

## **Разработка композиционных материалов с включениями наноструктурного углерода для скользящих электроконтактов**

*Лукина И.Н.<sup>1</sup>, Екимов Е.А.<sup>2</sup>, Дроздова Е.И.<sup>1</sup>, Черногорова О.П.<sup>1</sup>*

*lukina.i.n@yandex.ru*

<sup>1</sup> Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup> Институт физики высоких давлений им. Л.Ф. Верещагина РАН, Москва, Троицк, Россия

Для миниатюрных подшипников и токоподводов, работающих в тяжелых условиях эксплуатации, синтезированы композиционные материалы (КМ) на основе латуни и меди с регулярным 3D проводящим каркасом и сверхтвердым наполнителем в регулярно расположенных отверстиях. Образцы КМ получены путем термобарической обработки сеток с толщиной латунной проволоки Л80 от 0,05 до 0,25 мм и стороной ячейки от 0,07 до 0,5 мм, заполненных фуллеритами C60. Параметры обработки обеспечивают консолидацию заготовки и превращение фуллеритов в ячейках сетки в монолитные включения сверхупругого твердого углерода с нанокластерной графеновой структурой. Твердость и модуль индентирования углеродной фазы внутри ячеек с размером стороны 0,35 мм (НГТ = 24 ГПа, ЕГТ = 139 ГПа) выше, чем в ячейках сетки с размером стороны 0,5 мм (НГТ = 18 ГПа, ЕГТ = 105 ГПа) при упругом восстановлении 84 %. Углеродные включения обеспечивают хорошие триботехнические свойства КМ: коэффициент трения  $\mu$  образцов КМ ( $\mu = 0,09-0,13$ ) существенно ниже, чем у латуни ( $\mu = 0,3$ ). Благодаря наличию в структуре непрерывных проводников в виде латунной сетки, исследованные образцы КМ имеют достаточно высокую удельную электротехническую проводимость (36 МСм/м), которая незначительно ниже, чем у эталона (42 МСм/м) и существенно выше, чем у КМ, полученного из смеси порошков металла и фуллерита (10 МСм/м). Образцы КМ на основе меди изготовлены из медных цилиндров с просверленными отверстиями диаметром 0,3 и 0,5 мм, которые заполнялись фуллеритами C60. При нагреве под давлением в процессе консолидации КМ фуллериты C60 превращались во включения или массивы твердого сверхупругого алмазоподобного углерода. У КМ в виде шайб с просверленными отверстиями диаметром 0,3 и 0,5 мм, заполненными углеродной фазой, коэффициент трения остается постоянным ( $\mu = 0,11$ ) при изменении нагрузки при трении от 5 до 50 Н.