

Соединители с предельной частотой 40 ГГц фирмы Amphenol/SV Microwave

За последние четверть века коаксиальные радиочастотные соединители заняли свою нишу среди компонентов миллиметрового диапазона длин волн. Соединители потеснили традиционные для этого диапазона длин волн волноводы там, где не требуется высокий уровень мощности и допустимо некоторое возрастание прямых потерь СВЧ в линии передачи. По сравнению с волноводами соединители имеют несомненные преимущества: широкополосность, экономичность, простоту и удобство встраивания в радиочастотные тракты.

Настоящая статья посвящена обзору коаксиальных соединителей с предельной частотой 40 ГГц, выпускаемых компанией Amphenol/SV Microwave. Компания Amphenol — признанный мировой лидер, разработавший и внедривший в производство 95% всей существующей номенклатуры соединителей. Компания SV Microwave, недавно вошедшая в состав Amphenol, является крупнейшим производителем коаксиальных соединителей сантиметрового и миллиметрового диапазонов длин волн.

Кива ДЖУРИНСКИЙ,
к. т. н.
Екатерина ТАТАРИНОВА
katya@ranet.ru

Основные типы соединителей

К соединителям с предельной частотой 40 ГГц относятся (рис. 1): 2,9-миллиметровые (2,92-миллиметровые) соединители, а также соединители типов SMP и SSMA (HFSSMA).



Рис. 1. Соединители с предельной частотой 40 ГГц: а) SMP; б) 2,9-миллиметровые; в) SSMA (HFSSMA)

2,9-миллиметровые соединители

Они названы так потому, что в их конструкции реализована воздушная коаксиальная линия размерами 2,92/1,27 мм. В устройствах миллиметрового диапазона длин волн наиболее широко применяется составной (металло-стеклянный ввод с волновым сопротивлением 50 Ом в сочетании с СВЧ-разъемом) коаксиально-микростриповый переход типа К (фирменное название 2,9-миллиметрового соединителя фирмы Wiltron, ныне Anritsu), работающий в области частот (K_a) 26–40 ГГц.

2,9-миллиметровые соединители были созданы путем модернизации соединителя типа SMA — базового соединителя микроэлектроники СВЧ. Из соединителя SMA удалили фторопластовый диэлектрик, заменив его

воздушной коаксиальной линией с внутренним диаметром наружного проводника 2,92 мм (рис. 2).

Переход с коаксиальной линии с размерами 4,1/1,27 мм, заполненной фторопластом, на воздушную линию с размерами 2,92/1,27 мм позволил сохранить волновое сопротивление равным 50 Ом и увеличить предельную частоту соединителя с 18 до 40 ГГц. При этом 2,9-миллиметровые соединители имеют не только лучшие электрические параметры, но и ряд других преимуществ по сравнению с соединителями SMA [1]:

1. Толщина стенки наружного проводника 2,9-миллиметровых соединителей в 4 раза больше, чем у соединителей SMA (0,8 и 0,2 мм соответственно). Это обеспечивает более надежный контакт наружных проводников па-

ры соединителей «вилка» и «розетка» и повышение жесткости конструкции.

2. Благодаря большей толщине стенки наружного проводника и меньшему усилию сочленения внутренних проводников (гнездовой контакт выполнен с четырьмя ламелями) значительно повышается надежность соединения пары «вилка» и «розетка» 2,9-миллиметровых соединителей.
3. В отличие от соединителей SMA, в 2,9-миллиметровых соединителях не используется закрепление внутреннего проводника в корпусе при помощи эпоксидного компаунда, что повышает радиогерметичность.
4. При образовании пары соединителей любых типов неизбежен зазор между внутренними проводниками (гнездом и штырем) «розетки» и «вилки». Зазор обуславливает

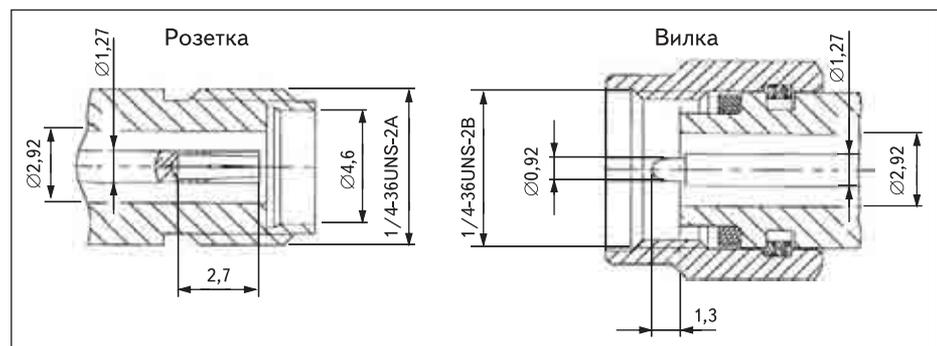


Рис. 2. 2,9-миллиметровые соединители: а) «розетка»; б) «вилка»

снижение КСВН этой пары. Влияние величины зазора на КСВН 2,9-миллиметровых соединителей слабее, на КСВН соединителей SMA.

Компанией SV Microwave разработаны следующие разновидности 2,9-миллиметровых соединителей: коаксиально-микрополосковые переходы (КМПП), кабельные соединители, выводы энергии для печатных плат и адаптеры. По своей конструкции соединители подразделяются на «розетку» и «вилку», герметичные и негерметичные, прямые и угловые, фланцевые и вкручиваемые в корпус изделия, проходные, панельно-кабельные (с передней и задней установкой в панель) и др. Корпусы соединителей изготовлены из пассивированной нержавеющей стали, внутренние проводники — из термически упрочненной бериллиевой бронзы, покрытой износостойким золотом.

Основные типы 2,9-миллиметровых соединителей серии SVK компании SV Microwave приведены в таблице 1 [2].

2,9-миллиметровые кабельные соединители предназначены для работы только с полужестким кабелем с наружным диаметром 0,085 (2,2 мм) марки RG-405 и 0,047 (1,2 мм).

Присоединительные размеры 2,9-миллиметрового соединителя идентичны размерам SMA, K, APC-3,5 и 3,5-миллиметровых соединителей (в соответствии со стандартом MIL-STD-348). Поэтому он полностью совместим с ними без применения адаптеров [3]. При этом параметры согласования пары каждого из этих соединителей с 2,9-миллиметровым соединителем лучше, чем для пары однотипных соединителей.

Основные параметры соединителей SVK-2.92 [2]:

- волновое сопротивление: 50 Ом;
- рабочий диапазон частот: от 0 до 40–46 ГГц;
- КСВН в диапазоне частот 0–40 ГГц: $1,05 + 0,005 f_{ГГц}^1$;
- максимальный КСВН пары соединителей: 1,25;
- прямые потери СВЧ, дБ: $0,04 \sqrt{f_{ГГц}^1}$;
- экранное затухание: –90 дБ;
- сопротивление изоляции не менее: 5000 МОм;
- гарантированное количество циклов соединений и разъединений «розетки» и «вилки»: не менее 500;
- рабочий диапазон температур: от –60 до +165 °С.

2,9-миллиметровые соединители имеют высокий уровень параметров согласования и перспективны для применения в изделиях микроэлектроники миллиметрового диапазона длин волн. К сожалению, в нашей стране они еще не нашли должного применения. Этому в значительной степени препятству-

Таблица 1. 2,9-миллиметровые соединители компании SV Microwave

№	Тип соединителя	Фирменное обозначение	Особенности конструкции
Герметичные составные КМПП с вводом 066-15-000			
1	Металлостеклянный ввод с волновым сопротивлением 50 Ом	066-15-000	Диаметр центрального проводника — 0,3 мм, длина наружного проводника — 1,4 мм, центрального проводника — 3,2 мм, герметичность — 10^{-9} – 10^{-11} м ³ Па/с
2	Вкручиваемый в корпус изделия, «розетка»	SF1575-6007	Резьба 1/4-36UNS-2A. Длина соединителя — 10,3 мм
3	Фланцевый, с двумя крепежными отверстиями, «розетка»	SF1552-6002	Размеры фланца 5,6×15,9 мм, длина соединителя — 9,8 мм
4	Фланцевый, с четырьмя крепежными отверстиями, «розетка»	SF1550-6400	Размеры фланца 12,7×12,7 мм, длина соединителя — 9,8 мм
Кабельные соединители под полужесткий кабель			
1	Прямой, «вилка»	SF1503-6103	Кабель 0,085
2	Прямой, «розетка»	SF1533-6002	
3	Прямой, «розетка»	SF1533-6001	Кабель 0,047
3	Проходной, панельный, «розетка»	SF1543-6106	Кабель 0,085
4	Фланцевый, «розетка». Размеры фланца 12,7×12,7 мм	SF1533-6002	Кабель 0,085
		SF1533-6001	Кабель 0,047
Адаптеры			
1	SVK «вилка»–SVK «вилка»	SF1593-6000	Прямые адаптеры одного сечения канала — 2,92/1,27 мм (In-Series Adapters)
2	SVK «розетка»–SVK «розетка»	SF1590-6000	
3	SVK «вилка»–SVK «розетка»	SF1597-6003	
4	SVK «розетка»–SMA «вилка»	SF1115-6007	Прямые адаптеры для перехода с сечения канала 2,92/1,27 мм на 4,1/1,27 мм (Between-Series Adapters)
5	SVK «розетка»–SMA «розетка»	SF1115-6005	
6	SVK «вилка»–SMA «вилка»	SF1115-6011	
7	SVK «вилка»–SMA «розетка»	SF1115-6009	

ет то, что коаксиальная линия размерами 2,92/1,27 мм до сих пор не узаконена отечественными стандартами ГОСТ 13317-89 и ГОСТ 20265-83 на соединители соответственно измерительные и общего применения.

2,9-миллиметровые соединители выпускают также компании Molex, Tyco, Southwest Microwave, Anritsu, Radiall, Pasternak и др.

Соединители SMP

Соединители SMP разработаны для использования в современных модульных конструкциях устройств СВЧ с высокой плотностью компоновки. В таких устройствах соединители со стандартным резьбовым соединени-

ем «вилки» и «розетки» заняли бы недопустимо много места. Поэтому были созданы миниатюрные соединители с предельной частотой 40 ГГц, «вилка» и «розетка» которых соединяются между собой защелкиванием (snap-on, push-on connectors).

Для этого в соединителях SMP на внутренней поверхности корпуса «вилки» сделана канавка, а на наружной поверхности «розетки» — выступ. При этом стыкуемая часть «розетки» изготовлена из упругого материала, имеет продольные разрезы и представляет собой пружинный элемент.

Конструкция соединителя SMP показана на рис. 3.

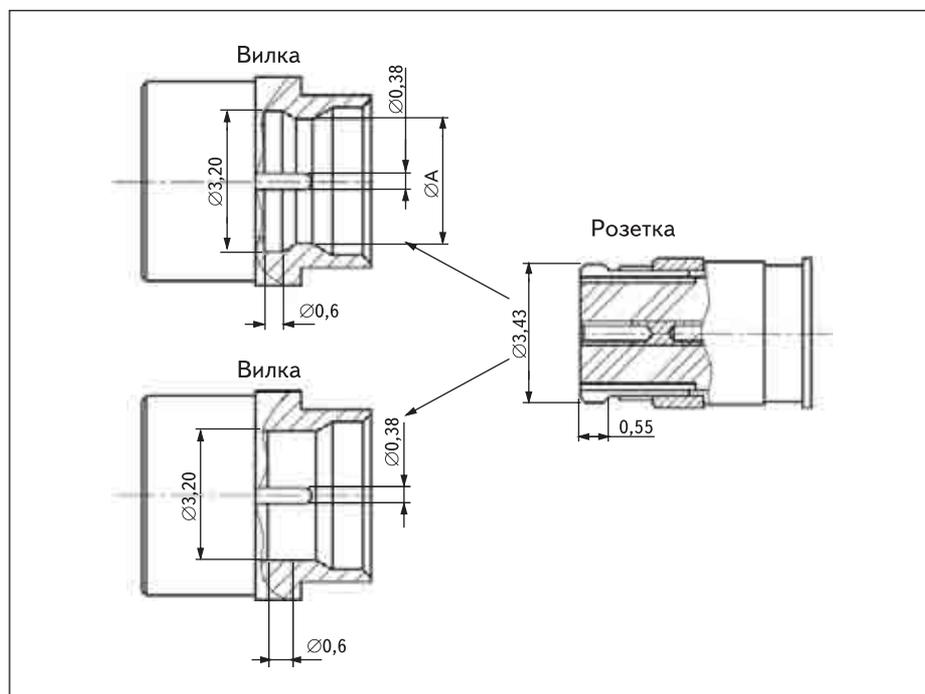


Рис. 3. Конструкция snap-on соединителей SMP: а) блокировка, б) скользящее соединение

¹ Отмеченные величины КСВН и прямых потерь являются типичными для 2,9-мм соединителей. Реальные величины этих параметров для каждого конкретного соединителя могут отличаться от типичных величин в зависимости от конструкции соединителя и типа применяемого радиочастотного кабеля. $f_{ГГц}$ — частота, ГГц.

Разработаны следующие конструктивные варианты соединения snap-on:

1. Блокировка (lock-on, full detent) (рис. 3а), используемая в соединителях, работающих в условиях жесткой вибрации. Для разъединения «вилки» и «розетки» требуется специальный инструмент. Допускается до 100 циклов соединения-разъединения.
2. Ограниченное защелкивание ((limited detent, half detent) (рис. 3а). В этом варианте диаметры выступа и канавки отличаются меньше, чем при блокировке. Разъединение пары соединителей не требует инструмента. Допустимое количество циклов соединения-разъединения — 500.
3. Скользящее соединение (slide-on, smooth bore), осуществляемое за счет распруживания «вилки» после ее введения в «розетку» с гладкой (без канавки) внутренней поверхностью (рис. 3б). Типичное применение этого варианта — соединение и разъединение материнской и дочерней печатных плат. Допустимое количество циклов соединения-разъединения — 1000.

Во всех этих вариантах применяемый соединитель «розетка» один и тот же. Соединители «вилка» для вариантов полного и ограниченного защелкивания отличаются лишь диаметром А (рис. 3а): в первом случае $\varnothing A = 2,9^{+0,1}$ мм, во втором — $\varnothing A = 3,0^{+0,1}$ мм. Разработаны и выпускаются следующие типы соединителей SMP: выводы печатных плат, прямые и угловые кабельные соединители «розетка», соединители «розетка» для поверхностного монтажа, одноканальные адаптеры типа «розетка» для соединения при большой несоосности и адаптеры для сочетания с соединителями SMA, 2,9-мм, 2,4-мм и 1,85-мм.

Все соединители «розетка» снабжены специальным кольцом (Anti-rock ring) и кольцом из проводящей резины для защиты от электромагнитного излучения (EMI gasket).

Корпус и внутренний проводник соединителя «розетка» изготовлены из термически уп-

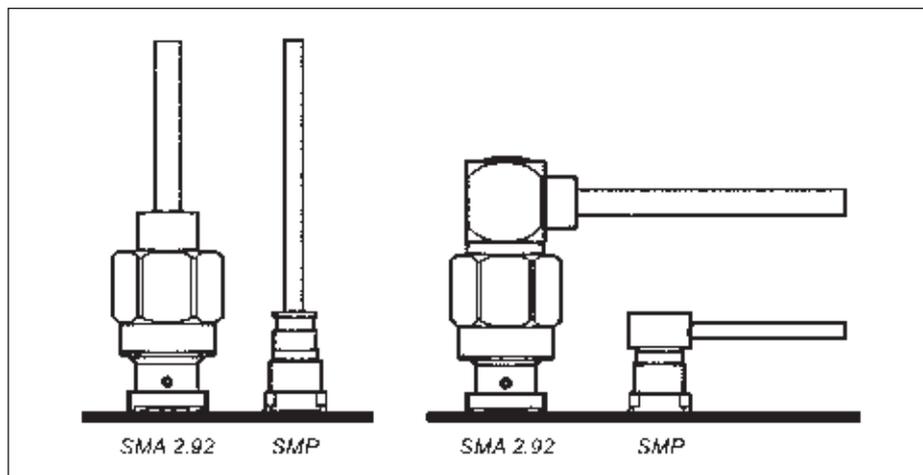


Рис. 4. Сравнение соединителей SMA и SMP

роченной бериллиевой бронзы. Корпус и внутренний проводник герметичного соединителя «вилка» выполнены из сплава ковар, изоляторы — из фторопласта, торлона (полиамидный материал) и стекла Corning 7070 (в герметичных КМПП). Металлические детали соединителя покрыты износостойким золотом.

Соединители SMP изготавливают с высокой точностью размеров и чистой обработкой поверхности. Допуски на размеры — 0,025 мм, на углы — 5°. Высота неровностей поверхностей — не более 0,08 мкм.

Герметичный (shroud — кожух) соединитель «вилка» выполнен с внутренним металлокерамическим спаем либо сочетается с 50-омным металлокерамическим вводом.

Разработаны миниатюрные «вилки» разной конструкции для крепления в корпусе изделия пайкой, ввинчиванием и при помощи фланцевого соединения. Жесткая конструкция соединителей обеспечивает сохранение их параметров при работе в условиях вибраций и ударных нагрузок, особенно присущих

военным применениям. Соединители SMP предназначены для работы в сочетании только с миниатюрными полужесткими кабелями 0,085" и 0,047". Они приблизительно втрое миниатюрнее соединителей SMA и 2,9-миллиметровых соединителей (рис. 4) и вдвое — ниже рассматриваемых соединителей SSMA.

Компания Amphenol/SV Microwave ввела комплексную линию SMP-соединителей, которые соответствуют стандартам 94007/94008 DSCC и MIL-STD-348 (табл. 2) [5, 6].

Кроме того, разработаны и выпускаются 16 типоразмеров SMP-выводов энергии для печатных плат, включая соединители для поверхностного монтажа.

Параметры соединителей SMP:

- волновое сопротивление: 50 Ом;
 - рабочий диапазон частот: от 0 до 40 ГГц;
 - максимальный КСВН² (в диапазоне частот, ГГц):
 - адаптер: 1,1 (0–23); 1,15 (23–26,5); 1,7 (26,5–40);
 - кабельный соединитель: 1,2 (0–18); 1,35 (18–26,5); 1,7 (26,5–40);
 - прямые потери СВЧ, дБ:
 - 0,1 $\sqrt{f_{ГГц}}$ (адаптер);
 - 0,12 $\sqrt{f_{ГГц}}$ (кабельный соединитель);
 - экранное затухание (на частотах, ГГц) для соединителей с полным защелкиванием, дБ: –80 (до 3), –65 (3–26,5);
 - сопротивление изоляции — не менее 5000 МОм;
 - рабочее напряжение: 335 В;
 - рабочий диапазон температур: от –65 до +165 °С;
 - допустимая аксиальная и радиальная несоосность пары соединителей при сочленении: $\pm 0,25$ мм.
- Соединители SMP позволяют соединять модули между собой при помощи адаптеров, при помощи герметичного КМПП и адаптера, непосредственное соединение между собой плат защелкиванием (рис. 5) [4].

Таблица 2. Основные типы соединителей SMP

№	Тип соединителя	Фирменное обозначение		Особенности конструкции
		Amphenol	SV Microwave	
1	Кабельный, прямой, «розетка»	SMP-FS-CO7	1204–4000	Кабель 0,085
		SMP-FS-CO6	1203–4000	Кабель 0,047
2	Кабельный, угловой, «розетка»	SMP-FR-CO7	1214–4002*	Кабель 0,085
		SMP-FR-CO6	1213–4008*	Кабель 0,047
3	Кабельный, угловой, «розетка» (увеличенные размеры)	–	1214–4001*	Кабель 0,085
		–	1213–4007*	Кабель 0,047
4	Фланцевый, с 2 крепежными отверстиями, «вилка»	–	1233–6000	Кабель 0,047
5	Резьбовой, «вилка», полное защелкивание	–	SF1279-6001	Резьба 10–48 UNS-2A
6	Проходной, резьбовой, «вилка», ограниченное защелкивание	–	1279–4002	Резьба 10–32 UNS-2A
Адаптеры				
7	SMP «розетка»–SMP «розетка»	SMP-FSBA-654	1290-4008	Длина 6,45 мм
		–	1290–4009	Длина 10,03 мм
		SMP-FSBA-224	–	Длина 22,4 мм
8	SVK 2.92 «розетка»–SMP «вилка», фланцевый, с двумя крепежными отверстиями	–	1115–6018	Длина 19,71 мм
9	SVK 2.92 «вилка»–SMP «розетка»	–	1115–6017	Длина 17,98 мм
10	Корпус «вилка» (shroud) для СВЧ-ввода	–	Серия 1254 (10 типоразмеров) SF1254-6000–SF1254-6009	Для полного и ограниченного защелкивания и для скользящего соединения

* Гарантируемая предельная частота соединителей — 26,5 ГГц

² Отмечена зависимость от конструктивных особенностей соединителя. Максимальный КСВН в диапазоне частот 0–40 ГГц может быть в пределах от 1,5 до 1,7.

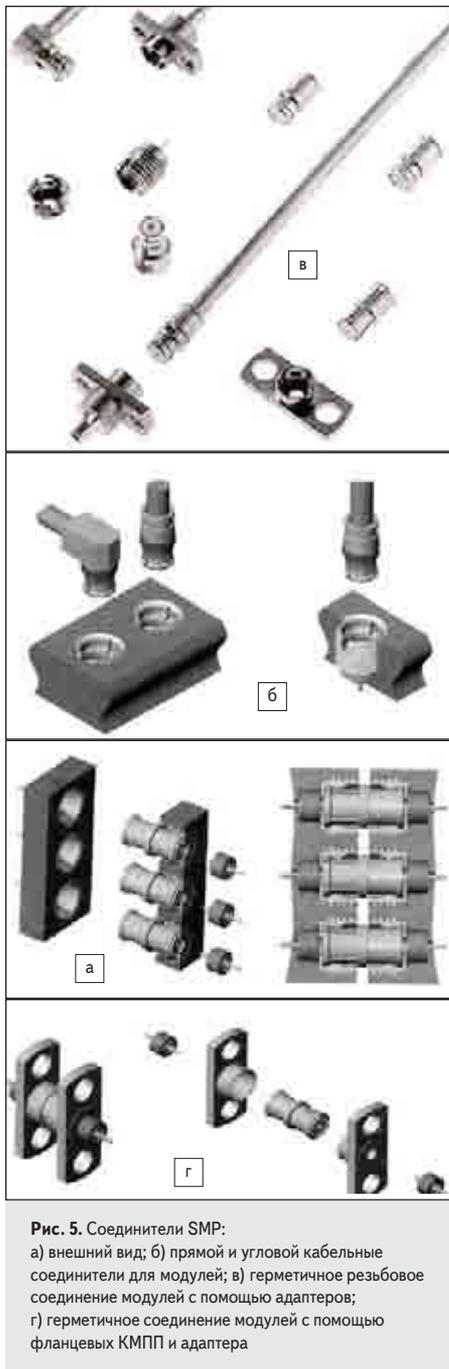


Рис. 5. Соединители SMP: а) внешний вид; б) прямой и угловой кабельные соединители для модулей; в) герметичное резьбовое соединение модулей с помощью адаптеров; г) герметичное соединение модулей с помощью фланцевых КМПП и адаптера

Соединители SMP обеспечивают высоко-частотное согласование на частотах до 40 ГГц и могут быть использованы при создании модулей СВЧ, в которых межцентровое расстояние между соединителями минимально (4,8 мм). Они нашли применение в военной и телекоммуникационной технике с высокой плотностью компоновки (фазированные антенные решетки, бортовые РЛС и др.). Соединители SMP выпускают также Molex, Tyco, Pasternak, Radiall и другие компании.

Соединители SSMA

Соединители SSMA и HFSSMA являются миниатюрной версией базовых соединителей SMA [7]. Они имеют волновое сопро-

Таблица 3. Соединители SSMA и HFSSM компании SV Microwave

№	Тип соединителя	Фирменное обозначение		Особенности конструкции
		SSMA	HFSSMA	
Герметичные КМПП и выводы энергии				
1	Фланцевые, с четырьмя крепежными отверстиями, выводы энергии «розетка»	2750-6015	—	Размеры фланца 9,5×9,5 мм Диаметр крепежных отверстий — 2,4 мм Длина соединителя — 12,4 мм
		2750-6131	—	Диаметр отверстий — 2,4 мм Длина соединителя — 14,4 мм
		2750-6132	—	Диаметр отверстий — 3,2 мм Длина соединителя — 15,6 мм
		2750-6133	—	Диаметр отверстий — 4,7 мм Длина соединителя — 17,2 мм
2	Проходной, панельный вывод энергии «розетка»	2770-6011	—	Задняя установка в панель
		2770-6003		
		2770-6010		
		2771-6008	—	Передняя установка в панель
		2771-6010		
3	Выводы энергии с печатной платы и для поверхностного монтажа	2785-6004	—	Для печатных плат
		2786-6002		
		2780-6009	—	Прямой, поверхностный монтаж
		2780-6008		
		2782-6003	—	Угловой, поверхностный монтаж
		2782-6001		
4	Герметичный, вкручиваемый КМПП, «розетка» (spark plug jack launcher)	2775-6205	—	Уплотнение в корпусе изделия при помощи резиновой прокладки
5	Фланцевые, с 2 крепежными отверстиями, составные КМПП «розетка» в сочетании с 50-омными вводами. Диаметр центрального проводника ввода — d, мм	—	2750-6421	d = 0,3
		—	2750-6424	d = 0,4
		—	2750-6425	d = 0,5
6	То же, но с кольцами из проводящей резины для защиты от электромагнитного излучения	—	2750-6420	d = 0,3
		—	2750-6407	d = 0,4
		—	2750-6408	d = 0,5
7	Фланцевые, с 4 крепежными отверстиями, составные КМПП «розетка» в сочетании с 50-омными вводами	—	2750-6406	d = 0,3
		—	2750-6409	d = 0,4
		—	2750-6410	d = 0,5
8	То же, но с кольцами из проводящей резины для защиты от электромагнитного излучения	—	2750-6403	d = 0,3
		—	2750-6404	d = 0,4
		—	2750-6405	d = 0,5
Кабельные соединители				
1	«Вилка» под полужесткий кабель 0,085"	2702-6015	2702-6402	Прямой
		2701-6002	—	Прямой
		2712-6001	—	Угловой
2	«Вилка» под полужесткий кабель 0,034"	—	2706-6402	Прямой
3	«Вилка» под полужесткий кабель 0,047"	—	2706-6401	Прямой
4	Панельный, фланцевый, с двумя крепежными отверстиями, «розетка»	2733-6003	2722-6402	Кабель 0,085"
			2733-6402	Кабель 0,047"
5	Панельный, фланцевый, с 4 крепежными отверстиями, «розетка»	2733-6002	2722-6401	Кабель 0,085"
			—	2733-6401
Адаптеры				
1	SSMA «вилка»—SSMA «розетка», прямой	2797-6003	—	Адаптеры одного сечения канала (In-Series Adapters)
2	SSMA «вилка»—SSMA «вилка», прямой	2793-6010	2773-6401	
3	SSMA «вилка»—SSMA «розетка», угловой	2794-6003	—	
4	SSMA «розетка»—SSMA «розетка», прямой	—	2772-6401	
5	SSMA «вилка»—SMA «розетка», прямой	SF 1150-6001	—	Адаптеры для разных сечений каналов (Between-Series Adapters)
		SF 1150-6401	—	
6	SSMA «розетка»—SMA «вилка», прямой	SF 1149-6001	—	Предельная частота 18 ГГц
		—	SF 1149-6401	Предельная частота 40 ГГц
7	SSMA «розетка»—3,5-миллиметровая «вилка»	SF 1149-6002	—	Предельная частота — 18 ГГц КСВН равен 1,03+0,004 f _{ГГц}
8	SSMA «вилка»—3,5-миллиметровая «вилка»	SF 1151-6002	—	
9	SSMA «розетка»—3,5-миллиметровая «розетка»	SF 1148-6003	—	
10	SSMA «вилка»—3,5-миллиметровая «розетка»	SF 1150-6003	—	
11	SSMA «розетка»—7-миллиметровая «розетка»	SF 1133-6002	—	Предельная частота — 18 ГГц КСВН равен 1,03+0,004 f _{ГГц}
12	SSMA «розетка» — 7-миллиметровая «розетка»	SF 1133-6001	—	

тивление 50 Ом и предназначены для работы на частотах до 40 ГГц с миниатюрными полужесткими кабелями диаметром 0,07" и 0,085" и на частотах до 26,5 ГГц — с подходящим миниатюрным гибким кабелем (RG-196/U, RG-316/U и др.). Основное применение этих соединителей — аэрокосмическая техника и спутниковая связь.

В этих соединителях применена коаксиальная линия размерами 2,8/0,85 мм, заполненная фторопластом (рис. 6).

Присоединительные размеры соединителей соответствуют MIL-STD-348.

Компанией SV Microwave разработаны следующие типы соединителей SSMA и HFSSMA: кабельные соединители «розетка» и «вилка», прямые и угловые, под полужесткий и гибкий кабели, панельно-кабельные фланцевые соединители, проходные и панельные выводы энергии и КМПП (герметизированные эластомерной прокладкой), выводы энергии для печатных плат, адаптеры (табл. 3) [7].

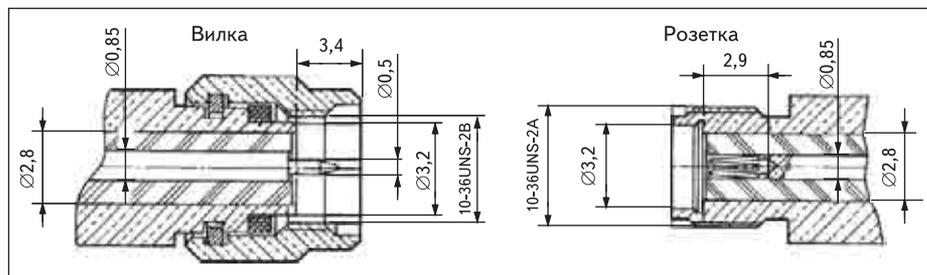


Рис. 6. Соединители SSMA: а) «вилка»; б) «розетка»

Соединители HFSSMA отличаются от SSMA только прецизионной внутренней геометрией. Поэтому только соединители HFSSMA применяют в качестве составных КМПП в сочетании с герметичными 50-омными вводами.

Корпуса соединителей изготовлены из нержавеющей стали с пассивированной поверхностью. В обозначении соединителей компании SV Microwave это отражается буквами «SF» перед номером соединителя. Внутренние проводники выполнены из термически упрочненной бериллиевой бронзы и покрыты износостойким золотом толщиной 1,27 мкм по подслою никеля толщиной 1,27 мкм. В качестве диэлектрика применен фторопласт.

Основные параметры соединителей SSMA (HFSSMA):

- волновое сопротивление: 50 Ом;
- рабочий диапазон частот, ГГц: 0–36 (SSMA), 0–40 (HFSSMA);
- максимальный КСВН (в диапазоне частот, ГГц) 1,33 (0–26), 1,6 (26–40);
- Прямые потери СВЧ, дБ: $0,04 \sqrt{f_{\text{ГГц}}}$;
- Экранное затухание, дБ: $-(100 - f_{\text{ГГц}})$;
- Сопротивление изоляции, не менее: 5000 МОм;
- Гарантированное количество циклов соединения-рассоединения «вилки» и «розетки» — не менее 500;
- Рабочий диапазон температур: от –60 до +165 °С.

Соединители SSMA выпускают также фирмы Tyco, Southwest Microwave, Anritsu, Pasternak, Rosenberger, Radiall и др.

Заключение

Компания Amphenol/SV Microwave обеспечивает решение практически всех задач соединений, как при низких, так и при сверхвысоких частотах. Она производит все необходимые соединители для изделий микроэлектроники, работающих на частотах до 40 ГГц. Кроме того, компания поставляет необходимый радиочастотный кабель и кабельные сборки, а также инструмент для заделки кабеля в соединитель (с подробной инструкцией по применению).

Литература

1. Джуринский К. Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ. М.: Техносфера. 2006.
2. SVK Connectors & Components 2,92 mm. Каталог № 300-99-004 компании SV Microwave, 2005.
3. Pino P. Intermateability of SMA, 3,5 mm and 2,92 mm connectors. Microwave Journal & Horizon House Publication. March. 2007.
4. www.radiant.su
5. SMP Coaxial Connectors. Catalog N 300-99-012 компании SV Microwave, 2005.
6. www.amphenol.com
7. Coaxial Connectors. Product Catalog компании SV Microwave, 1999. www.svmicro.com