

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Бусыгина Сергея Леонидовича «Разработка технологии производства изделий из композиционного материала с металлической матрицей на основе меди и армирующими наноразмерными частицами хрома», представленный на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Разработка новых композиционных материалов и технологий их обработки является несомненно актуальной задачей. Это так же относится и к материалам электродов специальных контактных машин, используемых при изготовлении арматуры железобетонных изделий. Традиционные технологии производства электродов, основанные на применении хромовых бронз, имеют ряд недостатков: большие отходы материала в процессе обработки, что значительно увеличивает стоимость; длительная многоцикловая технология и сложный процесс изготовления; ограниченность по форме и размерам; низкие эксплуатационные показатели. Во многих отраслях промышленности получили развитие металлические матричные композиты, армированные твёрдыми частицами. В этом отношении совершенствование процесса получения композиционного материала Cu-MMNCr (Cu метало-матричный с армированием наноразмерным Cr) и разработка новой малоциклового технологии изготовления из него электродов контактной сварки имеет большое научное и практическое значение.

Автором выполнен большой объем работы: изучены закономерности формирования структуры композиционного материала с металлической матрицей на основе меди при вводе армирующих наноразмерных частиц хрома; исследованы структура и свойства такого композиционного материала Cu-MMNCr, полученного совмещенным способом литья-штамповки с последующей термической обработкой; проанализированы и выявлены взаимосвязи между распределением твёрдости и параметрами теплового и напряженно-деформированного состояния в объёме материала при совмещённом способе литья-штамповки с последующей термической обработкой; разработаны малооперационные технологии изготовления из него электродов контактной сварки с возможностью переработки вторичного медного сырья.

К основным результатам диссертации, обладающих существенной новизной следует отнести следующие:

1. Установлено, что за счет образования дефектов структуры при измельчении Cr, краевого угла смачивания медью наноразмерных частиц Cr при 1250 °C составляет 45°, что приводит к увеличению седиментационной устойчивости наноразмерных частиц в расплаве.

2. Установлено образование тороидального вихря замедляющего процесс растворения наноразмерных частиц Cr, препятствующего их всплытию на зеркало расплава и определяющего условия формирования структуры и свойств композиционного материала Cu-MMNCr.

3. Показано, что малые горячие пластические деформации при высокой скорости деформации повышают механические свойства композиционного материала Cu-MMNCr при старении

Анализ содержания диссертационной работы позволяет отметить те моменты, которые определяют её научную и практическую ценность:

1. Разработана технология изготовления легирующе-армирующего компонента в виде таблетки на основе порошка меди и наноразмерных частиц хрома, позволяющая рекомендовать его для получения изделий из хромовых бронз.

