

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ БЛОЧНЫХ ЭПОКСИДНЫХ ПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ ПОСТОЯННЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

Попов В.М.¹, Кондратенко И.Ю.², Мещерякова О.А.³

¹Попов Виктор Михайлович - доктор технических наук, профессор;

²Кондратенко Ирина Юрьевна - кандидат технических наук, доцент,

кафедра электротехники, теплотехники и гидравлики,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова;

³Мещерякова Ольга Алексеевна - учитель,

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение гимназия № 10, г. Воронеж

Аннотация: рассматривается метод повышения коэффициента теплопроводности эпоксидных полимеров с металлическим дисперсным наполнителем, подвергнутых обработке в постоянном магнитном поле. Установлено повышение теплопроводности наполненных полимерных пленок с увеличением напряженности поля, что объясняется образованием цепочечных структур из контактирующих частиц наполнителя.

Ключевые слова: полимерная композиция, магнитное поле, напряженность, коэффициент теплопроводности, концентрация наполнителя.

УДК 621.1

В качестве конструкционных материалов в настоящее время наиболее широко применяются полимерные материалы. В зависимости от условий эксплуатации деталей и узлов из полимеров к последним предъявляются во многих случаях жесткие требования по прочности, электропроводности и, в частности, теплопроводности. В последнем случае это особенно актуально для технических систем, функционирующих в режиме повышенных тепловых нагрузок, когда возникает необходимость транспортировать тепловые потоки высокой плотности через стенки из полимеров, как правило, обладающих малой теплопроводностью.

Применяемый в настоящее время способ повышения теплопроводности полимеров путем наполнения их металлическими порошками ни всегда дает ожидаемый результат [1, 2]. Во-первых, даже при высоком наполнении коэффициент теплопроводности полимера не превышает 0,8-1,0 Вт/м·К и во-вторых, при этом заметно снижаются прочностные показатели полимера.

В основу предлагаемого способа создания полимеров с повышенной теплопроводностью положен эффект формирования в полимере цепочек из частиц дисперсного наполнителя ферромагнитной природы под воздействием постоянного магнитного поля [3].

Для исследования влияния постоянного магнитного поля на процесс формирования цепочечных структур из частиц наполнителя в полимере применялась установка для намагничивания [4], основным элементом которой является электромагнитный индуктор с подвижными башмаками, позволяющими регулировать напряженность магнитного поля. Исследуемая полимерная композиция в составе эпоксидной смолы ЭДП и отвердителя – полиэтиленполиамины (ПЭПА) с наполнителем помещалась во фторопластовую кювету. В качестве наполнителя использовались порошки ПНК и ПЖВ.

Для наполнителя в виде железного порошка ПЖВ приведенный диаметр частиц \bar{d} подбираем в пределах от 24 до 32 мкм, а для порошка ПНК от 21 до 27 мкм. Толщина отливаемого образца выдерживалась в пределах 1,5 – 2 мм. Кювета помещалась в рабочую ячейку с нагревателем между полосами электромагнита и при заданной напряженности поля при температуре 60°C подвергалась воздействию магнитного поля в течение 20 мин. После выдержки при комнатной температуре в течение двух часов, образец выпрессовывался, чему способствовала предварительная обработка поверхности кюветы поверхностноактивной эмульсией.

Полученные образцы затем исследовались на теплопроводность на установке, работающей в режиме метода двух температурно-временных интервалов [5].

Полученные в процессе экспериментов результаты, зафиксированы в таблице.

Таблица. Зависимость коэффициента теплопроводности магнитообработанных полимерных пленок с металлическими порошками от напряженности магнитного поля

Концентрация наполнителя С, мас. %	Коэффициент теплопроводности пленок λ , Вт/м·К в зависимости от напряженности магнитного поля $H \cdot 10^{-4}$, А/м при разной концентрации наполнителя										
	0	2	4,5	8	10	12	16	18	20	22	24
Железный порошок ПЖВ											

10	0,23	0,26	0,31	0,39	0,42	0,45	0,51	0,53	0,54	0,55	0,56
20	0,30	0,34	0,4	0,46	0,48	0,53	0,55	0,58	0,61	0,62	0,62
30	0,41	0,44	0,47	0,53	0,56	0,59	0,62	0,64	0,64	0,65	0,65
35	0,43	0,50	0,52	0,56	0,58	0,62	0,65	0,67	0,69	0,70	0,70
Никелевый порошок ПНК											
10	0,51	0,57	0,64	0,72	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,82	0,82
20	0,60	0,70	0,72	0,75	0,80	0,83	0,85	0,85	0,85	0,86	0,86
30	0,70	0,73	0,75	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,90	0,90	0,91
40	0,75	0,80	0,83	0,85	0,87	0,91	0,93	0,93	0,95	0,95	0,96

Анализируя приведенные в таблице результаты экспериментальных исследований, можно сделать следующие выводы. Коэффициент теплопроводности магнитообработанных пленок выше, чем не подвергнутых воздействию постоянным магнитным полем, что можно объяснить образованием цепочечных структур из частиц наполнителя. Повышение напряженности магнитного поля сопровождается ростом теплопроводности пленки. Подобный эффект повышения теплопроводности можно объяснить, во-первых, большим числом частиц, участвующих в структурных образованиях и, во-вторых, более плотной упаковкой частиц за счет более высокого энергетического воздействия магнитного поля.

Из сравнения данных по теплопроводности для различных по природе наполнителей можно констатировать, что применение более теплопроводного никелевого наполнителя, чем железного порошка приводит к образованию более теплопроводящих полимерных пленок.

В заключение следует сделать однозначный вывод о хорошей перспективе практического применения предлагаемого способа модифицирования полимерных пленок на предмет повышения их теплопроводности.

Список литературы

1. *Липатов Ю.С.* Влияние наполнителей на физико-механические и термодинамические свойства полимерных покрытий на основе эпоксидных смол // Лакокрасочные материалы и их применение, 1988. № 3. С. 36-37.
2. *Айбиндер С.Б., Андреева Н.Т.* Влияние наполнителей на теплофизические, механические и антифрикционные свойства полимеров // Изв. АН Латв. ССР. Сер. физ. и техн. Наук, 1983. № 5. С. 3-18.
3. *Попов В.М., Новиков А.П.* Теплопроводность магнитообработанных тонкослойных полимерных материалов // Инженерно-физический журнал, 2008. Т. 81. № 3. С. 583-586.
4. *Попов В.М., Иванов А.В., Новиков А.П., Шестакова В.В., Латынин А.В.* Устройство для намагничивания. Патент на изобретение № 2328788. Кл. МПК-Н01F 13/00.10.07.2008.
5. *Волькенштейн В.С.* Скоростной метод определения теплофизических характеристик материалов. Л.: Энергия, 1971. 216 с.