

Бубликов В.Б., Нестерук Е.П., Бачинский Ю.Д., Моисеева Н.П.
(ФТИМС НАН України, г. Київ)

К ВОПРОСУ ОБ УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССОМ МОДИФИЦИРОВАНИЯ РАСПЛАВА ЧУГУНА В ПРЕДКРИСТАЛЛИЗАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

Модифицирование в предкристаллизационном периоде предоставляет современному литейному производству новые возможности для создания высокорентабельного производства высококачественных тонкостенных отливок из высокопрочного чугуна. Повышение эффективности модифицирования за счет минимизации промежутка времени между обработкой и затвердеванием высокоуглеродистого расплава, повышения скорости снятия перегрева и теплоотвода расплава при кристаллизации в разы интенсифицирует образование сферокристаллов графита, ускоряет формирование измельченной эвтектики «шаровидный графит – аустенит», предотвращает метастабильный механизм кристаллизации с образованием нежелательной цементитной фазы, сопровождающийся развитием ликвации и образованием усадочной пористости.

Определены основные средства управления процессом модифицирования чугуна в предкристаллизационном периоде:

- введение в расплав диспергированного графита для образования дополнительных кластеров графита (нанообластей с высоким содержанием углерода), которые усиливают влияние модифицирования в направлении увеличения количества активных центров кристаллизации шаровидного графита и предотвращение перехода к варианту кристаллизации с образованием метастабильной цементитной фазы;

- высокоэффективное модифицирование в проточном реакторе литниковой системы;

- интенсивное снятие перегрева расплава, ускоренная кристаллизация отливки при скорости ее охлаждения 5...12 °C/с.

Применение низкосернистого исходного чугуна 0,010...0,015%, температуры заливки 1400...1420 °C, в условиях невысокой скорости заливки 1,0...1,5 кг/с, при минимальном расходе ферросилиций-магниевого лигатуры 0,7...0,8 % регламентированного фракционного состава. При указанных параметрах создаются условия для формирования в реакторе движущейся жидко-твердой среды с максимально развитой величиной поверхности межфазного взаимодействия, что обеспечивает растворение ферросилиций-магниевого лигатуры в ускоренном режиме и повышает степень перехода магния из лигатуры в металл отливок до 80...90%.

Разработанные технологические параметры обеспечивают повышение эффективности модифицирования в направлении оптимизации структурообразования и повышения свойств литых изделий из высокопрочного чугуна.

Бубликов В.Б.¹, Сиропоршнев Л.М.², Форсюк О.І.², Берчук Д.М.¹
(¹ФТИМС НАН України; ²КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВНУТРІШНЬОФОРМОВОГО МОДИФІКУВАННЯ ЧАВУНУ ЛІГАТУРОЮ ЖКМК-4

Прогресивним напрямом розвитку технологій високоміцного чавуну є підвищення ефективності модифікування шляхом застосування пізнього внутрішньоформового модифікування в проточних реакторах, розташованих у ливниковій системі. У порівнянні з ковшовим, модифікування в ливарних формах характеризується більш високою екологічністю, технологічністю і економічністю. Модифікування безпосередньо в ливарній формі є екологічно чистим процесом, в результаті якого забезпечується перехід Mg з

лігатури в рідкий метал біля 70...85% при скороченні до мінімуму тривалості часу від початку модифікування до кристалізації розплаву.

Ще однією характерною ознакою внутрішньоформового модифікування є використання вихідного чавуну з вмістом S менше 0,01%, тому актуальними стали дослідження отримання високоміцного чавуну внутрішньоформовим модифікуванням при використанні вихідного чавуну з підвищеним вмістом сірки, який отримуємо з недорогого переробного чавуну та сталевого брухту. При використанні вихідного чавуну з підвищеним вмістом сірки, її надмірну кількість, яка перевищує оптимальні межі 0,010...0,015%, необхідно дезактивувати, що буде сприяти ефективному внутрішньоформовому модифікуванню, та магній, який вводиться в рідкий метал, буде виконувати тільки функцію утворення кулястого графіту в чавуні під час його кристалізації.

Дослідження проводили з використанням магній-кальцієвої лігатури ЖКМК-4. Кальцій є більш активним десульфуратором і розкислювачем, ніж магній, через що покращується модифікувальна здатність лігатури. Через погану розчинність лігатури застосовували присадку флюориту кальцію (CaF_2), що ефективно знижує в'язкість шлаку, який утворюється.

Відливали стандартні клиноподібні проби з товщиною біля основи 15 мм в сирі піщано-глинясті форми при 1380 і 1450 °С. Кількість присадки CaF_2 складала 3 і 15% від маси лігатури. При введенні 3% присадки CaF_2 та температурі заливання 1380 °С вміст Mg та Si відповідно склав 0,023 та 1,98%. За температури заливання 1450 °С і тієї ж кількості присадки CaF_2 вміст Mg та Si збільшуються відповідно до 0,038 та 2,39%.

Введення 15% CaF_2 значно покращує умови взаємодії рідкого металу з лігатурою і при температурі заливання 1450 °С відбувається повне її розчинення і досягаються найвищі значення вмісту Mg та Si (0,05% Mg та 2,46% Si). При температурі заливання 1380 °С вміст Mg та Si склав відповідно 0,037 та 2,23%.

Як показують результати проведених досліджень, швидкість розчинення магній-кальцієвої лігатури залежить від в'язкості і температури шлаку, що утворюється при її плавленні та перешкоджає проникненню рідкого металу в лігатуру і уповільнює процеси тепломасообміну між нею та розплавом.

Таким чином експериментально доведено, що застосування магній-кальцієвої лігатури є перспективним процесом при використанні вихідного чавуну з підвищеним вмістом сірки до 0,035%. В результаті досліджень отримані експериментальні дані, що свідчать про взаємозв'язок параметрів структури і механічних властивостей високоміцного чавуну з температурою заливання і кількістю введеної присадки флюориту кальцію разом із лігатурою. Механічні властивості відлитих проб, отриманих внутрішньоформовим модифікуванням магній-кальцієвою лігатурою: межа міцності до 600 МПа; відносне подовження до 12%.

Бубликов В.Б., Ясинский А.А., Бачинский Ю.Д., Ясинская Е.А.

(ФТИМС НАН України, г. Киев)

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА РАСПЛАВА И ЛЕГИРОВАНИЯ МЕДЬЮ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА ПЕРЛИТНОГО КЛАССА

Важным фактором, способствующим увеличению механических свойств легированного медью высокопрочного чугуна, является повышение качества исходного расплава. Так при плавке в дуговой печи основным процессом на шихте из рафинированного продувкой магнием литейного чушкового чугуна марки ЛР6 и отходов листовой стали 08кп получен расплав с весьма низким содержанием серы и фосфора – 0,008 и 0,029% со-