

УДК 621.313.3

Василенко Д.С.¹, Яримбаш Д.С.²

¹ студ. гр. Е-919м НУ «Запорізька політехніка»

² д-р. техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ПИТОМОЇ ПОТУЖНОСТІ В РОБОЧОМУ ПРОСТОРІ ПЕЧІ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КАРБІДУ КРЕМНІЮ

У вітчизняній абразивній промисловості для виготовлення карбіду кремнію використовуються електропечі опору змінного струму прямого нагріву. Енергоємність процесу карбідизації досягає 5...12 Мвт·годин на тону продукції. Характерною особливістю процесу карбідизації є необхідність дотримання чітких температурних режимів [1]. Це обумовлює як на якість продукції так і рівень енерговитрат.

Недостатнє вивчення механізмів розподілу активної потужності, особливостей нагріву робочого простору електропечі опору для виготовлення карбіду кремнію та формування температурного поля в залежності від

властивостей матеріалів компонентів завантаження обмежують можливості подальшого підвищення якості продукції та енергоефективності технологічного процесу.

Впровадження нових технічних в електротехнічному комплексі та організаційних рішень в технологічному процесі виготовлення карбіду кремнію, що забезпечуватимуть підвищення рівня енергоефективності та якості продукції, обумовлюють актуальність створення нових високоточних математичних моделей електромагнітних, електротеплових та тепломасобмінних процесів із розширенням їх застосування для дослідження процесів виробництва карбіду кремнію.

Метою дослідження був аналіз впливу електрофізичних властивостей складових компонентів робочого простору електропечі опору на розподіл активної потужності та енергоефективність технологічного процесу виготовлення карбіду кремнію на основі моделювання електромагнітних та електротеплових процесів із врахуванням особливостей конструкції та геометричних розмірів печі.

Для опису електромагнітних та електротеплових процесів у електропечі опору для виготовлення карбіду кремнію використовувалась математична модель, наведена у роботі [2]. Враховуючи, що довжина печі значно перевищує її поперечні розміри, використовувалось припущення, що розподіл векторного магнітного потенціалу та температури вздовж печі є постійним і розглядалися процеси у двовимірному наближенні [2]. Реалізація моделі виконувалась методом скінченних елементів у середовищі ПЗ FEMM [3].

Відносні похибки розрахунків падінь напруги та активної потужності не перевищували 1,2 % і 1,5 % при заданих значеннях струмового навантаження. Перевірка результатів моделювання за електричними параметрами виконувалась шляхом порівняння з даними вимірювань на діючому технологічному обладнанні.

В процесі роботи опір керну електропечі опору для виготовлення карбіду кремнію зменшується у 4...5 раз, що впливає на зміну коефіцієнту потужності на 10...15 %, що обумовлює необхідність компенсації реактивної потужності печі. Питомий електричний опір печі визначається співвідношенням питомих електричних опорів складових керна та теплоізоляції. Майже 90% потужності виділяється у «свічі». Для нормальних умов роботи основні втрати визначаються рівнем теплових втрат, які залежать від електрофізичних властивостей і якості формування робочого простору печі.

Неякісне формування керна печі може призводити до суттєвого погіршення показників енергоефективності через появу містків теплоти та струмів витоку, які можуть призводити до збільшення рівня втрат на

15...25 %. Це свою чергу може призводити до зменшення активної потужності печі її робочих температур та суттєвого погіршення якості продукції через недотримання технологічних режимів. Тому, доцільно при роботі електропечей виконувати автоматизований контроль її електричних параметрів зі сторони торців в місцях під'єднання до шинних пакетів.

Таким чином, запропоновані математичні моделі, адекватно відображають особливості електромагнітних, електротеплових і тепломасообмінних процесів в печі для виготовлення карбіду кремнію, враховують особливості її конструкції та робочого простору і температурні залежності електрофізичних і теплофізичних властивостей матеріалів. Відносні похибки розрахунків падінь напруги на бічних шинопроводах і активної потужності не перевищують 0,2 % і 1,5 % при порівнянні з даними реєстрації електричних режимів під технологічного процесу на трансформаторі живлення. Встановлено, що рівень втрат суттєво залежить від якості виконання теплоізоляції печі і її властивостей. При порушеннях регламенту формування робочого простору електропечі опору для виготовлення карбіду кремнію можуть з'являться струми витоку, що призведе до збільшення рівня втрат та суттєвого погіршення якості продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Производство абразивных материалов / А.С. Полубелова, В.Н. Крылов, В.В. Карлин, И.С. Ефимова. Л.: Машиностроение, 1968. 180 с.
2. Ярымбаш Д. С. Особенности электротепловых режимов главных шинных пакетов секций печей графитации переменного тока / Д. С. Ярымбаш, С. Т. Ярымбаш, И. М. Килимник // Электротехника и электроэнергетика. – 2011. – №1. – С. 64–69.
3. FEMM 4.2 – режим доступу: <http://www.femm.info/wiki/Download>