

Физико-механические и трибологические свойства композиционных материалов на основе микро- и наноалмазов с карбидокремниевой связкой

Лукина И.Н.¹, Екимов Е.А.², Дроздова Е.И.¹, Черногорова О.П.¹, Карабутов А.А.³

lukina.i.n@yandex.ru

¹ ИМЕТ им. А.А. Байкова РАН, Москва, Россия

² ИФВД им. Верещагина РАН, Москва, Троицк, Россия

³ ИОФ им. А.М. Прохорова РАН, Москва, Россия

Композиционные материалы (КМ), содержащие наноалмазы, могут применяться как триботехнические элементы для скользящих контактов. Синтез КМ на основе алмазов (D+SiC) и наноалмазов (ND+SiC) в форме цилиндров диаметром 4-5 мм и высотой 3-4 мм осуществляли при давлениях 8-9 ГПа и температурах до 1600 °С с использованием камеры высокого давления типа "тороид". Для синтеза образцов D+SiC использовали монокристаллические алмазы с размером 3-5 мкм, а для ND+SiC использовали нанополукристаллические алмазы марки ДАЛАН с размером агрегатов 3-5 мкм и нанокристаллов в них менее 15 нм. Порошки спекали с использованием пропитки кремнием (14 вес. %). Образцы КМ D+SiC и ND+SiC имеют схожую микроструктуру, состоящую из алмазных монокристаллов или агрегатов наноалмазов аналогичного размера с прослойками из карбида кремния, образовавшегося в процессе спекания. Модули упругости, рассчитанные по результатам ультразвуковых измерений, выше у КМ на основе монокристаллического алмаза (875 ГПа vs 668 ГПа), что согласуется с его более высокой плотностью (3,42 г/см³ vs 3,27 г/см³). Трибологические испытания проводили по схеме стержень-диск на универсальном испытательном стенде UMT-3МО (CETR) при круговом вращении по контртелу из стали ШХ15 твердостью 63 HRC под нагрузкой 10 Н со скоростью скольжения 0,04 м/сек. в течение 5 часов. Коэффициент трения КМ на основе наноалмаза на начальном этапе (в течение ~1,3 часа) ниже, чем у КМ D+SiC, а затем эти показатели становятся идентичными. На обеих кривых наблюдаются 3 стадии трения, соответствующие трем режимам, описанным в [1]. Стадия I характеризуется интенсивным механическим взаимодействием между острыми вершинами алмазных выступов и поверхностью стали ШХ-15. Для КМ D+SiC значение коэффициента трения на этой стадии достигает ~0,16. Стадия II соответствует приработке между контактирующими телами и воздействию продуктов износа, образовавшихся на стадии I. Эта стадия занимает примерно 1,5 часа для КМ D+SiC и 40 мин. для КМ ND+SiC. Стадия III характеризуется устойчивым значением коэффициента трения. На этой стадии КМ D+SiC и КМ ND+SiC показывают идентичный коэффициент трения, равный 0,08. Профили поверхности КМ до и после трибологических испытаний, а также сравнение данных по профилям КМ D+SiC и ND+SiC показывают, что при практически одинаковых исходных характеристиках поверхность КМ на основе монокристаллических алмазов после трибологического испытания содержит продукты износа диска (железо и оксид железа), тогда как в случае КМ ND+SiC поверхность остается чистой. Меньший износ контртела в случае с КМ ND+SiC благоприятен для устойчивости трибосистемы.

Ссылки

1. C.S. Abreu, F.J. Oliveira, M. Belmonte, A.J.S. Fernandes, R.F. Silva, J.R. Gomes, Wear (2005) 259, Page 771.