

## Химические науки

### ГЕРМЕТИЗАЦИОННЫЕ ЭПОКСИДНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Беев А.А., Ошроева Р.З., Беева Д.А.,  
Микитаев А.К., Беева З.А.

Кабардино-Балкарская государственная  
сельскохозяйственная академия,  
Нальчик

Наиболее часто применяемые электроизоляционные материалы имеют малую теплопроводность, что ограничивает области их применения, особенно при герметизации изделий радиоэлектронной аппаратуры. Поэтому нами проведены работы по разработке высокотеплопроводных заливочных эпоксидных компаундов.

Для приготовления заливочных компаундов в качестве исходного реагента нами был выбран один из наиболее широкодоступных эпоксидиановых олигомеров ЭД-20 с содержанием эпоксидных групп 20-21%.

К основе композиции предъявляется ряд требований, обеспечивающих ее хорошую технологич-

ность: низкая вязкость, способность свободного истечения через сопло диаметром 0,5 мм. В то же время основа должна иметь такую вязкость, чтобы не происходило оседания наполнителя. Композиция должна сохранять время жизни не менее 8 часов и оставаться растворимой в холодном ацетоне.

Исходя из изложенного, была подобрана оптимальная рецептура композиции. Из известных отвердителей эпоксидных олигомеров наиболее полно удовлетворяет поставленной задаче изометилтетрагидрофталевый ангидрид (ИМТГФА), так как он имеет жидкую консистенцию.

После выбора отверждающей системы были приготовлены композиции, содержащие смесь указанных отвердителей с эпоксидным олигомером. Вискозиметрические измерения показали, что хотя композиция является легкоподвижной жидкостью ( $\eta = 493,6$  Ст), все же ее вязкость сравнительно высока. Для понижения вязкости, в качестве разбавителя нами был выбран стирол. На рис.1 приведена кривая зависимости вязкости композиции от содержания в них стирола.

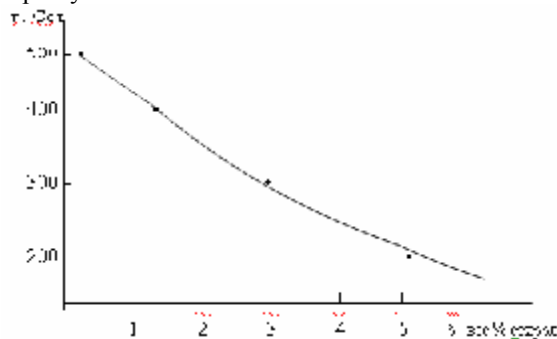


Рисунок 1. Зависимость вязкости композиции от содержания стирола.

Нами проведены исследования по определению влияния наполнителей на теплопроводность эпоксидных композиций. Была определена теплопроводность чистой композиции без наполнителя, которая оказалась равной 0,2-0,25 Вт/м·к. в широком температурном интервале.

На рис. 2 показана зависимость теплопроводности эпоксидных композиций от некоторых составов.

Увеличением содержания наполнителей можно добиться более высокого значения теплопроводности, но при этом повышается вязкость композиций, что затрудняет их переработку.

Исследования проводились в широком температурном интервале (0-200<sup>0</sup>С), при этом на кривых зависимости теплопроводности от температуры обнаружены максимумы, соответствующие температурам стеклования полимеров.

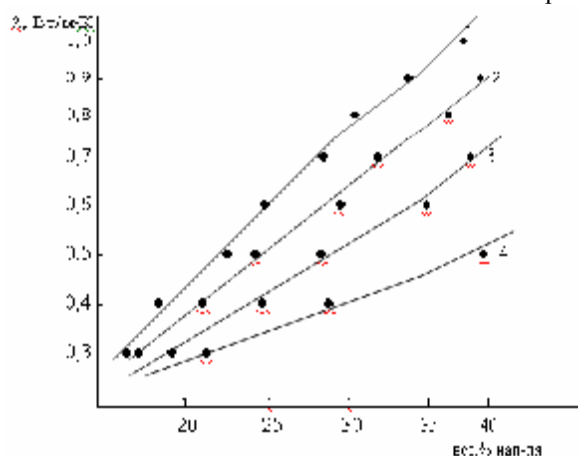


Рисунок 2. Зависимость теплопроводности эпоксидных заливочных композиций от содержания наполнителя. 1-SiC; 2-33,3 % BN + 66,7 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 3-50% SiO<sub>2</sub> + 50 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 4-SiO<sub>2</sub>

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.

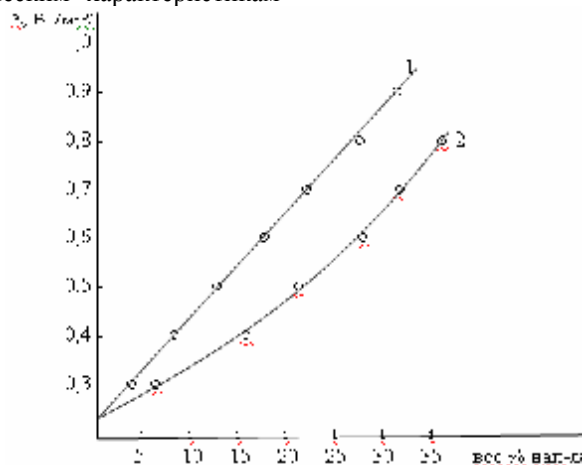
Исследования диэлектрических свойств показали, что разработанные композиции сохраняют свои свойства в интервале температур 20-150<sup>0</sup> С. Диэлектрическая проницаемость композиций составляет 4-5, тангенс угла диэлектрических потерь – 10<sup>-2</sup>, удельное объемное электрическое сопротивление 10<sup>-15</sup> 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).

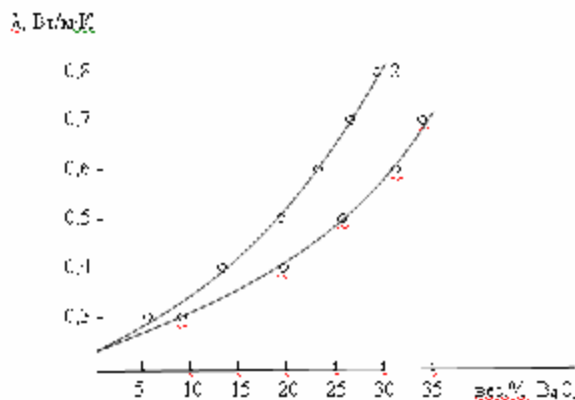
Эпоксिनволаки отверждали соответствующими новолачными олигомерами, смешиваемыми в соотношении 2:1 в присутствии в качестве катализатора отверждения 1% 2-метилимидазола. По выходу гелефракции был подобран оптимальный ступенчатый режим отверждения.

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.