

УДК 621.791

РАЗРАБОТКА НАПЛАВОЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
СИСТЕМЫ Sn-Sb-Cu-TiNi ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ
АНТИФРИКЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙР. С. МИХЕЕВ¹, П. А. БЫКОВ², И. Е. КАЛАШНИКОВ², Л. И. КОБЕЛЕВА²¹Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана²Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН

Москва, Россия

При разработке и изготовлении узлов трения их надежность может быть обеспечена не только конструктивным исполнением, но и применением современных материалов, к числу которых относятся дисперсно-упрочненные композиционные материалы (КМ) [1]. Среди них наибольшим потенциалом обладают КМ системы Sn-Sb-Cu-TiNi. В подобных КМ пластичной матрицей является широко применяемый и распространенный в промышленности антифрикционный сплав на основе олова (баббит). Армирующие частицы никелида титана (TiNi) характеризуются высокой демпфирующей способностью, сверхупругостью, антикоррозионными свойствами в сочетании с высоким уровнем механических характеристик [2]. Поэтому их комбинация может обеспечить низкие значения интенсивности изнашивания и коэффициента трения узлов трения. Кроме того, реализация эффекта демпфирования для отдельных объемов дискретных частиц TiNi позволит сохранить стабильность процесса трения, характеризующую уровень вибраций и акустического шума габаритных конструкций (например, судовых валопроводов, гиротурбин, насосных агрегатов и т. д.) [3]. Поскольку при эксплуатации узлов трения наибольшему физико-химическому воздействию подвергается их поверхностный слой, то изготовление всей конструкции узла трения полностью из КМ является нерациональным. В связи с этим особый интерес представляют процессы нанесения антифрикционных покрытий из КМ на этапах изготовления и планового ремонта узлов трения широкой номенклатуры, например методами дуговой наплавки. Однако нерешенным до настоящего времени остается вопрос, связанный с разработкой и созданием наплавочных КМ данной системы, что и стало целью работы.

Наплавочные КМ в форме прутков изготавливали экструзией, выбранной по критериям получения изделий требуемых геометрических размеров и обеспечения заданного содержания армирующих частиц в объеме матрицы [4].

На первом этапе в планетарной мельнице Retsch PM100 обрабатывали порошковую смесь, представляющую собой комбинацию спирально-свитой стружки матричного сплава (Б83, ГОСТ 1320) размером до 500 мкм и частиц гидридно-кальциевого сплава TiNi размером до 100 мкм (изготовитель – ООО «Метсинтез») в количестве 6 мас. % (рис. 1, а, б). Режим обработки: частота вращения барабана – 350 об/мин, длительность обработки – 15 мин, защитная среда – аргон высшего сорта по ГОСТ 10157. Важно отметить, что выбранный порошковый гидридно-кальциевый сплав TiNi обладает стабильностью фазового состава в области существования соединения никелида титана.

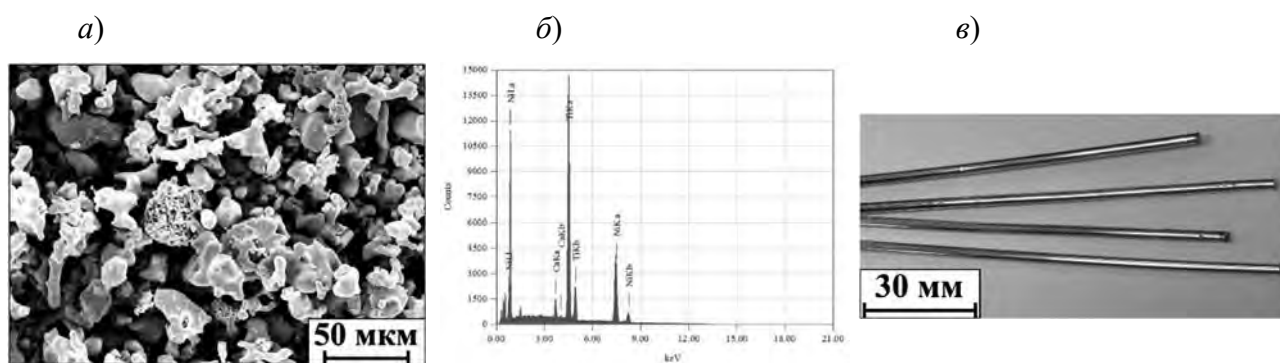


Рис. 1. Внешний вид (а) и поэлементный состав (б) частиц TiNi, а также характерный вид изготовленных наплавочных КМ (в)

Следующей технологической операцией являлось компактирование при давлении (300 ± 5) МПа размещенных в пресс-форме навесок изготовленной композиционной смеси массой (90 ± 10) г. Предварительно, перед экструзией, компактированную заготовку выдерживали в камерной электропечи сопротивления СНОЛ 10/11-В при температуре (583 ± 10) К в течение 30 мин.

Процесс экструзии через фильеру диаметром 3 мм выполняли на механическом прессе NORDBERG N3550 при усилии от 350 до 380 МПа и температуре (553 ± 10) К. Значения параметров экструзии (усилия и температуры) выбирали исходя из обеспечения экструирования всего объема изготовленной порошковой смеси, а также соответствия наплавочных КМ требованиям ГОСТ 21449. В результате проведенной работы были определены технологические режимы и изготовлены экструзией наплавочные прутки диаметром 3 мм из композиционного материала на основе сплава Б83 (система Sn-Sb-Cu), армированного 6 мас. % частиц гидридно-кальциевого сплава TiNi размером до 100 мкм. Их применение позволит использовать процессы дуговой наплавки для формирования обладающих повышенными трибологическими свойствами антифрикционных покрытий широкой номенклатуры узлов трения приборов и машин.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 25-29-00980).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка и апробация композиционных материалов систем Al-SiC, Al-TiC в узлах трения нефтедобывающего оборудования / Т. А. Чернышова [и др.] // Физика и химия обработки материалов. – 2010. – № 5. – С. 78–86.
2. Characterization of high-strength Ti–Ni shape memory alloys prepared by hot pressed sintering / X. Yi [et. al.] // Journal of Alloys and Compounds. – 2021. – Vol. 854. – P. 157159.
3. **Nabi, S.** Friction and wear analysis of Al–5052/NiTi surface composites fabricated via friction stir processing / S. Nabi, S. Rathee, M. Srivastava // Tribology International. – 2024. – Vol. 191. – P. 109179.