УДК 621.45.038.7

ПОЛИЭФИРНЫЕ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ

Е. В. ОВЧИННИКОВ, С. О. ЛЯХ, Е. В. СЕРКО
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы
Гродно, Беларусь

В настоящее время существуют разнообразные составы триботехнических покрытий для деталей трения машин и механизмов, в том числе для узлов трения агрегатов автомобилей и тракторов, которые получают на основе алифатических полиамидов и олигомеров сшивающихся смол, модифицированием наночастицами различного состава. Данные покрытия применяют для увеличения эксплуатационного ресурса автомобильных амортизаторов, токарных патронов, универсальных шарниров. Составы и технология создания композиционного покрытия различаются в зависимости от конструктивных особенностей узлов трения, которые применяют в различных машиностроительных конструкциях. Наиболее распространёнными полимерами для получения антифрикционных покрытий для автомобильной отрасли являются алифатические полиамиды ПА6 и ПА11. Данные высокомолекулярные соединения изготавливают ELF АТОСНЕМ (ПА11, Франция), ОАО «ГродноХимволокно» (ПА6, Республика Беларусь), существуют подобные производства в США, КНР, Российской Федерации, Германии и Японии [1, 2].

Другим направлением создания защитных покрытий для деталей различной номенклатуры, в частности тормозных камер и токарных патронов, является применение полимеролигомерных смесей. На основе эмалей ЭП1267, ЭП1236 созданы различные типы композиций из олигомера эпоксидной смолы и модифицированного перхлорвиниловой смолой олигомера. Данные полимер- олигомерные соединения производятся на ОАО «Лакокраска» (Республика Беларусь). Композиционные покрытия из данных соединений получают путем холодного отверждения в промышленных масштабах. Для увеличения эксплуатационного ресурса представленных выше покрытий применяют различного типа модификаторы, в частности наноразмерные частицы: углеродсодержащие продукты детонационного синтеза, шунгит, ультрадисперсный политетрафторэтилен, янтарь, кремень, металлсодержащие продукты металлургического производства, отходы переработки горных пород [3].

Одним из перспективных направлений является применение полиэфирных порошковых материалов для создания антифрикционных покрытий. Данные материалы могут использоваться для защитных и противоизносных слоев в различных конструкциях автомобильных агрегатов. В частности, для узлов трения амортизаторов, карданных передач, тормозных камер и т. п.

Целью работы является разработка составов антифрикционных покрытий

на основе полиэфирных смол, модифицированных наноразмерными углеродными частицами.

В качестве базового материала для модифицирования использовали полиэфирную смолу марки ZVEZDALIT P RAL 9005 производства Helios Srbija a.d. Для модифицирования полиэфирной матрицы использовали углеродные частицы, получаемые по бризантной технологии марки ША-Б, производства ЗАО «Синта». Концентрация данного модификатора в композиции составляла от 0,3 до 1,3 масс. %. Введение наноразмерных частиц в полимерный порошок осуществляли на быстроходном смесителе, время перемешивания составляло 1...2 мин. Нанесение покрытий осуществляли на стандартной установке для электростатического нанесения полимерных порошковых материалов. Температура полимеризации композиции составляла 180 °С, время термообработки – 15 мин. В качестве подложки, на которой формировали покрытия, использовали низкоуглеродистую аустенитного класса сталь типа 12Х18Н10Т. Проводили определение твердости сформированных покрытий по методу Шору D согласно стандарту DIN 53505. Значения удельной поверхностной энергии определяли методом краевого угла смачивания на специализированном оборудовании. Износостойкость нанокомпозиционных покрытий на основе полиэфирных смол оценивали по ГОСТ 20811–75.

В ходе проведенных исследований установлено, что введение нанодисперсного модификатора позволяет увеличить твердость базового полиэфирного покрытия с 90 до 95 ед. по Шору D. Увеличение твердости покрытий должно приводить к повышению износостойкости, что подтверждается проведенными триботехническими испытаниями нанокомпозиционных покрытий. Установлено, что модифицирующий эффект применения наномодификатора в наибольшей степени проявляется при концентрации в полимерной матрице углеродных частиц ~0,6...0,7 масс. %. Проведенные исследования по определению значений удельной поверхностной энергии покрытий на основе полиэфирных смол, модифицированных углеродными частицами, получаемыми по бризантной технологии, показали, что происходит существенное изменение значений удельной поверхностной энергии с увеличением концентрации модификатора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Овчинников, Е. В.** Формирования тонкопленочных покрытий при воздействии технологических факторов / Е. В. Овчинников // Прогрессивные технологии и системы машиностроения. – 2013. – № 2 (45). – С. 197–205.

2. **Овчинников, Е. В.** Ориентация фторсодержащих олигомеров типа «фолеокс» на поверхности металла и их триботехнические свойства / Е. В. Овчинников // Трение и износ. – 1994. – Т. 15, № 6. – С. 1098–1101.

3. Триботехнические характеристики политетрафторэтилена, модифицированного кластерами синтетического углерода / А. М. Малевич, Е. В. Овчинников, Ю. С. Бойко, В. А. Струк // Трение и износ. – 1998. – Т. 19, № 3. – С. 366–369.