

УДК 691.175.3

Анализ современного применения композитных материалов группы полиэфирэфиркетон, а также технологий их нанесения в узлах трения

Анфилов Константин Львович	kanfilov.@yandex.ru
Алакин Виктор Михайлович	alakin.vm@bmstu.ru
Грабарев Андрей Васильевич	andrei_grabarev@mail.ru
Зубарев Даниил Юрьевич	zubarev.daniil.2001@gmail.com
Заверткин Евгений Александрович	zavertkin8910@gmail.com

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

Рассмотрены композитные материалы группы полиэфирэфиркетон. Актуальная работа отражает, на какие виды подразделяется рассматриваемый материал. Отражено, как изменение состава полимера влияет на его свойства. Рассмотрены такие модификаторы, как углеволокно и стекловолокно. Исследованы варианты применения ПЭЭК, в качестве антифрикционного материала в узлах на примере подшипников скольжения и качения. Исследованы зарубежная и отечественная технологии нанесения полиэфирэфиркетона на металлическую подложку.

Ключевые слова: полиэфирэфиркетон, подшипник, углеволокно, стекловолокно

Полиэфирэфиркетон (ПЭЭК) представляет собой химическое соединения, отличающиеся высокими прочностными свойствами. Внесение графита за счет диффузии кислорода повышает термостабильность. Применение углеволокна обеспечивает лучшее скольжение, что в рамках сухого трения приводит к более устойчивой эксплуатации. Данный компонент в зависимости от процентного содержания обеспечивает такие свойства, как высокая жесткость, химическая стойкость, стабильность размеров, радиационная устойчивость. Использование стекловолокна позволяет выдерживать длительные статические нагрузки при высоком термическом воздействии [1].

Одной из актуальных сфер промышленности использования ПЭЭК является машиностроение, в данном случае рассматривается в рамках нанесения материала на рабочие поверхности подшипников скольжения и качения. Так как подшипники в процессе работы сопрягаются с шейкой вала, то в следствии контакта может произойти отслаивание материала футеровки подшипника, усталостное истирание внутренней поверхности, а также заклинивание вала. Использование самосмазывающихся материалов способно улучшить их характеристики трения и износа, снизить сопротивление пусковому трению и обеспечить нормальную работу без использования смазочных материалов [2].

Так как полиэфирэфиркетон характеризуется, как композит с одним из самых низких показателей износа вследствие воздействия трением, то от-

крывается широкая перспектива для применения рассматриваемого материала в качестве антифрикционного слоя, позволяющего за счёт собственной устойчивости к истиранию и мягкости по отношению к металлическим поверхностям, воздействующим на него, обеспечить по сравнению с другими материалами больший ресурс работы при одинаковых условиях. Для повышения параметра сопротивления к истиранию к исходному составу композитного материала добавляются специальные твердосмазочные наполнители, за счёт которых использование дополнительных средств по снижению сил трения теряет актуальность. Примерами таких соединений является MoS_2 , C_2F_4 и другие. Однако внесение вышеописанных наполнителей приводит к ухудшению механических свойств композита (предел прочности, модуль упругости и удлинение при разрыве). Для компенсации этого вносят армирующие элементы, такие углеродные волокна диаметром 7 микрон или стекловолокна диаметром 6–9 микрон.

В связи с ростом популярности композита разработаны различные методы для нанесения рассматриваемых материалов на детали машин.

Зарубежный метод нанесения покрытия из полукристаллических термопластов группы ПЭЭК на поверхность металлической подложки термическим распылением заключается в том, что на первом этапе на стальную пластину, применяя технологию электродугового напыления наносится подслой. В качестве подслоевых материалов выбраны сплавы Cu с Ni либо бронзо-никелевые сплавы. Обозначенные сплавы наносятся по принципу от мелкозернистого к крупному зерну. Последовательно наносятся слои мелкозернистой, среднезернистой и крупнозернистой фракции. Затем поверхность с нанесённым сплавом нагревают и методом горячего прессования наносят слой композита из ПЭЭК. На финальном этапе заготовку охлаждают и подвергают механической обработке шлифованием [3].

Обоснование применения медно-никелевых или бронзо-никелевых сплавов в качестве материала для изготовления промежуточного подслоя, заключается в том, что Ni, образуя многочисленные центры кристаллизации, способствует образованию мелкозернистой структуры бронзы (Cu) и снижению коэффициента ликвидации свинца, за счёт чего повышаются антифрикционные свойства бронзы (Cu).

На данный момент разработан отечественный метод нанесения ПЭЭК на металлическую подложку. В актуальном случае подслой наносится в качестве мелкодисперсных частиц металла, используя технологию электродугового напыления. Такой способ позволяет, меняя силу тока и давление подачи воздуха, получать различную величину зерна. Начальный слой — мелкозернистой фракцией 0,05–0,1 мм обеспечивают более прочную адгезию стальной подложки и подслоя. В завершение осуществляют напыление слоев со среднезернистой (0,1–0,25 мм) и крупнозернистой (0,3–0,5 мм) фракцией, что обеспечивает прочную адгезию уже со слоем композита ПЭЭК. Толщина трех слоев может составлять до 0,6 мм. В завершении на полученный подслой наносят слой ПЭЭК [4].

Таким образом можно сделать вывод, что применение самосмазывающихся материалов, а именно группы полиэфирэфиркетона, способно обеспечить высокие показатели износостойкости и безотказности работы в узлах трения. Дальнейшее совершенствование технологий нанесения рассматриваемого материала обеспечит более устойчивую адгезию между поверхностями композита и металлических изделий, что обеспечит надежность соединения между сопрягаемыми поверхностями.

Литература

- [1] Бажева Р.Ч., Хараев А.М. Полэфиркетоны: синтез, свойства, применение (обзор). *Пластические массы*, 2018, № 7–8, с. 15–23.
- [2] Шаов А.Х., Хараев А.М., Микитаев А.К., Карданов А.З., Хасбулатова З.С. Ароматические полиэфиркетоны и полиэфирэфиркетоны. *Пластические массы*, 1990, № 11, с. 14–18.
- [3] Бажева Р.Ч., Бахов Р. Т., Казанчева Ф.К., Хараева А.М., Хараева Р.А. Ароматические полиэфиркетоны и полиэфирэфиркетоны как перспективные термостойкие конструкционные материалы. *Новые полимерные композиционные материалы. Всерос. науч-практ. конф.: сб. материалов*. Нальчик, КБГУ, 2005, с. 68–72.
- [4] Покотило Н.И. *Способ нанесения антифрикционного материала на основе полиэфирэфиркетона на стальную подложку*. Патент № 2699609С1 РФ, 2018, бюл. № 25, 8 с.

Analysis of the modern application of composite materials of the polyesteresterketone group, as well as technologies for their application in friction units

Anfilov K.L.	kanfilov@yandex.ru
Alakin V.M.	alakin.vm@bmstu.ru
Grabarev A.V.	andrei_grabarev@mail.ru
Zubarev D.Y.	zubarev.daniil2001@gmail.com
Zavertkin E.AL.	zavertkin8910@gmail.com

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

Composite materials of the polyesteresterketone group are considered. The actual work reflects the types of material under consideration. It reflects how the change in the composition of the polymer affects its properties. Modifiers such as carbon fiber and fiberglass are considered. The options for using PEEK as an antifriction material in assemblies are considered using the example of sliding and rolling bearings. Foreign and domestic technologies for applying polyesterephyrketone to a metal substrate have been studied.

Keywords: polyesteresterketone, bearing, carbon fiber, fiberglass