

ОРИГИНАЛЬНЫЕ КОАКСИАЛЬНО-МИКРОПОЛОСКОВЫЕ СВЧ-СОЕДИНИТЕЛИ ВРУБНОГО ТИПА

К. т. н. Э. Н. Глушеченко

Научно-производственное предприятие «Сатурн»

Украина, г. Киев

gen-nto@ukr.net

Проведен анализ существующих коаксиально-микрорословых соединителей и обоснована целесообразность создания устройств врубного типа. Рассмотрены основные их особенности и проблемные задачи. Приведен серийно реализованный вариант соединителя врубного типа и его основные технические характеристики.

Ключевые слова: СВЧ, коаксиал, микрорословая линия, соединитель, гиперолоид.

Антенно-фидерные тракты (АФТ) радиотехнических систем СВЧ-диапазона формируются из отдельных узлов и функциональных модулей с помощью специализированных соединителей. В зависимости от используемого в АФТ типа линии передачи применяются волноводные, коаксиальные или комбинированные (волноводно-коаксиальные) устройства.

В настоящее время большинство СВЧ функциональных модулей (блоков) АФТ реализуются на основе интегральных технологий, в основном на микрорословых линиях передачи [1]. При этом в качестве объединяющих устройств применяются, соответственно, коаксиально-микрорословые соединители (КМПС) [2]. Они могут отличаться как конструкцией, так и типоразмером — соотношением диаметров наружного (экранного) и внутреннего (центрального токопроводящего) проводника коаксиала, но все они имеют волновое сопротивление (импеданс) $Z = 50$ Ом и резьбовое (с фиксацией гайкой) соединение. При этом КМПС представляют собой контактную пару — блочный коаксиально-микрорословый переход и кабельную часть, а их основными параметрами являются согласование (коэффициент стоячей волны по напряжению — КСВН) и вносимые потери (G).

Однако многие современные радиотехнические системы СВЧ-диапазона реализуются на базе антенных решеток (АР). Приемно-передающие функциональные модули таких АР имеют продольный планарный конструктив (развиваются в длину при фиксированных ширине и высоте), а их вход/выход сигнала должен быть непосредственно объединен с приемно-передающим элементом АР. Требование быстрой замены модулей с целью быстрого восстановления работоспособности АР существенно усложняет использование КМПС с резьбовым соединением, что и предопределило необходимость создания КМПС врубного типа.

Многочисленные попытки воспользоваться для этой цели наработками в области низкочастотных цанговых соединителей не имели успеха, пока не была предложена конструкция [3] с применением гиперолоидных пружинящих гнезд.

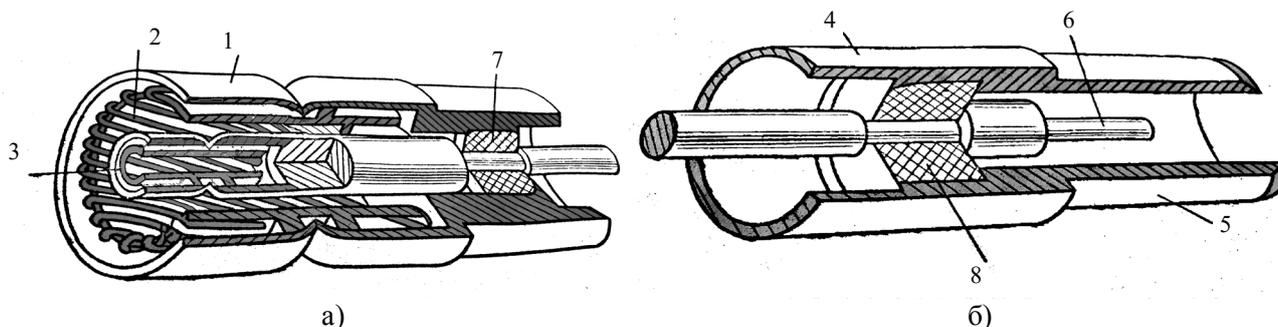


Рис. 1. Принцип применения гнездовых (а) и штыревых (б) гиперолоидных контактов

Техническое решение предложенного коаксиального соединителя объясняется рис. 1.

Часть коаксиального соединителя с гнездовыми контактами состоит из корпуса 1, в котором размещены наружное (2) и внутреннее (3) гиперболоидные гнезда. Последнее фиксируется внутри корпуса с помощью опорной изолирующей шайбы 7.

Корпус 4 части коаксиального соединителя со штыревыми контактами содержит наружный (5) и внутренний (6) контакты. Последний фиксируется внутри корпуса с помощью опорной изолирующей шайбы 8.

При сочленении гнездовой и штыревой частей коаксиального соединителя наружное гиперболоидное гнездо 2 плотно охватывает наружный штыревой контакт 5, образуя экранирующую поверхность (заземляющий проводник) коаксиала. В свою очередь внутреннее гиперболоидное гнездо 3 плотно охватывает внутренний штыревой контакт 6, образуя центральный (токопроводящий) проводник коаксиала.

Гиперболоидные гнезда, как наружное 2, так и внутреннее 3, представляют собой однополостный гиперболоид, являющийся трехмерной поверхностью второго порядка, сформированной с помощью пружинящей проволоки из материала БрБ-2. Пружинящие проволоки гиперболоидного гнезда расположены в нем не параллельно экранному или центральному проводникам коаксиала, а под некоторым углом. Причем угол наклона выбран таким образом, чтобы со штыревым контактом одновременно соприкасалось не менее четырех проволок гиперболоидного гнезда. Именно этот фактор обеспечивает уменьшение КСВН соединителя.

Известно [2], что КМПС состоит из двух узлов: собственно блочного коаксиально-микрораспределительного герметичного перехода и ответной части — кабельного узла. Поэтому для соединителя с гиперболоидными гнездами первоначально были рассмотрены два варианта конструктивной реализации:

— блочный переход с гиперболоидным гнездом для обеспечения надежного электрического контакта экранного и центрального (токопроводящего) проводника коаксиала при штыревых контактах кабельной части;

— блочный переход со штыревыми контактами как экранного, так и центрального проводника коаксиала при кабельной части с гиперболоидными гнездами для экранного и центрального проводников коаксиала.

Для экспериментальных исследований и проведения эксплуатационных испытаний были изготовлены оба варианта КМПС в количестве нескольких сотен экземпляров каждый. Исследования позволили установить ряд важных фактов:

1) конструктивное решение гиперболоидного гнезда для обеспечения экранной поверхности коаксиала КМПС является достаточно надежным и эффективным;

2) строго цилиндрическая форма штыревой части экранной поверхности коаксиала КМПС не эффективна для обеспечения надежного и устойчивого гальванического контакта между гиперболоидным гнездом и штыревой частью;

3) наиболее проблемным (ненадежным) элементом КМПС оказалось гиперболоидное гнездо центрального проводника коаксиала — не более ста сочленений-расчленений оказалось достаточно для поломки одного и более проволочных пружинных контактов гиперболоидного гнезда. Причем это не только ухудшало уровень КСВН КМПС, но и часто исключало возможность механического сочленения гиперболоидной и штыревой частей центрального проводника коаксиала.

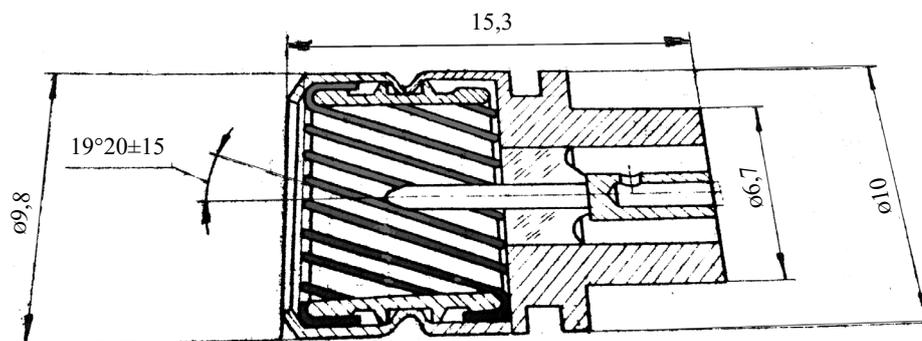


Рис. 2. Блочный переход с экранным гиперболоидным гнездом

Анализ этих факторов позволил сформулировать требования для разработки и создания более совершенной конструкции устройства. В результате был реализован комбинированный вариант КМПС [4], в состав которого входят герметичный блочный переход (рис. 2) и негерметичная розетка (кабельная часть) (рис. 3).

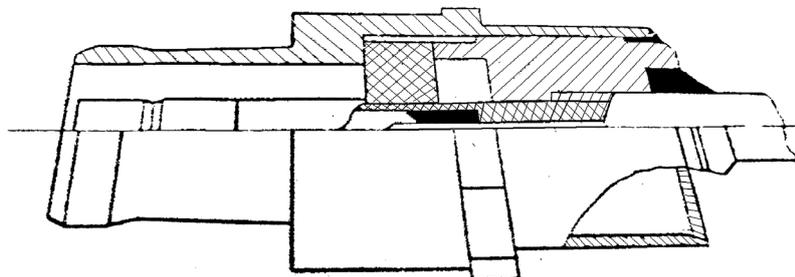


Рис. 3. Кабельная розетка с гиперboloидным гнездом центрального проводника

Из рис. 2 видно, что блочный герметичный коаксиально-микроразъемный переход (маркирован как СРГ-50-764 С-В) содержит гиперboloидное гнездо для сочленения экранного проводника коаксиала КМПС и штыревой контакт в качестве элемента центрального проводника коаксиала для сочленения с гиперboloидным гнездом кабельной части КМПС. Из рис. 3 можно понять, что внешний контакт розетки (экранной поверхности коаксиала) уже не цилиндрической формы, а имеет специфический профиль — выступ и выемку для фиксации режима сочленения КМПС.

Следует отметить, что розетка (кабельная часть) КМПС в зависимости от типа применяемого кабеля может иметь несколько вариантов конструктивного решения, например СР-50-765 Ф-В или СР-50-765 Ф-В.

Основной проблемой при создании розетки КМПС оказалась реализация гиперboloидного контакта центрального токопроводящего проводника. Кроме того что это гиперboloидное гнездо — самый ненадежный узел КМПС, его конструкция и изготовление являются еще и очень трудоемкими и дорогостоящими. Эту проблему удалось эффективно разрешить только с применением в качестве гиперboloидного гнезда штепсельного узла низкочастотных соединителей РПМ 8 или РППМ8 (рис. 4). Такие штепсельные гнезда с гиперboloидной вставкой изготавливаются серийно на станке-автомате уже много лет, и подтвердили свою надежность. Их использование обеспечивает экономию как средств, так и времени.

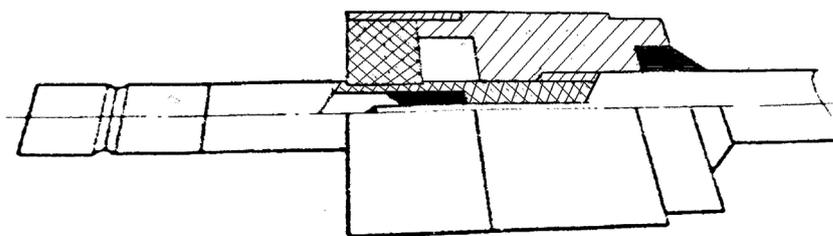


Рис. 4. Кабельная розетка со штепсельным узлом с гиперboloидной вставкой



Рис. 5. Вариант участка АФТ с КМПС врубного типа

На рис. 5 представлен один из вариантов компоновки АФТ из микроэлектронных СВЧ-модулей с помощью КМПС врубного типа с гиперболоидными пружинящими контактными гнездами.

В таблице представлены основные технические характеристики коаксиально-микророско-вого соединителя врубного типа с гиперболоидными пружинящими гнездами, выполненного в соответствии с техническими условиями БРО.364.075 [4].

Технические характеристики рассмотренных соединителей

Наименование параметра	Значение
Волновое сопротивление, Ом	50,0
КСВН в полосе частот:	
100 — 4000 МГц	1,15
4000 — 6000 МГц	1,25
6000 — 10000 МГц	1,35
Рабочее напряжение, В	500,0
Контактное сопротивление, Ом	0,01
Экранное затухание, дБ	≥ 65,0
Допустимая СВЧ-мощность, Вт	60,0
Потери в соединителе, дБ, в полосе частот:	
100 — 6000 МГц	≤ 0,1
6 — 10 ГГц	≤ 0,2
Диапазон рабочих температур, °С	–60 ... +85
Количество сочленений-расчленений при минимальной наработке 5000 ч	2000
Способ сочленения	врубное
Масса, г:	
перехода	5,0
розетки без кабеля	6,0

Приведенная выше информация может представить интерес для авторов инициативных проектов по созданию современных радиотехнических, радиолокационных и телекоммуникационных комплексов. Они смогут сконцентрировать свои усилия непосредственно на проблемных устройствах, что позволит сократить сроки разработки и существенно экономить денежные средства.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Малорацкий Л.Г., Явич Л.Р. Проектирование и расчет СВЧ элементов на полосковых линиях.— Москва: Сов. радио, 1972.— 276 с.
2. Джурицкий К.Б. Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ.— Москва: Техносфера, 2006.— 216 с.
3. Гладыш Ф.Л., Заикин Б.И., Карташев В.В., Ляшенко А.С. Коаксиальный разъем / Автор. свид. СССР № 468325.— 25.04.1975.— Б.И. № 15.
4. Соединители радиочастотные коаксиальные (переходы и розетки) БРО.364.075 ТУ.

E. N. Glushechenko

Original microwave coaxial-microstrip bladed-type connectors

The paper presents the analysis of the existing coaxial microstrip connectors, justifying the feasibility of creating bladed-type devices. The main features and problems of such devices are considered. A serial version of the bladed-type connector and its main technical characteristics are given.

Keywords: microwave, coaxial, microstrip, connector, hyperboloid.