



УТВЕРЖДАЮ

Врио директора ИХФ РАН

Д.т.н., А.Н. Пивкина

«1» марта 2017

Отзыв

Ведущей организации - федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук (ИХФ РАН) - на диссертационную работу Олифирова Леонида Константиновича «Механохимический синтез функциональных наноструктурных композитов на полимерной основе», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы (Металлургия и материаловедение).

Актуальность

Диссертационная работа Л.К. Олифирова посвящена использованию методов механохимии для разработки трёх типов новых наноструктурных композитов на полимерной основе – высоконаполненных теплопроводящих металл - полимерных композитов, высокотемпературных композитов на полиимидной основе и полимер матричных композитов триботехнического назначения. Актуальность работы обусловлена несколькими обстоятельствами. Во- первых, возможности применения разрабатываемых хорошо теплопроводящих или теплоизоляционных композитов исключительно широки. В значительной мере это определяется наличием полимерной матрицы, допускающей легкость формирования конечного изделия. Поэтому в мировом научном сообществе существует большой интерес к этим темам и разрабатываются самые различные подходы для получения материалов с хорошими свойствами. На сегодняшний день

«идеальные» композиты еще не созданы и разработанные диссертантом композиты вполне конкурентно способны. С другой стороны, актуальность диссертации обусловлена развитием механохимических подходов. Интерес к возможностям методов механической активации и механохимического синтеза в последнее время очень высок и количество задач, в которых эти методы используются, постоянно возрастает. Поэтому накопленный диссертантом «механохимический» опыт актуален и будет использоваться другими исследователями.

Научная новизна

Научную новизну и значимость диссертационной работы можно кратко сформулировать следующим образом:

- Установлена возможность регулирования величин теплопроводности и прочности высоконаполненных полимер-матричных композитов путем изменения гранулометрического состава металла и дозированного введения углеродных нанотрубок.
- Продемонстрирована ключевая роль размерного фактора в достижении высокой прочности теплостойких полиимидных материалов.
- Впервые продемонстрирована возможность и эффективность механохимических методов для приготовления композитов с хорошими теплопроводящими и, наоборот, теплоизоляционными свойствами.

Практическая значимость

Основное достижение диссертационной работы - это ее высокая практическая значимость. Предложены способы получения трех новых композитных материалов: 1) высоконаполненных теплопроводящих Al-полимерных композитов с теплопроводностью до 23 Вт/мК и прочностью на сжатие до 195 Мпа, 2) теплостойких блочных полиимидных изделий из отходов полиимидного производства, 3) подшипниковых полимерматричных композиции, содержащие гибридные наноструктурные наполнители.

Свойства всех разработанных композитов находятся на уровне лучших мировых достижений, однако предложенные способы экологически «чистые», сравнительно просты в исполнении и дешевы. Они перспективны для мелкомасштабного производства. Области применения для каждого из материалов свои, а в целом список состоит из пары десятков самых различных наименований.

Достоверность и обоснованность результатов

Достоверность результатов, полученных в ходе диссертационной работы Л.К. Олифирова, подтверждается значительным объёмом экспериментальных данных, полученных с использованием современного оборудования и методов исследований, а также сопоставлением и анализом полученных экспериментальных данных с результатами работ, представленных по тематике в отечественной и зарубежной литературе.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Результаты, полученные в ходе диссертационной работы, могут быть использованы на практике для изготовления функциональных изделий для различных практических областей, таких как радиаторы охлаждения, теплостойкие элементы технологической оснастки производственных линий стекольного и полупроводникового производства, для изготовления подшипников скольжения. Также полученные результаты могут быть использованы в качестве учебного пособия в курсах лекций по материаловедению и наноматериалам.

Объем и структура диссертации

Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов и списка использованных источников из 152 наименований. Диссертация изложена на 154 страницах, содержит 16 таблиц и 76 рисунков.

Литературный обзор (глава 1) составлен очень удачно. Он состоит из трех разделов, в соответствии с тремя направлениями работы. Каждый из подразделов включает общее теоретическое введение, учет специфики композитных систем, детальный анализ существующей литературы по попыткам приготовления композитов с близкими свойствами и завершается сравнением свойств уже существующих аналогичных систем (рис.2, табл. 2, рис.6). Сопоставляя полученные в работе результаты с этими суммирующими рисунками и таблицами, отчетливо видно, что результаты диссертанта соответствуют лучшим мировым достижениям. Нет сомнения, что этот обзор будет служить хорошим введением для молодого поколения, приступающего к работе по соответствующей теме.

Вторая, методическая глава, является по сути одной из главных в диссертации. В ней описано самое важное, каким образом диссертанту удалось приготовить свои композиты. Следует отметить, что в процессе синтеза композитов автор преодолел немало трудностей и приобрел целый ряд "Know how".

Главы 3-6 посвящены описанию полученных экспериментальных результатов. Изложение глав 3 (разработка теплопроводящих нанокompозитов Al-УНТ/смола) и 4 (разработка теплостойких блочных полиимидных нанокompозитов) построено аналогичным образом. Вначале описано влияние механической активации на средний размер и функцию распределения частиц Al (глава 3) или частиц полимерного порошка (глава 4), затем представлены результаты измерений механических и физико – механических свойств, а также детали структуры полученных композитов, а потом приведены результаты измерений тепловых свойств. Главное и общее достижение этих двух разделов – выявление и разумное использование возможностей варьирования объемных свойств материалов за счет изменения размеров структурных элементов композиций. Метод механической активации позволяет изменять в широких пределах гранулометрический состав компонентов, вводить и однородно распределять по объему матрицы

наноразмерные добавки, а также создавать и использовать дефекты, образующиеся при формировании свежей поверхности в результате механической обработки.

Главы 5 и 6 посвящены разработке полимерных нанокомпозитов антифрикционного назначения. Здесь можно отметить два достижения. Для систем с участием высокотемпературных полиимидосодержащих композиций путем введения наночастиц углерода и квазикристаллов удалось приготовить композиции со значительно повышенной износостойкостью (глава 5). Любопытный результат получен в нанокомпозитах на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (глава 6). Оказалось, что введение всего 1 вес.% углеродных нанотрубок уменьшает интенсивность изнашивания в 3 раза.

Замечания:

- 1) Диссертантом показано, что высокая теплопроводность композита Al/эпоксидка наблюдается в том случае, когда размер частиц алюминия маленький (Глава 3). На рис.43 и в тексте раздела 3.3.1 этот экспериментальный факт объясняется «более эффективной теплопередачей вследствие низкого ГРАНИЧНОГО термического сопротивления Al/смола». Как это утверждение согласуется с тем очевидным фактом, что для мелких частиц алюминия ВЕЛИЧИНА границы существенно больше, чем для крупных частиц алюминия?
- 2) Из данных рис. 47 на основании увеличения интенсивности полос поглощения ИК спектров при росте времени помола сделан вывод о протекании химических превращений. Однако аналогичное увеличение интенсивности наблюдается для полосы 1497 см^{-1} , которая относится к колебаниям С-С связей и концентрация которых не должна изменяться. Создается впечатление, что ИК спектры просто не отнормированы, и поэтому для подтверждения выводов о химическом превращении на основании ИК данных требуется дополнительный анализ.

3) Следует указать на редакционную недоработку текста и многочисленные огрехи в этом плане, а также на слишком высокую общность утверждений, приведенных в разделе «Основные положения, выносимые на защиту»

Приведенные замечания не изменяют общей высокой оценки представленной диссертационной работы.

Диссертационную работу Олифирова Л.К. можно квалифицировать как законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на высоком научном уровне. Она отвечает всем требованиям ВАК РФ (п.п. 9 - 14 Положения о присуждении учёных степеней в редакции Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Олифирова Леонид Константинович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы (Металлургия и материаловедение).

Диссертационная работа и отзыв обсуждены и одобрены на заседании Механохимического семинара отдела кинетики ИХФ РАН, протокол №2 от 22 февраля 2017 г.

Отзыв составил:

Доктор химических наук

заведующий лабораторией кинетики механохимических и гетерогенных процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук

 Стрелецкий Андрей Николаевич

119991, Москва, ул. Косыгина, 4, Москва

Телефон: 8 (495) 939-7401

Эл. почта: str@center.chph.ras.ru