

УДК 678: 538.911

## НАНОКОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Е. В. ОВЧИННИКОВ

Институт повышения квалификации и переподготовки кадров  
ГрГУ им. Янки Купалы

И. А. ЛЯВШУК

Гродненский государственный университет им. Янки Купалы  
Гродно, Беларусь

А. А. ВОЗНЯКОВСКИЙ

Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе  
Российской академии наук  
Санкт-Петербург, Россия

Влияние процессов трения, коррозии на физико-механические характеристики деталей машин и механизмов являются определяющими при эксплуатации. Для снижения действия данных процессов при эксплуатации применяются различные технологические приемы и композиционные материалы. Перспективным направлением в области снижения износа и защиты от коррозии оказалось применение функциональных композиционных полимерных материалов. Особое место в иерархии машиностроительных материалов занимают многофункциональные полимерные наноконпозиционные материалы, которые заменяют традиционные композиты при создании демпфирующих сопряжений, узлов трения, герметизирующих элементов, медицинских протезов и устройств [1, 2]. Необходимый уровень триботехнической организации, определяющий устойчивость наноконпозитов к воздействию эксплуатационных факторов, достигается путем применения модификаторов определенной молекулярной массы, состава, внешней формы, геометрических размеров частиц, методов подготовки наполнителя, режимов переработки наноконпозиционных материалов, методов активации трущихся поверхностей, позволяющих изменять топографию контактирующих материалов, влияние внешних факторов, оказывающих основополагающий вклад в трибохимические процессы формирования устойчивых разделительных слоев в зоне фрикционного контакта. Целью данной работы является разработка наноконпозиционных материалов путем применения функционализированных наноконпозитных частиц для увеличения физико-механических характеристик формируемых систем.

Триботехнические исследования проводили на машине трения типа FT-2, которая работает по схеме возвратно-поступательного движения. Длина хода индентора, выполненного из стали и отшлифованного на ровной плоской поверхности наждачной шкуркой или шлифовальной пастой до



среднего арифметического отклонения профиля поверхности  $R_a = 0,1 \dots 0,3$  мкм, равна от 5...50 мм в условиях сухого трения (контртела). Образцы закрепляли в зажиме машины трения; рабочую сферу и рабочую поверхность стального диска (контртела), протирали тканью «бязь», отбеленной, смоченной в этиловом спирте, после чего сушили 2 мин при комнатной температуре. Испытания проводили при нормальной нагрузке на образец до 20 Н, линейной скорости скольжения 0,036 м/с, температуре поверхности стали  $(20 \pm 5)$  °С. Одним из аспектов, который фактически не рассматривается при трении нанокпозиционных материалов на основе полимерной матрицы, является наличие активных поверхностных зарядовых центров. Согласно классическим представлениям, в диэлектрических материалах отсутствуют носители зарядов, уровень Ферми находится на много выше потолка валентной зоны, и появление приповерхностного электронного облака невозможно. В то же время, эксперименты показали наличие на поверхности диэлектриков активных зарядовых центров. Появление АПЗЦ в диэлектриках обусловлено двумя причинами. Во-первых, за счет наличия электретных свойств, во-вторых, в результате флуктуационного распределения атомов (ионов) по ювенильным поверхностям, образованным при диспергировании макроскопических полуфабрикатов. В диэлектриках – электрическое внешнее поле усилит поверхностную зарядовую активность, если в веществе имеются полярные молекулы, например, в алмазоподобных (фуллерит) или в кристаллах пировскитового типа. При наличии в таких кристаллах диполей их ориентация под действием внешнего поля изменится. Исследованы триботехнические характеристики композиционных материалов, модифицированных функционализированными наноалмазами детонационного синтеза. Установлено, что концентрация модификатора в 1...2 мас. % в полимерной матрице приводит к уменьшению значений коэффициента трения на 20...25 % и увеличению износостойкости. Данный эффект происходит вследствие многоуровневого модифицирования, заключающегося в увеличении взаимодействия на молекулярном, межмолекулярном, надмолекулярном и межфазном уровнях. Введение нанодисперсных углеродных частиц приводит к выглаживанию поверхности трения композиционного материала, содержащего нанодисперсные частицы. Данный эффект зависит от концентрации нанодисперсного модификатора.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Витязь, П. А.** Нанокристаллические алмазы и перспективы их использования / П. А. Витязь // Наноструктурные материалы: получение и свойства. – Минск: НАНБ, 2000. – С. 8–20.
2. Трение и износ материалов на основе полимеров / В. А. Белый [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1976. – 250 с.