

Чумаченко Е.Г.

**СИНТАКТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ВЫСОКИМИ
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ
КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКОГО ПОЛИМЕРА**

*Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых,
Владимир, Россия (600000, г. Владимир, ул. Горького, 87),*

Chumachenko E.G.

**SYNTACTIC MATERIALS WITH HIGH DIELECTRIC PROPERTIES
BASED ON SILICONE POLYMER**

*Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs, Vladimir, Russia
(600000, Vladimir, Gorky Str., 87),*

Проведены исследования диэлектрических свойств синтактных материалов разработанных на основе кремнийорганического связующего олигооксигидридсилметиленилосилана с использованием в качестве наполнителя полых керамических микросфер и полых стеклянных микросфер. Исследования показали, что диэлектрические характеристики синтактных материалов, наполненных полыми керамическими микросферами, во всех случаях заметно лучше, чем у наполненных стеклянными микросферами, что связано с химическим составом керамических микросфер, а также с повышением поверхностного сопротивления керамического наполнителя в условиях действия влажной атмосферы и агрессивных сред. Использование связующего олигооксигидридсилметиленилосилана и наполнителя на основе полых керамических микросфер для получения синтактных материалов позволяет получить сравнительно недорогие, но достаточно эффективные конструкционные сферопластики с хорошими диэлектрическими характеристиками.

Ключевые слова: кремнийорганический полимер, полые керамические и стеклянные микросферы, диэлектрическая проницаемость

Investigations of the dielectric properties of syntactic materials developed based on silicone binder oligoorganosiloxane using as a filler of hollow ceramic microspheres and hollow glass microspheres. Studies have shown that the dielectric characteristics of syntactic materials filled with hollow ceramic microspheres, in all cases significantly better than filled with glass microspheres that associated with the chemical composition of the ceramic microspheres as well as increasing the surface resistance of the ceramic filler in conditions of humid atmosphere, corrosive. Using oligoorganosiloxane binder and filler based on hollow ceramic microspheres for syntactic material provides a relatively inexpensive, but effective enough structural spheroplastic with good dielectric characteristics.

Key words: silicone polymer, ceramic and glass hollow microspheres, dielectric permeability

Введение

Синтактные материалы (СМ) на основе кремнийорганического полимера и полых микросфер являются перспективными материалами для различных отраслей промышленности, благодаря легкости, высоким физико-механическим и теплофизическим характеристикам [1-3]. В некоторых случаях важно, чтобы синтактные материалы обладали высокими диэлектрическими свойствами, например, при использовании их в качестве конструкционного материала на объектах специального назначения: стационарные радиолокационные станции, радиотелескопы и т.д. [3-4]. Создание недорогих эффективных синтактных материалов с высокими диэлектрическими свойствами на основе полых микросфер является, на сегодняшний день, важной задачей. Целью представленной работы является исследование диэлектрических характеристик синтактных материалов, где в качестве наполнителя использовались полые керамические микросферы (ПКМ) и полые стеклянные микросферы (ПСМ), а в качестве связующего -

продукт модификации кубовых остатков при производстве кремнийорганических смол олигооксигидридсилметиленилорганосилоксисилан (ОГСМС).

Материалы и методы исследования

В качестве связующего для получения СМ в данной работе использовался ОГСМС. Его получают реакцией этерификации высококипящей фракции прямого синтеза метилхлорсиланов и используют в виде растворов в органических растворителях (ТУ 6-02-4-58-85). Особенностью данного связующего является его достаточно высокая термическая устойчивость и переход в керамику при сравнительно невысоких температурах 500÷700°С [1]. В качестве наполнителя использовались полые керамические микросферы и полые стеклянные микросферы. ПКМ получают флотационной обработкой дымовых выбросов теплоэлектростанций (ТЭС), работающих на твердом топливе. Использованные ПКМ имели следующий состав: 57% SiO₂, 28% Al₂O₃, остальное оксиды CaO, MgO, Na₂O, Fe₂O₃. В качестве ПСМ использовались стеклянные микросферы, представляющие собой инертные, сферические кварцевые частицы, наполненные воздухом, размер частиц 30-40 мкм. Технология приготовления образцов заключалась в смешении связующего и полых микросфер до достижения консистенции “влажного песка”, последующего формования композиции при давлении 0,3 МПа и последующей термообработке до температуры 800°С. Определение диэлектрической проницаемости проводили по ГОСТ 27496.2 – 87.

Результаты исследования и их обсуждение

Диэлектрические свойства СМ в значительной степени должны определяться как природой связующего и наполнителя, так и их соотношением [5-6]. Для гетерогенных систем существует аналитическое соотношение (формула Лихтенекера) [7], связывающая диэлектрическую проницаемость композиции с диэлектрическими проницаемостями компонентов:

$$\ln \varepsilon_r = \theta_1 \ln \varepsilon_{r1} + \theta_2 \ln \varepsilon_{r2}$$

где: ϵ_{r1} и ϵ_{r2} диэлектрическая проницаемость соответственно 1-го и 2-го компонентов;

θ_1, θ_2 – объемные доли соответственно 1-го и 2-го компонентов.

В таблице 1 приведены экспериментальные и расчетные значения диэлектрической проницаемости СМ с полым керамическим и стеклянным наполнителем.

Таблица 1

Экспериментальные и расчетные значения диэлектрической проницаемости СМ с полым керамическим и стеклянным наполнителем

Содержание ОГСМС, % об	Расчетные значения		Экспериментальные значения	
	ПСМ	ПКМ	ПСМ	ПКМ
10	1,24	1,21	1.32	1.27
15	1,37	1.34	1,43	1,36
20	1,48	1,43	1,52	1,45
25	1,67	1,61	1,71	1,63

Из таблицы 1 видно, что расчетные значения диэлектрической проницаемости меньше экспериментальных, что можно объяснить наличием сорбированной влаги за счет появления открытых пор в СМ при низкой объемной концентрации ОГСМС. Сравнивая расчетные и экспериментальные значения диэлектрической проницаемости, можно сделать вывод, что они в большей степени различаются у тех СМ, где в качестве наполнителя использованы стеклянные микросферы. Как показали проведенные исследования, диэлектрические характеристики СМ наполненных ПКМ, во всех случаях заметно лучше, чем у наполненных стеклянными микросферами. Это связано с повышением поверхностного сопротивления наполнителя, как во влажной атмосфере, так и в условиях действия агрессивных реагентов: хлористого водорода, диоксида серы, азота и др. [2]. Кроме того, ПКМ содержат в своем составе значительное количество кремнезема, который, как известно, является одним из диэлектриков с наименьшим тангенсом угла диэлектрических потерь и малоподвижный ион

алюминия [2]. При этом использование наполнителя ПКМ, в силу отсутствия легкоподвижных атомов щелочных металлов, позволяет получать композиционные материалы, диэлектрические характеристики которых мало зависят от изменения внешних условий: температуры, влажности и т.д.

Выводы

Использование в качестве связующего ОГСМС и наполнителя ПКМ для получения синтактных материалов позволяет получить сравнительно недорогие, но достаточно эффективные конструкционные сферопластики с хорошими диэлектрическими характеристиками для различных областей науки и техники. Кроме того, дополнительно решаются экологические проблемы, связанные с вопросом утилизации дымовых выбросов ТЭС.

Литература

1. Чухланов В.Ю., Дуденкова Л.А., Акчурина И.С. Термическая деструкция синтактных пенопластов с полиорганосилоксановым связующим // Пластические массы. - 1999. - №12. - С. 26-27 .
2. Чухланов В.Ю., Ионова М.А. Однокомпонентная полиуретановая композиция, модифицированная тетраэтоксисиланом // Пластические массы.- 2012. - №7.- С.10-13.
3. Чухланов В.Ю., Селиванов О.Г. Модификация полиорганосилоксаном связующего на основе полиуретана // Пластические массы. - 2013. - №9. - С. 8-10.
4. Чухланов В.Ю., Селиванов О.Г. Диэлектрические свойства герметизирующей композиции на основе эпоксидиановой смолы, модифицированной полиметилфенилсилоксаном, в сантиметровом СВЧ-радиодиапазоне // Клеи. Герметики. Технологии. - 2015.- № 3. - С. 6-10.
5. Чухланов В.Ю., Селиванов О.Г. Связующие для радиопрозрачных композиционных материалов на основе эпоксидной смолы модифицированной алкоксисиланами // - 2015. - №6. - С. 31-36.

Научный руководитель: д.т.н., проф. Чухланов В. Ю.

Статья подготовлена в рамках научной исследовательской работы

Статья отправлена: 24.12.2015 г.

© Чумаченко Е.Г.