Таблиця 1 - Хімічний склад сплаву АК9

Al	Si	Mg	Mn	Cu	Zn	Ti	Fe
Осн.	9,0	0,29	0,24	0,14	0,09	0,02	0,56

Для підвищення механічних властивостей вилівка «Корпус помпи» (рис. 1), який отримують на машині лиття під високим тиском з горизонтальною холодною камерою пресування моделі 711A08, проводили модифікування препаратом таблетованим ТУ РБ 100354447.054-2004 в кількості 0,1% від маси розплаву. Модифікатор вводили у розплав при температурі 953 К за допомогою «колокольчика».

Загальний вид вилівка «Корпус помпи» приведено на рис.1.



Рис. 1 - Загальний вид вилівка «Корпус помпи»

Механічні властивості металу виливків «Корпус помпи» представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Механічні властивості металу виливків «Корпус помпи»

Сплав	Заливання	Межа міцності на розтягання, МПа	Максимальне подовження, %	Твердість НВ	Щільність, г/см <sup>3</sup>
АК9	Без модифікатора	215	2,2	68	2,726
	З модифікатором	255	4,3	72	2,747

Підвищення механічних властивостей обумовлене зміною мікроструктури металу виливків. Після модифікування вдалося подрібнити мікроструктуру приблизно в 1,5-2,5 разу. Будова дендритів стала дисперсною, при цьому вдалося одержати більш рівномірний розподіл зерен по перетину зразка і стабілізацію їх розмірів. Також істотна зміна морфології дендритів. Дендрити нерегулярної форми в результаті модифікування перетворилися в дендрити із зовнішніми контурами, близькими до сферичних.

У виливках вдалося практично повністю усунути шпаристість.

### Висновки

Аналіз технологічних режимів модифікування розплаву АК9 при отриманні виливків для лиття під тиском, показав, що механічні властивості збільшуються на 15-20% порівняно з немодифікованим станом. Практично повністю усувається шпаристість виливків. Після модифікування вдалося подрібнити мікроструктуру приблизно в 1,5-2,5 рази. Будова дендритів стала дисперсною, при цьому вдалося одержати більш рівномірний розподіл зерен по перетину зразка і стабілізацію їх

розмірів. Дендрити нерегулярної форми в результаті модифікування перетворилися в дендрити із зовнішніми контурами, близькими до сферичних.

**Список літератури:** 1. Свойства расплавленных металлов [Текст] : Труды XVI Совецания по теории дитейных процессов / М.: Наука, 1974. - С. 78-82. 2. Немененок, Б.М. Теория и практика комплексного модифицирования силуминов [Текст] / Б.М. Немененок - Мн. Технопринт, 1999. - 272 с. 3. Ефимов, В.А. Перспективы развития работ по применению внешних воздействий на жидкий и кристаллизующийся расплав [Текст] / В.А. Ефимов. - Киев: Изд. ИПЛ АН УССР. - 1983. - С. 3-65. 4. Борисов, Г.П. Давление в управлении литейными процессами [Текст] / Г.П. Борисов. - К.: Наукова думка, 1988.- 271 с. 5. Затвердевание металлического расплава при внешних воздействиях [Текст]/ А.Н. Смирнов, В.Л. Пилюшенко, С.В. Момот, В.Н. Амитан. - Д.: Издательство «ВИК» - 2002. - 169 с.

*Поступила в редколлегию 11.02.2010*

**УДК 621.745.002.645:533**

**СЕЛІВЬОРСТОВ В. Ю.**, канд. техн. наук, доцент, НМетАУ, *КУЩ П. Д.*,  
НМетАУ (м. Дніпропетровськ)

## **ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЗОДИНАМІЧНОГО ВПЛИВУ НА РОЗПЛАВ ПРИ ЛИТТІ ПО ВИТОПЛЮВАНІМ МОДЕЛЯМ**

Приведені результати промислових випробувань технології газодинамічного впливу на розплав в ливарній формі при виробництві циліндричних заготовок для ріжучого інструменту із сталі P18 способом лиття по витоплюваним моделям. Отримані результати показали перспективність проведення подальших досліджень та використання зазначеного процесу.

Ключові слова: газодинамічний вплив, лиття по витоплюваним моделям, механічні властивості.

The results of industrial tests of technology of gaz-dynamyc influence are resulted on fusion in a cast form at production of cylindrical semiss for a toolpiece from steel by the P18 method of casting on the smelted models. The got results rotined perspective of leadthrough of subsequent researches and use of this process.

Keywords: gaz-dynamyc influence, casting on the smelted models, mechanical properties.

**Вступ.** Однією з причин виникнення дефектів в литому металі є порушення нормального процесу живлення, часто пов'язаного з неможливістю підтримки в елементах живлення навіть атмосферного тиску із-за герметизації вилівка у формі. При цьому, до найбільш поширених видів дефектів виливків при литті по витоплюваним моделям (ЛВМ) можна віднести саме шпаристість. Аналіз теоретичних, експериментальних робіт, а також досвід впроваджених у виробництво технологій показує, що при використанні активних методів зовнішніх фізичних впливів та управління структуроутворенням вдається не тільки значно понизити брак виливків, у тому числі і по цьому виду дефектів, але й підвищити механічні властивості литого металу.

**Аналіз попередніх публікацій та постановка задачі.** До методів активних фізичних впливів можна віднести вплив тиску на розплав, що кристалізується у ливарній формі: лиття під газовим, механічним або комбінованим тиском. При цьому, про можливості і перспективи застосування низького (до 0,5 МПа), середнього (0,6-20 МПа) і високого (понад 20 МПа) тиску при кристалізації розпла-