

МІКРОРЕНТГЕНОСПЕКТРАЛЬНИЙ ТА ПЕТРОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ ВКРАПЛЕНЬ ГРАФІТУ У ВИСОКОМІЦНИХ ЧАВУНАХ

Залучення сучасного лабораторного обладнання та нових методів дослідження вкраплень графіту у високоміцних чавунах буде сприяти розробці істинного механізму утворення кулястого графіту, відкриє широкі можливості для керування структурою та властивостями високоміцного чавуну та дозволить збільшити масштаби використання цього матеріалу для отримання литих виробів найрізноманітнішого призначення.

Вивчали вкраплення графіту у високоміцних чавунах за допомогою мікрорентгеноспектрального та петрографічного методу.

Дослідженню піддавали високоміцні чавуни, що відповідали марці ВЧ 500-2 (ДСТУ 3925-99) і були отриманні на шихті з різної кількості переробних чушкових чавунів, аж до повної їх відсутності у складі шихти. Для доведення до потрібного хімічного складу використовували сталевий брухт (Ст. 3) та феросиліцій (ФС45). Чавуни виплавляли у індукційній печі місткістю 30 кг у кислій футерівці. Кулястий графіт у всіх випадках отримували за рахунок додавання на дно нагрітого ковша нікельмагнієвої лігатури, також додатково використовували вторинне модифікування феросилікобарієм. Відливали стандартні проби для контролю хімічного аналізу та структури чавуну.

Мікрорентгеноспектральний аналіз проводили за допомогою електронних растрових мікроскопів: SUPRA 40 WDS (Karl Zeiss), JSM-6360 та PEM-106.

Петрографічні дослідження виконували у відбивному світлі на мікроскопі МБИ-6. Екстраговані вкраплення графіту вивчали у прохідному світлі на кристалооптичному мікроскопі МИН-8 з використанням стандартних наборів імерсійних рідин.

Встановлено, що у вкрапленнях графіту крім власне вуглецю присутні і інші елементи, що містяться у чавунах: магній від 0,10 до 0,26 %, залізо переважно від 0,5 до 1,0 %, кисень до 7,0 % та іноді значно менша кількість інших елементів (алюмінію, кальцію, кремнію та ін.). Особливою нерівномірністю розподілу за перерізом вкрап-

лення графіту характеризується магній, спектральна крива якого має хаотичні концентраційні піки.

У відповідності з даними мікрорентгеноспектрального аналізу вагові частки магнію, кисню та заліза добре узгоджується між собою та свідчать про утворення складного нестехіометричного складу субокислів магнію та заліза. Тобто у момент модифікування чавуну відбувається взаємодія магнію з окисом вуглецю з утворенням складної метастабільної газової фази субокислів магнію, заліза та інших елементів. Слід відзначити, що парова субокисна фаза заліза добре взаємодіє з окисом вуглецю, внаслідок чого деякі агрегати графіту набувають магнітних властивостей.

Внаслідок дефіциту кисню із-за високого вмісту кремнію, марганцю та наявності інших елементів з високою спорідненістю, при модифікуванні магнієм у чавуні утворюються з'єднання зниженої валентності. Останні, знаходячись спочатку у газовій фазі потрапляють у порожнини, які згодом будуть заповнені графітом, розпадаються на метал та окисел вищої валентності. Більш стійкі субокисли, магнію, алюмінію, кальцію, кремнію (Mg_2O , Al_2O , Ca_2O , Si_2O) добре взаємодіють між собою, добре розчиняються у своїх окислах, утворюючи тверді розчини складного та перемінного складу. Вони також дифундують разом з вуглецем та впливають на процес формування вкраплень графіту.

У прохідному світлі виявлений субокис магнію, що складав оболонку газової бульбашки, у якій потім сформувалося вкраплення графіту кулястої форми. Субокис магнію був світло-сірого кольору зі слабим зеленуватим відтінком, напівпрозорий, ізотропний, що мав показник світлопереломлення $N=1,770$ та вище. На відміну окис магнію MgO відрізняється кубічної кристалічною структурою, прозорий, ізотропний, з показником світлопереломлення $N=1,737$, відповідає стехіометричному складу та легко визначається у прохідному світлі.

Важливий інтерес становлять вкраплення графіту, у яких не завершився процес сфероїдизації. У таких вкрапленнях виявлений конденсат субокислів інших елементів (кальцію, алюмінію, кремнію), що розчиняються у рідкому чавуні та перешкоджають повному формуванню кулястих вкраплень графіту.

Таким чином, проведеними дослідженнями встановлено, що нестехіометричні з'єднання заліза, магнію та ін. елементів (субокисли) приймають активну участь у формуванні вкраплень графіту у високоміцних чавунах.