

УДК 629.78

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА ЭФФЕКТИВНУЮ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ

© Даниленко Е.Г., Чесноков Е.Я., Телегин С.В.

e-mail: evg.danilenko@mail.ru

*Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, Российская Федерация*

На современном этапе развития космической техники установлено, что для существующих космических аппаратов наиболее опасным является функциональное поражение бортовой радиоэлектронной аппаратуры ионизирующим и вторичным электромагнитным излучением.

Воздействие подобных излучений приводит к структурным изменениям материалов, возникновению ионизации, разогреву, появлению наведенной радиоактивности и другим явлениям, нарушающим физические и химические процессы в технических устройствах [1-2]. Наиболее чувствительными к ионизирующим излучениям являются полупроводниковые и оптические материалы, затем полимерные и самой высокой стойкостью обладают металлы. Результатом таких воздействий могут быть обратимые и необратимые изменения параметров элементной базы, приводящие к полной или частичной потере работоспособности аппаратуры.

Пассивные защитные экраны должны поглощать и отражать, большую часть, высокоэнергетических частиц, иметь малую накопительную дозу, обладать химической и радиационной стойкостью и отсутствием газовыделения. В результате активации некоторых видов молекулярного движения вся поглощенная энергия выделяется в виде тепла в тонком слое и при низкой теплопроводности материала экрана он может нагреться до температур плавления.

Поэтому изучение явления теплопередачи является очень важным при изготовлении композиционных материалов защитных экранов.

Мы рассматриваем в качестве радиационно-защитных экранов многослойные пластины, которые представляют конкуренцию однослойным, изготовленным из одних и тех же сложных композиционных материалов.

Передача тепла через конструкционные и теплоизоляционные материалы обусловлена теплопроводностью, как правило, без внутренних источников тепловыделения, поэтому рассматриваем процесс передачи тепла через тела плоской формы при стационарном режиме [3].

Изготовленный образец экран состоит из трех слоев, но в основном мы рассматриваем первый слой, поскольку он представляет собой диэлектрик, а подобные материалы содержат малое количество свободных электронов. Этот слой служит для поглощения частиц с низкой энергией и ее понижения с целью предотвращения возникновения тормозного излучения при взаимодействии с материалом второго слоя, имеющим большую плотность.

Исследованию подвергались образцы в виде тонких пластин из эпоксидной смолы марки ЭД-20 с наполнителем из сажи, графита и алюминиевой пудры.

Для проведения исследования была выбрана методика согласно ГОСТ 7076-99 [4].

Термо-ЭДС хромель-алюмелевых термопар (ТХА) регистрировалась милливольтметром М2020. Главное преимущество этих термопар перед другими

видами термопреобразователей – достаточно широкий диапазон измеряемых температур – от 73 до +1645 К.

Для оценки точности эксперимента был выбран образец, изготовленный из чистой эпоксидной смолы размером 70×70×0,5 мм. Значения эффективной теплопроводности получилось равным 0,19±0,02 Вт/(м·К). Справочные данные эффективного коэффициента теплопроводности эпоксидной смолы 0,13–0,21 Вт/(м·К) [5]. Как видно, рассчитанные значения находятся в интервале значений справочника.

Для исследования были отобраны образцы с одинаковой толщиной. Содержание наполнителя определялось в весовых процентах. Полученные результаты представлены в таблице.

Таблица. Численные значения эффективной теплопроводности с разными наполнителями

Наполнитель, вес. %	λ, Вт/(м·К)		
	Сажа	Графит	Алюминий
2%	0,19±0,03	0,25±0,03	0,26±0,03
5%	0,17±0,02	0,29±0,02	0,32±0,03

Анализируя полученные результаты можно сделать вывод, что введение графита и алюминиевой пудры позволяет значительно увеличить значения эффективной теплопроводности испытуемых образцов. Значения теплопроводности с сажей неоднозначны и чтобы определить причину такого поведения необходимо рентгеноструктурное исследование как используемой сажи, так и графита.

Библиографический список

1. Машкович В.П., Кудрявцева А.В. Защита от ионизирующих излучений: Справочник. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Электроатомиздат, 1995. – 496 с.
2. Беспалов В.И. Лекции по радиационной защите: учебное пособие. 4-е изд., расшир. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 508 с.
3. Чудновский А.Ф. Теплофизические характеристики дисперсных материалов / Л.И. Орлова. – Изд-во физико-математической литературы, М., 1962. – 454 с.
4. ГОСТ 7076-99. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме. – Введен 20 мая 1999. М.: Издательство стандартов, 1999. – 13 с.
5. Теплопроводность пластиков и пластмасс, плотность пластмассы – физические свойства полимеров. [Электронный ресурс]. – URL: <http://thermalinfo.ru/svoystva-materialov/plastmassa-i-plastik/teploprovodnost-plastikov-i-plastmass-fizicheskie-svoystva-polimerov> (дата обращения: 25.05.2018).
6. Справочные материалы для решения задач по курсу «Тепломассообмен» / В.В. Бухмиров, Д. В. Ракутина, Ю. С. Солнышкова; Иванов. гос. энергетич. ун-т им. В. И. Ленина. Иваново, 2009. 102 с.