

## ОТЗЫВ

официального оппонента, главного научного сотрудника АО «Центральный научно-исследовательский институт специального машиностроения», доктора химических наук Далинкевича А.А. 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 работы.** Полимерные композиционные материалы (ПКМ) благодаря своим высоким показателям удельных характеристик конструкционных свойств и высокой технологичности способов формования изделий различной функциональности и неоспоримым преимуществам по сравнению с традиционными металлическими материалами все шире применяются в различных областях техники, прежде всего в авиационной промышленности. Объем применения ПКМ в конструкции планера ряда современных и перспективных гражданских и боевых самолетов в настоящее время начинает превышать 40 % по массе и 80 % по площади внешнего контура летательного аппарата (ЛА).

Применение ПКМ в силовых деталях и агрегатах, в том числе крупногабаритных и сборочных конструкциях, требует при внедрении новых типов ПКМ знаний о характере и уровне изменения их служебных свойств (прежде всего механических) в условиях комплексного действия климатических факторов, влияющих на долговечность и надежность новой техники.

В данной работе автором рассматриваются новый класс термостойких углепластики на основе нового фталонитрильного связующего. Эти материалы планируется использовать для изготовления рабочего колеса центробежного компрессора (РКЦК) перспективного вертолетного двигателя.

В научной литературе отсутствуют публикации о результатах систематических исследований процессов сорбции и диффузии влаги для данного типа фталонитрильных сетчатых полимеров и углепластиков на их основе, а также влияния на эти процессы климатических колебаний температуры и влажности, что является теоретической основой анализа их тепло-влажностного старения составляет актуальность данной работы.

**Характеристика содержания работы.** Содержание работы полностью соответствует Паспорту выбранной специальности. Диссертационная работа Валевина Е.О. состоит из введения, четырех глав, выводов и списка литературы. Общий объём диссертации 130 страниц машинописного текста.

Во введении показана актуальность решаемой проблемы, сформулирована цель работы и основные задачи. Показана научная новизна и практическая значимость работы, достоверность и обоснование полученных результатов, личный вклад соискателя, положения, выносимые на защиту, публикации и апробация работы.

Достоверность полученных результатов обеспечена проведением испытаний по апробированным и стандартизованным методикам, на современном исследовательском оборудовании, прошедшим метрологическую поверку, а также большим объемом выполненных экспериментов.

В первой главе Валевиным Е.О. подробно рассмотрены внешние воздействующие факторы, влияющие на свойства полимерных материалов, изменение свойств ПКМ под воздействием повышенной влажности, а также проанализировано влияние тепловлажностного воздействия на термостойкие ПКМ на основе различных полимерных матриц предыдущих поколений. На основании данных литературы и собственного опыта работы сформулирована цель работы и её задачи: исследование воздействия повышенной температуры и относительной влажности на свойства и структуру термостойких углепластиков конструкционного назначения на основе фталонитрильного связующего, предназначенного для изготовления РКЦК вертолетного двигателя.

Во второй главе представлены сведения об объектах и методах исследований. В качестве объектов исследования автором выбраны ненаполненная термостойкая фталонитрильная матрица на основе связующего марки ВСН-31 и углепластики на её основе марки ВКУ-38ТР и марки ВКУ-38ЖН. Описаны подходы, методы и оборудование, использованное при изучении объектов исследований.

В третьей главе автором приведены основные результаты исследований влияния тепловлажностного воздействия на ненаполненную фталонитрильную матрицу с оценкой характера сорбции влаги и определения сорбционных свойств. Теплофизическими методами (ТМА, ТГА) определены изменения температур релаксационных переходов после увлажнения до равновесного состояния. Методом растровой электронной микроскопии проведено исследование микроструктуры фталонитрильной матрицы, прошедшей термообработку в различных условиях, что позволило предложить термообработку в инертной среде с целью снижения влагопоглощения.

В четвертой главе представлены результаты влияния тепловлажностного воздействия на термостойкие углепластики ВКУ-38ТР и ВКУ-38ЖН. Определен диапазон изменения их механических свойств после длительного воздействия рабочих температур, а также проведены предварительные исследования влияния наработки материала при повышенной рабочей температуре (тепловое старение) на сорбционные свойства в условиях повышенной влажности.

На основе результатов, полученных автором в диссертационной работе, получены новые сведения о сорбции влаги фталонитрильной матрицей и углепластиков на её основе, установлено влияние сорбированной влаги на изменение температурной области эксплуатации, определены изменения физико-механических характеристик при экспозиции в различных тепловлажностных условиях. Определены изменения механических свойств

исследуемых углепластиков после длительного воздействия повышенных рабочих температур.

Результаты работы были неоднократно доложены на всероссийских и международных конференциях, а также опубликованы 5 статей в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК и рекомендованных для опубликования результатов диссертационных работ.

Замечания к диссертационной работе:

1. В формулах 1.3 и 1.5 во-первых, толщина образца обозначена разными буквами  $l$  и  $h$  и во-вторых, не указано, что эти буквы обозначают толщину.

2. На с. 40, из предложения «Обычно структура межфазного слоя является слабо упорядоченной с большим количеством различных дефектов, что способствует диффузии влаги именно по границе раздела фаз вглубь материала» можно заключить, что диффузия от одной поверхности образца к другой (т.е. в его глубину) идет через межфазный слой, т.е. он объемно непрерывен. Но это не так. Этот слой можно считать непрерывным только вдоль направления волокон.

3. На с.86 имеется некоторая путаница с обозначениями. Приведена формула для начального участка сорбционной  $M_t/M_\infty=f(t^{1/2})$  и далее в тексте сказано: «...где  $M_t$  и  $M_\infty$  - масса образца в момент времени  $t$  и равновесное значение массы образца...». Исходя из данных приведенных на рисунках ниже речь идет всё таки о массе диффузанта. Допущена описательная неточность.

4. На с.106, в подписи к рис 4.11 указано: «кинетические кривые и т.д.». Кинетическая кривая – это зависимость чего-либо от времени или функции времени. В данном же случае это кривая, описывающая соотношение свойство – состав.

Приведенные замечания нисколько не умаляют значимости работы. Диссертация написана хорошим литературным языком и, в целом, производит приятное впечатление.

Практическая значимость работы подтверждена полученными дополнениями в паспорта на материалы.

Автореферат диссертации Валева Е.О. полностью соответствует содержанию диссертационной работы. Диссертация выполнена на высоком научном уровне и содержит результаты, обладающие научной новизной, имеющие практическую значимость. В целом, диссертационная работа Валева Е.О. соответствует паспорту специальности 05.16.09 «Материаловедение (машиностроение)», выполнена на достаточно высоком уровне и соответствует критериям, установленным для кандидатских диссертаций, а её автор Валева Евгений Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 «Материаловедение (машиностроение)».

Официальный оппонент

Главный научный сотрудник

АО «ЦНИИ СМ»,

доктор химических наук

141371, Московская обл.,

г. Хотьково, ул. Заводская

8(916)561-34-93, [dalinckevich@yandex.ru](mailto:dalinckevich@yandex.ru)

А.А. Далинкевич

Подпись официального оппонента, д.х.н. Далинкевича А.А. удостоверяю

Секретарь НТС, Краснова Г.В.



20.11.2018