

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ УТВОРЕННЯ НЕРОЗ'ЄМНИХ З'ЄДНАНЬ ПІД ЧАС ВИГОТОВЛЕННЯ ТА РЕМОНТУ РАМНО-ОБОЛОНКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Створено модель процесів утворення нероз'ємних з'єднань під час виготовлення та ремонту рамно-оболонкових конструкцій. Аналіз графіків зміни потенціалу Гіббса в температурному інтервалі дав змогу виокремити найбільш імовірні реакції компонентів системи ванни рідкого металу, при вираховуванні послідовності утворення хімічних сполук.

В процесі виготовлення та ремонту рамно-оболонкових конструкцій, в яких рама виконана з низьковуглецевих сталей, а оболонка з нержавіючих листових матеріалів, виникає проблема крихкості, яка є наслідком збільшення кількості твердих включень у структурі зварних з'єднань. В процесі зварювання таких конструкцій утворюється спільна ванна рідкого металу у якій в залізі розчинена значна кількість легувальних елементів та шкідливих домішок. Розглянута система Fe-Cr-Ni-Si-Mn-C-O, яка має місце під час зварювання низьковуглецевих сталей з нержавіючими хромо-нікелевими. У зварювальній ванні такої системи протікає комплекс реакцій фізико-хімічних процесів та реакцій, які можуть як покращувати властивості зварного шва так і погіршувати їх. Для досягнення необхідних властивостей таких багатокомпонентних сплавів потрібна розрахункова модель, що могла б забезпечити достатньо достовірний прогноз пріоритетності перебігу необхідних або шкідливих реакцій. Відсутність такої моделі призводить до зайвих матеріальних та трудових затрат та не дозволяє з упевненістю прогнозувати структуроутворення та властивостей у сплавах за певних умов. Це пов'язано з тим, що врахувати усі фактори, які мають вплив на ванну рідкого металу у процесі зварювання чи наплавлення, вкрай важко. Адже окрім високої температури дуги та самого розплаву необхідно врахувати термодинамічні фактори, а також кінетику процесів, тобто швидкість і механізм хімічних реакцій.

Виявити основні хімічні реакції, встановити вірогідність передбачуваного масообміну та його спрямованість можна за допомогою термодинамічного аналізу. Основним параметром, що визначає рівновагу у системі і здатність хімічної реакції до її розвитку, за прийнятих умов проведення процесу, є величина зміни термодинамічного (ізобарно-ізотермічного) потенціалу ΔGT^0 (потенціал Гіббса). Внаслідок дії електричної дуги в розплаві значно прискорюється масоперенесення компонентів системи та збільшується ймовірність наближення елементів на необхідну відстань, що дозволяє утворити відповідні сполуки. Тобто, у цьому випадку кінетичні фактори у відношенні до швидкості протікання тих чи інших реакцій стають другорядними. На перший план виходять процеси масопереносу та термодинамічні стимули утворення сполук. З використанням формули Гіббса розрахунки ізобарно-ізотермічних потенціалів утворення сполук у зварювальній ванні, побудовано графіки їх залежності від температури. Для визначення пріоритетності реакцій утворення простих компонентів (тобто тих, які утворились у результаті взаємодії простих речовин). Кількість окремих речовин та умови їх утворення можуть бути обраховані з використанням теорії перкуляції.

Для визначення пріоритетності використовували підхід, за яким в першу чергу відбуваються реакції, які, під час проходження, зменшують внутрішню енергію Гіббса на найбільшу величину з урахуванням фактичної температури системи. Визначивши найбільш пріоритетні прості компоненти усіх наявних металів, було побудовано графіки зміни потенціалу Гіббса для реакцій, вихідними для яких є новоутворені прості сполуки.

Аналіз графіків зміни потенціалу Гіббса в температурному інтервалі існування зварювальної ванни дав змогу виокремити найбільш імовірні реакції.

Пріоритетні реакції, визначені на етапі аналізування графіків зміни ізобарно-ізотермічного потенціалу, автори пропонують розглядати у вигляді моделі перебігу хімічних реакцій у розплаві, яка представляється у вигляді схеми (рис. 1).

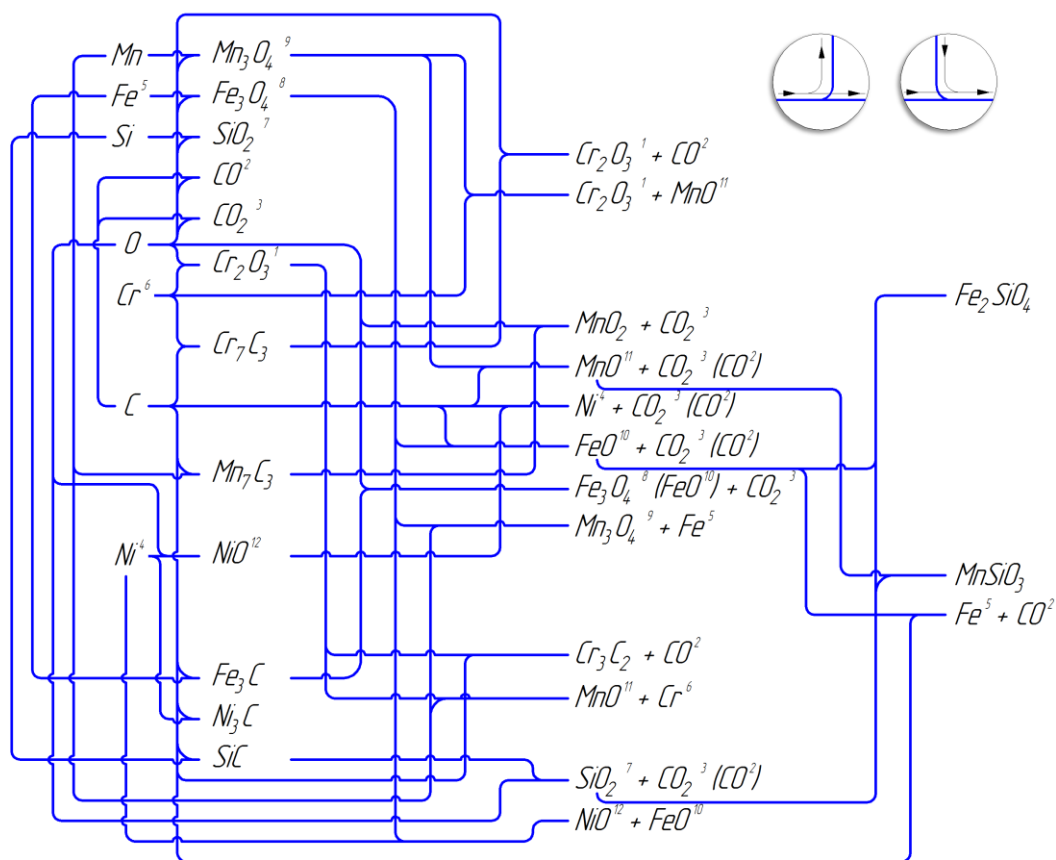


Рис. 1 - Модель перебігу та утворення сполук у системі Fe-Cr-Ni-Si-Mn-C-O при температурі існування рідкої ванни металу

Дана модель дає змогу визначити послідовність та імовірність перебігу хімічних реакцій і, як наслідок, існування сполук у системі Fe-Cr-Ni-Si-Mn-C-O після кристалізації. Виходячи з опису реакцій, які мають чи можуть мати місце у рідкому металі розплавленої ванни, можна обґрунтовано обирати заходи прямого та непрямого впливу на властивості отриманого матеріалу. Крім того, використовуючи викладений вище принцип побудови моделі перебігу реакцій системи, можливо створити модель будь-якої системи взаємодії компонентів рідкої ванни металу.

Список літературних джерел

1. Меськин В.С. Основы легирования стали / С.В. Меськин – СПб: СПбГИТМО (ТУ). – 2002. – 236 с.
2. Голубец В.М. Термодинамический анализ взаимодействия компонентов порошковой смеси в процессе формирования эвтектического покрытия / В.М. Голубец, В.И. Пашечко, О.Н. Макаренко // Физико-химическая механика материалов. — 1985. — №1. — С. 39–42.
3. Голубец В. М. Износостойкие покрытия из эвтектики на основе Fe – Mn – C – В / В.М. Голубец, В.И. Пашечко, // Киев: Наук. думка, 1989 – 160с.

Поступайло Олександр Володимирович – аспірант кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет.