

УДК 678

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИКАРБОСИЛАНА НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кира Сергеевна Панина,

Аспирант 1 года

кафедра «Материаловедение в машиностроении»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Ю.А. Курганова,

доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение в машиностроении»

Е.А. Данилов, начальник лаборатории Синтеза и исследования новых материалов АО "НИИГрафит"

Одним из способов защиты деталей и узлов авиакосмической техники, работающих в условиях высоких тепловых потоков, является применение абляционных полимерных материалов. Механизм защиты от внешнего теплового потока основан на эндотермическом пиролизе и абляции карбоцепных полимеров матрицы в процессе работы, за счет чего снижается температура на внутренней стенке теплозащитного изделия[1], а сопротивление абразивному потоку достигается за счет армирования различными видами волокон.

Материалы на основе фенольных смол и волокон на основе углерода, асбеста, кремнезема, карбида кремния и т.п. являются наиболее распространенными теплозащитными полимерными композитами[1-3].

Увеличение коэффициента полезного действия двигателей, повышение скоростей полетов и т.п. приводит к увеличению рабочих температур узлов и деталей. Поэтому требуются материалы, удовлетворяющие новым условиям эксплуатации. Решением данной задачи для композитов на основе фенольных смол является увеличение толщины защитных покрытий, или модификация матрицы для защиты армирующих волокон, подверженных окислению при взаимодействии с кислородом воздуха при повышенных температурах.

Самым распространенным является метод нанесения керамических материалов путем химического осаждения или, например, силицирование углеродной матрицы[4]. Такие методы являются низкотехнологичными и дорогостоящими, поэтому в последние годы широко применяется метод пропитки керамическим полимерным прекурсором и последующим пиролизом с образованием керамики.

Одним из перспективных прекурсоров керамики на основе кремния является поликарбосилан. В работе [5] данный прекурсор применяется в качестве защитного покрытия металлических волокон, а в патентах [6-7] – углеродных волокон композиционного материала. Обычно прекурсор наносится на волокна и далее подвергается высокотемпературному пиролизу для образования равномерного тонкого керамического покрытия, которое приводит к повышению жаростойкости материала.

В настоящей работе предлагается повысить огнестойкость композитов за счет послойного нанесения на армирующие волокна растворов поликарбосилана и фенольной смолы с последующей низкотемпературной полимеризацией.

Для сравнительного исследования растворы поликарбосилана в толуоле и фенольной смолы в изопропиловом спирте в соотношениях 1:4, 1:2, 1:1 масс. наносились на один слой углеткани и кремнеземной ткани.

Исследования огнестойкости показали снижения потери массы, что показывает эффективность предварительного нанесения предкерамического полимера. На поверхности армирующих волокон после высокотемпературного воздействия образуется защитное покрытие, препятствующее окислительному воздействию среды.

Литература

1. *M. Natali, J.M. Kenny, L. Torre*, Science and technology of polymer ablative materials for thermal protection systems and propulsion devices: a review,. Progress in Materials Science. 84. 10.1016/j.pmatsci.2016.08.003.
2. *Алентьев А.Ю., Яблокова М.Ю.* Связующие Для Полимерных Композиционных Материалов // Учебное пособие для студентов по специальности «Композиционные наноматериалы». Москва, 2010. С.
3. *Е. Н. Сабадаха, Н. Р. Прокончук, А. Л. Шутова.* Термостабильные композиционные материалы // Труды БГТУ. Серия 2 Химические технологии, биотехнология, геоэкология. 2017. Т. 2, № 2. С. 108–115.
4. *Е. И. Крамаренко, В. В. Кулаков, А. М. Кенигфест, С. А. Ситников, В. В. Мозалев.* Получение и свойства фрикционных углерод-керамических материалов класса C/SiC // Известия Самарского научного центра РАН. 2011. №4-3.
5. *Солнцев С.С., Розененкова В.А., Миронова Н.А., Гаврилов С.В.* Высокотемпературные тонкопленочные покрытия для уплотнительных материалов из металлических волокон // Авиационные материалы и технологии. 2012. №1 (22).
6. Патент US № 9587586 B2. Insulation materials comprising fibers having a partially cured polymer coating thereon, articles including such insulation materials, and methods of forming such materials and articles, Northrop Grumman Innovation Systems Inc. Заявл.: 06.03.2013. Оpubл.: 07.03.2017
7. ПатентUS № 20190016640. Preceramic resin formulations, impregnated fibers comprising the preceramic resin formulations, composite materials, and related methods. Northrop Grumman Innovation Systems Inc. № 2015153627. Заявл.: 21.11.2017. Оpubл.: 01.11.2018.