

І.Е. СКІДІН, ст. викладач, Криворізький національний університет  
 О.С. ВОДЕННИКОВА, канд. техн. наук, доц., Запорізький національний університет  
 Л.Н. САЙТГАРЕЄВ, канд. техн. наук, доц., Д.Ю. БАБОШКО, канд. техн. наук, ст. викладач  
 Криворізький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛЬКОСТІ НЕМЕТАЛЕВИХ ВКЛЮЧЕНЬ В ТЕРМІТНИХ СПЛАВАХ СИСТЕМИ Fe-Cr-C, ОТРИМАНИХ СВС-ПРОЦЕСОМ

Одним з головних показників якості металу і відповідно якості готової продукції є вміст в них неметалевих включень, при чому значний вплив має не тільки кількість включень, але і їх природа та фізико-хімічний склад. Вплив дрібнодисперсних неметалевих включень на формування первинної та вторинної мікроструктури сталі обумовлено їх взаємодією в рідкому металевому розплаві з кластерами, а також дією зародків кристалізації та інгібіторів росту первинних кристалів. Дослідження неметалевих включень засновані передусім на оцінці не тільки загальної їх кількості, а і впливі критичного розміру включень та оцінці впливу складу і розподілу включень за розмірами. Тому однією з невирішених проблем залишається надійний розрахунок маси, розмірів та складу неметалевих включень в сталі та сплавах.

У роботі представляється доцільним проаналізувати параметри утворення неметалевих включень (первинних та вторинних) в термітних сплавах системи Fe-Cr-C, отриманих самопоширюваним високотемпературним синтезом (СВС). Неметалеві включення утворюються в результаті алюмотермічної реакції СВС-процесу, при цьому первинні включення спливають на поверхню розплаву, а вторинні, більш меншого розміру, залишаються у розплаві.

При формуванні шару термітного сплаву системи Fe-Cr-C зона шару характеризується стабільністю макроструктури та позитивним впливом окисного неметалевого включення у вигляді корунду (як  $\alpha$ -модифікації  $Al_2O_3$ ). Корунд, створюючи ефект інокулюючого модифікування термітного сплаву, в свою чергу сприяє утворенню карбідів хрому в отриманому термітному сплаві.

Для первинних включень ріст зародків при часі  $t$  складає  $r^n = 5,152e^{-6} + 2 \cdot 25,5 \cdot 1,5 \cdot 10^{-4} (0,339 - 0,173)t$ . Встановлено, що за 0,1 с неметалеві включення досягають розмірів, достатніх для спливання крізь сформований шар термітного розплаву товщиною 10 см протягом 6 с. Практично всі первинні неметалеві включення концентруються на поверхні розплаву і утворюють шар, що складається з дрібних частинок корунду.

Кількість первинних неметалевих включень при загальній масі корунду 763 г згідно запропонованої методики при зміні часу росту включень в межах 0,0001-0,1 с складала  $3,1e^{17} - 1,97e^{13}$ .

Утворення включень карбіду хрому відбувається послідовно: спочатку гомогенне зародження включень корунду, а потім гетерогенне утворення включень карбідів хрому.

Згідно запропонованої методики було визначено обсяг критичного розміру неметалевого включення, який для  $Al_2O_3$  становить  $3,85 \cdot 10^{-23} \text{ см}^3$ , а для  $Cr_3C_2 - 2,746 \cdot 10^{-22} \text{ см}^3$ .

Показано, що ймовірність утворення критичного розміру зародка неметалевого включення зростає зі зменшенням його розміру та збільшенням пересичення розплаву. Отже, ймовірність гомогенного зародження включень оксиду алюмінію значно вище, ніж включень карбіду хрому. Для вторинних включень ріст зародків складає  $r^6 = 3,03e^{-8} + 2 \cdot 25,5 \cdot 1,5 \cdot 10^{-4} (0,173 - 0,001)t$ .

Кількість вторинних неметалевих включень при загальній масі корунду 367 г згідно запропонованої методики при зміні часу росту включень в межах  $1e^{-8} - 1e^2$  с складала  $4,71e^{17} - 14512$ . Показано, що в термітному сплаві середній розмір включень корунду, який оточує гетерогенні включення карбіду хрому, складає 15,4 мкм.

Доповідь присвячено обґрунтуванню доцільності дослідження кількості первинних та вторинних неметалевих включень в термітних сплавах системи Fe-Cr-C, отриманих СВС-процесом, в залежності від часу їх росту та розмірів.

Показано, що вторинні включення не видаляються з термітного сплаву та служать центрами для гетерогенного зародження включень карбіду хрому.