

ПОДСЕКЦИЯ 2.6

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

*Председатель – Заболоцкий А.М., доцент каф. ТУ, к.т.н.
зам. председателя – Куксенко С.П., доцент каф. ТУ, к.т.н.*

ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЕВЕРБЕРАЦИОННОЙ КАМЕРЫ

Е.А. Сафронова, А.М. Артюшкина, студенты; А.В. Демаков, инж.

Научный руководитель М.Е. Комнатнов, доцент каф. ТУ, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, каф. ТУ, limprompusik2407@mail.ru

*Проект ГПО ТУ-1503 «Разработка устройств
для испытаний на ЭМС»*

Реверберационная камера (РК) представляет собой устройство для испытаний радиоэлектронной аппаратуры на устойчивость к воздействию внешнего электромагнитного поля (ЭМП). На предварительном этапе разработки данного вида устройств применяются аналитические модели, позволяющие получить грубые оценки распределения ЭМП [1]. Аналитическая модель прямоугольной РК основана на полевых уравнениях резонансных типов волн, в которой напряженность ЭМП рассчитывается как сумма типов волн, возбуждаемых в РК на заданной частоте [2]. Основным показателем качества работы для любого испытательного устройства на ЭМС является однородность ЭМП [3], которая для РК характеризуется частотной зависимостью среднеквадратического отклонения амплитуды напряженности, измеренной в ряде точек рабочего объема. Для получения корректных данных о ЭМП в модели необходимо выбрать оптимальный шаг дискретизации по частоте Δf , при котором возможна точная оценка статистических характеристик ЭМП в рабочем объеме РК.

Целью данной работы является тестирование аналитической модели РК и выбор шага дискретизации по частоте, при котором достигается удовлетворительная точность описания частотных зависимостей напряженности ЭМП внутри корпуса РК.

Исходными данными выбрана прямоугольная РК с размерами корпуса ($a \times b \times d$) $1,2 \times 1,7 \times 2,1$ м³ (рис. 1). Источник воздействия представляет собой изотропный излучатель, расположенный в точке A (0,2; 0,2; 0,1) м. Для нахождения оптимального значения Δf вычислено абсолютное значение напряженности электрического поля $|E_{abs}|$ в точке наблюдения M (0,4; 0,7; 0,9) м в диапазоне частот 100 МГц – 1 ГГц. На рис. 2 приведены результаты вычисления частотной зависимости $|E_{abs}|$ для $\Delta f = 50, 5, 1$ и 0,5 МГц соответственно.

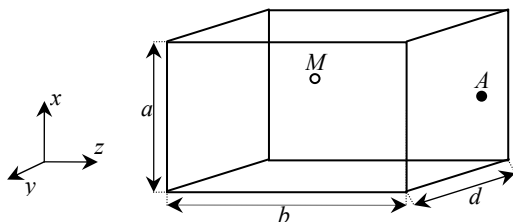


Рис. 1. Геометрическая модель РК с прямоугольным корпусом, изотропным излучателем в точке A и точкой наблюдения M

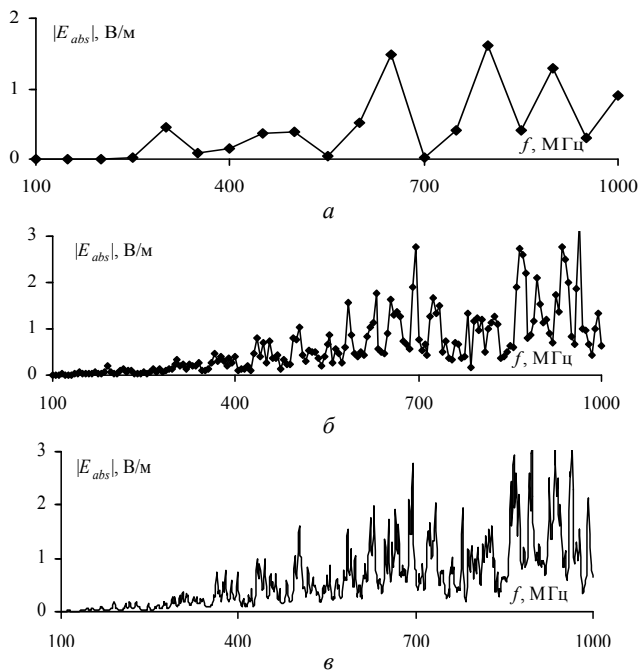


Рис. 2 (начало)

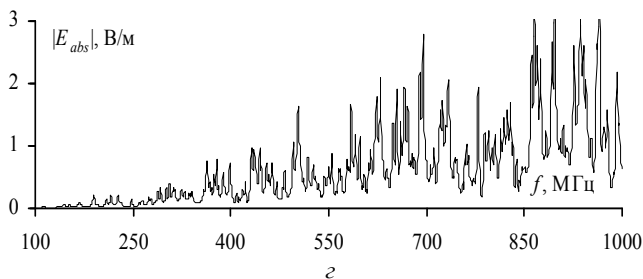


Рис. 2 (окончание). Частотные зависимости $|E_{abs}|$ в точке наблюдения M , полученные при $\Delta f = 50$ МГц (а), 5 МГц (б), 1 МГц (в), 500 кГц (г)

Из полученных результатов видно, что на частотной зависимости $|E_{abs}|$ (рис. 2, а) отсутствуют резонансы на ряде частот, наблюдаемых на частотных зависимостях, полученных с малым шагом дискретизации по частоте (рис. 2, б–г). При $\Delta f = 5$ МГц модель достаточно точно описывает изменение напряженности электрического поля, что является необходимым для анализа РК в области низких частот. Выявлено, что дальнейшее уменьшение Δf является нецелесообразным, поскольку при изменении шага дискретизации с 50 до 5 МГц временные затраты на вычисление кода увеличиваются в 32,38 раза (7935 с), а с 5 до 1 МГц – в 42,57 раза (332047 с).

Таким образом, в данной работе выполнено тестирование аналитической модели РК и выбран шаг дискретизации по частоте $\Delta f = 5$ МГц, подходящий для описания частотных зависимостей напряженности электрического поля.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по проекту RFMEFI57417X0172.

ЛИТЕРАТУРА

1. Amador E. Source stirring analysis in a reverberation chamber based on modal expansion of the electric field / E. Amador, P. Besnier // IEEE Int. Symp. on Electromagn. Compat. – Aug. 16–22, 2015. – P. 434–439.
2. Andrieu G. Analytical Model of a Mechanically Stirred Reverberation Chamber Based on EM Field Modal Expansion / G. Andrieu, A. Soltane, A. Reineix // IEEE Int. Symp. on Electromagn. Compat. – Sept. 5–9, 2016. – P. 217–222.
3. Demakov A.V. Improved TEM-cell for EMC tests of integrated circuits / A.V. Demakov, M.E. Komnatov // Proc. of IEEE Intern. multi-conf. on engineering, computer and information sciences (Novosibirsk, Akademgorodok, Russia, 18–24 Sep. 2017). – Novosibirsk, 2017. – P. 399–402.