

УДК 669.131:54-31

Іванов В.Г.

д-р. техн. наук, зав.каф. НУ «Запорізька політехніка», Запоріжжя

НЕМЕТАЛЕВІ СУБОКСИДНІ ВКРАПЛЕННЯ ТА ЯКІСТЬ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ

Як відомо, якість литого металу залежить не тільки від його хімічного складу, вмісту шкідливих домішок, структури тощо, а і, не останню чергу, від кількісного і якісного складу та вмісту неметалевих вкраплень. Неметалеві вкраплення, що спостерігаються у затверділому металі, можуть бути наслідком протіканні фізико-хімічних реакцій під час проведення різних етапів його плавки, кристалізації, твердіння, взаємодії з атмосферою, футерівкою, шлаками або матеріалом ливарної форми. Тому зниження кількості неметалевих вкраплень у металі або надання їм більш сприятливої форми, розмірів та розподілення залишається актуальною проблемою металургії та ливарного виробництва.

Для вирішення цієї проблеми у сучасній практиці вдосконалюються технології плавлення, розкислення, модифікування та розливання сталі і сплавів. Такі вдосконалення базуються на всебічному вивченні хіміко-мінералогічного складу неметалевих вкраплень, і в першу чергу, на з'ясуванні генезису, моменту зародження та механізму їх утворення. Для цього використовують широкий спектр методів аналізу та моделювання: комп'ютерний, металографічний, мікрорентгеноспектральний, петрографічний, мас-спектрометричний, газовий тощо. Це дало змогу визначити оптимальні технологічні параметри виробництва злитків і виливків зі сталі, чавуну та спеціальних сплавів.

Встановлено, що неметалева фаза у сталях і сплавах відрізняється широким різноманіттям та складністю. Причому часто зустрічаються не тільки оксиди, сульфіди, нітриди, оксисульфіди, оксинітриди, сульфонітриди та інші, а і сполуки нижчих валентностей. Це пояснюються тим, що фізико-хімічні реакції у сплавах можуть бути багатостадійними з утворенням проміжних продуктів, часто змінного нестехіометричного складу. Такий багатостадійний процес утворення неметалевих вкраплень, та механізм їх утворення підтверджено в усіх досліджених сталях, чавунах, спеціальних сплавах, феросплавах та шлаках, на основі вивчення їх хімічного, фазового, мінералогічного складу, кристалічній будові, форми та розмірів, оптичним властивостям, а також топографії та іншим ознакам.

Серед кисневих сполук у зазначених матеріалах спостерігалися оксиди зниженої валентності, так звані субоксиди: AlO , Al_2O , SiO , Si_2O , Ca_2O , Mg_2O та інші. Причому їх утворення може відігравати як негативну роль (утворення дефектів у вигляді тріщин, пор та інших порушень суцільності металу) так і позитивну роль (сприяння утворенню рівномірної структури та розподілу елементів). Дуже часто такі сполуки утворюються в умовах дефіциту кисню у металі під час рафінування (електрошлаковому, вакуумно-дуговому та ін.) або при наявності елементів з високою спорідненістю до кисню (наприклад, кремнію, марганцю, магнію та ін.). Крім того, ці сполуки термодинамічно нестійкі та можуть легко видалятися чи дисоціювати при наступних переділах металу (переплаву чи термічній обробці), що може пояснюватися їх газоподібною формою існування.

Так у всіх видах чавунів (сірих, ковких, високоміцних) виявлена наявність нижчих оксидів алюмінію, кремнію, магнію та інших елементів, що потрапляють у метал з шихтою та модифікаторами. Встановлено, що поява ситовидної пористості у виливках з сірого чавуну пов'язана з утворенням сполук алюмінію і магнію при взаємодії з вологою ливарної форми та виділенням водню. Також з'ясовано, що утворення проміжних субоксидних сполук кремнію напряму пов'язано з низькою експлуатаційною стійкістю виливниць із сірого чавуну, який модифікували феросиліцієм. Такий негативний ефект модифікування пояснюється тим, що при недостатній температурі металу, збільшеній фракції добавки, високому вуглецевому еквіваленті при взаємодії кремнію з окисом вуглецю утворюється не тільки монооксид кремнію, а і карбід кремнію. І навпаки, при оптимальних технологічних параметрах розплаву чавуну, утворення монооксиду кремнію супроводжується позитивним впливом на графітизацію чавуну з утворенням вкраплень пластинчатого графіту самої різної морфології. Також у високоміцних чавунах виявили наявність субоксиду магнію Mg_2O , який може виступати основною сполукою, що формує кулясту форму графітних вкраплень у високоміцних чавунах.

У багатьох вуглецевих і легованих сталях також нерідко виявлялися оксидні сполуки зниженої валентності. Найбільш яскраво це спостерігалось у трансформаторній сталі, де були знайдені субоксиди кремнію у вигляді склоподібних глобулів, показник світлопереломлення яких суттєво відрізнявся від показників оксиду кремнію (кварцу, тридіміту, кристобаліту). При нагріванні сталі вище 1000°C такі глобулі інтенсивно руйнувалися.

Таким чином, утворення неметалевих оксидних вкраплень у металах і сплавах відбувається нерідко з утворенням проміжних продуктів – субоксидів, що відрізняються високою активністю і здатністю вступати у взаємодію з компонентами і газами розплаву і суттєво впливають на якість металів і сплавів.