

КЕРАМОМАТРИЧНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ $C_f/C - SiC$ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С АКТИВНЫМИ СРЕДАМИ

В.И.Румянцев, А.С. Осмаков, Л.Н.Кочерга, Р.Л.Сапронов
ООО «Вириал», Санкт-Петербург, E-mail: info@virial.ru

В настоящее время, керамоматричные композиционные материалы (КМК), в том числе армированные углеродным волокном, все более широко используются в узлах, работающих в экстремальных условиях взаимодействия с разнообразными агрессивными средами при значительных механических и термических нагрузках. Список перспективных применений - от трибоузлов перекачивающего и перерабатывающего оборудования, тормозных устройств до элементов конструкций летательных аппаратов и авиационных газотурбинных двигателей. Применение КМК обеспечивает рост сопротивления хрупкому разрушению, радикально меняя механизм разрушения материала, что находит свое отражение в изменении характера диаграмм нагружения, регистрируемых при прочностных испытаниях. Диаграмма становится нелинейной вследствие реализации механизма «продергивания» волокон, приводящего к дополнительной диссипации энергии разрушения.

Объектом исследования в настоящей работе были композиты $C_f/C - SiC$, разработанные в ООО «Вириал». Варьируя архитектуру армирующего наполнителя, его состав, организацию поверхности раздела и межфазных границ, долю керамической матрицы и др. получали материалы для трибосопряжений различных схем трения. Метод получения $C_f/C - SiC$, композитов базировался на инфильтрации расплавом кремния углерод - углеродных заготовок. Для обеспечения защиты углеродных волокон наполнителя и модификации их поверхности применялись различные виды обработки. Формование заготовок осуществлялось спирально –винтовой намоткой с последующим отверждением на воздухе, термообработкой в защитной среде, предварительной механической обработкой и доуплотнению смолой с высоким коксовым остатком. Основным этапом формирования SiC – матрицы было химическое взаимодействие расплава кремния с коксом заготовки. Для реализации эффективного трибосопряжения использовался также прием создания специального слоя из реакционносвязанного карбида кремния ($SiSiC$) на рабочей поверхности заготовки. В ООО «Вириал» запатентован способ получения такого функционально-градиентного композиционного материала $C_f/C - SiC$ с рабочим слоем.

Для диагностирования трибохарактеристик изделий из композитов $C_f/C - SiC$ и сравнения с серийно выпускаемыми ООО «Вириал» подшипниками скольжения были проведены испытания по схеме «кольцо –кольцо» и «штулка –штулка» на специализированном трибостенде на основе универсальной машине трения 2168 УМТ. На всех исследованных материалах были определены плотность, пористость и прочностные характеристики при статическом и ударном изгибе. Микроструктуру и фрактографию поверхности разрушения анализировали методами оптической и SEM – микроскопии. В сравнительном ряду испытанных материалов критическая удельная нагрузка $SiSiC$ в 1,5-2 раза превышает аналогичный показатель волокнистого КМК без плотного рабочего слоя. В свою очередь, трибосопряжения из волокнистых КМК с плотным рабочим слоем имеют самый высокий уровень критических удельных нагрузок, равный 16 МПа и превосходящий $SiSiC$ в среднем на 25%.