УДК 621.336.322.002.3
ББК 31.232.308

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ПОДБОРУ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ МОЩНОГО ДУГОВОГО РАЗРЯДА

Н.Н. Жданова, И.С. Жданов

В статье предложен новый подход к выбору технологии изготовления композиционных материалов в условиях мощного дугового разряда в контактах с разрывно-замыкающим принципом действия. Подход базируется также на использовании информационной системы по подбору структуры композита.

Ключевые слова: *подбор композитов, устойчивость свойств, разрывно-замыкающий принцип, информационная система, рациональная структура.*

Во многих областях производства можно встретить оборудование, которое работает при высоких параметрах электрического тока. Особенно это относится к скоростному железнодорожному транспорту, работающему на электрической тяге. Это электрические контакты с разрывно-замыкающим принципом действия, контакты главного контроллера электропроводов, дугогасительные контакты быстродействующих выключателей подстанций и др. [2; 5] Для реализации таких механизмов действия электрических контактов необходимо создание материалов не только с четко определенными свойствами, но и с достаточной устойчивостью параметров основных эксплуатационных свойств в условиях трения и нагрева.

В качестве основных материалов до недавнего времени применялись и до сих пор чаще всего применяются материалы на основе меди, вольфрама или хрома. Их широкое использование обусловлено тем, что вольфрам или хром обладают высокой температурой плавления, что обеспечивает достаточную дугостойкость, а медь – необходимые проводящие характеристики [2].

С увеличением мощности дугового разряда содержание вольфрама или хрома пытались увеличивать, то есть использовать материалы с большим содержанием вольфрама или хрома или один вольфрам. Эти материалы плохо приспосабливаются к сложным условиям эксплуатации, так как медь испаряется, а вольфрам и хром быстро выгорают в мощной электрической дуге [1; 2].

Попытки создания металлических композиционных материалов на основе вольфрама или хрома и меди для применения в ситуации воздействия электрической дуги показали, что лучшими свойствами в таких условиях эксплуатации обладают композиты на основе природного графита.

До сих пор технологии изготовления таких композиционных материалов – а это технологии порошковой металлургии или технология пропитки, позволяющая модифицировать графит различными металлами – сталкиваются с большими трудностями из-за отсутствия физико-химического взаимодействия меди с углеродом [1]. Технология порошковой металлургии применялась при изготовлении графитомедных вставок, а графит стали модифицировать при помощи технологии пропитки различными металлами, в частности хромом, молибденом или ванадием [2].

В настоящей работе предлагается новый подход к выбору структуры материалов, об-

© Жданова Н.Н., Жданов И.С., 2013

ладающих нужными свойствами для работы в условиях мощных дуговых разрядов и способностью сохранять свои эксплуатационные свойства в течение более длительного времени, чем это было до настоящего времени, на основе технологии их получения. Этот подход основан на использовании результатов экспериментальных данных, полученных в металловедении для технологии сварки взрывом и на основе специально созданного программного комплекса, который построен с учетом этих данных [5].

Задача ставится следующим образом. При требуемых параметрах: прочности, температуре плавления и температуре эксплуатации металлического композита – подобрать для двух основных металлов искомой композиции минимальное количество диффузионных барьеров (слоев), чтобы на каждой границе слоя было обеспечено качественное взаимодействие между сплавами (или металлами). Качество соединения оценивалось по критериям металловедения, применяемым для технологии сварки взрывом. Критериями прочности соединения были выбраны известные диаграммы состояния взаимодействия двух материалов:

а) металлы образуют механические смеси эвтектического типа;

б) металлы образуют неограниченные твердые растворы;

в) металлы ограниченно взаиморастворимы и образуют эвтектические смеси;

г) металлы образуют химические соединения и эвтектические смеси.

Для выбора оптимального варианта из достаточно большого разнообразия возможных комбинаций материалов был создан специальный программный комплекс, который решал поставленную задачу поиска структуры композита [3; 4].

В основе алгоритма этого комплекса лежит поиск по графу, заданному матрицей инцидентности размером $n \times n$, где n – число материалов из базы данных, участвующих в поиске. Матрица состоит из целых чисел от 0 до 4. На пересечении i-того столбца и j-той строки ставится 0, если i-тый и j-тый материалы не образуют по данной технологии прочного соединения и ставятся числа от 1 до 4, если они взаимодействуют по диаграммам состояния, приведенным выше. Для двух основных слоев (двух фиксированных вершин матрицы) производится поиск минимального маршрута, соединяющего эти вершины.

Если маршрут найден, то вершины ребер, входящих в данный маршрут – это прослойки, обеспечивающие прочность соединения слоев композита и его эксплуатационные свойства.

Результаты работы этой программы показывают, что, например, композиции хром-ванадий, медь-вольфрам не будут образовывать дефектов структуры композита при использовании данной технологии и образуют хорошее соединение. Поэтому, учитывая полученные таким образом результаты, можно дать начальные рекомендации по подбору рациональной структуры и технологии изготовления композиционных материалов, которые могут обеспечить оптимальную эксплуатацию этих материалов при высоких параметрах электрического тока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахрачева, Ю. С. Оценка вязкости разрушения сталей по результатам контактного деформирования / Ю. С. Бахрачева // Вестник ВолГУ. Сер. 10, Иннов. деят. – 2012. – Вып. 7. – С. 53–57.

2. Гершман, И. С. Требования к контактным проводам для высокоскоростного ж/д транспорта / И. С. Гершман, Н. В. Миронос // Вестник ВНИИЖТ. – 2011. – № 3. – С. 13–17.

3. Жданова, Н. Н. Модификация подхода к выбору структуры материала при помощи информационной системы / Н. Н. Жданова, И. С. Жданов //Вестник ВолГУ. Сер. 10, Иннов. деят. – 2012. – Вып. 7. – С. 75–78.

4. Жданов, С. И., Применение средств вычислительной техники на этапе концептуального проектирования изделий и технологий / И. С. Жданов, Н. Н. Жданова // Компьютерное и математическое моделирование в естественных и технических науках : Четвертая Всерос. науч. Internet-конф. – 2002. – Вып. 20. – С. 55–56.

5. Зенина, Е. Г. Влияние условий эксплуатации на погрешности измерительных преобразователей тока и точность учета электроэнергии / Е. Г. Зенина // Вестник ВолГУ. Сер. 10, Иннов. деят. – 2012. – Вып. 7. – С. 78–81.

6. Представление физических знаний для автоматизированных систем обработки информации : монография / С. А. Фоменков [и др.] – Волгоград : Принт, 1998. – 152 с.

INNOVATIVE APPROACH TO SELECTION OF METAL COMPOSITES WORKING IN POWERFUL ARC DISCHARGE

N.N. Zhdanova, I.S. Zhdanov

This paper proposes a new approach to the choice of technology of composite materials in a powerful arc in contact with discontinuous-closing action principle. The approach is also based on the use of the information system for the selection of the composite structure.

Key words: *selection of composites, resistance properties, discontinuous-closing principle, information system, rational structure.*