

**В. И. Дубоделов, Б. А. Кириевский, В. А. Середенко,
Е. В. Середенко, А. А. Паренюк**

Физико-технологический институт металлов и сплавов, г. Киев

МГД-ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДНЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТОКОСЪЁМНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Безаварийное функционирование электрифицированных железных дорог связано с работоспособностью контактной пары «провод электросети – токосъёмная вставка». Вставки должны удовлетворять взаимоисключающим условиям работы – минимальный износ контактного провода с обеспечением надежного токосъёма при максимально возможном межремонтном пробеге. Вставка должна иметь меньшую износостойкость и твердость, чем материал контактного провода, и общий комплекс свойств (электротехнических, триботехнических и механических) высокого уровня.

Повышение ресурса токосъёмного узла базируется на разработке вставок на основе меди – более пластичного, электро- и теплопроводного металла, чем используемые. Металлические системы, в которых медь является базовым компонентом, с монотектической диаграммой состояния и с концентрациями элементов, соответствующими области несмешивания фаз в расплаве для обеспечения мелкодисперсных размеров капель эмульсии (не более 1 мкм) – одни из наиболее перспективных для создания эффективных токосъёмных деталей железнодорожного электротранспорта. На основе исследований определен рациональный диапазон состав таких сплавов, % масс.: 92-96 Cu; 3,2-6,5 Fe; 0,65-1,30 Cr; 0,06-0,12 C, остальное – примеси.

Благодаря анализу электрических и магнитных свойств сплавов меди с комплексом (Fe-Cr-C) установлено, что в процессах выплавки и разлива компоненты сплава существенно изменяют электромагнитные свойства, которые являются базовыми при разработке МГД-технологий получения дисперсноупрочненных материалов на основе меди. Определен диапазон изменения электрических и магнитных свойств сплавов Cu – (Fe-Cr-C) в процессе получения расплава и его охлаждения. Установлено, что за счет комплекса МГД-воздействий необходимо обеспечить получение расплава с минимально допустимыми отклонениями в его объеме по температуре и концентрации микрообъемов.

Состояние микроэмульсии (микрокапли размером 10-100 нм) предполагается достичь за счет перегрева расплава индукционными токами до 1550 °С и правильной организации режима МГД-перемешивания в тигле индукционной печи средней частоты. Рационально проводить плавку в графитовом тигле. После расплавления меди и перегреве расплава в 1260 °С при удельной мощности ~450 Вт/кг добавляется измельченная до 5-10 мм шихта, содержащая FeCrC, в дальнейшем мощность повышается до 550 Вт / кг и расплав перегревается до 1460-1480 °С. Затем мощность снижается до 200 Вт/кг и проводится изотермическая выдержка в течение 5 мин.

Повышению специальных свойств контактных пластин способствует формирование структуры сплавов под электромагнитным воздействием при минимизации концентрации компонентов упрочняющей фазы в твердом растворе, равномерном распределении вкраплений указанной фазы с размерами около 1 мкм при плотности таких вкраплений в матрице на уровне $1 \cdot 10^5 \text{ мм}^{-2}$.

Разработанный технологический процесс обеспечивает получение эмульгированного состояния расплава с каплями размером ~1 мкм.

Токосъемные вставки из разработанного сплава изготовлены методами порошковой металлургии. Они обеспечили высокие показатели электропроводности, дугостойкости, теплопроводности, триботехнических и механических характеристик. Сравнительные испытания опытных вставок и эксплуатирующихся на железнодорожном электротранспорте постоянного тока показали большую сбалансированность комплекса свойств новых изделий с показателями свойств контактного провода, что обеспечивает увеличение ресурса пробега.

Дальнейшие перспективы применения таких материалов лежат в плоскости создания новых МГД-технологий по получению новых функциональных материалов и изготовлению изделий для элементов тормозных систем железнодорожного электротранспорта.