

МИНИАТЮРНЫЙ КОАКСИАЛЬНЫЙ РАДИОЧАСТОТНЫЙ СОЕДИНИТЕЛЬ. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Клементьев А.Н.

АО «НПП «Исток» им. А.И. Шокина», г. Фрязино

Ключевые слова: миниатюрный коаксиальный соединитель, металлостеклянный спай, технологическая оснастка из никеля, сечение коаксиальной линии 2.3x0.7 миллиметров, приемопередатчик «Эдельвейс-1».

Аннотация. В статье проводится краткий анализ существующей номенклатуры отечественных миниатюрных радиочастотных соединителей. Рассматриваются проблемы и перспективы развития отечественной компонентной базы. Описывается конструкция и технология изготовления миниатюрного коаксиального соединителя с сечением 2.3/0.7 мм и рабочим диапазоном частот 0-18ГГц. Соединитель предназначен для использования в малогабаритном приёмно-передающем устройстве W-диапазона. Разработка была выполнена в кратчайшие сроки с целью решения задачи по уменьшению масса-габаритных характеристик СВЧ-модулей.

MINIATURE COAXIAL RF CONNECTOR. PROBLEMS AND PROSPECTS

Klementev A.N.

JSC "RPC "Istok" named after A.I. Shokin", Fryazino

Keywords: miniature RF connector, metal-glass junction, nickel tooling, 2.3x0.7 mm coaxial cross-section, transceiver «Edelweiss-1».

Abstract. The article provides a brief analysis of the existing nomenclature of domestic miniature RF connectors. Problems and prospects of the development of the domestic component base are considered. The design and manufacturing technology of a miniature coaxial connector with a cross section of 2.3/0.7 mm and the operating frequency range of 0-18 GHz is described. The connector is designed for use in a small-sized W-band transceiver. The development was completed in the shortest possible time. The problem of reducing the mass-dimensional characteristics of microwave modules was solved.

В настоящее время основной проблемой развития отечественной компонентной базы миниатюрных радиочастотных соединителей является тенденция к воспроизведению зарубежных образцов, а не к созданию собственных разработок в этой области. Кроме того, существующая номенклатура отечественных миниатюрных радиочастотных соединителей не отвечает всем конструкторским и технологическим требованиям разработчиков радиоэлектронных устройств, поэтому применение существующих соединителей имеет ограниченный характер.

Считаю, что те разработчики, которые исходят из того положения что, мы должны делать только аналоги и не хуже – заведомо проигрышная позиция. В таком случае мы всегда будем работать вторым, третьим, четвертым и т.д. номером, напрочь отсекая возможность быть лидерами в своём деле. При этом в самом создании аналогов нет ничего плохого. Создавать аналоги нужно и необходимо, но разработка аналога не должна быть самоуспокоительной целью, а только базой для дальнейшего самостоятельного шага вперёд, который и откроет новые перспективы развития отрасли.

Так, в процессе конструирования малогабаритного приёмно-передающего устройства W-диапазона (опытно-конструкторская работа «Эдельвейс-1») возникла необходимость замены коаксиальных соединителей типа КРПГ.434511.015 (производство АО «НПП «Исток» им. А.И. Шокина», который соответствует типу IX ГОСТ РВ 51914-2002) т.к. габаритные размеры этих соединителей были практически соизмеримы с размерами СВЧ-модулей в которых они применялись. Это наглядно показано на рисунке 1.



Модуль усилителя

Модуль Переключателя

Рис. 1. Примеры СВЧ-модулей с установленными соединителями

Существующая номенклатура отечественных миниатюрных коаксиальных соединителей не отвечала предъявленным требованиям, а проведение специальной опытно-конструкторской работы требовало значительного времени и согласования с подразделениями-исполнителями. Поэтому, в целях оперативного решения возникшей технической проблемы было принято решение о разработке собственного миниатюрного коаксиального соединителя, к которому предъявлялись следующие требования.

1. Рабочий диапазон частот, ГГц: 0-18.
2. Максимальный КСВн (в диапазоне частот, ГГц): не более 1,5.
3. Величина прямых потерь в диапазоне рабочих частот, дБ, не более: 1.
4. Волновое сопротивление линии, Ом: 50.
5. Тип диэлектрика: Фторопласт Ф-4.
6. Возможность установки в уже существующие корпуса СВЧ-модулей.
7. Вид коаксиально-микроразъёмного перехода (далее – КМПП):
Приборная розетка.
8. Вид ответной части: Кабельная вилка.
9. Используемый тип кабеля для монтажа с вилкой: РК-50-0,6-23 (гибкий), РК-50-0,6-25С (полужёсткий), SUCOFORM_47_CU (полужёсткий).
10. Резьбовой тип соединения КМПП с ответной частью (вилкой).
11. Наружный диаметр корпуса КМПП, мм, не более: 4-5мм.
12. Тип КМПП: герметичный.
13. Группа требований по ВВФ: 4.
14. Сроки для выполнения разработки: 1 месяц.

В качестве прототипа КМПП использовался КРПГ.434511.015, что обусловлено требованием п.6 технических требований. В качестве прототипа вилки – соединитель СР 50-726ФВ. Здесь следует сказать, что соединители типа SMP и mini SMP не подходили для применения ввиду требования п.13 технических требований.

Разработанный коаксиальный соединитель имеет сечение коаксиальной линии 2,3x0,7мм. Размер присоединительной резьбы М3,5x0,35мм.

Габаритные размеры: КМПП 7x3,5мм; Вилка 5,2x7мм (под ключ 4,5мм).

Электрические характеристики опытного образца соединителя:

- максимальное значение КСВн, в полосе частот 0-18ГГц: не более 1.3;
- высокочастотные потери в полосе 10МГц-18ГГц: не более 1,2 дБ.

Для обеспечения герметичности КМПП необходимо создать металlostеклянный спай со стороны его токоввода [3]. В качестве материала технологической острастки для создания металlostеклянного спаива использовался никель вместо повсеместно применяемого графита, что позволило так же оперативно выполнить поставленную задачу по герметизации СВЧ-соединителей. Герметичность соединителя была проверена на гелиевом течеискателе фирмы «Pfeiffer Vacuum» модель HLT 575. Внешний вид герметичного КМПП показан на рисунке 2 (з).

Поскольку электрические характеристики соединителя напрямую зависят от качества поверхностного слоя изготовленных деталей, то после оценки опытной партии соединителей следует отработать технологию изготовления деталей входящих в комплект сборки [2].

После проведения испытаний соединитель был апробирован на ранее изготовленных СВЧ-модулях (путём демонтажа КМПП КРПГ.434511.015 с последующим монтажом разработанного КМПП) и на СВЧ-модулях новой конструкции. Положительные результаты апробации соединителя позволили применить его в составе ППУ 3-х мм диапазона «Эдельвейс-1». Внешний вид соединителей показан на рисунке 2 (а-з).

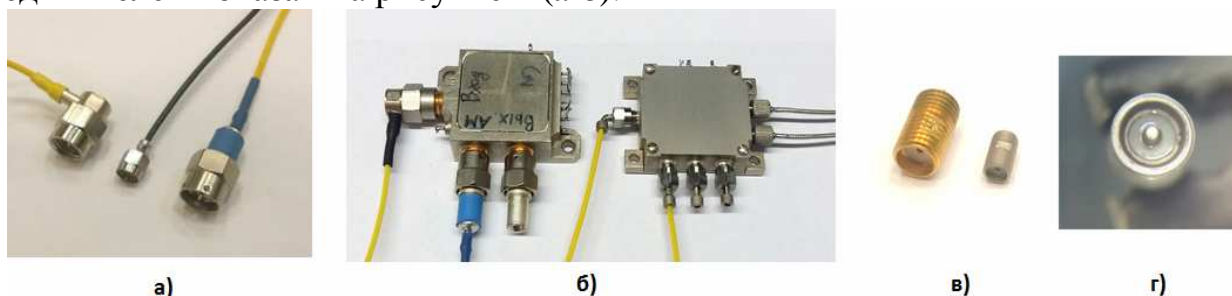


Рис. 2. Внешний вид разработанного соединителя:

- (а) кабельная сборка – вилка (посередине); (б) модуль переключателя с плотной компоновкой соединителей (справа); (в) разработанный КМПП (справа) в сравнении с КМПП КРПГ.434511.015; (г) фото изготовленного герметичного КМПП при увеличении 2х

Известно, что одним из главных недостатков радиочастотных соединителей с резьбовым типом соединения является значительные габаритные размеры, которые не позволяют применять такие соединители в изделиях с плотной компоновкой. Применение разработанного миниатюрного коаксиального соединителя решает эту насущную проблему. Так же благодаря резьбовому типу соединения конструкция соединителя позволяет использовать его в устройствах с высокими требованиями к ударным и вибрационным нагрузкам.

Конструкция и технология изготовления соединителя отвечает всем требованиям технологичности. Соединитель разработан с предельно допустимыми габаритными размерами для резьбового типа соединения с сечением коаксиальной линии 2.3/0.7 мм. В сравнении с прототипом размеры разработанного соединителя были уменьшены на 40%.

Конечно, можно справедливо сказать, что метрологические присоединительные размеры и размеры коаксиальной линии разработанного соединителя не соответствуют существующим стандартам [1]. На это утверждение можно ответить, что включение в стандарт является делом времени и востребованности на рынке.

Теперь вернемся к нашим «любимым» аналогам. Как бы это не казалось удивительным, но аналогов такого конструктивного исполнения нет. Хотя сечение коаксиальной линии 2.3/0.7 мм ранее использовала компания Amphenol, в соединителе ММСХ, но его частотный диапазон значительно ниже (0-6ГГц), а тип соединения (защелкиванием) и его назначение совершенно иное.

В настоящее время решается вопрос о выпуске технических условий на разработанный соединитель и открытии опытно-конструкторской работы, с целью разработки новой конструкторской концепции миниатюрного отечественного коаксиального соединителя с рабочим диапазоном частот 26/40ГГц, на основании ранее использованных конструкторско-технологических решений.

Список литературы

1. ГОСТ 20265-83. Государственный стандарт СССР. Соединители радиочастотные коаксиальные: присоединительные размеры / Государственный комитет СССР по стандартам. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 12 с.
2. Технология машиностроения: учебник для вузов / Л.В. Лебедев, В.У. Мнацаканян, А.А. Погодин и др. – М.: Изд. центр «Академия», 2006. – 526 с.
3. Теория и техника СВЧ: учебное пособие / А.И. Астайкин, К.В. Троцюк, С.П. Ионова, В.Б. Профе. – Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2008. – 464с.

Сведения об авторе:

Александр Николаевич Клементьев – инженер 2-ой категории Научно-производственного комплекса №2 АО «НПП «Исток» им. А.И. Шокина, ассистент филиала РТУ МИРЭА, г. Фрязино.