



**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ИНСТИТУТ ПЛАСТМАСС ИМЕНИ Г.С. ПЕТРОВА»
(АО «ИНСТИТУТ ПЛАСТМАСС»)**

111024, Российская Федерация
г. Москва, Перовский проезд, д.35
<http://instplast.ru>

Тел./факс: (495) 600-07-00, 600-07-67
E-mail: dir@instplast.ru

№ _____ от _____ 201 г.

На Ваш № _____ от _____ 201 г.

УТВЕРЖДАЮ

Временный генеральный директор
АО «Институт пластмасс»



Андреева Т.И.
2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации АО «Институт пластмасс»

на диссертационную работу Крамарева Дмитрия Владимировича на тему «Композиционные материалы на основе термопластичного полиимида и полиарамидной ткани», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов.

Диссертационная работа Крамарева Дмитрия Владимировича выполнена на кафедре технологии переработки пластмасс РХТУ им. Д. И. Менделеева. Она представляет собой завершенное научное исследование, посвященное модифицированию полиимидов и созданию на их основе композиционных материалов.

Диссертация включает в себя введение, литературный обзор, раздел, посвященный объектам и методам исследований, экспериментальную часть с

обсуждением результатов и общие выводы. Объем диссертации 139 страниц, она содержит 51 рисунок, 27 таблиц и одно приложение.

По теме диссертации опубликовано 5 печатных работ, в том числе 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК, 2 тезиса доклада в сборниках материалов конференций.

Автореферат и публикации автора достаточно полно раскрывают содержание диссертации.

Актуальность темы. Диссертационная работа Крамарева Д.В. посвящена вопросам модификации полиимидов с целью создания комбинированных многослойных композиционных материалов с улучшенными деформационно-прочностными характеристиками при сохранении эксплуатационных свойств.

На основании полученных данных, предлагается использовать разработанные материалы для создания гибких композиционных материалов, используемых в качестве защитного слоя от радиации в надувных космических модулях. Как показывают многочисленные исследования конструкций подобного типа оболочка надувных космических модулей должна состоять из трех основных конструкций: внешней и внутренней армирующих оболочек, а также основного полимерно-тканевого многослойного материала (надувная оболочка), выполняющего защитную функцию от факторов космического пространства. Гибридная структура надувных космических модулей должна сочетать в себе возможность максимально плотной упаковки при транспортировке и низкую массу. Внутренние несущие структуры такого модуля должны быть изготовлены из высокопрочных композиционных материалов и иметь низкий вес. Внешняя оболочка космического аппарата должна составлять примерно 50% его сухого веса. Надувная оболочка наиболее сложный элемент всего космического модуля, так как выполняет одновременно несколько функций:

- защита от попадания космического мусора;
- герметизация внутреннего объема жилого модуля и обеспечение постоянства условий внутри него;
- обеспечение необходимой жесткости всей конструкции;

- обеспечение теплоизоляции космического модуля;
- защита от проникновения ионизирующего излучения и радиации.

Несоответствие хотя бы одному из перечисленных требований делает невозможным эксплуатацию надувного модуля в условиях космоса.

Как правило, слои в таких комбинированных многослойных композиционных материалах выполняют одну функцию защиты от вредного влияния фактора космического пространства. Исследование возможности совмещения двух или более функций в одном слое является перспективным и актуальным.

Значимость для науки результатов диссертационных исследований автора.

Основные результаты, полученные автором этой работы, представляют научный интерес.

Объектами исследований являются полиамидокислота, используемая в качестве форполимера для получения полиимида, модифицированная за счет введения различного типа добавок, содержащих активные функциональные группы, а также наноразмерных наполнителей в виде углеродных нанотрубок.

Выбор методов исследования обеспечил достоверность полученных результатов.

Обсуждение результатов исследований автор начинает с оптимизации процесса получения полиимида – реакции имидизации. Автор исследует влияние температуры и продолжительности термического воздействия на полиамидокислоту, синтезируемую из диангида $3,3',4,4'$ - дифенилоксидтетракарбоновой кислоты (ДФО) и диаминдифенилового эфира резорцина (Диамин Р). В дальнейшем автор показывает влияние модифицирующих добавок на процесс имидизации, отмечая в том числе положительное влияние эпокситрифенольной смолы (ЭТФ) на увеличение скорости процесса.

Введение в состав форполимера наноразмерных наполнителей (углеродные нанотрубки с разной удельной поверхностью) приводит к значительному увеличению прочностных показателей полиимидной плёнки, а также к приданию ей токопроводящих свойств. Введение в состав форполимера активных разбавителей, например, циклокарбоната оксипропиленгликоля, приводит к увеличению эластичности полиимидной плёнки за счёт изменения в структуре материала и увеличению адгезии пленки к полиарамидному волокну. Автор связывает изменение прочностных свойств, в том числе с изменением механизма реакции имидизации, что подтверждено изменением энергии активации процесса имидизации.

Важно отметить, что при физическом модифицировании и увеличении прочностных и деформационных свойств, материалы не теряют свои важные эксплуатационные характеристики, которые и определяют целесообразность использования полиимидов в условиях космоса: стойкость к воздействию ультрафиолетового облучения и солнечной радиации. Автор проводит серию экспериментов, подтверждающих пригодность разработанных материалов в условиях космического пространства: материалы не теряют прочностных свойств после воздействия УФ-облучением и γ -лучами, а крайне незначительные потери массы при проведении термогравиметрического анализа указывают на термостойкость полученных материалов.

Следующий раздел посвящен вопросам совмещения полиарамидной ткани и модифицированного полиимидного связующего. Интересно, что использованный автором олигоэфирциклокарбонат марки «Лапролат» является в полиимидных композициях не только пластифицирующей добавкой, но и оказывает положительное влияние на адгезию к полиарамидному волокну. Автор подробно исследует химические и физические процессы, протекающие при совмещении полиимидной матрицы и полиарамидного волокна, что ранее не рассматривалось в научной литературе. Таким образом, полученные результаты представляет научную новизну. При этом автор изучает изменение значения поверхностной энергии связующего и делает вывод о целесообразности использования

«Лапролата» в качестве модифицирующей добавки. Пропитка полиарамидного волокна полиимидным связующим привела к созданию композиционного материала с улучшенными прочностными свойствами (прочность при растяжении ткани увеличивается на 90% по сравнению с непропитанной тканью).

Совмещение полиарамидной ткани и полиимидного связующего и возможность регулирования свойств получаемых материалов представляет научную новизну и практический интерес.

Значимость для производства результатов диссертационных исследований автора.

В приложении приведено заключение о перспективах использования композиционных материалов на основе полиимидов и арамидных тканей при создании надувных оболочек космического назначения.

Композиционные материалы, совмещающие радиационную стойкость полиимидного связующего и прочность полиарамидной ткани, являются перспективными для создания конструкций оболочек космического назначения. Продолжение работ по созданию опытно-промышленных технологий изготовления таких материалов и технологий их соединения позволит создать надувные оболочки различного назначения, эксплуатируемые в условиях ближнего космоса.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Результаты данной работы могут быть внедрены на предприятиях, как занимающихся выпуском полиимидных материалов, так и для предприятий авиакосмической отрасли.

В качестве замечаний можно отметить следующие:

1. Не обоснован выбор исходного полиимида; нет сравнительного анализа свойств полиимидных материалов в зависимости от химического строения.
2. Не описан механизма реакции имидизации полиамидокислоты при ее модифицировании углеродными нанотрубками.

3. Не исследовано распределение наноразмерного наполнителя в объеме полимерной матрицы. Было бы целесообразно привести снимки материала, полученные, например, при помощи СЭМ.

Другие мелкие замечания и указания на недостатки изложения доведены до сведения автора. Следует отметить, что все указанные выше замечания не являются критичными и не могут повлиять на общую положительную оценку данной диссертационной работы и на достоверность основных выводов. Их следует рассматривать как рекомендации автору для дальнейшего развития его исследований.

По актуальности, новизне, уровню выполнения, объему, научной и практической ценности полученных результатов диссертационная работа полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п.п. 9-14 «Положение о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.), а её автор, Крамарев Дмитрий Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – «Технология и переработка полимеров и композитов».

Доклад соискателя был обсужден на заседании научно-технического совета АО «Институт Пластмасс», протокол № 3 от «07» сентября 2018 г.

Директор НИИПМ
АО «Институт пластмасс»,
кандидат химических наук

Т.Н. Прудскова

«07» сентября 2018 г.

111024, Москва, Перовский проезд, д.35
e-mail: info@instplast.ru
web: www.instplast.ru
tel: +7 (495) 600-06-00

Подпись Т.Н. Прудсковой заверяю
Начальник отдела кадров АО «Институт пластмасс»
Е.Б. Шлык

