

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Направление подготовки/профиль 13.06.01 Электро- и теплотехника /  
05.09.02 Электротехнические материалы и изделия

Школа ИШНПТ

Отделение Материаловедения

**Научный доклад об основных результатах подготовленной  
научно-квалификационной работы**

Тема научного доклада
Разработка и исследование многофункциональных микро- и наноразмерных композиционных полимерных материалов с заданными свойствами

УДК 620.22-419.8-022.532

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A5-27	Амитов Ернар Танирбергенулы		

Руководитель профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Исполняющий обязанности руководителя	Ивашутенко Александр Сергеевич	к.т.н., доцент		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель отделения материаловедения	Клименов Василий Александрович	д.т.н., профессор		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ведущий научный сотрудник	Лебедев Сергей Михайлович	д.т.н.		

Разработке полимерных электро- и теплопроводящих композиций было посвящено огромное количество работ. Однако во всех электропроводящих и теплопроводящих материалах, наполненных теуглеродом или графитом содержание наполнителей изменяется от 30 вес.% до 70 об.%, что приводит к повышению их вязкости, снижению показателя текучести расплава и затрудняет переработку методом экструзии. В этой связи, снижение содержания наполнителей в композициях при заданном уровне проводимости и теплопроводности является актуальной задачей в области материаловедения.

Традиционно в качестве электропроводящих и теплопроводящих материалов применялись металлы. Замена дорогостоящих металлов электропроводящими и теплопроводящими полимерными композициями позволяет значительно снизить стоимость и вес электротехнических изделий, а разработка новых материалов с улучшенными технологическими свойствами является одной из основных задач материаловедения и ее актуальность также не вызывает сомнения.

Наилучшими проводящими свойствами среди известных наполнителей обладают углеродные нанотрубки. Однако сообщения о реальном применении углеродных нанотрубок для крупномасштабного производства электропроводящих и теплопроводящих полимерных композиций в промышленности практически отсутствуют.

Таким образом целью работы является разработка новых композиционных полимерных материалов с заданными свойствами и технологии их изготовления.

В работе были применены следующие экспериментальные методы исследования: оптической и электронной микроскопии; диэлектрической спектроскопии; ИК-спектроскопии; тепловизионной термометрии; дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК-ТГА-ДТА); исследования теплофизических свойств (метод нестационарного горячего моста и метод вспышки); методы исследования физико-механических, электрических и реологических свойств.

В качестве аналога для новых электропроводящих композиций на основе линейного полиэтилена были выбраны электропроводящие композиции Томполен при содержании техуглерода более 30 вес.%, применяемые в настоящее время для изготовления экранов кабелей.

Предложен комплексный подход при разработке электропроводящих полимерных композиций, заключающийся в добавлении небольшого количества (0,1-0,5 вес.%) углеродных нанотрубок в композиции полимерная матрица/технический углерод (электропроводящая сажа). Предложенный подход позволяет уменьшить содержание основного наполнителя на 5-15 вес.%, что приводит к улучшению технологичности новых композиций при их переработке литьем под давлением или экструзией. Предложенный комплексный подход может быть одним из реальных путей применения углеродных нанотрубок в крупномасштабном производстве новых электропроводящих композиций для электротехнической промышленности.

Экспериментально показано, что добавление 0,1-3,0 вес.% углеродных нанотрубок или технического углерода в двойные композиции полимер/графит позволяет на 20-40% увеличить теплопроводность полимерных композиций как на основе полиэтилена, так и на основе полилактида.

Установлено, что наполнение полилактида порошками вольфрама или свинца в количестве до 5 вес.% приводит к снижению энергии, необходимой для приготовления смесей, в 4,7 и 10 раз соответственно по сравнению с исходным полилактидом. Порошки тяжелых металлов W и Pb в этом случае действуют на ПЛА-матрицу как инициаторы деструкции, приводя к резкому уменьшению энергии смешения, вязкости расплава и повышению ПТР композиций.

Разработаны и изготовлены опытные партии композиций на основе полилактида с наполнителями из порошков бронзы, меди и древесной муки для трехмерной печати, что подтверждено актом об использовании результатов диссертационной работы.

## Список литературы

1. Шульга, А.В. Композиты, ч. 1. Основы материаловедения композиционных материалов / А.В. Шульга – М.: НИЯУ МИФИ, 2013. – 96 с.
2. Кербер, М.Л. Полимерные композиционные материалы. Структура. Свойства. Технологии / М.Л. Кербер – СПб.: Профессия, 2008. – 560 с.
3. Кац, Г.С. Наполнители для полимерных композиционных материалов : справочное пособие / под ред. Г.С. Каца, Д.В. Милевского. Пер. с англ. под ред. П.Г. Бабаевского. – М.: Наука, 1981. – 736 с.
4. Крикоров, В.С., Колмакова Л.А. Электропроводящие полимерные материалы / В.С. Крикоров, Л.А. Колмакова – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 172 с.
5. Крок, П. Современные композиционные материалы / Под ред. П. Крока, Л. Броумана. Пер. с англ. под ред. А.А. Ильюшина и Б.Е. Победри. – М.: Мир, 1978. – 568 с.
6. Miriyala, S.M. Segregated network of carbon black in poly(vinyl acetate) latex: Influence of clay on the electrical and mechanical behavior / S.M. Miriyala, Y.S Kim, L. Liu, J.C.Grunlan // Macromolecular Chemistry Physics – 2008. – V. 209. – P. 2399–2409.
7. Гуль, В.Е. Электропроводящие полимерные композиции / В.Е. Гуль, Л.З. Шенфиль – М.: Химия, 1984. – 240 с.
8. Саввинова, М.Е. Влияние механической деформации на электрические свойства композиции / М.Е. Саввинова, Н.А. Коваленко // Пластические массы – 2012. – № 3. – С. 10–12.
9. Сажин, Б.И. Электрические свойства полимеров : под редакцией Б.И. Сажина. – Л.: Химия, 1977. – 250 с.
10. Харитонов, Е.В. Диэлектрические материалы с неоднородной структурой / Е.В Харитонов – М.: Радио и связь, 1983. – 130 с.