

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ, НАПОЛНЕННЫХ ГЕКСАГОНАЛЬНЫМ НИТРИДОМ БОРА

С.М. Лебедев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Исследованы теплофизические и диэлектрические свойства полимерных композиций на основе линейного полиэтилена низкой плотности (ЛПЭНП) и полилактида (ПЛА), наполненных гексагональным нитридом бора (ГНБ). Установлено, что все исследованные композиции обладают диэлектрическими свойствами и повышенной теплопроводностью по сравнению с исходными полимерными матрицами. В отличие от углеродосодержащих наполнителей (углеродная сажа, графит, графен, углеродные нанотрубки), ГНБ является хорошим изолятором и поэтому наиболее пригоден в качестве наполнителя для изготовления теплоотводящих материалов светлых тонов. В то же время композиции ЛПЭНП/ГНБ и ПЛА/ГНБ при содержании наполнителя 40 мас.% обладают сопоставимой теплопроводностью, около $0.7 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$, что почти на 95 и 250% выше, чем у исходных ЛПЭНП и ПЛА соответственно.

Ключевые слова: *теплофизические и диэлектрические свойства, полимерные композиции, гексагональный нитрид бора, экструзия.*

Введение

Теплопроводящие полимерные композиции открывают новые возможности для замены металлических конструкций в различных приборах и устройствах, таких как теплообменники, радиаторы, «умные» материалы (так называемые полимерные композиции с памятью формы), электроника, электротехнические устройства и т.д., за счет малого удельного веса, хорошей коррозионной стойкости и технологичности. Чем меньше размеры таких устройств, тем сложнее отводить от них выделяемое тепло. Небольшие электронные устройства, например, ноутбуки и мобильные телефоны, не могут быть оснащены внешними системами охлаждения, такими как радиаторы или вентиляторы, поэтому многие детали, используемые в этих устройствах, должны сами отводить тепло от этих устройств [1]. Хорошо известно, что углеродосодержащие наполнители, такие как графит (Г), технический углерод (ТУ), углеродные волокна, углеродные нанотрубки (УНТ) или графен, часто применяются в качестве наполнителей для следующего поколения теплопроводящих материалов [2–9].

Теплопроводность композиций полимер/УНТ может быть увеличена, но содержание УНТ при этом должно быть более 5–10 мас.%. Однако это нецелесообразно по двум причинам. Первая из них – это экономическая эффективность. Цена на УНТ очень высока, 8.5 долл. США/г [10], по сравнению с ценой на обычный углеродосодержащий наполнитель, такой как графит или технический углерод. Вторая причина – технологичность. В работе [6] мы показали, что показатель текучести расплава (ПТР) для композиции полилактид/УНТ (ПЛА/УНТ) с 3 мас.% УНТ уменьшается примерно в 50 раз по сравнению с исходным ПЛА, что указывает на то, что композиции становятся более жесткими, потому что присутствие объемной сетки УНТ препятствует движению полимерных цепей, делая их более хрупкими.

Несмотря на то, что теплопроводность композиционных материалов растет с увеличением содержания УНТ, этот эффект монотонный и резкого перехода изолятор – проводник, как для электрической проводимости, не наблюдается. Ранее многие авторы отмечали, что подобная тенденция характерна для всех композиций полимер/УНТ [11–13]. Это обусловлено высоким переходным тепловым сопротивлением на границах раздела между УНТ и полимерной матрицей, которое известно как межфазное сопротивление Капицы [14–19]. Электрический ток в композициях полимер/УНТ переносится электронами, движущимися по объемной сетке УНТ, тогда как тепло через полимерные композиции переносится фононами, а теплопроводность значительно снижается за счет рассеяния фононов на границах раздела между УНТ и полимерной матрицей [20–22]. Например, Шеногин и др. в [23, 24] установили, что основное различие между тепловыми и электрическими явлениями заключается в соотношении проводимостей. Для теплопроводящих УНТ K_f/K_m составляет около 10^4 (где K_f и K_m – теплопроводность УНТ и полимерной матрицы), в то время как

Уважаемые читатели!

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

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