СЕКЦІЯ «СТАЛЕВЕ ЛИТВО»

УДК 669.131:54-31
Іванов В.Г.
д-р. техн. наук, зав.каф. НУ «Запорізька політехніка», Запоріжжя

РОЛЬ НЕМЕТАЛЕВОЇ ФАЗИ У ФОРМУВАННІ СТРУКТУР СТАЛЕЙ І СПЛАВІВ

Наявність неметалевих вкраплень у затверділому металі є природнім процесом, що є наслідком протікання фізико-хімічних реакцій, які відбуваються під час плавки, проведенні різних металургійних операцій, кристалізації, твердінні або термічній обробці. Уникнути утворенню продуктів таких реакцій практично нереально, бо рідкий метал контактує з футерівкою, шлаками, атмосферою, спеціальними добавками тощо. Тому для отримання якісного металу необхідно керувати кількісним і якісним складом неметалевої фази, що неможливо без всебічного вивчення механізму утворення неметалевих вкраплень.

Неметалева фаза у сталях і сплавах відрізняється широким різноманіттям за хімічним, фазовим, мінералогічним складом, кристалічній будові, формі та розмірам, оптичним властивостям, а також топографії та іншим ознакам. Тому для діагностування неметалевих вкраплень застосовують широкий спектр методів: металографічний, хімічний, мікрорентгеноспектральний, петрографічний та інші. Вивченню неметалевих вкраплень присвячена велика кількість наукових робіт, але проблема отримання якісного металу залишається актуальним завданням сучасної металургії та ливарного виробництва.

За багаторічний досвід вивчення неметалевої фази (міжнародна конференція «Неметалеві вкраплення і гази у ливарних сплавах» проводиться кафедрою машин і технологія ливарного виробництва вже майже 50 років) встановлено механізми утворення різних неметалевих вкраплень: оксидів, сульфідів, нітридів, оксисульфідів, оксинітридів, сульфонітридів та ін. Серед усього різноманіття неметалевих вкраплень особливу увагу привертають кисневі сполуки, які представлені у переважаючій більшості різними окислами.

Прийнято вважати, що під час плавки сталей і сплавів в результаті проходження різних металургійних процесів утворюються окисли високої валентності: Al_2O_3, SiO_2, CaO, MgO, Fe_2O_3 тощо. Але наші дослідження останніх років показали, що можливо утворення і оксидів зниженої валентності, так званих субоксидів: AlO, Al_2O, SiO, Si_2O Ca_2O, Mg_2O та інших.

Показано, що у всіх досліджених сталях, чавунах, феросплавах, а також шлаках, вогнетривах та виробах з них утворюються не тільки оксиди, а і субоксиди, структури розпаду окислів та фази (тверді розчини) змінного нестехіометричного складу.

Субсполуки, що виділяються на межах зерен, сприяють дефектам типу «волосовини» (сталь ШХ15), «зколи» (сталь 30ХГСНА), тріщини та ін., знижують якість і службові властивості сталі. Рівномірне розподілення субсполук у електрошлаковому металі формує сприятливу структуру з високими властивостями, і що характерно, субсполуки легко видаляються при рафінуванні металу шляхом наступного застосування вакуумно-дугового або електронно-променевого переплаву.

Субоксиди кремнію у трансформаторній сталі Е3 легко видаляються шляхом високотемпературного вакуумного відпалу, а їх рівномірний розподіл сприяв формуванню однорідної структури.

Таким чином, утворення субоксидів відіграють як негативну, так і позитивну роль (подібно оксидам) в формуванні структури металу. Наявність субокислів дозволило вдосконалити технологічні процеси виплавки сталі, більш обґрунтовано з'ясовувати якість металу та утворення того чи іншого дефекту та інше.

Аналогічну роль субсполук спостерігається в чавунах. Так в структурі сірого чавуну виявлені частки монооксиду кремнію (SiO), асоційовані з пластинками графіту, а також дрібні глобулі - тверді розчини нестехіометричного складу. Характерним є те, що вони утворюються в процесі взаємодії кремнію з окисом вуглецю. Встановлено, що монооксид кремнію є основною поверхнево-активною формою кисню в рідкому чавуну і основною формоутворюючою сполукою пластинчатого графіту в сірому чавуні.

Дослідження структури високоміцного чавуну виявили наявність субоксиду магнію Mg_2O та фаз змінного нестехіометричного складу: магнію, заліза та інших елементів.

Більш того, отримані дані показали, що субоксид магнію може виступати основною сполукою, що формує кулясту форму графітних вкраплень у чавунах. Процес формування кулястої форми графіту (крупні, середні, дрібні, правильні, розірвані тощо.) взаємопов'язані з фізико-хімічними умовами рідкого чавуну, зокрема зі швидкістю протікання реакції взаємодії магнію з окисом вуглецю.

Таким чином, роль неметалевої фази у залізовуглецевих розплавах має велике значення у формуванні структури металу і морфології структурних складових.