

2. W. Stets, H. Löblich, G. Gassner, P. Schumacher. Solution strengthened ferritic ductile cast iron properties, production and application // International Journal of Metalcasting. – April 2014, Vol. 8, Issue 2, pp. 35-40.

Бубликов В.Б., Берчук Д.М., Овсянников В.О.

(ФТІМС НАН України, м. Київ)

**ЗАСТОСУВАННЯ FeSiMgCa ЛІГАТУРИ ПРИ ОДЕРЖАННІ
ТОНКОСТІННОГО ЛИТВА З ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ**

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

Високоміцний чавун з кулястим графітом є прогресивним литим конструкційним матеріалом, що має широкі можливості застосування у сучасних конструкціях та обладнанні. Внутрішньоформове модифікування забезпечує найбільш оптимальне для властивостей високоміцного чавуну структуроутворення. Воно дозволяє додатково підвищити ступінь графітизації і дисперсність структури за рахунок збільшення швидкості охолодження без утворення цементиту. Диспергування металевої основи забезпечує поліпшення таких механічних характеристик, як міцність, пластичність, ударна в'язкість.

Підвищення властивостей високоміцного чавуну і вдосконалення технології його виробництва – це, також, підвищення ефективності модифікаторів. Проведене термодинамічне дослідження рафінувальної здатності активних модифікувальних елементів свідчить, що кальцій є найбільш активним десульфуратором і розкислювачем, ніж Ba, Mg, Sr, PЗМ, через що покращується модифікувальна та рафінувальна здатність лігатури. Кальцій зменшує переохолодження, зумовлене введенням магнію, запобігає утворенню зернограничної крихкості, в результаті чого підвищується пластичність, втомна міцність, зменшується анізотропія механічних властивостей високоміцного чавуну у виливках. Тому, перспективним є використання магній-кальцієвої лігатури для модифікування при одержанні високоміцного чавуну.

Вивчали ефективність модифікування комплексної феросиліцій-магній-кальцієвої лігатури в ковші та ливарній формі при одержанні ступінчастої проби з товщиною стінки зразків від 2,5 мм до 10 мм.

Встановлено, що після ковшового модифікування ступінь сфероїдизації графіту в структурі зразків ступінчастої проби склав 80...85%, кількість цементиту становила від 15% до 40%, а фериту – до 10%.

При модифікуванні феросиліцій-магній-кальцієвою лігатурою FeSiMg_{2,5}Ca_{2,5} ступінь сфероїдизації вкраплень графіту в перерізі ступені товщиною 2,5 мм складає 95%, а в інших ступенях – знижується до 90%. При цьому кількість фериту становить 65% для 2,5 мм перерізу і зменшується до 53% при збільшенні товщини до 10 мм.

При модифікуванні FeSiMg₇Ca₇ у всіх перерізах спостерігається ступінь сфероїдизації графіту на рівні 95...97%. Цей модифікатор також забезпечує найбільший (порівняно з попередніми варіантами оброблення) рівень інокуляції, визначений щільністю розподілу вкраплень кулястого графіту на 1 мм² площі шліфа.

При модифікуванні FeSiMg7Ca7 зі збільшенням товщини перерізу кількість фериту в металевій основі закономірно зменшується з 95% до 70%.

Таким чином, запропоновано концепцію використання феросиліцій-магній-кальцієвих модифікаторів для графітізувального модифікування у ливарній формі при одержанні високоміцного чавуну. За характером і ступенем впливу на формування первинної структури тонкостінних виливків лігатури FeSiMg2,5Ca2,5 і FeSiMg7Ca7 є аналогами FeSiBa, але значно перевищують його за екологічними показниками.

Бубликов В.Б., Ясинський О.О., Бачинський Ю.Д., Ясинська О.О.
(ФТІМС НАН України, м. Київ)

**ЗАКОНОМІРНОСТІ ВПЛИВУ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА
ШВИДКОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ НА СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ
ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ, МОДИФІКОВАНОГО У
ПЕРЕДКРИСТАЛІЗАЦІЙНОМУ ПЕРІОДІ**

E-mail: otchel.vch@gmail.com

До головних чинників, які визначають хід кристалізації і структуроутворення, поряд з модифікуванням, належать хімічний склад високоміцного чавуну і швидкість охолодження виливка. Основними графітізувальними елементами є вуглець і кремній. Найбільшою мірою графітізувальний вплив вуглецю у високоміцному чавуні проявляється за його вмісту від 3,7% до 4,0% і при цьому він посилює графітізувальний вплив кремнію. Останній ефективно підвищує активність вуглецю в розплаві і твердому розчині, внаслідок чого інтенсифікується графітізація. Оптимізація вмісту кремнію є важливою складовою комплексу технологічних факторів, які запобігають утворенню структурно-вільного цементиту (відбілу) і регулюють «феритно-перлітне» співвідношення в металевій основі. Для дослідження впливу швидкості охолодження відливали пробу з товщинами ступеней від 10 мм до 2 мм, що відповідало їх охолодженню зі швидкістю від 1,6 °C/с до 15,0 °C/с.

Результати дослідження впливу кремнію в кількості від 1,5% до 3,0% на структуроутворення ступеней ступінчатої проби свідчать, що за вмісту у високоміцному чавуні 1,5% Si в структурі ступеней товщиною 2,5 мм і 3,0 мм утворюється цементит в кількості 25...30% і 15%, відповідно. Кристалізація ступеней більшої товщини протікає без формування цементитної фази. Зі збільшенням вмісту кремнію до 2,0% кількість цементиту в структурі ступені товщиною 2,0 мм зменшується до 15%, а в 3,0 мм – до 5%. За 2,5% і 3,0% Si структурно-вільний цементит відсутній навіть в структурі найтоншої ступені товщиною 2,0 мм. Зі збільшенням вмісту кремнію підвищується ступінь графітізації структури: в тонких перерізах (від 2 мм до 3 мм) за вмісту 2,5...3,0% Si щільність розподілу вкраплень кулястого графіту складає 1600...1500 шт/мм², в більш товстих (від 5 мм до 10 мм) перерізах – від 1200 шт/мм² до 800 шт/мм².