

Скачков, В.О., проф., д.т.н., Бережна О.Р., доц., к.т.н.,
Нестеренко Т.М., доц., к.т.н., Сергієнко Т.І., доц., к.пол.н

ОСОБЛИВОСТІ ПРОПИТКИ ПОРИСТИХ ВУГЛЕЦЕВИХ МАТЕРІАЛІВ РОЗПЛАВОМ СИЛІЦІЮ

Запорізька державна інженерна академія, кафедра металургії

Вуглецеві матеріали мають унікальні властивості, проте їх застосування за умов окиснювального середовища обмежено рівнем температури газифікації через створення оксидів вуглецю. Одним із шляхів підвищення окиснювальної стійкості таких матеріалів є процес силіціювання, що полягає у їх просоченні рідким силіцієм з подальшим утворення карбідів.

Силіціювання є складним процесом, що складається з двох стадій - просочення рідким і пароподібним силіцієм усього об'єму початкового графіту та карбідоутворення, які протікають одночасно й безпосередньо пов'язані між собою, проте чинники, що визначають їх швидкість, є різними. Швидкість просочення залежить від в'язкості розплаву, поверхневого натягу рідкого силіцію, крайових кутів змочування систем C-Si і SiC-Si, пружності пари силіцію, характеристики пористої структури, а також способу подавання силіцію. Складність такого процесу обумовлена тим, що всі перераховані вище величини є функціями температури та часу. Окрім того, в процесі силіціювання рідкий силіцій, із-за розчинення в нім вуглецю, не має строго постійного складу, який безперервно змінюється залежно від часу контакту з графітом.

Розчинність вуглецю в силіції за температури, що відповідає його точці плавлення, є дуже низькою, але прогресивно збільшується з її підвищенням. Швидкість розчинення вуглецю у рідкому силіції залежить також від природи вуглеграфітового матеріалу, яка визначається досконалістю кристалічної структури або її відсутністю.

На кінетику процесу просочення пористих тіл розплавами за умов його мимовільного протікання суттєво впливає змочування, оскільки проникнення рідкої фази в капіляри малих розмірів здійснюється під час дії капілярного тиску. Проте наявність пор на поверхні твердого тіла впливає на величину кута змочування та тому під час розрахунків значення капілярного тиску враховують значення цього кута. В процесі розтікання рідкого силіцію на поверхні твердого тіла частина рідкої фази проникає у пори та об'єм рідкої фази, що знаходиться на поверхні тіла, зменшується, що є однією з причин фізико-хімічного гістерезису змочування. Під час просочення пористих каркасів з капілярами різної форми та діаметру умови проникнення рідкої фази у пори залежать від змінювання діаметру за довжиною капіляра, глибини і форми поверхні капіляра та ін. Характер руху рідини у капілярі також визначається як величиною капілярного тиску, так і значенням радіусу капіляра.

В процесі просочення пористих вуглецевих матеріалів можливим є протікання хімічного розчинення або реакційної дифузії. При цьому відбувається змінювання властивостей розплаву силіцію, зокрема його в'язкості, що призводить до змінювання кута змочування. За проникненням розплаву до пористої структури вуглецевого матеріалу відбувається дифузія атомів силіцію в об'єм матеріалу. За температури, достатньої для хімічної взаємодії вуглецю та силіцію, створюються карбіди, що призводять до змінювання коефіцієнтів дифузії.

Процес взаємодії розплаву силіцію та вуглецевих матеріалів значною мірою залежить як від властивостей зазначених матеріалів, так і фізичних властивостей рідкого розплаву, зокрема силіцію. Аналіз процесів взаємодії рідкого силіцію з вуглецевими матеріалами дозволяє виявити параметри його регулювання та поліпшити процес просочення й карбідоутворення в об'ємі матеріалу.

