

## О Т З Ы В

официального оппонента Малышевой Галины Владленовны на диссертацию Костенко Владислава Андреевича на тему «Связующие для стеклопластиков на основе эпоксидного олигомера и диаминодифенилсульфона, модифицированные смесями термопластов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов

### 1. Актуальность темы

Полимерные композиционные материалы на основе эпоксидной матрицы широко применяются в различных отраслях промышленности, в том числе в ракетно-космическом производстве и авиастроении при изготовлении силовых элементов, от которых требуется сочетание высокой прочности, легкости, термостойкости и долговечности. Однако обеспечение требуемой долговечности в условиях длительного воздействия знакопеременных нагрузок при использовании стандартных эпоксидных связующих невозможно, что связано с их невысокой трещиностойкостью. Для повышения деформационно-прочностных характеристик эпоксидных матриц в их состав вводят термопластичные материалы. Однако реологические свойства таких связующих очень сильно изменяются, что в целом ряде случаев не позволяет их использовать для изготовления композитных конструкций по стандартным технологиям при использовании в качестве армирующего материала стекловолокна.

Учитывая большое разнообразие конструкций из стеклопластиков и разные технологии их формования, поиск эффективных путей создания связующих, одновременно обладающих заданным комплексом технологических и деформационно-прочностных свойств, является очень сложной задачей.

Таким образом, задача разработки связующих для полимерных композиционных материалов на основе эпоксидного олигомера и смесей жесткоцепных термопластов, является актуальной.

### 2. Структура, содержание, методология и оформление диссертации

Диссертация состоит из введения, трех глав, выводов и списка литературы (106). Изложена на 107 стр. машинописного текста, содержит 73 рисунка и 14 таблиц. Диссертация написана хорошим литературным языком, аккуратно оформлена и по этим признакам отвечает предъявляемым требованиям. Методология современная, включает широкое использование современной измерительной аппаратуры и отличается хорошей логикой изложения.

### **3. Научная новизна**

В диссертационной работе создан научный метод оценки совместимости компонентов эпоксидного связующего, в состав которого введена смесь поликарбоната и полиэфиримида. Предложены способы модификации эпоксидного связующего путем введения в его состав термопластичных полимеров, обеспечивающих повышение эксплуатационных свойств стеклопластиков на его основе. Предложен комплексный подход для оценки кинетики процесса отверждения, что принципиально важно для получения высоких характеристик стеклопластиков.

### **4. Практическая ценность**

Практическая ценность оппонируемой работы заключается в создании рецептур связующих, позволяющих получать композиты с высокими деформационно-прочностными характеристиками. Созданные новые материалы обладают в 1,5-2 раза более высокими характеристиками по трещиностойкости.

### **5. Достоверность основных научных положений, результатов и выводов**

В диссертационной работе Костенко В.А. ставит цель создать связующие для полимерных композиционных материалов на основе эпоксидного олигомера и диаминодифенилсульфона с улучшенными деформационно-прочностными характеристиками, с помощью введения в их состав смесей жесткоцепных термопластов и разработать технологию получения из них стеклопластиков. Разработанные автором рецептуры и технологические режимы дают возможность сказать, что цель достигнута.

В диссертации дается поистине энциклопедический анализ свойств эпоксидных связующих, методов управления их деформационными характеристиками, методов оценки совместимости реактопластов с термопластами. Из анализа возможных решений делается правомерный вывод, что для повышения требуемого комплекса свойств необходимо использовать жесткоцепные термопластины.

Учитывая сложные условия совмещения термопластичных модификаторов с эпоксидным олигомером и на основании сказанного можно сделать вывод, что выводы по работе 1...5 достоверны и правомерны.

**В первой главе** автор дает анализ современного состояния вопроса. Следует отметить, что над этими проблемами работало много ученых из академических институтов и университетов, но автору удалось коротко, и в тоже время, достаточно полно показать современное состояние этой проблемы и сформулировать основные задачи работы.

**Вторая глава** посвящена объектам и методам исследования. Автор достаточно подробно приводит свойства используемых термопластичных материалов. Здесь же излагаются методы исследования, используемые в работе. К недостаткам этой части работы также следует отнести тот факт, что

какие-то методики автор описывает излишне подробно (например, определение адгезионной прочности методом pull-out), а какие-то вообще пропускает. Например, далее в 3 главе на стр. 49 автор пишет о том, что использовал Скейлинговую теорию и было бы логично привести описание этой теории в 1 или 2 главах диссертационной работы. В качестве замечаний по этой части работы также следует отметить отсутствие единой методики описания используемых методов. Например, в табл. 8 приведены данные по всем изготовленным образцам, которые автор исследовал методом pull-out, тогда как для всех остальных видов испытаний такие данные отсутствуют.

**Третья глава** является основной частью работы, где автор приводит полученные экспериментальные результаты, анализирует их и делает выводы.

Автор последовательно рассматривает вопросы совместимости эпоксидного олигомера с термопластами. Эта часть работы представляет наибольший научный интерес, поскольку автору удалось установить важные закономерности, указывающие на тот факт, что при введении термопластов совместимость может как улучшаться, так и ухудшаться. Например, поликарбонат снижает совместимость эпоксидного олигомера с полиэфиримидом, тогда как введение в эпоксидный олигомер полисульфона улучшает совместимость эпоксидного олигомера с ПЭИ.

Далее следует раздел, связанный со свойствами и последний раздел посвящен кинетике отверждения. Представляется, что логично было бы дать материал в иной последовательности, первоначально – реология, кинетика отверждения и только потом свойства. Я не являюсь сторонником использования в технической литературе терминов типа «эволюция модуля упругости» (стр. 52), однако в данном контексте это является оправданным, т.к. автор делает акцент на характер изменения исследуемого показателя.

В результате проведенных исследований установлен ряд закономерностей, представляющих практическую ценность: показано, что наибольшей ударной вязкостью обладают матрицы, модифицированные смесями поликарбоната и полиэфиримида и они не приводят к снижению температуры стеклования. Автором установлено рациональное соотношение поликарбоната и полиэфиримида и доказано улучшение трещиностойкости стеклопластиков на основе данных связующих.

В целом третья глава работы выполнена на хорошем уровне и ее единственными недостатками является неудачное оформление, связанное с низким качеством рисунков (не понятны обозначения на рис. 3.1.8; 3.3.6; 3.3.7; 3.3.14-3.3.17), неудачной их нумерацией, что приводит к тому, что автор сам начинает путаться, например, на стр. 94 указан номер рис. 3.2.21, хотя в действительности это номер 3.3.21. На рис. 3.2.1., 3.2.2, 3.2.3 и др. отсутствует шкала, что не позволяет понять, что же там изображено, кроме этого в тексте работы отсутствует описание данных рисунков.

Есть ошибки в нумерации страниц, например, в оглавлении указано, что раздел 3.2. начинается со стр. 65, тогда как в тексте диссертации это стр. 57. Аналогичные замечания имеются и по другим разделам работы.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

## **6. Публикации по теме диссертации**

По результатам диссертационной работы опубликовано 7 печатных работ, в том числе 2 статьи в рецензируемых журналах из перечня ВАК и тезисы 5 докладов. Материалы диссертации достаточно полно обсуждались на всероссийских и международных конференциях.

**7. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**, изложенных в диссертации, обеспечена применением научно-обоснованных методов, аттестованных методик исследований, государственных стандартов и современных средств измерения, использованием современных литературных источников. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, подкреплены фактическими данными и наглядно представлены в приведенных таблицах и на рисунках.

Достоверность полученных результатов диссертации базируется на логичном, методически-обоснованном подходе к постановке и решению задач, а также успешном достижении цели исследований.

## **8. Замечания**

В качестве основных недостатков по диссертационной работе Костенко В.А. следует отметить:

1) не ясно зачем нужна такая точность температуры отверждения, 132°C, 152°C и 172°C (рис. 3.1.1., стр. 48 и далее) и каким образом автор мог ее контролировать и обеспечивать;

2) на стр. 48 автор пишет о том, что он использует модель статической гомогенной реакции, однако ни самой модели, ни химической реакции (стр. 48) в работе не приводится;

3) на стр. 60 автор пишет «поверхность с выступами может быть образована механизмом щелевого отклонения и фрикционным блоком», но ни до ни после нет описания ни механизма, ни блоков;

4) рис. 3.2.25, точно также, как и рис. 3.3.18, 3.2.21 не называется гистограммой, это обычная столбчатая диаграмма;

5) не понятно о каких краевых углах смачивания идет речь в разделе 3.3, нет анализа причин по которым значения краевого угла смачивания после отверждения ниже, чем до (табл. 3.3.1, стр. 78);

6) из данных, приведенных на рис. 3.3.13 следует, что немодифицированная композиция имеет наименьшие значения остаточных напряжений и возникает вопрос, зачем в этом случае проводить модификацию;

7) в автореферате не приведены формулировки задач.

В целом диссертация Костенко В.А. является полностью законченной научной работой и сделанные замечания не меняют общей положительной оценки диссертации.

### Заключение

Диссертационная работа Костенко Владислава Андреевича «Связующие для стеклопластиков на основе эпоксидного олигомера и диаминодифенилсульфона, модифицированные смесями термопластов» является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные новые технические решения задачи разработки состава связующего на основе эпоксидного олигомера и термопластичных связующих, отличающегося тем, что оно позволяет получать стеклопластики с улучшенными деформационно-прочностными свойствами, по своему объему, научному уровню и конкретным практическим результатам соответствует п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а её автор Костенко Владислав Андреевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов.

Официальный оппонент, д.т.н., профессор кафедры «Ракетно-космические композитные конструкции» ФГБОУ ВО МГТУ им. Н.Э. Баумана, доцент (специальность 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов)

Малышева Галина Владленовна

10-09-2020г.

В Е Р Н О

ЗАМ. НАЧАЛЬНИКА УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ

МГТУ им. Н. Э. Баумана

А. Г. МАТВЕЕВ

Контактная информация:

Федеральное государственное бюджетное образование «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана»

105005, Российская Федерация, Москва, 2-я Бауманская, 5, стр. 1

E-mail: [malyin@mail.ru](mailto:malyin@mail.ru)

Тел.: 8 499 263-65-14, моб +7 (985) 231-94-75;

образовательное учреждение высшего технический университет имени Н.Э.

