

УДК 678.073:661.481

DOI: 10.17223/00213411/63/4/22

С.В. ПАНИН^{1,2}, Л.А. КОРНИЕНКО¹, ЛЕ ТХИ МИ ХИЕП², В.О. АЛЕКСЕНКО¹, Д.Г. БУСЛОВИЧ^{1,2}

ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКИХ МАТРИЦ СВМПЭ И ПФС НА ФОРМИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ И ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УГЛЕКОМПОЗИТОВ НА ИХ ОСНОВЕ *

Исследовано влияние размера углеродных волокон на механические и трибологические характеристики углекомполитов на двух различных по физико-химической природе термопластичных матрицах (полифениленсульфид (ПФС), сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ)). Показано, что формирующаяся при горячем прессовании надмолекулярная структура определяет распределение в матрице углеродных волокон различного размера, что влияет на уровень трибологических характеристик. Композиты конструкционного/триботехнического назначения на основе высокопрочной ПФС-матрицы могут быть сформированы при высокой степени наполнения (40 вес. %) молотыми углеродными волокнами длиной 70 мкм (износостойкость повышается в 5 раз, коэффициент трения снижается в 1.7 раза). Повышение износостойкости при этом реализуется за счет формирования из продуктов износа третьего тела, снижающего коэффициент трения. Наполнение ПФС-матрицы углеродными нановолокнами (УНВ) реализует модификацию структуры полимерной матрицы по механизму дисперсного упрочнения и не сопровождается повышением трибологических свойств. Введение в ПФС рубленых углеродных волокон (РУВ) длиной единицы миллиметров реализует эффективное упрочнение, что одновременно ухудшает трибологические свойства. Создание композитов конструкционно-триботехнического назначения на основе матрицы СВМПЭ при степенях наполнения углеродным волокном 10 вес. % достигается за счет равномерного распределения РУВ (длиной единицы мм) в полимерной матрице и одновременном наполнении УНВ. В матрице СВМПЭ со сферолитной надмолекулярной структурой наиболее эффективными наполнителями с позиции повышения износостойкости являются углеродные нановолокна, выполняющие в трибоконтakte роль твердосмазочной среды (износостойкость повышается в 2.7 раза, коэффициент трения уменьшается вдвое). Рубленные углеродные волокна (2–3 мм) выполняют армирующую роль и в отличие от коротких углеродных волокон (десятки-сотни мкм) не повышают коэффициент трения и не обуславливают интенсивное микроабразивное изнашивание стального контртела. Обсуждается роль межфазной адгезии, твердости и химической активности полимеров, а также надмолекулярной структуры в формировании трибомеханических характеристик углекомполитов на термопластичных матрицах различной физико-химической природы и причины выявленных закономерностей.

Ключевые слова: сверхвысокомолекулярный полиэтилен, полифениленсульфид, углеродные волокна, износостойкость, надмолекулярная структура.

Введение

Антифрикционные полимерные композиционные материалы широко применяются в составе узлов трения, в качестве уплотнительных элементов в различных видах современной техники, а также в медицине, определяя их надежность и долговечность. Создание антифрикционных композиционных материалов на полимерной основе может проводиться различными путями, в частности: а) путем введения в пластичную матрицу со свойствами самосмазывания (фторопласт, полиамид, СВМПЭ и др.) армирующих или упрочняющих (нано)частиц/волокон с целью повышения механических свойств при обеспечении низкого коэффициента трения на уровне ненаполненного полимера; б) введения в высокопрочную полимерную матрицу (ПЭЭК, ПФС, ПИ и др.) твердосмазочных частиц (ПТФЭ, MoS₂, графит и др.), обеспечивающих за счет формирования на контртеле пленки переноса высокой износостойкости при сохранении деформационно-прочностных свойств на уровне ненаполненного полимера. В последнем случае практикуют одновременное введение как армирующих волокон, так и твердосмазочных частиц. В указанных подходах реакция полимерного композита на приложение фрикционной нагрузки отлична, поэтому изучение закономерностей их деформирования и изнашивания позволяет сформулировать рекомендации по повышению сопротивления приложению контактной нагрузки, в частности, при сухом трении скольжения.

* Работа выполнена в рамках госзадания ИФПМ СО РАН, проект III.23.1.1, и гранта Президента РФ государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации НШ-2718.2020.8, а также при финансировании РФФИ исследований в рамках проекта № 19-38-90106.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>