

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы на тему:

«РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ МОДИФИКАЦИИ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ И УГЛЕРОДНОЙ ТКАНИ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ УГЛЕПЛАСТИКОВ»

представленной на соискание степени доктора философии (PhD)

по специальности

6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов»

МУСТАФА ЛАУРЫ МОЛДАКЕРИМОВНЫ

Цель диссертационной работы. Повышение прочности и ударной вязкости углепластика методом окисления углеродной ткани азотной кислотой и добавлением пластификаторов и термопластов в эпоксидную смолу.

Задачи исследования:

- повышение прочности ЭС за счет модификации ее пластификаторами и термопластами;
- повышение прочностных свойств углепластиков за счет увеличения химической активности углеродной ткани и процесса окисления азотной кислотой;
- изучение влияния модифицирования ЭС на механические свойства углепластика;
- изучение совместного влияния модифицированной углеродной ткани и модифицированной ЭС на прочностные характеристики углепластиков и эффект формирования вакуумной инфузии.

Методы исследования:

К основным методам исследований, применяемых при выполнении диссертационной работы, относятся:

- механические испытания образцов ЭС и углепластика на разрывных машинах Instron и Shimadzu (Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, АО «ИМиО», Институт проблем горения);
- испытания на ударную вязкость образцов ЭС и углепластика на маятниковом копре МК-15. (Машиностроительный завод им. С.М. Кирова, Алматы).

Основные положения (доказанные научные гипотезы и другие выводы, являющиеся новыми знаниями), выносимые на защиту:

- влияние модификации эпоксидных смол пластификаторами и термопластами на их прочность и ударную вязкость;
- влияние модифицирования углеродной ткани на прочностные характеристики углепластика;
- влияние модифицированных ЭС на механические свойства углепластика;

- влияние совместного воздействия модифицированной углеродной ткани и модифицированной ЭС на прочностные свойства углепластиков и эффект формирования вакуумной инфузии.

Описание основных результатов исследования:

Изучено влияние модификаторов на сжатие и ударную вязкость эпоксидных смол ЭД-20 и «Этал Инжект-Т». Наилучшие результаты были получены при добавлении 10% пластификатора ТКФ:

- для смолы ЭД-20: прочность на сжатие 99,6 МПа (увеличена на 2%) и ударная вязкость 39,5 кДж / м² (увеличена в 2 раза);

- для смолы «Этал Инжект-Т»: прочность на сжатие 122,2 МПа (увеличена на 15%), а ударная вязкость 80,3 кДж / м² (улучшена на 90%).

Повышение прочностных свойств смол связано с их химическим взаимодействием с пластификаторами и термопластами.

Для упрочнения углепластика было исследовано влияние окисления поверхности углеродной ткани в азотной кислоте:

- углепластик, полученный из углеродной ткани с окисленной в азотной кислоте поверхностью в течение 2,5 минут и смолой ЭД-20, достиг прочность на растяжение от 833 МПа до 900 МПа и прочность на сжатие от 300 МПа до 385 МПа.

- углепластик, полученный из углеродной ткани с окисленной в азотной кислоте поверхностью в течение 2 минут и смолой Этал инжект-Т, увеличил прочность на растяжение с 1000 МПа до 1150 МПа (на 15%), прочность при сжатие с 425 МПа до 497 МПа (на 17%). Путем окисления углеродной ткани в азотной кислоте на поверхности углеродной ткани образуются карбоксильные группы, которые могут улучшить совместимость углеродной ткани и эпоксидной смолы. Таким образом повышаются механические свойства.

Впервые получены результаты по влиянию комбинированного воздействия модифицированной ЭС и модифицированной углеродной ткани на механические свойства углепластиков. Технология, предложенная в данной диссертации, впервые позволяет получить углепластик с прочностью на сжатие в пределах 600 МПа и ударной вязкостью 250 кДж/м².

Обоснование новизны и важности полученных результатов:

С помощью метода модификации углеродной ткани и эпоксидной смолы впервые в диссертационной работе получен углепластик с повышенными характеристиками прочности и ударной вязкости. Изучение влияния модифицирования позволяет разработать новую эффективную технологию получения углепластиков с высокими эксплуатационными и технологическими свойствами, высокой прочностью и ударной вязкостью.

Новизна полученных результатов заключается в том, что впервые изучено влияние комбинированного воздействия модифицированной ЭС и модифицированной углеродной ткани на механические свойства углепластиков.

Технология, предложенная в данной диссертации, впервые позволяет получить углепластики с прочностью на сжатие до 425-600 МПа и ударной вязкостью до 250 кДж/м². Это позволяет повысить устойчивость конструкции летательных аппаратов из углепластика к ударным нагрузкам.

Научный уровень представленной диссертационной работы имеет научную ценность, что подтверждается научными трудами автора: а) опубликованными статьями; б) результатами международной конференции в) патентом на полезную модель.

Разработанная технология производства ударопрочного углепластика аэрокосмического назначения внедрена ТОО "KazTechInnovations" (Акт внедрения). Это позволит улучшить технические и механические характеристики летательных аппаратов, выпускаемых ТОО "KazTechInnovations".

Соответствие направлениям развития науки или государственным программам.

В настоящее время в городе Нур-Султан построен Национальный космический центр, составной частью которого является предприятие по проектированию и производству космических аппаратов. Созданием такого производства занимается казахстанско-французское ТОО "Галам".

Комплектующие аэрокосмических аппаратов нуждаются в ударопрочном углепластике. Высокопрочный углепластик в Казахстане не производится, в связи с чем приходится импортировать его. Такой углепластик с прочностью свыше 415 МПа внесен в список товаров и технологий ракетного и двойного назначения (технология засекречена Международными соглашениями экспортного контроля). В этой связи необходимо развитие отечественных технологий производства материалов аэрокосмического назначения.

Для расширения сферы применения углепластика в аэрокосмической отрасли актуальным является производство ударопрочного углепластика. Углепластик-композитный материал, состоящий из соединительной матрицы и армирующей углеродной ткани. Получение углепластика, улучшающего его физико-механические характеристики и придающего ему ударопрочность, может быть достигнуто методами модификации углеродной ткани и эпоксидной смолы (ЭС).

В мировой практике требуется технология получения ударопрочного углепластика с сохранением степени статической прочности углепластика. Данная технология достаточно сложна, так как при повышении одного показателя прочностных свойств возможно негативное влияние на другие свойства. По этой причине очевидно, что одновременное повышение прочности и ударной вязкости углепластика требует серьезных исследований.

В связи с необходимостью высокой прочности и ударопрочности углепластика для отечественного производства, основные положения

диссертации разрабатывались в рамках государственных научных программ, финансируемых из государственного бюджета.

Настоящая научно-исследовательская работа связана с мероприятиями государственной программы "Развитие космической деятельности в Республике Казахстан на 2015-2017 годы" и 2018-2020 гг. «Разработка технологии производства ударопрочного углепластика для изделий оборонного и аэрокосмического назначения» – Республиканская бюджетная программа 008 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности, транспорта и коммуникации».

Описание вклада докторанта в подготовку каждой публикации.

Личный вклад автора заключается в постановке цели и задач работы, проведении исследований, обработке и анализе результатов, формулировании выводов, написании статей и тезисов докладов.

По результатам диссертационной работы опубликовано:

1. Mustafa L.M., Ismailov M.B., Sanin A.F. Study on the effect of plasticizers and thermoplastics on the strength and toughness of epoxy resins / Международный рецензируемый журнал «Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu» <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-4/063>. Украина, –2020. №4. –Р. 63-68: научно-теоретическое обоснование, подготовка и непосредственное участие в проведении исследований, анализе и при обобщении полученных результатов, написание текста статьи;

2. Мустафа Л.М., Ермаханова А.М., Исмаилов М.Б. The effect of carbon fabrics modification on the strength of carbon fiber reinforced plastic / Комплексное использование минерального сырья. <https://doi.org/10.31643/2019/6445.18>. Алматы, –2019. №2. –С. 68-75: научно-теоретическое обоснование, подготовка и непосредственное участие в проведении исследований, анализе и при обобщении полученных результатов, написание текста статьи;

3. Мустафа Л.М., Исмаилов М.Б., Ермаханова А.М., Санин А.Ф. Исследование влияние пластификаторов термопластов на механические свойства эпоксидной смолы и углепластика (Обзор) / Комплексное использование минерального сырья. <https://doi.org/10.31643/2019/6445.37>. Алматы, – 2019. №4. – С. 48-56: научно-теоретическое обоснование, подготовка и непосредственное участие в проведении исследований, анализе и при обобщении полученных результатов, написание текста статьи;

4. Мустафа Л.М., Исмаилов М.Б. Исследование методов модификации углеродной ткани с целью увеличения прочностных свойств углепластиков / Вестник КазНИТУ. Алматы, –2019. №5 (135). –С. 72-75: научно-теоретическое обоснование, подготовка и непосредственное участие в проведении исследований, анализе и при обобщении полученных результатов, написание текста статьи;

5. Пат. на полезную модель 6006 РК. Способ получения углепластика / Мустафа Л.М, Исмаилов М.Б., Жумаханова В.Р., Байсериков Б.М., Аблакатов И.К., патентобладатель АО «НЦКИТ»; опубл. 23.04.2021,

Бюл. № 16. – 3 с: научно-теоретическое обоснование, подготовка и непосредственное участие в проведении исследований, анализе, при обобщении полученных результатов, и написании текста патента;

6. Мустафа Л.М., Исмаилов М.Б. Исследование влияния пластификаторов на прочность и ударную вязкость углепластика / Международной научно-практической конференции «Наука и инновации: новости, проблемы и достижения». Алматы 29-30 апрель 2020,– Т.2. –С. 179-182: научно-теоретическое обоснование, непосредственное участие в поиске, анализе и систематизации данных, написание текста статьи;

7. Мұстафа Л.М., Исмаилов М.Б., Санин А. Ф. Эпоксидті шайырды термопласттармен модификациялаудың және құрамдастырылған арматуралаудың көмірпластиктің беріктігі мен соққы тұтқырлығына әсерін зерттеу / Халықаралық конференция «Қазіргі жастардың ғылыми әлеуметі-2021» 17-18 мамыр 2021. Қарағанды. –2021. –С. 371-375: научно-теоретическое обоснование, непосредственное участие в поиске, анализе и систематизации данных, написание текста статьи;