

УДК 678

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ДОБАВОК НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Николаева Ольга Николаевна⁽¹⁾, Панина Кира Сергеевна⁽²⁾

Магистр 2 года⁽¹⁾, аспирант 4го года⁽²⁾

Кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет

Научный руководитель и консультант:

Ю.А. Курганова, доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение»

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

Теплозащитные материалы (ТЗМ) играют важную роль в аэрокосмической промышленности. Они используются для защиты конструкции, аэродинамических поверхностей ракет, боевых головок, зондов и космических аппаратов от сильного нагрева, возникающего при входе в атмосферу. С развитием ракетно-космической техники повышаются требования к использованным материалам: массогабаритным характеристикам, виброустойчивости, эластичности, низкой теплопроводности, теплостойкости, огнестойкости и устойчивости к механическим и термическим нагрузкам во время эксплуатации.

Обозначенным требованиям удовлетворяют современные полимерные композиционные материалы (ПКМ), целенаправленное регулирование состава которых позволяет выйти на принципиально новый уровень эксплуатационных свойств.

Принцип работы таких материалов основан на разложении при высокотемпературном воздействии со смещением общего течения процесса термоокислительной деструкции с поглощением внешнего потока тепла.

Наиболее перспективными являются композиционные материалы на основе эластомеров, фенолформальдегидных смол, обладающие стойкостью к тепловому удару, низкой плотностью, хорошей механической прочностью и теплоизоляционными свойствами. Особую значимость в настоящее время приобретает разработка ПКМ с повышенными теплофизическими свойствами [1-2].

Совершенствование теплофизических свойств может быть достигнуто путем модифицирования матрицы ПКМ [3-5]. В настоящей работе рассматривается возможность повышения свойств за счет введения таких керамических добавок, как карбид кремния SiC, диборид циркония ZrB₂ и микросферы из оксида алюминия Al₂O₃.

Для оценки огнестойкости проанализировано изменение массы полученных образцов при воздействии ацетиленовой горелки, для исследования теплостойкости проведен термогравиметрический анализ, для определения температуропроводности использовали метод лазерной вспышки.

Исследование огнестойкости продемонстрировало, что модификация смеси карбидом кремния, диборидом циркония и микросферами из оксида алюминия приводит к повышению устойчивости материала к высоким температурам в окислительной среде.

Термогравиметрический анализ матриц, полученных образцов, показал, что остаточная масса связующего за счет введения добавок при стационарном тепловом воздействии увеличивается, следовательно теплостойкость материала выше.

Методом лазерной вспышки установлена зависимость, при которой температуропроводность образцов уменьшается с повышением температуры испытания.

Таким образом, модификация смеси карбидом кремния, диборидом циркония, микросферами из оксида алюминия является эффективным способом повышения теплофизических свойств ПКМ.

Литература

1. Maurizio Natali, Jose Maria Kenny, Luigi Torre Science and technology of polymeric ablative materials for thermal protection systems and propulsion devices // Progress in Materials Science. - 2016. – P. 192-275.
2. Рудакова Т.А., Перов Н.С., Озерин А.Н. Огнетеплозащитные эластичные покрытия на кремнийорганическом связующем // Известия ЮФУ. Технические науки. - 2013. - №8. - С. 215.
3. Краев И.Д., Попков О.В., Шульдешов Е.М. и др. Перспективы использования кремнийорганических полимеров при создании современных материалов и покрытий различных назначений // Труды ВИАМ. - 2017. - №12. - С. 48-63.
4. Коо J.H., Langston J. Polymer Nanocomposite Ablative Technologies for Solid Rocket Motors // Nanomaterials in Rocket Propulsion Systems. Elsevier Inc., 2019. —P. 423–493.
5. Rallini Marco, Puri Ivan, Torre Luigi. Boron based fillers as char enhancers of EPDM based heat shielding materials for SRMs: A comparative analysis // Compos. Struct. 2018. T. 198. - P. 73–83.