

УДК

Варианты изготовления элементов рупорной антенной системы из вспененных диэлектрических материалов

М.А. Федорова, Т.Н. Филатова

АО «Центральное конструкторское бюро автоматики»

Аннотация: рассмотрена возможность изготовления из полистирола вспенивающегося элементов рупорной антенны методом термоформования. Установлено, что опытные образцы из полистирола вспенивающегося показали лучшие значения по ряду радиотехнических характеристик, чем эталонные образцы из пенопласта плиточного.

Ключевые слова: вспененные диэлектрические материалы, антенна измерительная рупорная

1. Введение

Вспененные диэлектрические материалы получили достаточно широкое применение при разработке антенных систем [1 - 3]. Данные материалы отличаются высокими электрическими показателями, малым водопоглощением, а также обладают низкими значениями диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь [4, 5]. Конструкции, выполненные с применением вспененных диэлектриков, обладают высокой прочностью и жесткостью при малом весе. К недостаткам можно отнести неоднородность их структуры, и, как следствие, неоднородность диэлектрических свойств, а также низкую технологичность производства изделий.

Для изготовления диэлектрических элементов рупорной антенны на нашем предприятии используется пенопласт полистирольный плиточный с номинальной кажущейся плотностью 200 кг/м^3 . Данный пенопласт производится прессовым методом на основе полистирола, обладает замкнуто-ячеистой структурой и поставляется в виде пластин [6]. Из данных пластин вырезаются заготовки определенного размера и склеиваются между собой до достижения заданной высоты. Затем из полученных объемных заготовок путем механической обработки получают элементы рупорной антенны.

В связи с вынужденным применением сырья нестабильного качества при производстве пенопласта его структура стала менее однородной, более пористой и рыхлой, плотность уменьшилась до 160 кг/м^3 . Это привело к ухудшению радиотехнических характеристик измерительной антенны. Коэффициент усиления стал меньше на 1,5-2 дБ практически во всем рабочем диапазоне частот, что не соответствует предъявляемым требованиям к изделию.

Ввиду недостаточного качества поставляемого пенопласта, на нашем предприятии было предложено изготавливать элементы рупорной антенны из вспенивающегося полистирола.

2. Подготовка образцов и результаты эксперимента

Полистирол вспенивающийся (ПСВ) представляет собой частички сферической формы белого цвета [7] и предназначен для изготовления изделий методом термоформования предварительно вспененных до необходимой насыпной массы частиц полимера [5]. Преимущество ПСВ по сравнению с плиточным пенопластом заключается в возможности формования изделий заданной плотности и требуемой

конструкции: зная объем детали и зная желаемую плотность изделия, можно рассчитать массу навески материала для вспенивания.

Из полистирола вспенивающегося отформовали пластины толщиной 18 мм, затем вырезали заготовки заданного размера и склеили их между собой до необходимой толщины. Из полученных объемных заготовок механически изготовили элементы рупорной антенны.

Внешний вид и плотность опытных образцов из ПСВ соответствовали требованиям, предъявляемым к изделию. На образцы наклеили поляризационные платы и произвели окраску поверхности изделия.

Полученные опытные образцы электрических элементов антенны сравнивались с эталонным изделием, изготовленным из пенопласта плиточного. Элементы устанавливались в одну и ту же рупорную антенну, находящуюся на этапе настройки. Сравнивались следующие параметры: коэффициент стоячей волны напряжения (КСВН), коэффициент усиления (КУ), уровень бокового излучения на 10 ГГц и уровень кросс-поляризации.

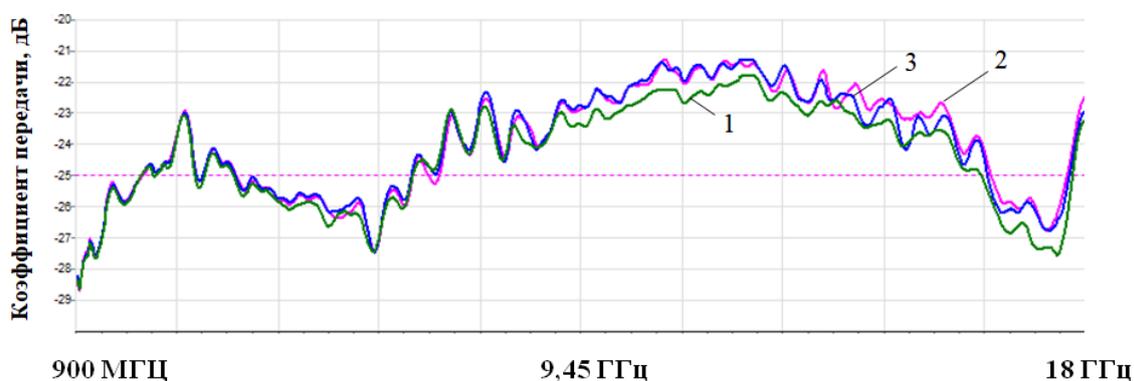


Рисунок 1. Зависимость коэффициента передачи от частоты: 1 - для элементов рупорной антенны из пенопласта плиточного; 2, 3 – для элементов рупорной антенны из полистирола вспенивающегося.

Значения КУ в диапазоне 0,9-18 ГГц у образцов, изготовленных из полистирола вспенивающегося, оказались лучше, чем у образцов из пенопласта. Значение уровня бокового излучения на 10 ГГц составило минус 15 дБ, уровень поперечной паразитной поляризации во всем рабочем диапазоне минус 25 – минус 30 дБ. Данные значения соответствовали требованиям нормативной документации на изделие. Некоторое улучшение свойств системы можно объяснить более однородной, плотной структурой и более равномерным распределением вспененных частиц по объему изготовленных пластин.

Значение КСВН у образцов из ПСВ оказались немного хуже, что может быть связано с количеством клеевых швов: у изделия из пенопласта плиточного один клеевой шов, у изделия из полистирола вспенивающегося четыре клеевых шва.

3. Заключение

Показана возможность изготовления элементов рупорной антенны из полистирола вспенивающегося. Внешний вид и радиотехнические характеристики антенны из ПСВ соответствовали предъявляемым требованиям к изделию.

Для улучшения значений КСВН предлагаем изготавливать элементы антенны из полистирола вспенивающегося, непосредственно формуя элементы в оснастке, путем заполнения бисером полистирола формирующей полости и дальнейшего вспенивания материала паром. Изделия будут формироваться полностью в оснастке и не будут

требовать механической обработки. Это приведет к сокращению производственного цикла изготовления рупорной антенны и к снижению трудоемкости.

Авторы благодарят Коробейникова Н.В. и Дергачева М.П. за предоставленные результаты измерения радиотехнических характеристик образцов.

Список литературы

1. Сазонов Д. М. Антенны и устройства СВЧ. – М. : Высш. шк., 1988.
2. Рогозин Р. Е. Многолучевые линзовые антенны для аппаратуры связи : специальность 2.2.14 «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Рогозин Руслан Евгеньевич ; Воронежский государственный технический университет. - Воронеж, 2023.
3. Бакина Л. И. и др. Разработка и исследование синтактных пенопластов для изготовления деталей антенных устройств // Антенны. – 2023. - №. 2. – С. 59-64.
4. Дементьев А. Г., Тараканов О. Г. Структура и свойства пенопластов. – М. : Химия, 1983.
5. Полимерные пены и технологии вспенивания: Пер. с англ. / Под ред. к.т.н. А.М. Чеботаря. – СПб.: Профессия, 2009.
6. ТУ 2244-461-05761784-01. Пенопласт полистирольный плиточный марок ПС-1 и ПС-4.
7. ТУ 2214-004-46693089-2014. Полистирол вспенивающийся ПСВ-СВ-НМ. Технические условия.