

## ОТЗЫВ официального оппонента

на диссертационную работу Буй Даң Мань на тему «Разработка композиционных материалов на основе эпоксиуретановых олигомеров с улучшенными эксплуатационными свойствами» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 - «Технология и переработка полимеров и композитов»

К числу перспективных матриц для получения различных полимерных композиционных материалов (ПКМ) относятся эпоксисодержащие матрицы. Однако существенным недостатком подобных материалов являются низкие ударные характеристики и достаточно высокие остаточные напряжения, возникающие при формировании деталей. Это приводит к неполной реализации потенциально высоких свойств таких материалов. Одним из подходов к решению данной проблемы является использование эффективных модифицирующих добавок в составе полимерной матрицы в ПКМ.

В связи с этим, диссертационная работа Буй Даң Мань, посвящённая исследованию способов модификации эпоксидных смол с целью получения эпоксиуретановых соединений с улучшенными прочностными и эксплуатационными показателями, является весьма актуальной.

Научная новизна работы Буй Даң Мань состоит в том, что в ней разработаны комплексные методы исследования и регулирования структуры и свойств эпоксиуретановых олигомеров в зависимости от природы используемых модификаторов и технологических параметров процесса.

Структура и объём работы Буй Даң Мань соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Работа изложена на 140 страницах, включает 28 рисунков и 24 таблицы.

Диссертационная работа содержит введение, литературный обзор, главу, описывающую объекты и методы исследования, главу, посвящённую экспериментальным исследованиям способов получения эпоксиуретанов в

отсутствии изоцианатов и разработке материалов на основе эпоксиуретановых связующих, выводов и списка использованных литературных источников, включающего 156 ссылок, приложение.

Обзор литературы практически всесторонне раскрывает состояние вопроса, касающегося получения эпоксиуретановых полимеров. В нём отражены проблемы использование высокотоксичных алифатических или ароматических изоцианатов, обусловливающие их повышенную опасность для человека и окружающей среды. Перспективной альтернативой являются уретановые материалы, не содержащие изоцианаты.

Особое внимание уделено основным способам получения эпоксиуретанов в отсутствии изоцианатов – взаимодействию мономерных или олигомерных циклических карбонатов с аминами, являющимися одновременно отвердителями для эпоксидных смол и модификации эпоксидных смол эпоксициклокарбонатными соединениями. Следует считать, что с задачей анализа литературы диссертант справился вполне успешно. Это позволило ему обоснованно сформулировать задачи настоящего исследования. Они достаточно широки и включают как изучение структурных характеристик полимерных композиций, так и исследование добавок различной химической природы на процессы структурообразования эпоксиуретановых олигомеров, регулирование скорости формирования сетчатых структур.

В главе «Объекты и методы исследования» достаточно подробно описаны как используемые полимеры, многочисленные модификаторы и отвердители, так и методы исследования, в том числе ИК-спектроскопия, термомеханический анализ, ротационной вискозиметрия, индикаторным метод.

В главе, посвящённой экспериментальным исследованиям, представлен фактический материал и обобщены результаты по использованию аддуктов эпоксидной смолы и отвердителя с реакционноспособными модификаторами для направленного регулирования структуры и свойств материалов на основе

эпоксидных смол.

Следует остановиться на крайне важном аспекте исследования: автором показано, что наиболее перспективным модификатором эпоксидных смол, обеспечивающим высокую адгезионную и долговременную прочность, является циклопропиленкарбонат, а модификация эпоксидных смол циклокарбонатными соединениями представляет собой один из неизоцианатных способов получения эпоксиуретанов. Этот эффект проявляется благодаря возможности циклокарбонатных групп образовывать уретановые связи с аминогруппами по аналогии с безизоцианатным способом получения уретановых олигомеров. Обнаруженный эффект имеет хорошие перспективы в плане дальнейших исследований возможности получения эпоксиуретановых связующих.

Самым значительным результатом, полученным диссертантом, является разработка армированных композиционных материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами, сочетающих длительную жизнеспособность препегов на их основе при температуре хранения и высокую реакционную способность при температурах переработки. Из принципиально важных научных результатов заслуживают внимание следующие:

- эпоксиуретановые соединения оказывают влияние на процессы отверждения и улучшают основные характеристики структурированных продуктов;
- циклокарбонаты представляют практический интерес для синтеза уретансодержащих полимеров;
- разработанные композиционные материалы проявляют хорошие эксплуатационные свойства и характеризуются стабильностью при воздействии повышенной температуры, влажности и УФ-облучения.

Практическая значимость работы заключается в том, что как правильно сформулировал автор, в результате показана возможность создания композиционных материалов на основе эпоксиуретанов, получаемых безизоцианатным способом. Разработанные составы прошли испытания на

ООО НПП «Полипласт» и дали положительные результаты при эксплуатации в условиях повышенной влажности и температуры.

Конечно, такая объёмная работа не может быть выполнена без определённых недостатков. Приходится высказать несколько замечаний:

- так как соотношение скоростей реакции между аминным отвердителем и циклокарбонатными и эпоксидными группами зависит от температурных условий проведения процесса и соотношения компонентов, то было бы целесообразно исследовать влияние этих факторов на свойства эпоксиуретановых связующих;

- не совсем обоснован вывод об образовании интеркаляционных структур при введении в эпоксисодержащее связующее алюмооксидных нанотрубок, хотя и получены очень обнадёживающие результаты по всем изученным физико-механическим и технологическим свойствам композиционного материала;

- отсутствует сравнительная характеристика эксплуатационных свойств полученных композитов и связующих с аналогичными промышленными материалами.

### Заключение:

Несмотря на высказанные замечания, которые не снижают общего положительного впечатления от представленной работы, можно сделать вывод, что работа Буй Даң Мань представляет собой логически завершённую научно-квалификационную работу, в которой дано теоретически и практически обоснованное решение проблемы создания композиционных материалов на основе эпоксиуретанов, получаемых безизоцианатным способом, с улучшенными эксплуатационными свойствами. Такие композиции наверняка найдут и широкое практическое использование.

Достоверность и обоснованность полученных в работе результатов не вызывает сомнения и полностью подтверждается положительными

результатами применения оригинальных методик, решением оптимизационных задач по модификации и созданию эпоксиуретановых материалов с повышенной адгезионной прочностью и низким уровнем остаточных напряжений.

Личное участие соискателя учёной степени в получении результатов, изложенных в диссертации, состоит в непосредственном участии во всех этапах исследовательского процесса, подготовке публикаций по проделанной научной работе, представлении результатов исследования на международной научно-практической конференции.

Материалы диссертации достаточно полно представлены в опубликованных работах, среди которых 3 публикации в рецензируемых журналах ВАК. Материалы работы были представлены на международной научно-практической конференции.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации, а публикации достаточно полно раскрывают суть и объём работы.

Работа имеет не только научную значимость, но и направлена на решение важной практической задачи, имеющей значение для развития технологий новых полимерных материалов.

Диссертация соответствует паспорту специальности 05.17.06 – «Технология и переработка полимеров и композитов» в области исследований п. 2 – Физико-химические основы технологии получения и переработки полимеров, композитов и изделий на их основе, включающие стадии синтеза полимеров и связующих, смешение и гомогенизацию композиций, изготовление заготовок или изделий, их последующей обработки с целью придания специфических свойств и формы; отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с п. 9 - 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

Диссертация по актуальности, научной новизне и практической значимости полностью соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям.

Автор диссертации Буй Дык Мань достоин присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 - «Технология и переработка полимеров и композитов».

## Официальный оппонент:

Доцент кафедры «Технология композиционных материалов, конструкций и микросистем» ФГБОУ ВПО «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского», кандидат технических наук, доцент

 И.П. Мийченко

Почтовый адрес: Россия, 121552, г. Москва, ул. Оршанская, д. 3,  
МАТИ – Российский государственный технологический университет  
имени К.Э. Циолковского;  
Тел. : +7 (499) 141 94 70; +7 (499) 141 94 50  
E-mail: [tppm-mati@yandex.ru](mailto:tppm-mati@yandex.ru)

Подпись И.П. Мийченко удостоверяю.

## Главный учёный секретарь

ФГБОУ ВПО «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского»

«22» августа 2015 г.

