

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Петровой Туяры Валерьевны

«Низковязкие эпокси-полимерные связующие для намоточных армированных пластиков с повышенной трещиностойкостью», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.7 – Высокомолекулярные соединения

Диссертация Петровой Т.В. посвящена разработке принципов создания низковязких связующих, состоящих из термореактивного связующего (эпоксидного олигомера), термопластичного модификатора (полисульфона) и активного разбавителя (фурфурилглицидилового эфира), а также армированных пластиков с повышенной трещиностойкостью на их основе. *Актуальность диссертационной работы* не вызывает сомнений, т.к. армированные волокнами полимерные композиционные материалы (ПКМ) обладают уникальными упруго-прочностными характеристиками и широко применяются для производства изделий в различных отраслях техники. Несмотря на то, что в настоящий момент разработано значительное количество армированных ПКМ, разработка новых связующих, которые могут обеспечить технологичность при изготовлении армированных пластиков традиционными технологиями и повышенную трещиностойкость ПКМ, является важной практической задачей. В своей диссертационной работе Петрова Т.В. последовательно исследует трехкомпонентные системы эпоксидный олигомер – полисульфон – фурфурилглицидиловый эфир и матрицы на их основе. Полученные автором данные о совместимости компонентов, реологическом поведении связующего, а также о физико-механических свойствах, морфологии и трещиностойкости полученных материалов могут быть использованы при моделировании и прогнозировании свойств гибридных ПКМ, что определяет *теоретическую значимость работы*. В основном работа направлена на решение практических задач по изготовлению армированных пластиков для машиностроения, что требует

создания изделий из ПКМ на основе низковязких гибридных смесевых связующих с направленным регулированием их конечной структуры, обеспечивающей повышенные значения трещиностойкости. *Практическая значимость работы* также подтверждена патентом на изобретение.

Диссертационная работа Петровой Т.В. построена традиционно и состоит из введения, обзора литературы (глава 1), экспериментальной части (глава 2), пяти глав с результатами исследования и их обсуждением (главы 3-7), заключения и списка литературы (130 источников). Диссертационная работа изложена на 153 страницах, содержит 51 рисунок, 22 таблицы и 30 формул.

Литературный обзор хорошо структурирован, информативен и отражает современные данные о ПКМ и армированных пластиках. Приведена основная информация о прочности и трещиностойкости ПКМ и способах их увеличения, в т.ч. путем модифицирования полимерных матриц активными разбавителями и термопластичными полимерами, чему посвящена экспериментальная часть работы. Отдельно автор рассматривает особенности переработки смесевых связующих, а также механизмы разрушения гибридных матриц и армированных пластиков на их основе.

Глава 2 содержит экспериментальную часть, в которой описаны характеристики исходных веществ (эпоксидиановый олигомер, полисульфон, фурфурилглицидиловый эфир, отвердители (триэтаноламинтитанат и изометилтетрагидрофталевоый ангидрид), ускоритель 2-метилимидазол, стеклянный и углеродный ровинги), методики изготовления связующих, модифицированных матриц и армированных пластиков на их основе, а также методы их анализа. Автор исследует различные соотношения компонентов в полимерной матрице и две технологические схемы намотки при получении армированных ПКМ на их основе. Экспериментальная часть диссертационной работы написана подробно и основывается на применении значительного количества современных методов исследования: интерферометрия, реологические исследования, СЭМ+ЭДС, ДСК, а также

широкий спектр методов исследования деформационно-прочностных характеристик ПКМ.

Дальнейшие главы посвящены описанию результатов исследования. Глава 3 описывает результаты исследования совместимости многокомпонентной системы и изменение температурно - временных параметров переработки композиций с использованием метода интерферометрии и реологических испытаний. В главе 4 представлены свойства гибридных матриц, исследованных с помощью ДСК, ДМА и испытаний при растяжении и на трещиностойкость. Выбраны оптимальные технологические параметры. Глава 5 посвящена исследованию армированных пластиков на основе разработанных эпокси-полимерных связующих, в т.ч. их трещиностойкости и прочности при сдвиге. В главе 6 описана морфология поверхности разрушенных гибридных матриц, а также угле- и стеклопластиков на их основе. В главе 7 представлены зависимости трещиностойкости матрицы и армированного пластика на его основе.

Диссертационная работа Петровой Т.В. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой разработаны низковязкие гибридные эпоксидные связующие для армированных пластиков на основе термопластичного модификатора и активного разбавителя с повышенной ударо- и трещиностойкостью, теплостойкостью. Результаты вполне соответствуют мировому уровню в данной области. Достоверность выводов не вызывает сомнений, т.к. они основаны на результатах различных исследований, которые друг друга дополняют и не противоречат. По материалам диссертации опубликовано 13 работ, из них 4 статьи в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК, и 1 патент. Автореферат и опубликованные научные труды соответствуют основному содержанию диссертации.

Однако, несмотря на положительное впечатление по работе есть ряд замечаний и вопросов:

1. Почему при создании гибридных связующих концентрация полисульфона и активного разбавителя в эпоксидном олигомере не превышала 20 мас. %?

2. Было бы полезно провести более полный анализ СЭМ изображений (рисунок 42 и 43) и привести данные о размере фаз не в виде их диапазона, а дать информацию о среднем размере и распределении по размерам.

3. К сожалению, автор не сравнивает полученные ПКМ с аналогичными материалами. Превосходят ли разработанные материалы те, которые описаны в литературе?

Сделанные замечания не являются критичными и несколько не снижают общего благоприятного впечатления от работы.

Считаю, что диссертация Петровой Т.В. полностью соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утверждённых постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а её автор, Петрова Туяра Валерьевна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.4.7 - Высокомолекулярные соединения.

Официальный оппонент:

старший научный сотрудник лаборатории твердофазных химических реакций Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова Российской академии наук, доктор химических наук (1.4.7 - Высокомолекулярные соединения)

Демина Татьяна Сергеевна

29 января 2024 г

Адрес места работы:

117393, Российская Федерация, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 70

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова Российской академии наук (ИСПМ РАН)

Тел.: +7 495 525 25875. e-mail: demina@ispm.ru

Подпись заверяю

Т. В. Савина

