

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Косенко Екатерины Александровны
на тему: «Волокнистые полимерные композиционные материалы на основе эпоксидной матрицы с двухфазной схемой армирования», представленной на соискание ученой степени
доктора технических наук по специальности

2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов

Диссертация Косенко Е.А. направлена на решение актуальной научно-технической проблемы в области технологии и переработки полимерных композиционных материалов (ПКМ), которая заключается в обеспечении высоких показателей комплекса эксплуатационных свойств волокнистых полимерных композиционных материалов на основе эпоксидной матрицы, в том числе в условиях низких отрицательных температур. В работе эта проблема решается за счет создания в структуре композита зон пониженной прочности из материалов, называемых автором «жидкой фазой» и являющихся мономером, олигомером и эластомером. В качестве этих материалов при выполнении диссертационных исследований автором использовались три состава: диметакрилат триэтиленгликоля, синтетический воск и силиконовый герметик. На основании анализа результатов исследований кинетики процесса взаимодействия диметакрилата триэтиленгликоля и силиконового герметика с эпоксидным связующим подтверждается отсутствие между ними химического взаимодействия. Для синтетического воска, исходя из химического состава воска, также предполагается отсутствие его химического взаимодействия с эпоксидным связующим. Таким образом, диметакрилат триэтиленгликоля, силиконовый герметик и синтетический воск формируют в структуре композита самостоятельную фазу, обеспечивающую повышенную работу разрушения композита.

В качестве объектов исследований в диссертации используются углепластики и базальтопластики, изготовленные с использованием тканых наполнителей и эпоксидных связующих различных марок.

Технологической особенностью предложенного способа формирования структуры волокнистых полимерных композиционных материалов посредством вакуумного формования является нанесение по заданным схемам материала «жидкой фазы» на один или несколько предварительно пропитанных эпоксидным связующим слоев пакета армирующей ткани. Выбор схемы нанесения материала «жидкой фазы» осуществляется на основе анализа направления и характера действующих на конструкцию нагрузок. Такой способ адаптивного действующим нагрузкам регулирования свойств полимерных композиционных материалов получил в работе название двухфазного армирования.

Результаты комплекса выполненных автором испытаний: по оценке прочности при статическом растяжении, циклическом растяжении и изгибе, а также ударном нагружении, – указывают на то, что внедрение в структуру композита материала «жидкой фазы» в оптимальном количестве и его расположение по заданным схемам армирования позволяет осуществить релаксацию напряжений при циклическом нагружении, рассеивание энергии удара при динамических нагрузках, подавление нежелательных механизмов разрушения при статическом нагружении. Использование материалов «жидкой фазы» с широким температурным диапазоном эксплуатации (диметакрилата триэтиленгликоля и силиконового герметика) позволяет обеспечить стабильность механических свойств полимерных композиционных материалов в условиях влияния низких отрицательных температур.

Выполненное в работе моделирование напряженно-деформированного состояния ПКМ с двухфазной схемой армирования позволяет описать их механизм разрушения и оценить влияние упругих свойств материала жидкой фазы на прочностные характеристики композита.

Испытания по оценке влияния схемы армирования материалом «жидкой фазы» на жесткость ПКМ при изгибе, выполнение испытаний на длительную прочность ПКМ с двухфазной схемой армирования при циклическом изгибе, а также идентификация материала «жидкой фазы» в структуре композита осуществлялись с использованием специально разработанных в рамках данной диссертационной работы и запатентованных автором методов.

С использованием результатов экспериментальных исследований в диссертации разработаны модели многокритериальной оптимизации и установлены оптимальные составы ПКМ с двухфазной схемой армирования в зависимости от критериев и условий оптимальности.

Таким образом, новизна диссертации заключается в разработке научных основ проектирования и технических решений, позволяющих получить волокнистые полимерные композиционные материалы с двухфазной схемой армирования, отличающиеся высокой долговечностью в условиях влияния статических и ударных нагрузок, в том числе при низких отрицательных температурах, а также высокой длительной прочностью в условиях циклического нагружения, что ранее известными методами модификации полимерных матриц волокнистых композиционных материалов не удавалось достигнуть.

Теоретическая значимость диссертации заключается в разработке моделей и методов, позволяющих оптимизировать состав полимерных композиционных материалов с двухфазной схемой армирования, и теоретических основ управления их структурой и свойствами в условиях длительного воздействия отрицательных температур и знакопеременных нагрузок.

Практическую значимость диссертации составляют установленные на основании комплекса проведенных автором испытаний оптимальные составы и эффективные методы дополнительного армирования материалом «жидкой фазы» полимерных композиционных

материалов, что позволило разработать экономически эффективную технологию формирования из них деталей.

Результаты исследований, выполненные на высоком уровне с использованием современных методов и оборудования, и изложенные в автореферате, позволяют судить о достижении автором поставленной в диссертации цели, которая сформулирована как разработка научных основ и комплексных решений технологических задач, направленных на создание ПКМ с двухфазной схемой армирования и технологии производства из них деталей, отличающихся высокой долговечностью при действии статических и динамических нагрузок, в том числе при низких отрицательных температурах.

Полученные автором результаты диссертационной работы опубликованы в многочисленных российских и зарубежных изданиях, представлены и обсуждены на всероссийских и международных научных конференциях, что указывает на высокую степень их апробации. Внедрение экспериментальных и теоретических результатов диссертационной работы подтверждается актами о внедрении на предприятии ЗАО «Универсал-Аэро» при производстве авиационного и аэродромного оборудования и в учебный процесс ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)». По результатам работы получено 4 патента.

В качестве замечаний можно отметить:

1. Термин «жидкая фаза», предложенный автором работы, представляется весьма спорным. Принципиальным отличием сосуществующих фаз в исследованных композитах является существенно различающаяся вязкость отвержденного эпоксидного связующего и т.н. «жидких» фаз. При этом разница в вязкости между отвержденным эпоксидным связующим и добавками наибольшая у диметакрилата триэтиленгликоля, а наименьшая – у сшитого силиконового герметика (который уже терминологически трудно называть «жидким»). Возможно, именно с вязкостью армирующей «жидкой» фазы связаны наблюдаемые автором особенности поведения ПКМ.

2. Из автореферата непонятно, происходит ли в условиях отверждения композита олигомеризация диметакрилата триэтиленгликоля. Из приведенных ИК-спектров трудно понять, изменяется ли количество двойных связей в диметакрилате триэтиленгликоля, и эта возможность изменения химической структуры «жидкой» фазы в автореферате не обсуждается. С точки зрения применения предлагаемых автором ПКМ при пониженных температурах, это представляется важным, поскольку температура кристаллизации (плавления) диметакрилата триэтиленгликоля -40°C , а у олигомера существенно выше.

3. Из автореферата также неясно, какой двухкомпонентный силиконовый герметик был использован автором. Выделяются ли низкомолекулярные продукты при отверждении

силиконового герметика и влияет ли процесс отверждения силиконового герметика на пористость ПКМ?

4. В автореферате нет сведений о состоянии границ раздела фаз между т.н. «жидкой» фазой, армирующим волокном и эпоксидным связующим. Наличие дефектов в области контакта этих трех фаз должно значительно сказываться на прочности ПКМ. Судя по рис. 5 автореферата очевидна неоднородность распределения компонентов в ПКМ. При этом очевидно, что диметакрилат триэтиленгликоля по свойствам приближается к неионогенным ПАВ, т.е., скорее выполняет функцию аппрета, особенно с учетом возможных химических реакций по двойной связи, силиконовый герметик должен обладать высокой адгезией к армирующему волокну и конкурировать с эпоксидным связующим, а гидрофобный синтетический воск не должен обладать адгезией ни к волокну, ни к эпоксидному связующему. Возможно, такое рассмотрение во многом позволило бы объяснить результаты механических испытаний исследованных ПКМ.

Указанные замечания касаются химической стороны проблемы отверждения ПКМ с двухфазной схемой армирования и не снижают положительной оценки диссертации, ее теоретической и практической значимости.

Заключение.

Выполненная Косенко Екатериной Александровной диссертация на тему «Волокнистые полимерные композиционные материалы на основе эпоксидной матрицы с двухфазной схемой армирования» соответствует требованиям, предъявляемым Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» и паспорту научной специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Автор диссертации, Косенко Екатерина Александровна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

профессор,

доктор химических наук по специальности

05.17.18 – Мембраны и мембранные технологии, химические науки,

ведущий научный сотрудник лаборатории мембранного газоразделения

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Ордена Трудового Красного Знамени
Института нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева
Российской академии наук

Алентьев Александр Юрьевич

«16» октября 2024 г.

Согласен с обработкой персональных данных и размещении этих сведений и отзыва на официальном сайте

Контактные данные:

тел.: +7 (495) 6475927(*210)

e-mail: Alentiev@ips.ac.ru;

Адрес места работы:

119991, Москва, ГСП-1, Ленинский проспект, дом 29

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук

119991, г. Москва, Ленинский проспект, 29

e-mail: director@ips.ac.ru; тел.: +7 (495) 955-42-01. Сайт организации: <http://www.ips.ac.ru>

Подпись д.х.н., профессора Александра Юрьевича Алентьева заверяю:

Ученый секретарь ИИХС РАН
д.х.н., доц. Ю.В. Костина

