

МОДИФИЦИРОВАННАЯ ТЕМ-КАМЕРА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ НА ЭМС

А.В. Демаков, студент каф. РТС;

М.Е. Комнатнов, ассистент каф. ТУ, к.т.н.

Томск, ТУСУР, vandervals@inbox.ru

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

Для оценки помехоэмиссии и помехоустойчивости интегральных схем (ИС) используется ТЕМ-камера. Она состоит из центрального проводника, расположенного внутри металлического корпуса. Для возбуждения электромагнитного поля (ЭМП) во внутреннем объеме ТЕМ-камеры к центральному проводнику подключают генератор сигналов и нагрузку через СВЧ-соединители. Создаваемое ЭМП воздействует на испытуемый объект (ИО), что позволяет оценить уровень его восприимчивости к ЭМП согласно [1]. При подключении измерительного приемника к центральному проводнику камеры можно измерить уровень эмиссии от ИО согласно [2]. Данный вид измерений и испытаний широко используется при разработке различных радиоэлектронных средств (РЭС), в состав которых входят ИС. С ростом верхней частоты спектра полезных и помеховых сигналов необходимо совершенствовать устройства для испытания ИС. В настоящее время разработана ТЕМ-камера для высоты ИО 20 мм с верхней граничной частотой до 2 ГГц [3, 4]. Однако необходимо её дальнейшее совершенствование: увеличение полезного объема под ИО и диапазона рабочих частот, а также уменьшение неравномерности ЭМП.

Цель данной работы – представить усовершенствованную ТЕМ-камеру для испытаний ИС на ЭМС.

При совершенствовании камеры решено уменьшить высоту под ИО, поскольку высота современной компонентной базы для поверхностного монтажа, в том числе ИС, не превышает 5 мм. Уменьшение высоты под ИО позволит увеличить верхнюю граничную частоту и напряженность ЭМП.

Разработана модель камеры (рис. 1) и выполнена её параметрическая оптимизация, по критерию минимизации максимального значения модуля коэффициента отражения $|S_{11}|$ в максимально возможном диапазоне частот. По результатам оптимизации получены размеры камеры: $a = 98,96$ мм, $b = 14,66$ мм, $d = 30$ мм, $w = 39,8$ мм, $g = 29,58$ мм, $t = 0,68$ мм, $L = 82,4$ мм.

Получены частотные зависимости $|S_{11}|$ (рис. 2) и $|S_{21}|$ (рис. 3) модернизированной конструкции камеры, которые сравнивались с характеристиками стандартной камеры [3].

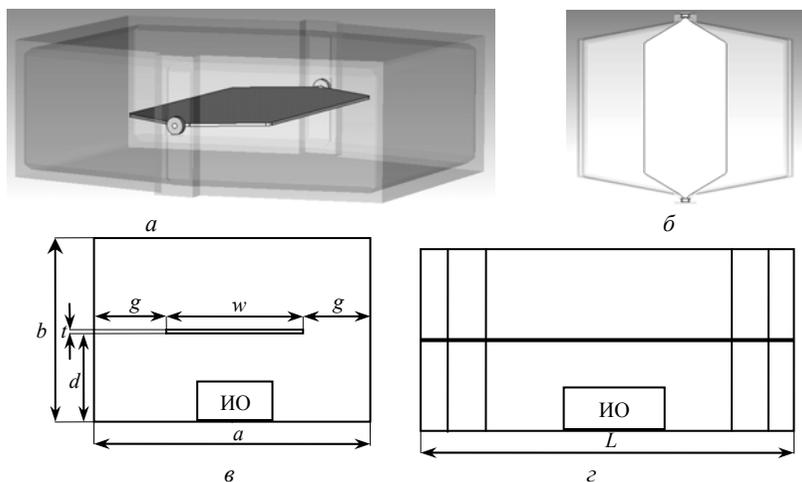


Рис. 1. Общий вид (а), вид сверху (б), поперечное сечение (в) и вид слева (г) модели ТЕМ-камеры

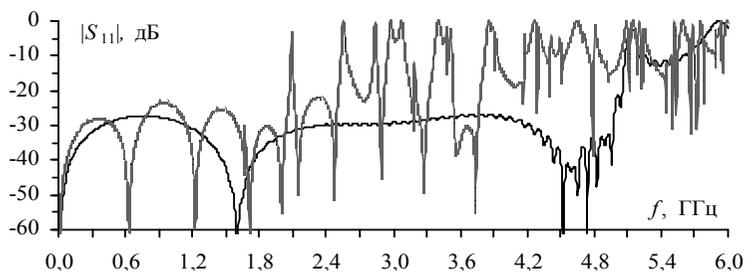


Рис. 2. Частотные зависимости $|S_{11}|$ модернизированной и стандартной моделей ТЕМ-камер

По результатам электродинамического моделирования $|S_{11}|$ модифицированной модели камеры не превышает значения минус 27 дБ в диапазоне частот до 5 ГГц, тогда как в стандартной конструкции это значение не превышает -25 дБ в диапазоне частот до 2 ГГц. Граничная частота для модифицированной камеры составляет 5,1 ГГц, тогда как для стандартной – 2,1 ГГц.

Коэффициент передачи $|S_{21}|$ модифицированной конструкции находится на уровне 0 дБ, в диапазоне частот до 5 ГГц.

Таким образом, разработана модифицированная ТЕМ-камера с $|S_{11}| \leq -27$ дБ в диапазоне частот до 5 ГГц с высотой ИО, не превышающей 5 мм, и увеличенной напряженностью возбуждаемого ЭМП.

Данное конструктивное решение позволит проводить испытания в более широком диапазоне частот и амплитуд воздействий по сравнению с ранее разработанной [3, 4]. В дальнейшем планируется усовершенствовать конструкцию камеры и создать первый экспериментальный образец.

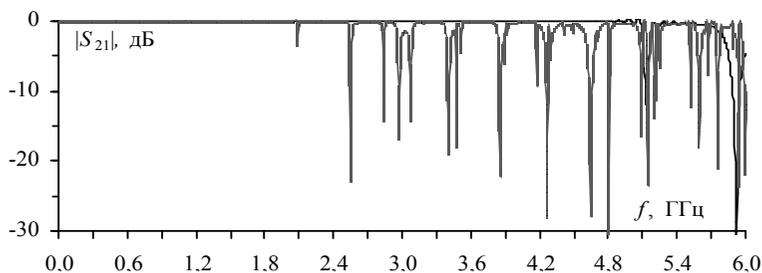


Рис. 3. Частотные зависимости $|S_{21}|$ модифицированной и стандартной моделей ТЕМ-камеры

Работа выполнена за счет проекта 8.9562.2017/БЧ Минобрнауки Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Integrated Circuits. Measurement of Electromagnetic Immunity. – Part 2: Measurement of Radiated Immunity. TEM Cell and Wideband TEM Cell Method. IEC 62132-2. – First Edition. – 2010.*
2. *Integrated Circuits. Measurement of Electromagnetic Emissions. – Part 2: Measurement of Radiated Emissions, TEM Cell and Wideband TEM Cell Method. IEC 61967-2. – First Edition. – 2005.*
3. *Пат. №2606173 РФ. ТЕМ-камера / М.Е. Комнатнов, Т.Р. Газизов (РФ). – № 2015156668; заявл. 28.12.2015, опубл. 10.01.2017.*
4. *Комнатнов М.Е. Оптимизация геометрических параметров ТЕМ-камеры / М.Е. Комнатнов, Т.Т. Газизов // Технологии ЭМС. – 2016. – №4 (59). – С. 7–16.*
5. *Демаков А.В. Методика проектирования ГТЕМ-камеры / А.В. Демаков, М.Е. Комнатнов, А.А. Собко, А.В. Осинцев // Современные технологии в науке и образовании «СТНО–2016»: сб. тр. междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф.: в 4 т. – Т. 2. / под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Гос. радиотехн. ун-т, 2016. – С. 184–187.*