

**Бубликов В.Б., Берчук Д.М., Ясинський О.О., Овсянников В.О.,  
Моссеєва Н.П.**

*(ФТІМС НАН України, м. Київ)*

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ МАГНІЙ-КАЛЬЦІЄВОЇ ЛІГАТУРИ ПРИ ВНУТРІШНЬОФОРМОВОМУ МОДИФІКУВАННІ**

**E-mail:** ot.del.vch@gmail.com

За кордоном популярність технології внутрішньоформового модифікування для одержання високоміцного чавуну з кулястим графітом базується на розвитку процесів модифікування та застосуванні шихтових матеріалів з низьким вмістом сірки (менше 0,01%). Внутрішньоформове модифікування забезпечує оптимальне для властивостей високоміцного чавуну структуроутворення за мінімальної витрати модифікатора, усуває характерну для ковшових методів проблему демодифікування розплаву і є екологічно чистим процесом. Для ефективного модифікування розплаву необхідно деактивувати надмірну кількість сірки, і тоді введений в розплав магній виконуватиме тільки функцію утворення кулястого графіту в процесі кристалізації чавуну. Тому актуальними є дослідження, спрямовані на розробку ефективних технологій внутрішньоформового модифікування розплаву чавуну з підвищеним вмістом сірки, що виплавляється із застосуванням в шихті недефіцитних марок ливарних і переробних чушкових чавунів.

Перспективним для модифікування чавуну є застосування FeSiMgCa лігатури. Кальцій є активнішим десульфуратором і розкислювачем, ніж магній, тому покращує модифікувальну здатність лігатури. Однак, кальцієвмісні FeSiMg лігатури утворюють значну кількість тугоплавкого шлаку, який гальмує тепломасообмінні процеси між розплавом і лігатурою.

Вивчали ефективність модифікування комплексною FeSiMgCa лігатурою в ковші та ливарній формі. При схожому хімічному складі чавуну (масова частка елементів, %: 3,2-3,5 C; 2,1-2,5 Si; 0,035-0,040 Mg; 0,28-0,32 Mn; 0,018-0,020 S; до 0,14 Cr; до 0,07 P) після ковшового та внутрішньоформового модифікування в розплав перейшло 0,035 і 0,04% магнію зі ступенем сфе-

роїдизації графіту в структурі зразків ступеневої проби 80-85 і 90-95%, відповідно. Після ковшового модифікування поряд з вкрапленнями графіту правильної кулястої форми ШГф5 спостерігалися вкраплення неправильної кулястої форми ШГф4, а місцями компактної ШГф3 і вермикулярної ВГф2, ВГф3. Після внутрішньоформового модифікування форма вкраплень кулястого графіту – ШГф5 та ШГф4.

Дані мікроструктури високоміцного чавуну в зразках різної товщини після сфероїдизувального модифікування FeSiMgCa лігатурою наведені в табл. 1.

Незважаючи на утворення шлаку при розчиненні FeSiMgCa лігатури, її використання при внутрішньоформовому модифікуванні зменшує кількість цементиту, збільшує кількості фериту і вкраплень кулястого графіту. Для досягнення необхідного ступеню сфероїдизації графіту (більше 85%) у виливках при внутрішньоформовому модифікуванні необхідно в 2 рази менше модифікатора, ніж при модифікуванні у ковші.

Таблиця 1 – Мікроструктури високоміцних чавунів після ковшового та внутрішньоформового модифікування

Товщина зразка, мм	Ковшове модифікування			Внутрішньоформове модифікування		
	кількість цементиту, %	кількість фериту, %	кількість вкраплень графіту, шт/мм <sup>2</sup>	кількість цементиту, %	кількість фериту, %	кількість вкраплень графіту, шт/мм <sup>2</sup>
5	35	6	224	20	30	782
10	15	10	185	8	48	526
15	13	12	167	-	54	497