

визначення раціональних варіантів і параметрів модифікування в протокових реакторах, що розміщені в ливникових системах. Визначені технологічні параметри, що забезпечують найбільш економічний режим внутрішньоформового модифікування, які дозволяють відрегулювати процес розчинення таким чином, що магнієвмісна лігатура витрачається, головним чином, на модифікування тієї частини розплаву, що заповнює виливки і живильні бобишки, забезпечуючи масову долю магнію у виливках більше 0,035%, у той час як шлакоуловлювачі, реактори та інші елементи ливниково-модифікувальної системи заповнюються наприкінці заливання розплавом, що містить 0,005...0,010% магнію.

Створена технологія дозволяє економити енергоресурси і матеріали при виробництві виливків з високоміцного чавуну з підвищеними міцнісними та експлуатаційними характеристиками.

Бубликов В.Б., Бачинский Ю.Д.
(ФТИМС НАН України, г. Київ)

FeSiMgCa ЛИГАТУРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА

Ввод кальция в FeSiMg лигатуры обеспечивает дополнительное рафинирование расплава чугуна от серы и кислорода, снижает химическую активность магния, выделение дыма и пироэффект, уменьшает количество магния необходимое для получения шаровидного графита. Кальций способствует графитизации, снижению склонности к образованию отбела, увеличению пластичности и долговечности изделий из высокопрочного чугуна.

Важнейшим фактором, определяющим эффективность и стабильность процесса модифицирования в технологиях высокопрочного чугуна, является содержание серы в расплаве. Низкое содержание (менее 0,015% S) позволяет проводить эффективное модифицирование небольшим количеством лигатуры FeSiMg (ФСМг). В настоящее время в Украине низкосернистые шихтовые материалы практически отсутствуют и для получения высокопрочного чугуна применяют материалы с высоким содержанием серы (0,03...0,05%). При модифицировании расплава с содержанием серы около 0,03% для получения шаровидного графита необходимо повысить расход ферросилиций-магниевого лигатуры ФСМг7 до 2,5%. При содержании серы более 0,035% степень сфероидизации графита (ССГ) снижается ниже допустимого уровня (85%). При таком же расходе (2,5%) железо-кремний-магний-кальциевой лигатуры ЖКМК-4 при модифицировании расплава с 0,04% S обеспечивается получение ССГ на уровне 90%.

Проведено сравнительное исследование 3-х вариантов процесса получения высокопрочного чугуна модифицированием в ковше исходного расплава, содержащего 0,028...0,030% S, лигатурами ФСМг7, ЖКМК-4 и ЖКМК-2 (табл. 1).

Таблица 1 – Химический состав лигатур

Марка лигатуры	Содержание элемента, % мас.			
	Mg	Ca	Si	Fe
ФСМг7	7,1	0,8	60,0	ост.
ЖКМК-4	7,8	7,3	56,8	ост.
ЖКМК-2	7,3	12,1	47,7	ост.

В то время как обе лигатуры ЖКМК обеспечивают высокую ССГ (более 90%) уже при расходе 1,5%, то для получения такого же результата требуется 2,5% лигатуры ФСМг7, что свидетельствует о более низкой сфероидизирующей способности последней.

При расходе 1,5% ФСМг7 в структуре высокопрочного чугуна образуется примерно поровну шаровидный и вермикулярный графит.

Механические свойства модифицированных высокопрочных чугунов представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Механические свойства высокопрочных чугунов

Марка лигатуры	Расход лигатуры, % от массы чугуна					
	1,5		2,0		2,5	
	σ_B , МПа	δ , %	σ_B , МПа	δ , %	σ_B , МПа	δ , %
ФСМг7	412	2,2	584	4,9	643	6,4
ЖКМК-4	579	9,2	628	9,1	631	8,2
ЖКМК-2	613	9,3	623	8,9	638	8,3

На основе результатов исследований и производственного опыта для модифицирования исходного расплава с содержанием 0,025...0,035% S рекомендуются лигатуры типа ЖКМК.

Бубликов В.Б., Берчук Д.М., Медвідь С.М.

(ФТИМС НАН України, м. Київ)

ДВОСТАДІЙНЕ ВНУТРІШНЬОФОРМОВЕ МОДИФІКУВАННЯ

otdel.vch@yandex.ua

Перехід з ковшового на внутрішньоформове модифікування, завдяки більш високому рівню модифікувального впливу на структуроутворення, дозволяє більшою мірою впливати на ступінь графітизації і дисперсності структури. В результаті диспергування металеві основи забезпечується поліпшення механічних характеристик, таких як міцність, пластичність, ударна в'язкість.

Дослідження внутрішньоформового і ковшового методів модифікування розплаву магнієвою лігатурою ФСМг-7 показало, що зі зменшенням товщини клиноподібної проби від 25 до 5 мм інокулювальна здатність більш ніж в три рази, а кількість фериту в 2...6 разів вище при внутрішньоформовому модифікуванні. Зменшення товщини клиноподібної проби при ковшовому модифікуванні призводить до зниження фериту в металевій основі і збільшення міцності, в середньому, на 100 МПа, у порівнянні з внутрішньоформовим. Відносне подовження при ковшовому модифікуванні значно нижче, а при внутрішньоформовому в усьому діапазоні товщини знаходиться в межах 11,5...17,5%.

Результати досліджень послужили основою для розробки і впровадження технології отримання виливків з високоміцного чавуну марки ВЧ 400-15. Перехід на технологію внутрішньоформового модифікування запобігає утворенню цементиту, сприяє збільшенню кількості фериту в структурі високоміцного чавуну в литому стані.

Невеликі зміни хімічного складу шихтових матеріалів і умов плавлення можуть призводити до відхилення структури металеві основи за перлітом до 50%. При цьому підвищуються показники межі міцності і знижується відносне подовження. Додаткове внутрішньоформове модифікування FeSiBa забезпечує отримання заданої марки ВЧ 400-15 у литому стані без проведення термічного оброблення. Таким чином, використання внутрішньоформового сфероїдирувального і додаткового графітизувального модифікування дозволяє розширити область управління структуроутворенням високоміцного чавуну.