



УДК 621.336.322.002.3  
ББК 31.232.308

## МОДИФИКАЦИЯ ПОДХОДА К ВЫБОРУ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛА ПРОВОДОВ ПРИ ПОМОЩИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

*Н.Н. Жданова, И.С. Жданов*

В статье предложен новый подход к выбору структуры материалов для контактных проводов. Данный подход базируется на использовании информационной системы по подбору структуры композита.

*Ключевые слова:* подбор, композиты, токосъемные вставки, информационная система, требования эксплуатации материалов.

До недавнего времени для нужд электро-транспорта структура материала проводов для контактных сетей выбиралась достаточно затратными экспериментальными методами на основании имеющихся на данный момент материалов и технологий. С появлением все более современного, в частности скоростного, железнодорожного транспорта остро встала проблема выбора материала для проводов, так как имеющиеся материалы далеко не в полной мере могут удовлетворять все более ужесточающимся требованиям эксплуатации.

С одной стороны, нужно выбирать как можно более твердые, прочные и жаропрочные материалы, то есть материалы, в которых в процессе эксплуатации ничего бы не менялось и в них нежелательно прохождение каких-либо процессов. А с другой стороны, у этого **традиционного и простого** способа выбора есть существенный недостаток – достаточно скоро условия эксплуатации становятся настолько жесткими, что подобрать известный материал, который бы не изменялся и интенсивно не изнашивался в этих условиях, становится невозможно.

Проблему выбора материала проводов исследователи начали решать, применяя различные композиционные материалы.

В течение долгого времени на электро-подвижном составе применялись два основных типа токосъемных материалов. Это были металлические композиционные материалы на основе меди или железа или материал, который представляет собой композит с проводящей частью (обычно – медь) и с тугоплавкой частью (обычно – вольфрам).

С увеличением мощности дугового разряда содержание вольфрама приходилось увеличивать, то есть использовать токосъемные провода с большим содержанием вольфрама или один вольфрам. Эти материалы не могут приспособиться к сложным условиям эксплуатации, так как медь испаряется, а вольфрам постепенно выгорает. В мощной дуге вольфрам сгорает довольно быстро, а это один из самых тугоплавких металлов [1].

Таким образом, данные материалы далеко не всегда обеспечивают необходимый рабочий ресурс. И хотя в дальнейшем стали использоваться композиты из меди и вольфрама на основе углерода, задача повышения дугостойкости контактных материалов является актуальной для железнодорожного транспорта и сегодня.

Основным технологическим и эксплуатационным недостатком этих композитов является отсутствие физико-химического взаимодействия меди с углеродом.

Результаты испытаний различных токосъемных вставок на основе железа, меди и углерода на воздействие электрической дуги

показали, что лучшей дугостойкостью обладают композиты на основе природного графита. Исследователи предлагали варианты композитов на основе кокса. С этим связана наиболее распространенная технология изготовления медно-углеродных токосъемных вставок; она заключается в пропитке кокса расплавом меди или ее сплавов. Технология порошковой металлургии применялась при изготовлении графитомедных вставок [1].

Однако основная проблема системы медь – углерод состоит в том, что медь не взаимодействует с графитом в том смысле, что она не смачивает его. Вследствие отсутствия взаимодействия углерода с медью последняя не образовывала каркаса при применении технологии порошковой металлургии, а располагалась во вставке в виде отдельных включений, которые являлись дефектами в структуре вставки, способствуя ее интенсивному износу при эксплуатации.

Поэтому для обеспечения смачивания графита медью графит стали модифицировать различными металлами, в частности хромом, молибденом, ванадием либо по технологии порошковой металлургии, либо при помощи технологии пропитки, аналогичной описанной выше.

Применение тех или иных композитных материалов для токосъемных проводов вызывает много вопросов у эксплуатирующих организаций. Это связано с противоречивыми результатами испытаний предлагаемых материалов в различных условиях. Задача по разработке таких материалов, которые способны осуществлять надежный токосъем при любых условиях эксплуатации, особенно при высоких скоростях и больших снимаемых токах, не решена ни в России, ни за рубежом.

Любой процесс теоретического построения модели с целью разработки нового изделия заключается в создании объекта, который еще не реализован материально. Поэтому в настоящей работе делается попытка построить теоретическую модель выбора структуры материала проводов для контактных сетей с использованием результатов экспериментальных данных по технологии сварки взрывом и программного комплекса, построенного на основе системного анализа полученных данных и дальнейшего синтеза структуры материала [2].

Ученые-металловеды Волгоградского технического университета [5] разработали для используемых в производстве металлов, а также для некоторых неметаллов, в частности для углерода и водорода, критерии, по которым можно определить качество свариваемой композиции по технологии сварки взрывом. Это качество оценивалось по шкале 1–2–3–4 в порядке убывания качества и 0 – если композит не будет иметь хорошего соединения. Задача проектирования структуры материала ставилась следующим образом [3; 4]: при заданной прочности и температуре эксплуатации для данных двух основных слоев подобрать минимальное количество прослоек так, чтобы соединение было прочным (на каждой границе обеспечивалось качественное взаимодействие между слоями).

На основе алгоритма поиска по графу, заданного квадратной матрицей инцидентности, и используемой базы данных для материалов была создана информационная система синтеза структуры композита. В данном программном комплексе использовался неориентированный граф соединений материалов базы данных. Исходные материалы – это две фиксированные вершины графа. Вершины соединяются ребрами только в том случае, если между материалами базы данных реализуются соединения качества от 1 до 4.

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

Анализ структуры композита, полученного при помощи данного программного комплекса, показывает, что пара медь – углерод, если получать этот композит по технологии сварки взрывом, не будет иметь нежелательных включений из меди, как это имеет место при использовании технологии порошковой металлургии, а даст достаточно прочное соединение. Результаты работы этой программы также показывают, что композиции медь – хром, медь – ванадий, железо – хром, железо – ванадий, хром – ванадий, медь – вольфрам не будут образовывать дефектов структуры композита при использовании данной технологии и также дадут хорошее соединение. Таким образом, учитывая полученные при помощи программного комплекса результаты,

можно дать первичные рекомендации по подбору рациональной структуры и технологии изготовления материалов, обеспечивающих надежный токосъем.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гершман, И. С. Токосъемные вставки для токоприемников ж/д транспорта / И. С. Гершман, Н. В. Миронос, М. А. Мельник // Вестник ВНИИЖТ. – 2012. – № 4. – С. 10–13.

2. Жданов, С. И. Компьютерный синтез структуры композиционных материалов, обладающих заданными свойствами / И. С. Жданов, Н. Н. Жданова // Моделирование. Теория, методы и средства : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Новочер-

касск / Южно-Российский гос. техн. ун-т. – Новочеркасск : Изд-во ЮРГТУ, 2002. – Ч. 3. – С. 43–45.

3. Жданов, С. И. Применение средств вычислительной техники на этапе концептуального проектирования изделий и технологий / С. И. Жданов, И. С. Жданов, Н. Н. Жданова // Компьютерное и математическое моделирование в естественных и технических науках : материалы IV Всерос. науч. интернет-конф. / Ин-т математики, физики и информатики Тамб. гос. ун-та. – Тамбов, 2002. – Вып. 20. – С. 55–56.

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

5. Седых, В. С. Классификация, оценка и связь основных параметров сварки взрывом / В. С. Седых // Сварка взрывом и свойства сварных соединений : сб. науч. тр. – Волгоград : ВолгПИ, 1985. – С. 3–30.

### MODIFICATION OF THE APPROACH TO THE CHOICE OF STRUCTURE OF A MATERIAL THE WIRE WITH THE HELP OF INFORMATION SYSTEM

*N.N. Zhdanova, I.S. Zhdanov*

In this paper, we propose a new approach to the selection of the structure amperage-pick material for contact wires. This approach base on the use of information system that can be setup for any technology manufacturing composites.

**Key words:** *selection, composites, insert structure materials the wire, information system, exploitation materials requirements.*