

# МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ УЗЛАХ ТРЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

*В.А. Калиниченко*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: kvlad@bntu.by*

При проектировании и изготовлении различных типов котельного оборудования следует учитывать, что ряд трущихся пар (части колосниковых решеток, механизмы дверей и т.д.) работают в зоне повышенных или высоких температурных нагрузок. В Белорусском национальном техническом университете на базе НИИЛ ПТФ по заказу одного из крупнейших производителей данного типа оборудования компании NEST-Baltija, Литва, г. Каунас были разработаны композиционные материалы с макрогетерогенной структурой на основе матрицы из сплавов меди, армированные железистыми гранулами. Данный тип материалов применяется для тяжело нагруженных пар трения, работающих в тяжелых условиях эксплуатации (высокая температура, запыленность, влажность, наличие агрессивных сред и т.д.). При этом необходимо отметить, что из разработанных материалов могут изготавливаться изделия практически любой геометрической формы и размера, включая биметаллические (рис. 1). Например, могут быть изготовлены направляющие различного назначения, червячные колеса, втулки, подшипники скольжения и т.д. При этом необходимо отметить, что данный тип материалов может эксплуатироваться в ряде агрессивных сред, таких как высокая запыленность, высокие температуры или влажность и др., где использование аналогичных материалов не представляется возможным. Температура эксплуатации изделий из разработанных материалов – до 500 °С, сохраняя такие свойства как предел прочности при сжатии > 1500 МПа, коэффициент трения при сухом режиме 0,06-0,1.



Рисунок 1 – Примеры различных типов литых композиционных материалов

(втулки для NEST-Baltija, биметаллическая втулка и шестерня)

В качестве аспектов применения разработанного материала необходимо добавить, что из данного типа композиционного материала можно изготавливать подшипники практически для любых узлов трения с малыми угловыми скоро-

стями. Разработанные композиционные материалы были использованы для изготовления линейных подшипников скольжения при ремонте турбоагрегатов типа Т-250, К-300, ТК-330, Т-100, Т-180, ПТ-65 для нормализации тепломеханического состояния турбоагрегата (пластины под поверхности скольжения корпусов подшипников турбины, продольные и поперечные шпонки, самоустанавливающиеся опоры под лапы ЦСД), а также для замены подшипников качения в системах парораспределения. Разработки внедрены на Минских ТЭЦ-3, ТЭЦ-4 и ТЭЦ-5, Лукомльской ГРЭС, Новополоцкой ТЭЦ-2 и других тепловых станциях Республики Беларусь используются для реконструкции турбинных агрегатов ОАО «БелЭнергоРемНаладка». Разработанные материалы использованы при ремонте и реконструкции более 30 турбоагрегатов.

## СВОЙСТВА КОМПОНЕНТОВ ЛИТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАБОТЫ В ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ УЗЛАХ ТРЕНИЯ

*В.А. Калиниченко*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: kvlad@bntu.by*

Повышение износостойкости поверхностей деталей в узлах трения является одной из приоритетных задач машиностроения. Для решения данной задачи целесообразно переходить на управление процессом формирования микроструктуры на микро и нано уровнях. Данные материалы показали высокие эксплуатационные свойства при использовании в тяжело нагруженных узлах трения [1, 2]. В силу особенностей структуры и состава эти композиционные материалы показали наиболее эффективное применение при низких скоростях относительного движения в узлах трения и высокой удельной нагрузке [3].

Композиционные материалы на основе меди разрабатывают, главным образом, триботехнического назначения, так как они обладают повышенными механическими свойствами. Для макрогетерогенных композиционных материалов, применяемых в узлах трения, важную роль имеет состав матрицы и армирующего элемента. В качестве армирующего элемента, в основном, используется литые гранулы из литейной чугуновой дроби марки ДЛЧ диаметром порядка 1 мм, то в отношении состава матрицы имеется широкий спектр подходящих материалов, которые удовлетворяют поставленной задаче (повышенная прочность на сжатие, низкий коэффициент трения и высокая износостойкость). По результатам ранее проведенных испытаний наиболее эффективно использование безоловянистых бронз. Среди них, особое значение в качестве основы играют кремнистые бронзы (содержание кремния до 3,5%). Наибольшее распространение получили бронзы, дополнительно легированные никелем и марганцем, которые улучшают механические и коррозионные свойства.