

этом максимальная дисперсность мартенсита достигается при содержании хрома в пределах от 16 до 17%.

УДК 621.74

І. В. Лук'яненко, В. О. Косячков

Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ

ФАКТОРИ ЧАСУ В ПРОЦЕСІ СФЕРОЇДИЗУВАЛЬНОГО ТА ГРАФІТИЗУВАЛЬНОГО МОДИФІКУВАННЯ І КРИСТАЛІЗАЦІЇ ЧАВУНУ

Структура та механічні властивості чавуну в литому стані визначаються хімічним складом, модифікуванням, швидкістю охолодження сплаву та інтервалом часу між додаванням модифікатора в розплав та початком його кристалізації. Останньому фактору в більшості досліджень приділяють не достатньо уваги, хоча він істотно впливає на структуру чавуну в литому стані.

В дослідженні впливу цього фактору використали три способи модифікування: автоклавний, ковшовий та внутрішньоформовий. При модифікуванні в автоклаві на знаття тиску, виймання ковша, скачування шлаку, транспортування та розливання металу витрачається 8...12 хв., при модифікуванні у відкритому ковші на маніпуляції з металом витрачається 4...6 хв. При модифікуванні у ливарній формі інтервал часу між додаванням модифікатора в розплав та початком його кристалізації складає декілька секунд. Всі три методи модифікування при однаковому хімічному складі забезпечували високу (96...98%) ступінь сфероїдизації графіту в литому стані.

Мікроструктуру чавунів визначали на темплетях, виготовлених з середньої частини циліндричних зразків довжиною 140 мм, діаметром від 6 до 40 мм, а також у стандартних зразках для механічних випробувань, виготовлених із литих проб вагою 10...12 кг з товщиною робочої частини 25 мм.

В зразках діаметром 6 мм, у чавуні, модифікованому в ливарній формі, кількість сфероїдів графіту досягає 500...800 одиниць в 1 мм² площі мікрошліфа при їх розмірі 15...20 мкм. З підвищенням діаметру зразка, тобто зі зниженням швидкості охолодження, кількість сфероїдів графіту різко зменшується з відповідним збільшенням їх розмірів у зразках діаметром 40 мм до 45...55 мкм. У чавуні, модифікованому у відкритому ковші або модифікованому в автоклаві, у зразках діаметром 6 мм розміри графітових включень також складають

15...20 мкм. Однак при низькій ступені графітизації їх кількість не перевищує 125 одиниць на 1 мм² площі мікрошліфа. У зразках діаметром 6 мм з чавуну, модифікованому в ливарній формі, евтектичний цементит зовсім відсутній, тоді як в чавуні, модифікованому в ковші або в автоклаві, основна частина вуглецю в зразках 6 мм пов'язана в голчастий цементит ледебуритної евтектики. У чавуні, модифікованому в ковші, евтектичний цементит зникає тільки в зразках діаметром 20 мм. У чавуні, модифікованому в автоклаві, окремі включення ледебуритного евтектики спостерігаються навіть у зразках діаметром 40 мм. При однаковому діаметрі циліндричних зразків площа мікрошліфа, зайнята феритом, в чавуні, модифікованому у формі, наближена до 80%. Структура металевої матриці чавуну в ковші ферито-перлітна, а модифікованого в автоклаві, у всіх зразках переважно перлітна з тонкою феритною оторочкою навколо сфероїдів графіту.

У структурі литих проб в чавуні, модифікованому в ливарній формі, кількість сфероїдів графіту в 1 мм² площі мікрошліфа на 40% більше, ніж у чавуні, модифікованому в ковші, і на 60% більше, ніж у чавуні, модифікованому в автоклаві. При однаковому вмісті вуглецю, середній діаметр сфероїдів становить відповідно 50, 65 і 85 мкм. У чавуні, модифікованому в автоклаві, є окремі ділянки ледебуритного евтектики, які відсутні в чавунах, модифікованих у формі або в ковші. Питома частка фериту в чавуні, модифікованому в ливарній формі, становить 85...95%, а металева матриця чавуну, модифікованого в автоклаві, переважно перлітна.

Різниця мікроструктур обумовлює істотну різницю механічних властивостей чавунів, модифікованих за різними технологічними варіантами. Встановили, що технологічний процес модифікування в ливарній формі забезпечує виробництво виливків з чавуну з підвищеними пластичними властивостями (δ до 13,5%) без вибілення в тонких перерізах стінок в литому стані більш надійно і стабільно, ніж процес модифікування у відкритому ковші або в автоклаві. Водночас, завдяки підвищеній дисперсності графіту і евтектичного зерна металевої матриці, характеристики міцності феритного чавуну, модифікованого в ливарній формі, стабілізуються на рівні $\sigma_B=513$ МПа.