

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н., проф. Панова Юрия Терентьевича
на диссертационную работу Крамарева Дмитрия Владимировича
«Композиционные материалы на основе термопластичного полиимид и полиарамидной ткани», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.17.06- Технология и переработка полимеров и композитов

Актуальность темы диссертационной работы Крамарева Дмитрия Владимировича определяется развитием технологии производства композиционных материалов на основе полиимидов, применяемых для нужд авиационной и космической промышленности. Интерес к таким материалам обусловлен их физико-механическими и теплофизическими свойствами, стойкостью к воздействию агрессивных факторов космического пространства, например, солнечной радиации и атомарного кислорода. Современный уровень развития материаловедения позволяет в значительной мере улучшить эти свойства путем модифицирования полимерных связующих химическими методами, применения гибридных систем, использования различных наполнителей, в том числе, наночастиц. Полимерные гетероцепные материалы, содержащие имидные циклы, занимают особое место в ряду связующих для получения композитов функционального назначения. В то же время возможности повышения эксплуатационных свойств полиимидов изучены на недостаточно высоком уровне. В этом плане изучение влияния соединений, содержащих активные функциональные группы на свойства полиимидной матрицы представляется перспективным направлением повышения прочностных характеристик материалов. Другим не менее перспективным путем улучшения свойств полиимидных композиций является введение различных наполнителей, влияющих на свойства как самого полиимиды, так и всего композиционного материала в целом. Для решения указанных выше задач автор использовал широкий набор современных физико-химических методов иссле-

дования - дифференциальную сканирующую калориметрию, ИК спектроскопию, величины адсорбции Гиббса и другие. Было оценено влияние радиации и ультрафиолета на модифицированные материалы.

Достоверность полученных результатов обеспечена использованием современных приборов, стандартных образцов, стандартизованных методов измерений, сопоставлением некоторых результатов измерений, полученных различными методами. Столь обширный набор методов исследования и обработки результатов измерений указывает на уникальность рецензируемой работы. Работа изложена в достаточно понятном научном стиле.

Научная новизна работы заключается во всестороннем исследовании композиций на основе термопластичного полиимида, синтезируемого из диангида 3,3',4,4' - дифенилоксидтетракарбоновой кислоты (ДФО) и диаминодифенилового эфира резорцина (Диамин Р), в сочетании с рядом эпоксисодержащих полифункциональных соединений.

Показано, что свойства связующих определяются технологией имидизации полиамидокислоты, природой и концентрацией модификаторов и молекулярной массой модифицирующих добавок. Автор впервые представил результаты комплексного исследования изучаемых объектов в сочетании с литературными данными, что дает возможность прогнозировать возможные пути практического применения соответствующих композиций. Так, применение результатов исследования дает возможность получения ряда связующих с заданными технологическими характеристиками, в частности, с повышенными теплофизическими и деформационно-прочностными свойствами. Дальнейшее модифицирование связующих наполнителями дает возможность получать композиционные материалы с высокими прочностными и адгезионными свойствами.

Теоретическая и практическая значимость работы состоят в том, что результаты исследований дают возможность направленного регулирования комплекса свойств связующих и композиционных материалов. Особое значение имеют связующие для получения пластиков для нужд космической

промышленности. Известно, что космические летательные аппараты, в том числе с гибкой оболочкой, изготавливаются из многослойных комбинированных материалов, где каждый слой отвечает за защиту от определенного фактора космического пространства. Идея совмещения двух слоев в одном материале представляется крайне перспективной. По задумке автора, полиимидный слой должен защищать космический аппарат от солнечной радиации и высоких температур, а полиарамидная ткань позволит увеличить стойкость к пробитию при столкновении с космическим мусором. Кроме того, это позволит снизить массу аппарата в целом, что приведет к экономии горючего. Наполненные связующие могут использоваться в качестве тепло-, термо- и нагревостойких изоляционных материалов, например, для эмалирования электропроводов и покрытия ядерных реакторов.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы и приложения. Во введении автор обосновывает актуальность и цель исследования, достоверность полученных результатов, отражает научную, теоретическую и практическую значимость, приводит данные о апробации работы. В литературном обзоре (199 цитируемых работ) приведены основные результаты исследований по получению, свойствам и применению полиимидов, в т.ч. наполненных. На основании современных литературных данных автором сформулированы выводы, положенные в основу для постановки задачи исследований. В разделе «Объекты и методы исследований» подробно описаны свойства исходных материалов. Перечень методов и методик проведения исследований, описанных в разделе, в целом представляется необходимым и достаточным для обсуждения полученных результатов и выводов.

Раздел «Обсуждение результатов» включает исследование процессов имидизации полиамидокислоты, являющейся форполимером получаемого полиимида, оптимизации этого процесса за счёт варьирования температуры, продолжительности и добавления модификаторов, влияние этих факторов на свойства полиимидных плёнок, получаемых методов полива, а также на межфазные процессы между полиарамидным волокном и связующим. На ос-

новании полученных результатов автором сформулированы достаточно обоснованные выводы.

Рецензируемая научная работа является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, обладающей актуальностью, новизной и практической значимостью.

Качество оформления диссертации соответствует нормативным положениям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Основные положения диссертации достаточно полно изложены в пяти научных работах, в том числе трех публикациях в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Аннотация диссертации в достаточной мере отображает основное содержание, положения, идеи и выводы диссертации.

В качестве замечаний и предложений можно отметить:

1. Цель работы сформулирована достаточно обще, в частности «.....с улучшенными деформационно-прочностными характеристиками.». Возникает вопрос: А на сколько улучшенными? Достиг ли автор необходимого улучшения?

2. Введение различных модификаторов приводит к улучшению (ухудшению) различных показателей, так, например, введение эпокситрифенольной смолы приводит к повышению прочности, а введение олигоэфирциклокарбоната к увеличению относительного удлинения. Почему бы не ввести одновременно оба модификатора для повышения обоих показателей.

3. В работе не исследуется такой важный показатель как вязкость. Хотя известно, что при получении композиционных материалов, особенно высоконаполненных, вязкость связующего важнейший технологический параметр.

4. Автор не всегда подтверждает предполагаемый механизм происходящих процессов. Например, наблюдаемое снижение массы материала при

$T=125\text{ C}$ при проведении ТГА (рис 4.18., стр. 100), автор связывает с испарением оставшегося растворителя, однако не приведено доказательство этого явления.

5. В таблице 4.5. (стр. 97) показано, что при использовании наномодификатора, энергия активации реакции имидизации существенно возрастает. Однако не предложен механизм этого явления.

6. В таблице 1.1 (стр. 19) автор в качестве фактора космического пространства указывает поток атомарного кислорода на высоте 300 км при скорости аппарата 7,8 км/с). На странице 22 указано, что «основной вклад в разрушение образцов полиимидных пленок принадлежит воздействию потока атомарного кислорода». При этом в дальнейшем автором не исследуется влияние этого фактора на свойства композиционных материалов.

7. В работе, в первую очередь при изучении физико-механических свойств и энергий активации реакции имидизации не указаны погрешности определения этих величин.

8. В таблице 5.8. (стр. 114) приведены данные, из которых следует значительное увеличение прочности композиционных материалов при пропитке связующими, однако в тексте диссертации не представлены механизмы, приводящие к такому изменению прочности.

Необходимо подчеркнуть, что приведенные замечания не снижают положительной оценки работы. Диссертационная работа Д.В. Крамарева «Композиционные материалы на основе термопластичного полиимид и полиарамидной ткани», является законченным научно-квалифицированным исследованием, которое по актуальности, объему материала, новизне, практической значимости и достоверности полученных результатов соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного правительством Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, поскольку в ней решена задача создания новых композиционных материалов на основе термопластичного полиимид и полиарамидной ткани», а ее автор Крамарев Дмитрий Влади-

мирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – «Технология и переработка полимеров и композитов».

Официальный оппонент

Доктор технических наук

заведующий кафедрой Химических технологий

Владимирского государственного университета

имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

профессор,

Телефон: (4922) 47 99 57

e-mail: tpp_vlgu@mail.ru

6.09.2018 г.

Юрий Терентьевич Панов

ПИСЬ ЗА
У. СЕКРЕТАРЬ
КОИНОВА Т.

