

ОТЗЫВ

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

Представленная на соискание учёной степени кандидата наук работа посвящена разработке и характеристике нового типа термопластичных композиционных материалов, а именно, углепластиков на основе смесей высокотемпературных термопластов, представленных полиэфирсульфоном (ПЭСФ) и полиэфиримидом (ПЭИ). Новизна таких материалов состоит в применении широко применяемого для высококачественных реактопластичных связующих подхода образования мелкодисперсных смесей полимеров к термопластичным полимерам, подобные смеси которых на данный момент используются для получения материалов и изделий без вносимого армирования. Использование именно ПЭСФ и ПЭИ автором предложено как более экономически эффективная альтернатива использованию ПЭЭК, помимо высокой химической стойкости, известного высокой стоимостью и трудностью переработки.

Автором проделана большая работа по определению оптимальных составов смесей ПЭСФ-ПЭИ, а также по изучению свойств, микроструктуры и их зависимостей от параметров получения как для смесей ПЭСФ-ПЭИ, так и для последующих переделов, включая получение полуфабрикатов в форме однонаправленных препрегов и композиционных филаментов, а также последующей консолидации препрегов в массивные образцы углепластиков. Для получения полуфабрикатов в работе предложены два метода пропитки углеродных волокон, различающиеся по состоянию вносимого полимера – растворный и суспензионный.

Наибольшую ценность в представленной работе представляет подробно описанный способ получения препрегов и филаментов пропиткой волокон водными суспензиями полимеров. В частности, для метода описаны основные зависимости компонентного состава препрега от таких технологических параметров процесса получения, как концентрация полимера в суспензии и скорость протяжки волокна через ванну с суспензией, и показано существование критического времени пребывания, недостижение или превышение которого в зависимости от типа используемого волокна приводит к значительному изменению объемных долей матрицы и волокон. Для описания этого процесса автором применена модель Водермайера, известная из зарубежных работ по созданию суспензионных технологий, но в работе показано, что модель строится на ряде допущений, которые ограничивают её применимость. Так, автором определены параметры, позволяющие учесть в модели реальный фракционный состав используемого полимера, что значительно влияет на прогнозируемую объемную долю волокна в препреге. Более того, автор показывает применимость метода для смесей полимеров в форме крупнодисперсных порошков, чей медианный размер частиц превышает 80 мкм, что значительно отличается от практик, известных из научно-технических источников. Для предложенного метода также поднят вопрос неравнозначности процесса нанесения полимера на волокно относительно разных типов полимеров, что продемонстрировано экспериментально.

В работе представлен широкий ряд исследований и испытаний свойств смесей полимеров, полуфабрикатов углепластиков и их массивных образцов, где показано, что основным преимуществом использования смесей ПЭСФ-ПЭИ по сравнению с чистым ПЭСФ является увеличение адгезионной прочности на границе между армирующими волокнами и полимерной матрицы. Это подтверждено как при испытаниях с использованием единичных волокон, так и при испытаниях на макроуровне, в которых испытывались углепластиковые консоли, полученные горячим прессованием.

Практическая значимость работы однозначна, что дополнительно подтверждено использованием её результатов в качестве технических предложений в технологическом процессе получения полуфабрикатов термопластичных углепластиков на предприятии АО «Препрег-СКМ».

Несмотря на полноту проделанных в работе научных изысканий, к автореферату диссертации возможно сделать некоторые замечания:

1. В обосновании актуальности большой упор делается на применении высокоинтенсивных методов получения изделий, таких, как намотка или автоматизированная выкладка, но в работе образцы получены только прессованием, которое представляет наименее быстрый из методов. Применение других методов было бы хорошей демонстрацией пригодности разработанного материала к активному внедрению в конечные изделия.

2. Автоматизированные методы достаточно требовательны к однородности поперечного сечения и шероховатости поверхности препрега, чему не совсем соответствуют материалы, представленные на рисунке 21 автореферата. Какие технологические приёмы могут быть внедрены в предложенный автором суспензионный процесс, чтобы улучшить поверхность получаемого препрега?

Эти замечания не влияют на общую положительную оценку представленной диссертационной 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.

Заведующий кафедрой производства
летательных аппаратов федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Казанский национальный
исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ», кандидат
технических наук, доцент

Батраков Владимир Владимирович

« 25 » 05 2026 г.

Адрес эл. почты: VVBatrakov@kai.ru

Раб. телефон: +7 (843) 231 03 25

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ»).

Адрес организации: 420111, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. К. Маркса, 10.

