

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 графітузвального 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:** ot.del.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 графітузвальними елементами є вуглець і кремній. Найбільшою мірою графітузвальний вплив вуглецю у високоміцному чавуні проявляється за його вмісту від 3,7% до 4,0% і при цьому він посилює графітузвальний вплив кремнію. Останній ефективно підвищує активність вуглецю в розплаві і твердому розчині, внаслідок чого інтенсифікується графітузація. 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 графітузації 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/мм<sup>2</sup>, в більш товстих (від 5 мм до 10 мм) перерізах – від 1200 шт/мм<sup>2</sup> до 800 шт/мм<sup>2</sup>.

При дослідженні впливу марганцю в кількості від 0,35% до 1,30%, який відноситься до карбідоутворювальних елементів, на параметри структури ступеней технологічної проби вміст кремнію складав  $2,75 \pm 0,15\%$ . Отримані результати показали, що за вмісту марганцю від 0,35% до 0,7% структурно-вільний цементит не утворюється. При 1,0% марганцю кількість цементиту в середині ступені завтовшки 2 мм становила 8%, а на краю досягала 20%. При вмісті марганцю 1,3% в структурі ступені завтовшки 2 мм по всьому шліфу кількість цементиту становить 20%. У структурі більш товстих ступеней цементиту не було. З підвищенням вмісту марганцю від 0,35% до 1,30% кількість вкраплень кулястого графіту в структурі ступінчастої проби зменшується на ~30%, а кількість перліту у металевій основі підвищується в 2,5...4 рази, що призводить до підвищення тимчасового опру під час розтягування і значного зниження відносного видовження. Таким чином, за високого вмісту марганцю (від 1,0% до 1,3%) цементит утворюється тільки в тонких перерізах, що в умовах внутрішньоформового модифікування відкриває можливість застосовувати шихтові матеріали з підвищеним вмістом марганцю.

**Бубликов В.Б., Ясинський О.О., Бачинський Ю.Д., Ясинська О.О.**

**(ФТІМС НАН України, м. Київ)**

### **ВПЛИВ СІРКИ НА СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ТА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ**

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

Сірка в чавунах і інших сплавах вуглецю з елементами підгрупи заліза (нікель, кобальт) перешкоджає утворенню кулястого графіту. Крім того, висока масова частка сірки у вихідному рідкому металі підвищує витрату сфероїдизуючих модифікаторів, призводить до нестабільності результатів за структурою і механічними властивостями високоміцного чавуну. Збільшення витрати модифікатора пов'язують з великою спорідненістю його складових (магнію, кальцію, та ін.) до сірки, які, перш за все, витрачаються на знесірчення чавуну з утворенням великої кількості сульфідів.

З метою отримання порівняльних експериментальних даних про вплив масової частки сірки на структуроутворення і механічні властивості високоміцного чавуну з розплавів, отриманих методом переплавлення рафінованого магнієм чушкового чавуну ЛР6, перед модифікуванням FeSiMgCa вводили сірчисте залізо з масовою часткою сірки 25%. У міру збільшення масової частки сірки в розплаві підвищували витрату модифікатора до рівня, що забезпечує утворення в структурі клиновидних проб кулястого графіту з ССГ > 85%. У цій серії дослідів результати модифікування мали значне розходження. При незадовільних результатах модифікування, коли показник ССГ був нижче 85%, досліди повторювали іноді по кілька разів, підвищуючи витрату модифікатора до рівня, що забезпечить отримання заданої форми графіту. Відповідно коригували і масову частку кремнію в розплаві з розрахунку отримання в металі клиновидних проб від 2,6% до 2,9% Si.

В цілому, для отримання кулястого графіту в чавуні з розплавів з підвищеною кількістю сірки необхідно збільшувати витрату модифікатора до тих пір, поки не буде досягнуто критичного рівня масової частки сірки 0,06%. При зазна-