



Общество с ограниченной ответственностью
ИНН 9731033590, КПП 501101001, 140301, Московская обл,
Егорьевский г.о., ул. Островского, дом 28
Email: tpcomposites@mail.ru www.tpcomposites.ru

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Вевериса Алниса Александровича
«Структура и свойства термопластичного углепластика
с дисперсно-упрочнённой полиэфирсульфон-полиэфиримидной матрицей»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 2.6.17 – «Материаловедение»

Диссертационная работа Вевериса Алниса Александровича посвящена разработке нового термопластичного полимерного композиционного материала (ТПКМ) на основе углеродных волокон (углепластика) и полимерной матрицы из смеси высокотемпературных (суперсонструкционных) термопластов, представленных полиэфирсульфоном (ПЭСФ) и полиэфиримидом (ПЭИ). Актуальность создания такого углепластика обоснована автором как решение задачи замены аналогов на основе полиэфирэфиркетона (ПЭЭК), дефицитного и дорогостоящего материала матрицы, чей комплекс свойств может быть избыточен для нетребовательных к химической стойкости применений. Подход создания смесей полимеров в качестве матрицы углепластика обоснован автором как необходимый для повышения уровня упруго-прочностных характеристик матрицы относительно чистых ПЭСФ и ПЭИ. В работе приведен ряд исследований и испытаний на каждом из этапов разработки углепластика – создания смесей, получения полуфабрикатов (препрегов и филаментов), и их консолидации в образцы углепластика.

Для плёнок из смесей ПЭСФ-ПЭИ, полученных из растворов, автором показано, что при содержании ПЭИ как менее 10 %, так и свыше 90 % по массе, в образцах сохраняется дисперсная микроструктура, несмотря на активно проходящую в смесях растворов коалесценцию смесей. Более того, для таких смесей показано, что размер дисперсных фаз не превышает 10 мкм, что связывается автором с возможностью реализации механизмов дисперсного упрочнения. При исследовании поведения смесей при повышенных температурах, автором определено, что реологические свойства (показатель текучести расплава) практически линейно зависят от содержания ПЭИ в смеси, а температура перехода смесей в однофазное состояние ниже типового интервала переработки чистых ПЭСФ и ПЭИ в 350–380 °С. Для таких смесей установлено, что внесение ПЭИ в любом количестве приводит к резкому приросту сдвиговой межфазной прочности до значений, превышающих 90 МПа, что указывает на перспективность их применения в качестве матриц углепластиков.



Получение полуфабрикатов ТПКМ (препрегов в виде лент и филаментов) в работе описано согласно двум предложенным методам – растворному и суспензионному. Для каждого метода, на основе наблюдений в ходе экспериментов, определены основные технологические ограничения, представленные вскипанием остаточного растворителя для образцов, полученных по растворному методу, и неравномерности распределения полимера по ширине ленты для образцов, полученных по суспензионному методу.

Предложенный автором суспензионный метод состоит в пропитке углеродных комплексных нитей (в работе называемых жгутами) в исходном виде (для получения филаментов) или в виде ленты из множества нитей (для получения препрегов) водной суспензией полимера, при этом, ключевое отличие от известных работ в этом направлении состоит в использовании смесей полимеров непосредственно в форме смесей порошков чистых полимеров, в особенности, крупнодисперсных. Для предложенного метода автором определен состав вспомогательных компонентов суспензии, установлены основные зависимости «скорость протяжки – концентрация полимера в суспензии» и применена модель Водермайера. К модели предложены поправки, состоящие в расчёте оптимальной концентрации для каждой фракции исходного порошка или смеси порошков.

Оба предложенных метода, при учёте их ограничений, могут использоваться для производства не только препрегов в форме плоской ленты, но и композиционных филаментов круглого сечения, при этом, проведенная автором сравнительная характеристика образцов филаментов, изготовленных по этим методам, показала превосходство суспензионного метода над растворным по качеству получаемых материалов, дополнительно показывает перспективность суспензионного метода получения полуфабрикатов термопластичных углепластиков.

Для образцов на основе смеси ПЭСФ-ПЭИ, полученных из препрегов, пропитанных по суспензионному методу, после консолидации, показан сопоставимый с аналогами на основе чистых ПЭСФ и ПЭИ уровень упруго-прочностных характеристик, соответствующий заявленным требованиям к конструкционным углепластикам. При этом, относительно чистых ПЭСФ и ПЭИ получен 30 % прирост адгезионной межслойной сдвиговой прочности, что уравнивает разработанный материал по уровню этой характеристики с аналогом на основе ПЭЭК. Такой прирост адгезионной прочности для смесей ПЭСФ-ПЭИ, а также достигнутый предел прочности при растяжении образцов, превышающий 1500 МПа, показывают значительный потенциал углепластиков на основе смесей ПЭСФ-ПЭИ для дальнейшего развития и промышленного внедрения.

Несмотря на общее положительное впечатление, по автореферату диссертации могут быть сделаны следующие замечания:

1. Как было отмечено автором, использование смесей термопластов используется для получения препрегов очень ограниченно. Насколько известно, при всём многообразии коммерческих смесей термопластов, в основном оно ограничено смесями поликарбоната с АБС-пластиком. С чем это может быть связано и почему внедрение смесей термопластов в производство композитов так затруднено?

2. В тексте автореферата достаточно много говорится о получении углепластиков, но нет уточнения, почему в качестве форм углепластика выбраны именно материалы с нетканым однонаправленным армированием. Чем оправдано использование именно нетканых армирующих структур для его получения?

3. Приведённое на рисунках 29 и 31 автореферата автором сравнение растворной и суспензионной технологий на примере композиционных филаментов не совсем корректно, так как в первом случае протяжка через фильеру производилась до высокотемпературной обработки, а во втором как её часть.

Сделанные замечания имеют рекомендательный характер и не влияют на положительную оценку работы. Автореферат полностью отражает суть и объем диссертационной работы. Положения, выносимые на защиту, и выводы соответствуют поставленным цели и задачам.

Диссертационная работа «Структура и свойства термопластичного углепластика с дисперсно-упрочнённой полиэфирсульфон-полиэфиримидной матрицей», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС», а ее автору, Веверису Алнису Александровичу, может быть присвоена ученая степень кандидата технических наук по научной специальности 2.6.17 – «Материаловедение».

Генеральный директор

Телефон: 8-926-342-96-60

E-mail: ceo@tpcomposites.ru



Д.Б. Губанов

28.05.2026

Общество с Ограниченной Ответственностью

«Термопластиковые Композитные Технологии» (ООО «ТКТ»)

140301, Московская обл, Егорьевский г.о., ул. Островского, д. 28