

Было обнаружено, что для получения эпоксикомпозиций с максимальной теплопроводностью образцы необходимо вакуумировать при остаточном давлении 50-100 мм. рт. ст., на время 15-20 мин.

В противном случае теплопроводность образцов как правило невелика и ее концентрационная зависимость имеет экстремальный характер. Это объясняется тем, что большие загрузки наполнителя приводят к образованию в отливках воздушных пузырей.

Исследования диэлектрических свойств показали, что разработанные композиции сохраняют свои свойства в интервале температур 20-150⁰ С. Диэлектрическая проницаемость композиций составляет 4-5, тангенс угла диэлектрических потерь – 10⁻², удельное объемное электрическое сопротивление 10⁻¹⁵ ом·см. Эти данные подтверждают, что теплопроводные композиции по своим электрическим характеристикам

могут использоваться для герметизации приборов электронной техники.

НАПОЛНЕННЫЕ ЭПОКСИПОЛИМЕРЫ ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Беев А.А., Беева Д.А., Беева З.А., Микитаев А.К.
Кабардино-Балкарская государственная
сельскохозяйственная академия,
Нальчик

Разработаны теплопроводные эпоксидные композиции на основе фенолформальдегидных новолачных олигомеров с низким содержанием ионных примесей и гидролизуемого хлора.

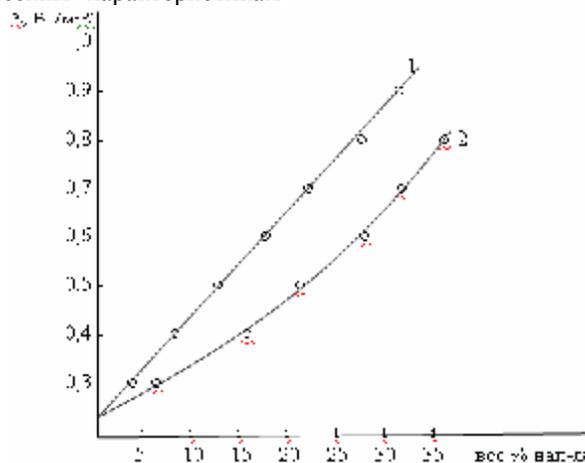


Рисунок 1. Зависимость теплопроводности композитов от содержания нитрида бора (1) и влияние добавки аэросила (2).

Эпоксिनволаки отверждали соответствующими новолачными олигомерами, смешиваемыми в соотношении 2:1 в присутствии в качестве катализатора отверждения 1% 2-метилимидазола. По выходу гелефракции был подобран оптимальный ступенчатый режим отверждения.

Результаты экспериментов показали (рис. 1,2), что теплопроводность эпоксидно-новолачных композиций может быть повышена с 0,2 до 0,99 Вт/м·К. При этом наивысшей теплопроводностью обладают композиции, наполненные нитридом бора. При добавле-

нии в систему аэросила в количестве 2 вес.%, коэффициенты теплопроводности понижаются, что можно объяснить разрыхлением структуры, образованием пор.

Теплопроводность эпоксидных композиций, наполненных карбидом бора ниже, чем наполненных нитридом бора (таблица 1).

На рис.2 можно заметить, что композиции с размерами частиц наполнителя от 20 до 150 мк более теплопроводны чем с размерами частиц от 150 до 250 мк.

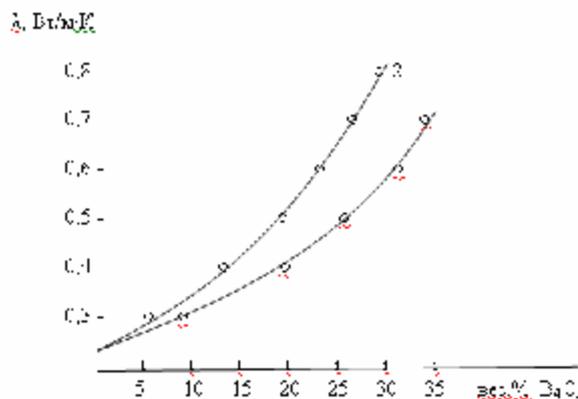


Рисунок 2. Зависимость теплопроводности эпоксिनволачных композиций от размеров частиц наполнителя. 1 – 150-250 мк; 2 – 20-150 мк.

Композиции с наилучшей теплопроводностью были исследованы на термостойкость и диэлектрические свойства. Как показали термогравиметрические исследования, образцы без наполнителей начинают разлагаться при 340-345⁰ С, а с наполнителем - при 320-325⁰ С.

Определение диэлектрической проницаемости ($\epsilon = 3,5-5,0$) и тангенса угла диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta = 0,02-0,03$), удельного объемного электрического сопротивления ($\rho = 10^{15} - 10^{17}$ ом-см) дает возможность сделать вывод о том, что нитрид и карбид бора не ухудшают электрических свойств композиций и они пригодны для герметизации полупроводниковых приборов высокой надежности.

СВОЙСТВА МЕЖФАЗНОГО СЛОЯ НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИГИДРОКСИЭФИРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Беев А.А., Беева Д.А., Абаев А.М.,
Козлов Г.В., Микитаев А.К.

*Кабардино-Балкарская государственная
сельскохозяйственная академия,
Нальчик*

Свойства полимерных композитов в основном определяются соответствующими свойствами их компонентов и объемной долей наполнителя. Еще одним важным фактором являются природа и свойства межфазной границы полимер-наполнитель. Взаимодействия на межфазной границе в значительной степени определяют комплекс свойств полимерных композитов, и на этом основании часто используется целенаправленная обработка поверхности наполнителя для оптимизации свойств композита в желательном направлении.

Методом диэлектрических потерь исследованы четыре серии дисперснонаполненного композита ПГЭ+Гр (полигидроксиэфир + графит) с целью выяснения влияния обработки поверхности графита и способа синтеза на свойства межфазного слоя.

Для оценки степени взаимодействия полимерной матрицы с наполнителем было использовано следующее соотношение:

$$A = \frac{1}{1 - j_n} \frac{\text{tg}\delta_k}{\text{tg}\delta_m} - 1, \quad (1)$$

где $\text{tg}\delta_k$ и $\text{tg}\delta_m$ - тангенсы диэлектрических потерь композита и полимерной матрицы, соответственно.

Сильные взаимодействия между наполнителем и полимерной матрицей на межфазной границе стремятся снизить молекулярную подвижность в окрестности поверхности наполнителя по сравнению с объемом полимерной матрицы. Это приводит к уменьшению $\text{tg}\delta_k$ и, следовательно, A . Таким образом, низкая величина A указывает на высокую степень взаимодействия или адгезии между фазами полимерного композита.

Исследованы зависимости $A(\varphi_n)$ для композитов полученных как механическим смешением, так и в процессе синтеза полимера, с необработанным и об-

работанным графитами. Эти зависимости наглядно демонстрируют общий характер изменения взаимодействий (уровня межфазной адгезии) на межфазной границе и позволяют сделать ряд выводов. Во-первых, в общем случае полимеризационно-наполненные композиты имеют меньшие величины параметра A и, следовательно, более высокий уровень межфазной адгезии, чем композиты, полученные механическим смешиванием. Во-вторых, обращает на себя внимание достаточно сильный эффект обработки частиц наполнителя. Из полученных зависимостей следует, что обработка наполнителя оказывает примерно такое же воздействие на параметр A , как и поликонденсационное наполнение необработанным наполнителем. В-третьих, основное изменение (а именно, увеличение) параметра A и, следовательно, ухудшение межфазной адгезии, происходит при небольших содержаниях наполнителя φ_n , в основном до порога механической перколяции системы.

Таким образом, представленные выше результаты продемонстрировали полезность методов диэлектрической спектроскопии для характеристики свойств межфазных границ в дисперсно-наполненных полимерных композитах. Сравнение с другими методами оценки свойств межфазных границ в композитах показало их соответствие с анализом, использующим определенный уравнением (2) параметр A .

ПРОЦЕССЫ СТЕКЛОВАНИЯ КОМПОЗИЦИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ПОЛИГИДРОКСИЭФИР

Беев А.А., Беева Д.А., Абаев А.М.,
Козлов Г.В., Микитаев А.К.

*Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия,
Нальчик*

Изучению процесса стеклования полимерных композитов всегда уделялось значительное внимание, так как исследование влияния наполнителя на температуру стеклования представляет большой практический и теоретический интерес.

На рис. 1 приведены зависимости тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ от температуры испытаний T для композитов серии ПГЭ+Гр-I(МС) (полигидроксиэфир + графит, механически смешанный). Как можно видеть, наблюдается систематическое снижение температуры основного пика $\text{tg}\delta$ или T_c по мере роста объемного содержания наполнителя φ_n . Основное снижение T_c наблюдается при небольших величинах φ_n , а затем появляется тенденция перехода к асимптотическому поведению функции $T_c(\varphi_n)$.

Для композиций ПГЭ+Гр-II(ПН) (полигидроксиэфир + графит, поликонденсационно наполненный) эти зависимости имеют другой вид.

При введении наполнителя (до $\sim 0,067$) наблюдается снижение T_c на ~ 10 °С, в то время как для композитов ПГЭ+Гр-I(МС) и ПГЭ+Гр-II(МС) на 35 и 40°С соответственно.