

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физико-математических наук Михайлова Михаила Михайловича на диссертационную работу Амитова Ернара Танирбергенулы на тему: «Разработка и исследование многофункциональных микро- и наноразмерных композиционных полимерных материалов с заданными свойствами», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.02 – Электротехнические материалы и изделия

Оценка актуальности темы исследования

Разработка новых композиционных полимерных материалов обусловлена ограниченной номенклатурой полимерных материалов с заданными свойствами, серийно выпускаемых химической промышленностью. Абсолютное большинство полимеров являются электро- и теплоизоляционными материалами, поэтому разработка и исследование полимерных композиций со свойствами, нехарактерными для базовых полимеров, существенно расширяет область их применения в различных отраслях промышленности и научных разработках. Применение новых материалов с уникальными свойствами, какими являются углеродные нанотрубки, позволяет существенно улучшить электрофизические, физико-механические и теплофизические характеристики полимерных композиций и решить задачу их широкомасштабного применения в электротехнике, электронике и медицине.

Актуальность темы определяется недостаточной проработкой вопроса проектирования и изготовления композиционных полимерных материалов с заданными свойствами, а также ограниченностью предложений таких материалов на отечественном рынке. Кроме того, реализация предложений и выводов, сформулированных в работе, позволит частично решить проблему импортозамещения в области новых полимерных материалов с заданными свойствами.

Разработка и исследование новых биоразлагаемых полимерных композиций с заданными свойствами позволяет существенно улучшить экологическую ситуацию с утилизацией промышленных и бытовых полимерных отходов в соответствии с ГОСТ

30167-2014 Ресурсосбережение. Порядок установления показателей
ресурсосбережения в документации на продукцию.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций,
сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна**

Научные положения, сформулированные соискателем в работе, хорошо аргументированы, обоснованы и имеют научную новизну. Полученные результаты полностью соответствуют поставленным в работе задачам.

Новизна основных научных результатов, полученных автором, состоит в следующем:

- Предложен способ разработки электропроводящих композиций, заключающийся в добавлении небольшого количества (0,1-0,5 вес.%) углеродных нанотрубок в композиции полимерная матрица/технический углерод. Это позволило уменьшить содержание основного наполнителя на 5-15 вес и улучшить технологичность новых композиций при их переработке литьем под давлением или экструзией. Предложенный способ 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 полимерную матрицу как инициаторы деструкции, приводя к резкому уменьшению энергии смешения, вязкости расплава и повышению показателя текучести расплава композиций.

Достоверность полученных результатов подтверждается применением современных методов научных исследований, оценкой доверительных вероятностей и погрешностей измерений с помощью методов математической статистики.

В целом результаты исследований и сформулированные положения доказывают, что диссертационная работа соискателя направлена на решение актуальной научно-технической задачи, имеющей большое научное и прикладное значение для современного материаловедения и полностью соответствует паспорту специальности 05.09.02 – Электротехнические материалы и изделия.

Практическая значимость и реализация результатов

Задачи, сформулированные в работе соискателя, решались при выполнении исследований, проводившихся по плану научно-исследовательских работ Инженерной школы новых производственных технологий «Национального исследовательского Томского политехнического университета», в рамках хозяйственных договоров и гранта РФФИ.

Практическая значимость результатов исследований заключается в следующем:

1. Разработаны и исследованы новые полимерные электропроводящие и теплопроводящие композиции на основе полиэтилена и полилактида.
2. Разработаны технологии изготовления электропроводящих и теплопроводящих композиций.
3. Разработан ряд новых полимерных композиций на основе полилактида, наполненного органическими и неорганическими наполнителями, для 3Д-печати.
4. Изготовлены опытные партии полимерных композиций.
5. Изготовлены и исследованы прототипы изделий из новых полимерных композиций.
6. Исследовано влияние порошков тяжелых металлов на реологические свойства композиций на основе полилактида. Даны практические рекомендации по применению порошков металлов при изготовлении композиций на основе полилактида.

Результаты работы Амитова Е.Т. могут быть использованы в научно-исследовательских, проектных организациях и промышленных предприятиях, работающих в области материаловедения.

Результаты работы использованы при изготовлении новых композиционных полимерных материалов с заданными свойствами для технологии 3Д-печати в ООО «ХоумСтайл» (г. Томск).

Краткая характеристика основных разделов диссертации

В первой главе приведен литературный обзор работ, посвященных исследованию микро - и наноразмерных композиционных полимерных материалов с высокими электропроводностью и теплопроводностью, сформулированы цели и задачи исследования.

Во второй главе описаны экспериментальные методы исследования, приведены основные характеристики используемых материалов, методика подготовки образцов для испытаний, оценены экспериментальные и статистические погрешности результатов измерений.

Третья глава посвящена разработке и исследованию новых электропроводящих и теплопроводящих полимерных композиций. Показано, что высокое содержание технического углерода приводит к резкому увеличению вязкости расплава электропроводящих композиций при их переработке методами экструзии или литья под давлением и существенно снижает физико-механические свойства. Соискателем предложен новый подход для разработки и изготовления электропроводящих композиций, основанный на добавлении небольшого количества одностенных углеродных нанотрубок в композиции полимер/технический углерод, что обеспечивает возможность уменьшения содержания технического углерода до 10 вес.% и практического использования углеродных нанотрубок для их промышленного применения. Предложенный автором комплексный подход был применен и для разработки новых полимерных теплопроводящих композиций.

Показано, что для композиций с 30 об.% графита значения коэффициентов теплопроводности и температуропроводности увеличиваются более чем в 17 и 5 раз соответственно по сравнению с полимерной матрицей. Коэффициент теплопроводности полимерных композиций может быть увеличен на 20 % при добавлении 3 об.% технического углерода по сравнению с композицией полимер/графит с содержанием графита 30 об.%. Приведены примеры практического применения разработанных теплопроводящих композиций для изготовления радиаторов охлаждения для светодиодных ламп.

В четвертой главе представлены результаты разработки и исследования биоразлагаемых полимерных композиций на основе полилактида для трехмерной печати. Показано, что проводимость на переменном токе для композиций полилактид/углеродные нанотрубки значительно увеличивается при увеличении содержания углеродных нанотрубок от 0,1 до 3 вес.%. Для теплопроводящих композиций на основе биоразлагаемого полилактида при содержании графита 30 вес. % коэффициент теплопроводности увеличивается более чем в 14 раз по сравнению с полимерной матрицей. При добавлении в данную композицию 1,0 вес.% углеродных нанотрубок коэффициент теплопроводности увеличивается более чем на 40 %. Добавление углеродных нанотрубок в композиции полилактид/графит позволяет уменьшить содержание основного наполнителя на 10-15 вес.% при заданном значении коэффициента теплопроводности.

При разработке композиций полилактида с порошками металлов W и Pb установлено уменьшение энергии их получения до 5 и 10 раз соответственно, увеличение показатель текучести расплава почти в 20 раз, уменьшение температуры плавления на 3-5°C и температура разложения композиций более чем на 50°C. Приведены примеры применения разработанных биоразлагаемых электро- и теплопроводящих композиций.

В заключении сформулированы основные выводы по диссертационной работе.

Замечания

1. При разработке биоразлагаемых полимерных композиций желательно было бы исследовать кинетику разложения разработанных композиций.
2. Отсутствует объяснение физических процессов, происходящих при добавлении вольфрама в количестве 5 вес. % в матрицу полилактида и приводящих к увеличению более чем в 5 раз интенсивности полос поглощения при 2994 и 2948 см⁻¹, обусловленных колебаниями – СН радикалов.
3. Применение автором различных единиц измерения содержания наполнителей (весовые и объемные проценты) в главах 3 и 4 диссертации и на стр. 8-11, 12-14 и 16-18 автореферата затрудняет проведение сравнения полученных результатов.
4. На некоторых рисунках не совсем точно выполнены обозначения на шкалах. Например: на рис.3.8 и 3.9 концентрация углеродных нанотрубок и концентрация технического углерода вместо общепринятого и используемого в данной диссертации символа «С, вес. %», обозначена символами «УНТ, вес. %» и «ТУ, вес.%» соответственно.
5. В подписях к некоторым рисункам слишком много символов вместо описания их содержания, что затрудняет анализ представленных на этих рисунках результатов. Например: подпись к рисунку 3.13 «Зависимости $\Delta l(a)$ и $E_c(b)$ от содержания УНТ композиции ЛПЭНП/УНТ»; подпись к рисунку 4.4 «ПТР для ПЛА/УНТ композиции в зависимости от содержания УНТ».

Отмеченные замечания не снижают ценности и новизны результатов диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа Амитова Е.Т. на тему: «Разработка и исследование многофункциональных микро - и наноразмерных композиционных полимерных материалов с заданными свойствами» по степени научной новизны, объему выполненных исследований и их практической значимости является завершенной

научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научно-техническом уровне. В работе решен комплекс задач, имеющих существенное значение для развития технологий разработки и изготовления композиционных полимерных материалов, изложены новые научно обоснованные положения и рекомендации, имеющие существенное значение для области материаловедения.

Диссертация написана научным языком, аккуратно оформлена, материал диссертации изложен логически последовательно и достаточно полно опубликован. Автореферат соответствует и полностью отображает содержание диссертации.

Соответствие диссертации критериям положения о присуждении ученых степеней

Диссертационная работа отвечает требованиям пп. 9, 13, 18 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Амитов Ернар Танирбергеноулы заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.02 – Электротехнические материалы и изделия.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Томский государственный
университет систем управления
и радиоэлектроники»

Телефон: 701596; Моб. телефон: 89131000106

Рабочий адрес: Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40

Электронный адрес: membrana2010@mail.ru

Домашний адрес: 623009, Томск, пер. Дербышевского, д. 5, кв. 2.

Михаил Михайлович Михайлов

«14» ноября 2018 г.

Подпись Михайлова М.М. заверяет
Ученый секретарь ТУСУР



Е.В. Прокопчук