

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной и инновационной  
деятельности Федерального  
государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Казанский национальный  
исследовательский технический  
университет им. А.Н. Туполева – КАИ»

Михайлов С.А.

« 20 » ноября 2018 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Валевина Е.О. «Влияние тепловлажностного воздействия на свойства термостойких полимерных композиционных материалов на основе фталонитрильной матрицы», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук: по специальности 05.16.09 «Материаловедение (машиностроение)».

#### **Актуальность диссертационной работы**

Развитие машиностроения во многом определяется новейшими достижениями в области материаловедения и технологии полимерных и композиционных материалов (ПКМ), которые в отличие от классических металлов и керамик обладают высокими удельными показателями прочностных и функциональных свойств.

Благодаря возможностям варьирования структурой полимерных матриц и армирующих элементов углепластики относятся к наиболее перспективным материалам конструкционного и функционального назначения. Разнообразие в уровне и сочетании разнородных свойств делает углепластики широко востребованными в машиностроительных отраслях, и в первую очередь в авиа- и ракетостроении, а также в автомобиле- и судостроении, медицине и других отраслях.

В связи с этим исследования, связанные с решением научных задач по определению степени воздействия на современные углепластики и их устойчивости к действию климатических и эксплуатационных факторов, являются крайне актуальными и востребованными.

### **Научная новизна проведенных исследований и полученных результатов**

Валевиным Е.О. изучено и научно обосновано влияние основных климатических факторов (повышенной влажности и температуры) на свойства термостойкой фталонитрильной полимерной матрицы и углепластиков на её основе с разными схемами армирования, наиболее часто применяемыми в современной авиационной технике.

Используя стандартные методы исследования и современное оборудование, автор определил допустимый диапазон рабочих температур в состоянии равновесного влагопоглощения, определил уровень изменения значений основных механических характеристик углепластиков на основе фталонитрильной матрицы с различной схемой армирования после длительного воздействия повышенной температуры и влажности. В ходе выполнения работы было установлено влияние дополнительной термообработки углепластиков в инертной среде (азоте) на структуру фталонитрильной матрицы, приводящее к значительному снижению влагопоглощения пластиков и повышению их термостабильности.

### **Значимость результатов, полученных в диссертации, для развития соответствующей отрасли науки**

В диссертационной работе Валевина Е.О. «Влияние тепловлажностного воздействия на свойства термостойких полимерных композиционных материалов на основе фталонитрильной матрицы» представлено решение такой важной научно-технической проблемы, как оценка возможности применения ПКМ на основе фталонитрильной матрицы в теплонагруженных

деталях машиностроительных конструкций, эксплуатация которых осуществляется в условиях повышенной влажности.

Полученные автором результаты исследований конструкционных углепластиков на основе фталонитрильной матрицы могут быть использованы при проектировании воздушных судов ведущими опытно-конструкторскими бюро, а комплексный подход может быть применен при проведении квалификационных испытаний других ПКМ авиационного назначения.

### **Общая характеристика работы**

Диссертационная работа изложена на 130 страницах печатного текста и состоит из введения, 4 глав, выводов и списка литературы из 98 наименований.

**Во введении** обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследования, отражены основные достигнутые результаты, которые выносятся на защиту, научная новизна и практическая значимость работы.

**В первой главе** представлен обзор и анализ публикаций в отечественной и зарубежной литературе, посвященных научному направлению, выбранному автором в своей диссертационной работе. Сведения, представленные в данных публикациях, свидетельствуют о существенном влиянии процессов старения, в том числе факторов окружающей среды, на долговечность деталей из ПКМ. Показано влияние сорбированной воды на прочностные и теплофизические свойства ПКМ с рабочими температурами выше 200 °С, что, в целом, подтверждает актуальность подобных исследований.

**Во второй главе** описаны основные объекты исследований – фталонитрильная матрица и конструкционные углепластики на ее основе с различными углеродными наполнителями: марок ВКУ-38ТР (на основе равнопрочной углеродной ткани) и ВКУ-38ЖН (на основе углеродного жгута). Представлены структурные, теплофизические, механические и другие

методы исследований, позволяющие достоверно оценить влияние повышенной влажности и температуры на свойства полимерных фталонитрильных матриц и углепластиков на их основе.

**Третья глава** посвящена исследованиям влияния повышенной температуры и влажности на структуру и свойства полимерной фталонитрильной матрицы. Представлены кинетические кривые и параметры сорбции воды. Влагопоглощение образцов фталонитрильной матрицы составляет от 0,33 масс.% до 0,79 масс.%, что является низким показателем по сравнению с эпоксидными и полиимидными матрицами. Предложена и экспериментально обоснована термообработка фталонитрильной матрицы в инертной среде для снижения равновесного влагопоглощения.

**В четвертой главе** представлены данные по кинетике сорбции воды термостойкими углепластиками ВКУ-38ТР и ВКУ-38ЖН с определением равновесных значений влагопоглощения и параметров сорбции на различных режимах увлажнения. Проведен большой объем работ по оценке изменения прочностных свойств исследуемых углепластиков после длительного тепловлажностного воздействия. Экспериментально обоснована термообработка в инертной среде исследуемых углепластиков на основе фталонитрильной матрицы с целью повышения их термостойкости. Показано, что наработка при повышенной температуре приводит к увеличению равновесного влагопоглощения, что имеет важное практическое значение с точки зрения длительной эксплуатации ПКМ при высоких рабочих температурах.

**Обоснованность и достоверность** научных положений, выводов, рекомендаций и заключений, полученных в диссертации, подтверждается достаточно полным и подробным анализом публикаций по теме диссертации, использованием современных методов исследования структуры и свойств материалов и аттестованного испытательного оборудования для их проведения, а также большим объемом выполненных экспериментов.

### **Замечания.**

В качестве замечаний к диссертации необходимо отметить следующее:

1. Нет данных по изменению прочностных характеристик исследуемых ПКМ после экспозиции образцов на метеоплощадках при воздействии климатических факторов в натуральных условиях.

2. При экспозиции в условиях повышенной влажности использовались образцы ПКМ без защищённых торцов, несмотря на то, что, согласно нормативной документации, кромку образцов необходимо обрабатывать и защищать от внешних воздействий.

3. При обработке экспериментальных данных по влагопоглощению хотелось бы видеть на графиках результаты статистической обработки полученных результатов.

4. Рекомендовать автору продолжить исследования углепластиков с целью определения изменения значений основных механических характеристик после теплового ресурса и последующего увлажнения, а не только изменения равновесного влагопоглощения.

5. На стр. 80 диссертации допущена опечатка в маркировке связующего: ВНС-31, вместо ВСН-31.

Указанные замечания не снижают общей значимости выполненных исследований.

### **Заключение о работе в целом**

Диссертация Валева Е.О. содержит научную новизну и практическую значимость, соответствующую паспорту специальности 05.16.09 «Материаловедение (по отраслям)», и охватывает следующие области исследования:

- теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий;

- установление закономерностей и критериев оценки разрушения материалов в зависимости от воздействия механических нагрузок и внешней среды;

- разработка способов повышения коррозионной стойкости материалов в различных условиях эксплуатации.

Автореферат и публикации по теме диссертации полностью раскрывают ее основное содержание. Работа прошла широкую апробацию, ее результаты опубликованы в 5 статьях в изданиях, входящих в перечень рекомендованных ВАК, доложены на 9 конференциях.

В целом диссертация Валева Е.О. является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной научно-технической задачи повышения устойчивости современных конструкционных углепластиков к воздействию климатических факторов: температуры и влажности, а также эксплуатационных нагрузок. Работа содержит рекомендации для внедрения данного класса материалов в машиностроительных отраслях при производстве изделий, эксплуатируемых в климатических условиях с повышенной влажностью и температурой.

Автором получен объемный экспериментальный материал, который подтверждает работоспособность исследованных ПКМ на основе фталонитрильного связующего в условиях повышенной влажности и температуры.

По научному уровню и практической значимости полученных результатов исследований, содержанию и оформлению диссертационная работа Валева Е.О. «Влияние тепловлажностного воздействия на свойства термостойких полимерных композиционных материалов на основе фталонитрильной матрицы» в полной мере соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» Постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата технических наук, а её автор, Валева Евгений Олегович, заслуживает присуждения

ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (машиностроение)».

Отзыв на диссертационную работу Валевина Е.О. рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Производство летательных аппаратов» ФГБОУ ВО Казанского национального исследовательского технического университета имени А.Н.Туполева 24 октября 2018 г., протокол №3.

И.о. заведующего кафедрой  
«Производство летательных  
аппаратов» КНИТУ-КАИ  
к.т.н., доцент

Андрианова К.А.

420111 г. Казань, ул. К. Маркса, д. 10.  
Телефон: +7 (843) 231-03-55, E-mail: kai@kai.ru

