

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Нгуен Ле Хоанг

«Разработка эпоксикремнийорганических материалов с улучшенными теплостойкостью и прочностными характеристиками», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов

Актуальность темы диссертационной работы Нгуен Ле Хоанг определяется бурным развитием технологии производства композиционных материалов, широко применяемых практически во всех отраслях промышленности. Интерес к таким материалам обусловлен их физико-механическими, теплофизическими, антикоррозионными и другими эксплуатационными свойствами. 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. Особое место в ряду связующих для получения композитов занимают эпоксидные смолы, в частности, эпоксисилокислотные и эпокситрифенольные, применяемые для получения термо-, тепло- и нагревостойких изделий. В то же время возможности повышения эксплуатационных свойств этих материалов изучены недостаточно. В этом плане изучение влияния кремнийорганических соединений на свойства совмещенных эпоксикремнийорганических соединений представляется перспективным направлением повышения теплофизических характеристик и ударной вязкости материалов. Другим не менее перспективным путем улучшения свойств эпоксидных композиций является введение различных наполнителей. Одной из существенных проблем является выбор типа и концентрации отвердителя, что и явилось одним из ключевых объектов исследования.

Для решения указанных выше задач автор использовал широкий набор современных физико-химических методов исследования – ротационную вискозиметрию, термомеханический анализ, дифференциальную сканирующую калориметрию, динамический механический, диэлектрический и золь-гель анализы, ИК спектроскопию, рефрактометрию, определение остаточных напряжений, величины адсорбции Гиббса, ультразвуковую обработку образцов. **Достоверность** полученных результатов обеспечена использованием современных приборов, стандартных образцов, стандартизованных методов измерений, сопоставлением некоторых результатов измерений, полученных различными методами, применением методов математической статистики для расчета результатов. 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 эпокситрифенольной и эпоксиноовлачной смол в сочетании с рядом кремнийорганических полифункциональных соединений. Показано, что свойства связующих определяются природой эпоксидного олигомера и типом заместителя при атоме кремния в кремнийорганических соединениях. 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 минеральными наполнителями (углеродные нанотрубки, органобентонит, оксид алюминия, волластонит, стеклянные микросферы) 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 стекло- и углепластиков на основе препрегов и ровингов, полученных из расплава связующего. Эти материалы могут найти широкое применение в аэрокосмической, электротехнической и других отраслях промышленности. Наполненные связующие могут использоваться в качестве тепло-, термо- и нагревостойких заливочных компаундов, например, для пропитки обмоток погружных насосов для нефтяных скважин.

Диссертация состоит из введения, трех глав, выводов, списка литературы и приложений. Во введении автор обосновывает актуальность и цель исследования, достоверность полученных результатов, отражает научную, теоретическую и практическую значимость, приведет данные о апробации работы.

В литературном обзоре (131 цитируемая работа) приведены основные результаты исследований свойств и использования эпоксифенольных и эпоксиноволачных смол, отверждаемых аминами, кремнийорганических смол и их применения в качестве модификаторов эпоксидных смол, наполнителей – углеродных нанотрубок, нановолокон оксида алюминия, органобентонита, волластонита и стеклосфер. 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 отверждения ряда эпоксаминных композиций и их оптимизации, модификации таковых наночастицами различной природы и полиорганосилоксанами. В заключительной части раздела приведены состав и свойства композиционных материалов на основе разработанных

эпоксисилановых соединений. На основании полученных результатов автором сформулированы достаточно обоснованные выводы.

В результате прочтения представленной диссертации у меня сложилось устойчивое мнение о том, что работа представляет собой законченное научное исследование несмотря на ряд обнаруженных недостатков:

1. В литературном обзоре (с. 18) формула смолы ЭТФ приведена с ошибкой. В ТУ на смолу отсутствуют данные о молекулярной массе. Этот показатель взят из других литературных источников (с. 58). Для характеристики молекулярной массы смолы ЭТФ следовало бы определить молекулярно-массовое распределение. При нормальной температуре смола ЭТФ твердая, а не высоковязкая.

2. При обсуждении функциональных свойств аминов не учитывается каталитическая роль третичных аминов (с. 29, 31).

3. Полиорганосилоксаны представляют собой олигомерные продукты (с. 40), а не полимеры, обладающие довольно низкой адгезией к субстратам по сравнению с эпоксидными смолами (с.43).

4. К сожалению, приведенные в работе данные исследования методом ИК-спектроскопии носят качественный характер, хотя количественный анализ позволил бы более полно охарактеризовать процессы взаимодействия в исследуемой системе.

5. Не указаны погрешности определения коэффициентов уравнений, представленных на рис. 3.16, 3.17, 3.31, 3.32, хотя метод наименьших квадратов позволяет это сделать (например, на рис. 3.50 и 3.51).

6. На рис. 5.58 увеличение продолжительности индукционного периода связывается автором со стерическими препятствиями, создаваемыми кремнийорганическим модификатором для отверждения эпоксидной смолы, хотя, прежде всего, это связано с уменьшением концентрации функциональных групп в результате разбавления системы кремнийорганической компонентой.

7. В работе присутствуют некоторые ошибки, например (с. 14 — 2 строка) ; и неточности в изложении (с. 16, с. 11; с. 17 — 8 строка; с. 24 — 2

отверждение пластмасс, синтез сетчатых полимеров» и пункту 3 – «Физико-химические основы процессов, происходящих в материалах на стадии изготовления изделий, а также их последующей обработки, в процессе эксплуатации (деструкции, старения). Экологические проблемы технологии синтеза полимеров и изготовления изделий из них».

Результаты работы нашли свое отражение в 10 публикациях, в том числе в 3 статьях научных изданий из Перечня ВАК, 3 статьях в научных журналах, входящих в базу данных РИНЦ, в 4 тезисах докладов.

Автор работы, Нгуен ле Хоанг, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – «Технология и переработка полимеров и композитов».

Официальный оппонент:

доктор химических наук,

ста

си

им

Евтушенко Юрий Михайлович

По

си

ка

Ученый секретарь Института
им. Н.С. Ениколопова РАН
Попова Татьяна Вениаминовна



Доктор химических наук,

старший научный сотрудник Института

синтетических полимерных материалов

им. Н.С. Ениколопова РАН

адрес: 117393, Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 70

телефон: 8-495-332-58-56

e-mail: evt-yuri@mail.ru