

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор ФГБОУ ВО «Московский
автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ)»

кандидат технических наук
Ажгиревич Артем Иванович



03

2024 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ)»

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук на тему: «Волокнистые полимерные композиционные материалы на основе эпоксидной матрицы с двухфазной схемой армирования» по научной специальности 2.6.11 – Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов (технические науки) выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», на кафедре «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин».

В процессе подготовки диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук Косенко Екатерина Александровна, 26 июля 1988 года рождения, работала в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» в должности доцента кафедры «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин».

В 2016 году Косенко Екатерина Александровна защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Разработка математических моделей и методов оптимизации состава и режимов работы комплекта машин для ремонта асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог» по специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-

транспортные машины в диссертационном совете Д 212.126.02, созданном на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», выдан диплом кандидата технических наук серии КНД № 024430 от 27 июля 2016 года.

Научный консультант: доктор технических наук, специальность 05.02.08 – Технология машиностроения, 05.02.11 – Методы контроля и диагностика в машиностроении, профессор, профессор РАН, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», декан факультета «Дорожные и технологические машины» Баурова Наталья Ивановна.

По результатам рассмотрения диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук на тему: «Волокнистые полимерные композиционные материалы на основе эпоксидной матрицы с двухфазной схемой армирования» принято следующее заключение.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена тем, что в настоящее время полимерные композиционные материалы широко применяются в различных отраслях промышленности, в том числе в машиностроении, авиастроении, автомобилестроении, при производстве изделий ракетно-космической техники, что связано с уникальным комплексом их физико-механических свойств и высокой весовой эффективностью. Одним из перспективных направлений развития композитного материаловедения и рынка полимерных композиционных материалов является расширение температурного диапазона их эксплуатации, что особенно важно в условиях наращивания темпов освоения Российской Федерацией Арктической зоны и достижения целей государственной политики Российской Федерации в Арктике.

Однако в условиях роста объемов производства и расширения номенклатуры деталей, изготовленных из полимерных композиционных материалов, становятся очевидными их недостатки, к которым относятся низкая прочность при длительном воздействии знакопеременных и ударных нагрузок, а также ускоренное старение под действием климатических факторов, в том числе при низких отрицательных температурах. Отсутствие достоверной информации о поведении полимерных композиционных материалов в течение длительного

времени под действием статических и динамических нагрузок, а также отрицательных температур препятствует широкому внедрению композиционных материалов в отечественное машиностроение. Решением этих проблем занимаются многие научные школы, однако, несмотря на их очевидные успехи в области разработки полимерных композиционных материалов, отсутствует единая стратегия управления долговечностью композитных конструкций.

Таким образом, в области технологии переработки полимерных композитов существует актуальная межотраслевая проблема, которая заключается в необходимости разработки теоретических основ создания прочных жестких и долговечных композиционных материалов с высокой стойкостью к воздействию знакопеременных и ударных нагрузок, в том числе при низких отрицательных температурах, а также разработке экономически эффективных технологий формования из них деталей. Одним из направлений решения данной проблемы является разработка полимерных композиционных материалов, построенных по принципу природных материалов, например, древесины, для которой характерна высокая усталостная прочность. При этом создание новых композитных материалов целесообразно осуществлять с применением традиционных технологий, что обеспечит экономическую эффективность изготовления деталей, а также позволит использовать имеющийся опыт проектирования и производства композитных конструкций.

В настоящее время при производстве деталей из стекло- и углепластиков в качестве материала матрицы традиционно используются эпоксидные связующие. Эпоксидные связующие обладают уникальными технологическими свойствами, что позволяет осуществлять процесс отверждения композитных конструкций в широком диапазоне температур, имеют хорошие адгезионные свойства к подавляющему большинству материалов, в том числе к армирующим наполнителям. Для эпоксидных матриц характерна низкая пористость и усадка, высокая химическая стойкость к длительному воздействию различных рабочих сред (топлива, масла и др.). Однако полимерные композиционные материалы на основе эпоксидных матриц отличаются высокой хрупкостью, что приводит к снижению их прочности при длительном воздействии знакопеременных нагрузок.

Для снижения хрупкости в состав эпоксидных материалов вводят различные модификаторы, в том числе теплостойкие термопласты, которые позволяют повысить межслоевую вязкость разрушения полимерных композиционных

материалов и стойкость к ударным нагрузкам. Вместе с тем высокие значения динамической вязкости таких гибридных связующих приводят к серьезным технологическим проблемам, что затрудняет дальнейший рост производства деталей и изделий из них и снижает успешное замещение ими традиционных конструкционных материалов.

Использование при производстве композитных деталей, особенно деталей из углепластиков, однонаправленных лент позволяет обеспечить их максимальную прочность при нагружении вдоль оси волокна, однако, вязкость разрушения таких углепластиков низкая, поскольку она полностью определяется свойствами матрицы. При растяжении под некоторым углом к оси волокна помимо продольного растяжения появляются поперечно-растягивающие и сдвиговые напряжения, что приводит к быстрому разрушению волокнистых композитов на основе эпоксидной матрицы. Такие полимерные композиционные материалы вследствие высокой анизотропии обладают низкой стойкостью к растрескиванию, что приводит к быстрому повреждению не только эпоксидной матрицы, но и межфазной границы.

Таким образом, разработка совокупности технологических решений, направленных на создание теоретических основ проектирования и производства высокоэффективных материалов на основе волокнистых наполнителей и эпоксидных матриц, построенных по принципу природоподобных материалов, и технологий формования из них деталей, является актуальной межатраслевой проблемой в области технологии переработки полимерных композитов, имеющей важное хозяйственное значение.

Научная новизна заключается в следующем:

1. В разработке методологии управления свойствами волокнистых полимерных композиционных материалов, в том числе в условиях отрицательных температур, путем реализации нового принципа их армирования, основанного на использовании дополнительного армирующего материала – мономера или эластомера, представляющего собой в структуре композита самостоятельную жидкую фазу, позволяющего обеспечить локальное изменение прочностных и деформационных свойств композитных конструкций в зоне действия внешних нагрузок, а также способствующего подавлению нежелательных механизмов разрушения, что, в свою очередь, приводит к повышению статической и динамической прочности.

2. В определении кинетики процесса взаимодействия материала жидкой фазы и эпоксидного связующего путем выполнения реокинетических исследований, результаты которых позволили установить отсутствие химического взаимодействия между эпоксидным связующим и силиконовым герметиком, а также эпоксидным связующим и диметакрилатом триэтиленгликоля.

3. В установлении влияния химической природы используемых материалов жидкой фазы на механизм разрушения волокнистых композиционных материалов на основе эпоксидной матрицы в зависимости от характера нагрузок и температурных условий испытаний.

4. В определении закономерностей изменения прочностных характеристик волокнистых композитов с двухфазной схемой армирования от количества содержания материала жидкой фазы и его химической природы.

5. В определении влияния схемы армирования материалом жидкой фазы на изменение прочности волокнистых композитов с двухфазной схемой армирования.

Теоретическая и практическая ценность работы.

Теоретическая ценность работы заключается:

1. В оптимизации выбора материала жидкой фазы волокнистых полимерных композиционных материалов с двухфазной схемой армирования с учетом влияния отрицательных температур, статических и динамических нагрузок.

2. В разработке численных моделей волокнистых полимерных композиционных материалов с двухфазной схемой армирования, позволяющих определить механизм разрушения, оценить и прогнозировать поведение материала под действием статического и динамического нагружения.

3. В установлении принципов накопления повреждений в волокнистых полимерных композиционных материалах с двухфазной схемой армирования материалом жидкой фазы различной химической природы под действием статических, динамических и ударных нагрузок.

4. В установлении эффективных схем армирования материалом жидкой фазы, обеспечивающих наилучшие механические характеристики волокнистого полимерного композиционного материала в условиях влияния статических и динамических нагрузок.

5. В разработке теоретических основ управления структурой волокнистых полимерных композиционных материалов, заключающихся в адаптивном действии нагрузок изменении их свойств за счет применения дополнительного армирования материалами жидкой фазы различной химической природы.

Практическая ценность работы заключается:

1. В разработке технологического регламента формования деталей, работающих в условиях статических и динамических нагрузок, а также в условиях низких отрицательных температур, из волокнистых полимерных композиционных материалов на основе эпоксидной матрицы с диметакрилатом триэтиленгликоля, используемым в качестве материала жидкой фазы. На разработанную технологию получен патент на изобретение.

2. В экспериментальном определении оптимального содержания материала жидкой фазы различной химической природы в структуре эпоксидной матрицы волокнистых полимерных композиционных материалов для повышения их статической и динамической прочности.

3. В экспериментальном определении оптимальных схем армирования материалом жидкой фазы волокнистых полимерных композиционных материалов на основе эпоксидной матрицы для повышения их статической и динамической прочности.

4. В разработке методики идентификации количества и распределения материала жидкой фазы в волокнистых полимерных материалах методом инфракрасной термографии в среде постоянного магнитного поля. На разработанный метод получен патент на изобретение.

5. В разработке метода оценки изгибной жесткости волокнистых полимерных композиционных материалов с двухфазной схемой армирования. На разработанный метод получен патент на изобретение.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований внедрены на предприятии ЗАО «Универсал-Аэро» при производстве авиационного и аэродромного оборудования, а также в учебный процесс ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)».

Работа характеризуется логичностью построения, аргументированностью основных научных положений и выводов, а также четкостью изложения.

Основное содержание диссертации отражено в 64 научных работах, из них 34 работы опубликовано в изданиях, входящих в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук и доктора наук», из них 24 статьи в журналах, индексируемых в международных базах данных Scopus. По результатам работы получено 4 патента.

Результаты диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях: Всероссийские научно-технические конференции «Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения» (ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов», г. Москва, 2017, Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Москва, 2021 и 2023 гг.); Международные научно-методические и научно-исследовательские конференции МАДИ (МАДИ, г. Москва, 2017, 2018, 2020 – 2023 гг.); Всероссийская научно-техническая конференция «Фундаментальные и прикладные исследования в области создания клеев, клеевых связующих и клеевых препрегов» (ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов», г. Москва, 2018 г.); Международные форумы «Ключевые тренды в композитах: наука и технологии», (МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, 2019, 2021 и 2022 гг.); International conference on modern trends in manufacturing technologies and equipment, ICMTME 2020 (Sevastopol, 2020); Advances in composites science and technologies 2020, ACST 2020 (Moscow, 2020); IV Международная молодежная конференция «Новые материалы, подходы и технологии проектирования, производства и эксплуатации ракетно-космической техники» (МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, 2020 г.); Всероссийская научно-техническая конференция, посвященная 90-летию со дня рождения профессора, д.т.н., Б.В. Перова «Полимерные композиционные материалы нового поколения для гражданских отраслей промышленности» (ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов», г. Москва, 2020 г.); Международные научно-технические конференции «Интерстроймех-2020» (СамГТУ, г. Самара, 2020 г.) «Интерстроймех-2021»; (МИСИ-МГСУ, г. Москва, 2021 г.) и «Интерстроймех-2022» (ЯГТУ, г. Ярославль, 2022 г.); Intelligent Manufacturing and Materials (Yalta, 2021); Международная конференция с участием молодых ученых «Наука и

техника в дорожной отрасли» (МАДИ, г. Москва, 2021 г.); Всероссийские научные конференции (с международным участием) преподавателей и студентов вузов «Актуальные проблемы науки о полимерах» (Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, 2021 и 2023 гг.); Международные научно-практические конференции «Новые полимерные композиционные материалы. Микитаевские чтения» (Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, КБР, п. Эльбрус, 2022 и 2023 гг.); International Scientific and Practical Conference “Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering” (ERSME-2023) (Rostov-on-Don, 2023); IV Международная научно-техническая конференция «Современные достижения в области клеев и герметиков: материалы, сырье, технологии» (НИИ химии и технологии полимеров им. Академика В.А. Каргина, г. Дзержинск Нижегородской области, 2023 г.); Международная научно-техническая конференция молодых ученых «Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности» (Белорусско-Российский университет, Республика Беларусь, г. Могилев, 2023 г.).

Публикации по теме диссертации:

Публикации в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации:

1. Zorin, V.A. Detection of defects in components made of dispersion-filled polymeric materials by the method of infrared thermography / V.A. Zorin, N.I. Baurova, E.A. Kosenko // Polymer Science - Series D.– 2017. – Vol. 10. – Is. 3.– P. 241-243. DOI: 10.1134/S1995421217030212. (*Scopus*)

2. Zorin, V.A. Analysis of the influence of quantum-mechanical processes on the possibilities of determining the low degree of curing a binder when molding products from polymer composite materials / V.A. Zorin, N.I. Baurova, E.A. Kosenko // Polymer Science - Series D.– 2018. – Vol. 11.– Is. 3.– P. 334 – 338. DOI: 10.1134/S1995421218030255 (*Scopus*)

3. Kosenko, E.A. Analysis of the effect of a constant magnetic field on the results of infrared thermography quality control of the polymeric parts / E.A. Kosenko, V.A. Zorin, N.I. Baurova // Polymer Science - Series D. – 2019. – Vol. 12. – Is. 1. – P. 69–71. DOI: 10.1134/s1995421219010088. (*Scopus*)

4. Zorin, V.A. Assessing the state of mechanical systems of different complexity / V.A. Zorin, N.I. Baurova, V.I. Balovnev, V.V. Grib, E.A. Kosenko // Russian engineering research. – 2019. – Vol. 39. – Is. 8. – P. 683 – 685. DOI: 10.3103/S1068798X19080239. (*Scopus*)
5. Zorin, V.A. Information model of state change in mechanical system / V.A. Zorin, N.I. Baurova, V.I. Balovnev, V.V. Grib, E.A. Kosenko // Russian engineering research. – 2019. – Vol. 39. – Is. 8. – P. 680 – 682. DOI: 10.3103/S1068798X19080227. (*Scopus*)
6. Kosenko, E. Quality control of parts which were manufactured from polymeric composite materials with hybrid matrix with the application of method of infrared thermography / E. Kosenko, N. Baurova, V. Zorin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 971. – P. 022098. DOI: 10.1088/1757-899X/971/2/022098. (*Scopus*)
7. Kosenko, E.A. The development of natural-like polymer composite materials with liquid matrix and their use in mechanical engineering / E.A. Kosenko, N.I. Baurova, V.A. Zorin // Polymer Science. Series D. – 2020. – Vol. 13. – Is. 3. – P. 341-344. DOI: 10.1134/S1995421220030107. (*Scopus*)
8. Kosenko, E.A. Service properties of composites with various types of hybrid matrices / E.A. Kosenko, N.I. Baurova, V.A. Zorin // Russian Metallurgy (Metally). – 2020. – Vol. 2020. – Is. 13. – P. 1526–1530. DOI: 10.1134/s0036029520130169. (*Scopus*)
9. Косенко, Е.А. Исследование деформационных свойств композитов с гибридной матрицей методом динамического механического анализа / Е.А. Косенко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2021. – №10. – С.81-89.
10. Kosenko, E.A. Mechanical properties of carbon fiber reinforced plastics with various types of hybrid matrices at negative temperatures / E.A. Kosenko, N.I. Baurova, V.A. Zorin // Russian Metallurgy (Metally). – 2021. – Vol. 2021. – Is. 13. – P. 1705-1708. DOI: 10.1134/s0036029521130103. (*Scopus*)
11. Kosenko, E.A. Naturelike materials and structures in mechanical engineering / E.A. Kosenko, N.I. Baurova, V.A. Zorin // Polymer Science - Series D. – 2021. – Vol.14. – Is. 1. – P. 69-72. DOI: 10.1134/S1995421221010135. (*Scopus*)

12. Kosenko, E. Creation of basalt plastics with different types of hybrid matrices / E. Kosenko, N. Baurova, V. Zorin // *Materials Science Forum.* – 2021. – Vol. 1037 MSF. – P. 189-195. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.1037.189. (*Scopus*)
13. Kosenko, E.A. Optimization of the composition of polymer composite materials with hybrid matrices for the production of machine parts operating in Arctic conditions / E.A. Kosenko, V.A. Zorin // *Journal of Physics: Conference Series.* – 2021. – Vol. 1990. – P. 012070. DOI: 10.1088/1742-6596/1990/1/012070. (*Scopus*)
14. Kosenko, E.A. Evaluation of the stress-strain state of a polymer-composition material with a hybrid matrix / E.A. Kosenko, V.A. Nelyub // *Polymer Science - Series D.* – 2022. – Vol.15. – Is. 2. – P. 240-244. DOI: 10.1134/s1995421222020137. (*Scopus*)
15. Kosenko, E.A. Prospects of applying the neural-network modeling for estimating the structure and properties of polymer-composite materials with hybrid matrices / E.A. Kosenko, A.V. Ostroukh, N.I. Baurova // *Polymer Science - Series D.* – 2022. – Vol.15. – Is. 3. – P. 452–456. DOI: 10.1134/s1995421222030157. (*Scopus*)
16. Bolotnikov, I.S. Tool selection in machining the edges of carbon fiber parts / I.S. Bolotnikov, E.A. Kosenko, N.I. Baurova, V.A. Zorin // *Russian Engineering Research.* – 2022. – Vol. 42. – Is. 11. – P. 1185–1188. DOI: 10.3103/S1068798X22110053. (*Scopus*)
17. Kosenko, E.A. Simulation of the characteristics of a composite material with a “liquid” matrix / E.A. Kosenko, V.A. Nelyub // *Russian Metallurgy (Metally).* – 2022. – Vol. 2022. – Is. 13. – P. 1744–1749. DOI: 10.1134/s0036029522130158. (*Scopus*)
18. Bolotnikov, I.S. Choice of cutting conditions for basalt fiber reinforced polymers / I.S. Bolotnikov, E.A. Kosenko, P.E. Demin // *Russian Metallurgy (Metally).* – 2022. – Vol. 2022. – Is. 13. – P. 1702–1708. DOI: 10.1134/s0036029522130031. (*Scopus*)
19. Косенко, Е.А. Оценка показателя жесткости углепластиков с гибридной матрицей / Е. А. Косенко // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий.* – 2022. – Т. 84.– № 2(92). – С. 282-289.
20. Косенко, Е.А. Оценка усталостной прочности углепластиков с различными типами гибридных матриц / Е.А. Косенко // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий.* – 2022. – Т. 84. – № 2(92). – С. 262-268.

21. Косенко, Е.А. Инфракрасная термография углепластиков с гибридной матрицей / Е.А. Косенко // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2022. – Т. 84. – № 3(93). – С. 183-190.

22. Kosenko, E. Assessment of the stress-strain state of machine structural elements made of polymer composite materials with a hybrid matrix by numerical simulation / E. Kosenko, V. Nelyub, V. Zorin // E3S Web of Conferences ERSME. – 2023.– Vol. 376.– P. 01017. DOI: 10.1051/e3sconf/202337601017. (*Scopus*)

23. Bolotnikov, I.S. Methods for mechanical processing of machine parts made of fibrous polymer composite materials (Review) / I.S. Bolotnikov, E.A. Kosenko // Steel in Translation. – 2023. – Vol. 53. – Is. 7. – P. 586–588. DOI: 10.3103/S0967091223070021. (*Scopus*)

24. Косенко, Е.А. Оценка усталостной прочности углепластиков с двухфазной схемой армирования при циклическом изгибающем нагружении / Е.А. Косенко, Н.И. Баурова, В.А. Нелюб // Химическая промышленность сегодня. – 2023. – №4. – С. 37-42.

25. Косенко, Е.А. Исследование влияния схемы армирования эпоксидной матрицы материалом жидкой фазы на прочность при растяжении / Е.А. Косенко, В.А. Нелюб, Н.И. Баурова // Химическая промышленность сегодня. – 2023. – №5. – С. 38-43.

26. Косенко, Е.А. Оценка усталостной прочности полимерных композиционных материалов с двухфазной схемой армирования в условиях циклического растяжения / Е.А. Косенко, В.А. Нелюб, Н.И. Баурова // Вестник Технологического университета. – 2023. – Т. 26. – №10. – С. 75-79.

27. Косенко, Е.А. Исследование влияния материалов жидкой фазы на реокинетические характеристики эпоксидного связующего / Е.А. Косенко, Н.И. Баурова, В.А. Нелюб // Химическая промышленность сегодня. – 2023. – № 6. – С. 52-58.

28. Косенко, Е.А. Оценка технико-экономической эффективности применения полимерных композиционных материалов с двухфазной схемой армирования / Е.А. Косенко // Вестник Технологического университета. – 2023. – Т. 26. – № 11. – С. 136-143.

29. Bolotnikov, I.S. Influence of machining modes and negative temperature on the static bending strength of carbon fiber reinforced plastics / I.S. Bolotnikov, E.A.

Kosenko, P.E. Demin // Polymer Science - Series D. – 2023. – Vol.16. – Is. 4. – P. 1028–1033. DOI: 10.1134/S1995421223040068. (*Scopus*)

30. Kosenko, E.A. Study of the kinetics of the interaction process of material of “liquid” phase and epoxy binder / E.A. Kosenko, V.A. Nelyub, N.I. Baurova // Polymer Science - Series D. – 2023. – Vol. 16. – Is. 4. – P. 924–927. DOI: 10.1134/S1995421223040172. (*Scopus*)

31. Kosenko, E.A. A study of the influence of negative temperatures on the impact strength of a carbon-fiber composite with a hybrid matrix / E.A. Kosenko, N.I. Baurova, V.A. Zorin // Polymer Science - Series D. – 2023. – Vol. 16. – Is. 4. – P. 957–964. DOI: 10.1134/S1995421223040184. (*Scopus*)

32. Kosenko, E.A. Impact toughness of carbon fiber-reinforced polymers under extremely low Arctic temperature conditions: the role of hybrid matrix components / E.A. Kosenko, N.I. Baurova, V.A. Zorin // Russian Metallurgy (Metally). – 2023. – Vol. 2023. – Is. 13. – P. 2167-2172. DOI: 10.1134/s0036029523700246. (*Scopus*)

33. Kosenko, E.A. A study of the strength properties of carbon-fiber-reinforced plastics with a two-phase reinforcement scheme / E.A. Kosenko, V.A. Nelyub, N.I. Baurova // Polymer Science - Series D. – 2024. – Vol. 17. – Is. 1. – P. 106-109. DOI: 10.1134/s199542122370017X. (*Scopus*)

34. Косенко, Е.А. Методика идентификации материала жидкой фазы в структуре полимерных композиционных материалов с двухфазной схемой армирования / Е.А. Косенко, Н.И. Баурова, В.А. Нелюб // Химическая промышленность сегодня. – 2024. – №1. – С. 67-78.

Публикации в других изданиях

35. Зорин, В.А. Анализ изменения состояния деталей машин, изготовленных с использованием полимерных композиционных материалов / В.А. Зорин, Е.А. Косенко // Строительные и дорожные машины. – 2015. – № 6. – С. 52-54.

36. Зорин, В.А. Методологическое обеспечение поддержки решений при технологической подготовке производства деталей машин с использованием полимерных композиционных материалов / В.А. Зорин, Е.А. Косенко // Строительные и дорожные машины. – 2015. – № 9. – С. 33-36.

37. Косенко, Е.А. Применение инфракрасной термографии при дефектации деталей машин из полимерных композиционных материалов / Е.А. Косенко, В.А. Зорин, Н.И. Баурова // Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения: Материалы II Всероссийской

научно-технической конференции, Москва, 30 ноября 2017 года. – Москва: ВИАМ, 2017. – С. 73-78.

38. Косенко, Е.А. Методы неразрушающего контроля изделий машиностроения, изготовленных из полимерных композиционных материалов (обзор) / Е.А. Косенко // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2020. – №1. – С. 12-17.

39. Косенко, Е.А. Применение метода динамомеханического анализа при исследовании деформационных свойств полимерных композиционных материалов с различными типами гибридных матриц / Е.А. Косенко // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2020. – № 2(61). – С. 24-31.

40. Косенко, Е.А. Природоподобные полимерные композиционные материалы и конструкции в дорожно-строительном машиностроении / Е.А. Косенко, Н.И. Баурова, В.А. Зорин // Новые полимерные композиционные материалы: Материалы XVI Международной научно-практической конференции, Нальчик, 07-11 октября 2020 года. – Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова. – Нальчик, 2020. – С. 218-221.

41. Косенко, Е.А. Перспективы применения полимерных композиционных материалов с различными типами гибридных матриц при производстве деталей машин / Е.А. Косенко, Н.И. Баурова, В.А. Зорин // Полимерные композиционные материалы нового поколения для гражданских отраслей промышленности: Сборник докладов Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, д.т.н. Б.В. Перова, Москва, 23 октября 2020 года. – Москва: ВИАМ, 2020. – С. 42-54.

42. Косенко, Е.А. Исследование механических свойств базальтопластиков с различными типами гибридных матриц / Е.А. Косенко, Н.И. Баурова, В.А. Зорин // Новые материалы, подходы и технологии проектирования, производства и эксплуатации ракетно-космической техники: Сборник докладов IV Международной молодежной конференции, Москва, 20 ноября 2020 года. – Москва: Издательский дом «Спектр», 2020. – С. 9-15.

43. Косенко, Е.А. Применение углепластиков с различными типами гибридных матриц при производстве деталей машин, работающих в условиях воздействия отрицательных температур / Е.А. Косенко, Н.И. Баурова, В.А. Зорин // Механизация и автоматизация строительства : Сборник статей III Региональной

научно-технической конференции, Самара, 17-18 декабря 2020 года. – Самара: Самарский государственный технический университет, 2020. – С. 267-273.

44. Косенко, Е.А. Исследование механизма разрушения полимерных композиционных материалов с различными типами гибридных матриц, применяемых в машиностроении / Е.А. Косенко // Наука и техника в дорожной отрасли : Материалы конференции, Москва, 18 марта 2021 года. Том 2. – Москва: МАДИ, 2021. – С. 34-36.

45. Косенко, Е.А. Применение дифференциальной сканирующей калориметрии при исследовании характеристик полимерных композиционных материалов с различными типами гибридных матриц / Е.А. Косенко, Н.И. Баурова // Актуальные проблемы науки о полимерах: Сборник трудов II Всероссийской научной конференции (с международным участием) преподавателей и студентов вузов, Казань, 25–26 мая 2021 года. – Казань: изд-во КНИТУ, 2021. – С. 156-158.

46. Болотников, И.С. Способы и технологические особенности резки полимерных композиционных материалов (обзор) / И.С. Болотников, Е.А. Косенко // Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях : Материалы международной научно-практической конференции, Белгород, 23–25 сентября 2021 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. – С. 19-25.

47. Косенко, Е.А. Исследование деформационных свойств полимерных композиционных материалов с гибридной матрицей, применяемых при производстве деталей транспортно-технологических машин / Е.А. Косенко // Интерстроймех-2021: Сборник докладов XXV Международной научно-технической конференции, Москва, 5-7 октября 2021 года. – Москва: Издательство МИСИ – МГСУ, 2021. – С. 164-168

48. Косенко, Е.А. Применение динамического механического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии при оценке свойств полимерных композиционных материалов с гибридной матрицей / Е.А. Косенко, Н.И. Баурова // Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения : Сборник докладов V Всероссийской научно-технической конференции, Москва, 19 ноября 2021 года. – Москва: НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ, 2021. – С. 196-208.

49. Косенко, Е.А. Формирование механических свойств полимерных композиционных материалов с различными типами гибридных матриц / Е.А. Косенко, П.Е. Демин // Технология металлов. – 2021. – №10. – С.28-34.

50. Косенко, Е.А. Применение полимерных композиционных материалов при изготовлении рессор транспортных средств (обзор) / Е.А. Косенко, К.С. Климова // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – №5. – С. 16-21.

51. Косенко, Е.А. Исследование структуры и свойств композиционных материалов на основе гибридных полимерных матриц / Е.А. Косенко // Новые полимерные композиционные материалы. Микитаевские чтения: Материалы XVIII Международной научно-практической конференции, Нальчик, 4-9 июля 2022 года. – Нальчик: Издательство «Принт Центр», 2022. – С. 174.

52. Косенко, Е.А. Оптимизация состава гибридной матрицы углепластиков с природоподобной структурой при производстве деталей машин, работающих в условиях отрицательных температур / Е.А. Косенко // Интерстроймех-2022 : Материалы XXVI Международной научно-технической конференции, Ярославль, 12-14 октября 2022 года. – Ярославль: Ярославский государственный технический университет, 2022. – С. 294-305.

53. Болотников, И.С. Технологические особенности механической обработки полимерных композиционных материалов / И.С. Болотников, Е.А. Косенко // Известия Кабардино-Балкарского государственного университета. – 2022. – Т. 12. – № 4. – С. 63-68.

54. Болотников, И.С. Влияние режимов фрезерования углепластиков на их прочность при циклическом изгибающем нагружении / И.С. Болотников, Е.А. Косенко // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2023. – № 1(72). – С. 15-21.

55. Косенко, Е.А. Влияние масштабного фактора на прочность углепластиков с двухкомпонентной матрицей / Е.А. Косенко, Н.И. Баурова, В.А. Нелюб // Химическая промышленность сегодня. – 2023. – №2. – С. 33-39.

56. Косенко, Е.А. Исследование кинетики процесса взаимодействия материала «жидкой» фазы и эпоксидного связующего в процессе формования углепластиков / Е.А. Косенко, В.А. Нелюб, Н.И. Баурова // Актуальные проблемы науки о полимерах: Материалы III Всероссийской научной конференции (с международным участием) преподавателей и студентов вузов, Казань, 10-12 апреля 2023 года. – Казань: изд-во КНИТУ, 2023. – С. 107-108.

57. Косенко, Е.А. Исследование усталостной прочности волокнистых полимерных композиционных материалов с двухфазной схемой армирования / Е.А. Косенко // Новые полимерные композиционные материалы. Микитаевские чтения : Материалы XIX Международной научно-практической конференции, Нальчик, 3-8 июля 2023 года. – Нальчик: Издательство «Принт Центр», 2023. – С. 212.

58. Болотников, И.С. Влияние режимов фрезерования и отрицательной температуры на прочность углепластиков при циклическом изгибающем нагружении / И.С. Болотников, Е.А. Косенко // Технология металлов. – 2023. – № 7. – С. 8-16.

59. Косенко, Е.А. Исследование свойств волокнистых полимерных композиционных материалов с двухфазной схемой армирования / Е.А. Косенко // Современные достижения в области клеев и герметиков: материалы, сырье, технологии : Сборник трудов. Тезисы докладов IV Международной научно-технической конференции, Дзержинск, 26-28 сентября 2023 года. – Н. Новгород: Гладкова О.В. – 2023. – С. 113-115.

60. Косенко, Е.А. Полимерные композиционные материалы с двухфазной схемой армирования / Е.А. Косенко // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности : Материалы Международной научно-технической конференции, Могилев, 26 - 27 октября 2023 года. – Могилев: Белорус. – Рос. унт-т, 2023. – С. 64.

61. Косенко, Е.А. Влияние материалов жидкой фазы различной химической природы на комплекс свойств полимерных композиционных материалов с двухфазной схемой армирования / Е.А. Косенко, Н.И. Баурова // Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения : Материалы VII Всероссийской научно-технической конференции, Москва, 24 ноября 2023 года. – Москва: НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ, 2023. – С. 244-257.

62. Косенко, Е.А. Природоподобные материалы и конструкции в машиностроении: Монография / Е.А. Косенко, Н.И. Баурова, В.А. Зорин. – М.: МАДИ, 2020. – 304с.

Патенты

1. Пат. 2702544 Российская Федерация, МПК В32В 5/00, В32В 37/00. Способ создания изделий из полимерных композиционных материалов с

повышенными деформационными свойствами / Баурова Н.И., Косенко Е.А., Зорин В.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)». - №2019103260; заявл. 06.02.2019; опубл. 08.10.2019. – Бюл. №28.

2. Пат. 2745947 Российская Федерация, МПК G01M 5/00, G01N 3/20. Способ определения изгибной жесткости полимерных композиционных материалов при различных температурных условиях / Косенко Е.А., Баурова Н.И., Зорин В.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)». - №2020121826; заявл. 02.07.2020; опубл. 05.04.2021. – Бюл. №10.

3. Пат. 2763987 Российская Федерация, МПК G01J 5/60, G01N 25/72. Устройство для инфракрасной термографии полимерных композиционных материалов в среде постоянного магнитного поля / Зорин В.А., Косенко Е.А., Баурова Н.И.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)». - №2021107752; заявл. 24.03.2021; опубл. 12.01.2022. – Бюл. №2.

4. Пат. 2788917 Российская Федерация, МПК G01N/ 3/00. Испытательная машина для определения характеристик усталости полимерных композиционных материалов в условиях циклического изгибающего нагружения / Баурова Н.И., Зорин В.А., Косенко Е.А., Болотников И.С.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)». - №2022110399; заявл. 18.04.2022; опубл. 25.01.2023. – Бюл. №3.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 2.6.11 – Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов (технические науки) в части Полимерное материаловедение; методы прогнозирования и прототипирования; разработка принципов и условий направленного и контролируемого регулирования состава и структуры синтетических и природных полимерных материалов для обеспечения заданных технологических и эксплуатационных свойств; разработка и совершенствование методов исследования и контроля структуры; испытание и определение физико-механических и эксплуатационных характеристик синтетических и природных полимерных материалов и изделий; теоретические и

прикладные проблемы стандартизации новых синтетических и природных полимерных материалов и технологических процессов их производства, обработки и переработки.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук *Косенко Екатерины Александровны* является завершённой диссертационной работой, содержащей результаты, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений. Представленные в работе результаты принадлежат *Косенко Екатерине Александровне*; они оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью.

С учетом научной зрелости автора, актуальности, научной новизны и практической значимости работы, а также ее соответствия требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к подобным работам, диссертация на тему: «Волокнистые полимерные композиционные материалы на основе эпоксидной матрицы с двухфазной схемой армирования» рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.11 – Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов (технические науки).

Диссертация рассмотрена на расширенном заседании кафедры «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин», состоявшемся «11» марта 2024 года, протокол № 7. В обсуждении приняли участие: заведующий кафедрой «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин», д.т.н., проф. *Зорин Владимир Александрович*, декан факультета «Дорожные и технологические машины», д.т.н., проф. *Баурова Наталья Ивановна*, доцент кафедры «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин», к.т.н. *Аноприенко Александр Константинович*, доцент кафедры «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин», к.т.н. *Ду Арман*, доцент кафедры «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин», к.т.н., доц. *Коноплин*

Александр Юрьевич, доцент кафедры «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин», к.т.н., доц. *Косенко Екатерина Александровна*, доцент кафедры «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин», к.т.н., доц. *Лосавио Сергей Константинович*, доцент кафедры «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин», к.т.н. *Нефёлов Илья Сергеевич*, доцент кафедры «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин», к.т.н., доц. *Павлов Алексей Петрович*, доцент кафедры «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин», к.т.н., доц. *Пегачков Алексей Александрович*, доцент кафедры «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин», к.т.н., доц. *Штефан Юрий Витальевич*, заведующая кафедрой «Технологии конструкционных материалов», д.т.н., проф. *Петрова Лариса Георгиевна*, профессор кафедры «Технологии конструкционных материалов», д.т.н., доц. *Александров Виктор Дмитриевич*, профессор кафедры «Технологии конструкционных материалов», д.т.н., проф. *Белашова Ирина Станиславовна*, профессор кафедры «Технологии конструкционных материалов», д.т.н., проф. *Чудина Ольга Викторовна*, доцент кафедры «Технологии конструкционных материалов», к.т.н., доц. *Демин Петр Евгеньевич*.

Принимало участие в голосовании 17 человек. Результаты голосования: «За» - 17 человек, «Против» - 0 человек, воздержались - 0 человек, протокол № 7 от «11» марта 2024 г.

Заведующий кафедрой
«Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин»,
доктор технических наук, профессор

Зорин Владимир Александрович

Секретарь заседания,
доцент кафедры «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин»,
кандидат технических наук, доцент

Коноплин Александр Юрьевич