

ПРОДУКЦИЯ ТАЙВАНЬСКИХ КОМПАНИЙ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

ОБЗОР СОЕДИНИТЕЛЕЙ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

К.Джуринский¹, к.т.н., А.Сотников²

УДК 621.315
ВАК 05.27.00

Миллиметровый диапазон длин волн все шире применяется в системах широкополосной и межспутниковой связи, в военной технике, в охранных системах и медицине благодаря возможности увеличения объема и скорости передачи информации и повышению помехозащищенности каналов связи. Для этих систем создана соответствующая элементная база, не последнее место в которой занимают радиочастотные соединители. Рассмотрим особенности соединителей миллиметрового диапазона с предельной частотой 30–110 ГГц ведущих компаний Тайваня и представим справочные данные этих изделий.

Создавать соединители миллиметрового диапазона длин волн (мм-диапазона) начали в середине 1970-х годов. Усилиями прежде всего американских компаний за прошедшие с того времени более 40 лет соединители достигли предельной частоты 110 ГГц и заняли свое место среди других компонентов миллиметрового диапазона [1]. К соединителям мм-диапазона предъявляются жесткие требования по широкополосности, КСВн, уровню потерь, экранному затуханию и надежности. Выполнение этих требований возможно только при повышенных точности и воспроизводимости размеров, качестве покрытия соединителей и применении новых материалов. Производители соединителей мм-диапазона – это, как правило, высокотехнологичные компании. В их числе Amphenol, SV Microwave, TE Connectivity, Molex и ряд других компаний США, Radiall (Франция), Rosenberger (Германия), Huber+Suhner (Швейцария).^o

За последние несколько десятилетий выпуск соединителей мм-диапазона освоили и компании Юго-Восточной Азии, прежде всего Тайваня, чья продукция представляет определенный интерес, так как в нашей

стране большинство ее видов не производится, импортозамещение в ближайшие годы вряд ли возможно, а действующие санкции препятствуют приобретению американских и европейских соединителей.

ТАЙВАНЬСКИЕ КОМПАНИИ – ПРОИЗВОДИТЕЛИ СОЕДИНИТЕЛЕЙ ММ-ДИАПАЗОНА

В Тайване многие компании производят радиочастотные соединители. Одни имеют скромный уставный капитал и насчитывают от шести до 50 сотрудников, в частности, Cosmtec Resources Co., Ltd., Wellshow Technology Co., Ltd., Wan Chin Industrial Co., Ltd. Наряду с ними, соединители практически всех основных типов, включая продукцию мм-диапазона, отвечающую требованиям международных стандартов, выпускают и такие известные компании, как Chin Nan Precision Electronics Co., Ltd., Bo-jiang Technology Co., Ltd., Jyebao Co. Ltd., Frontlynk Technologies Inc., Huang Liang Technologies Co., Ltd.

Jyebao Co. Ltd. (Jyebao), www.jyebao.com.tw – компания с замкнутым циклом производства, основанная в 1957 году, имеет более чем полувековой опыт производства радиочастотных соединителей (более 2 тыс. наименований), адаптеров (более 400), включая соединители мм-диапазона с предельной частотой 40 ГГц, и большого количества разных кабельных сборок. Jyebao

1 kbd.istok@mail.ru.

2 tuluslat@gmail.com.



Рис.1.
Соединители
и адаптеры
2.92 mm (K)
компании
Huang Liang



Рис.2. Модификации соединителей мм-диапазона

сертифицирована по стандартам ISO 14001 (2004 год) и ISO 9001 (2008 год).

Chin Nan Precision Electronics Co., Ltd. (Chin Nan), www.chinnan.com.tw – основана в 1965 году, количество сотрудников 51–200. Компания имеет полувековой опыт производства радиочастотных соединителей, адаптеров и кабельных сборок, сертифицирована по стандарту ISO 9001 (1999 год). С 2004 года Chin Nan выпускает соединители с предельной частотой 40 ГГц.

Bo-Jiang Technology Co., Ltd. (Bo-Jiang), www.bojiang.com.tw – основана в 1992 году, имеет более чем 20-летний опыт производства радиочастотных соединителей, адаптеров и кабельных сборок большинства основных типов, сертифицирована по стандартам ISO 9001 и ISO 14001. В 2008–2010 годах компания освоила производство соединителей с предельными частотами до 110 ГГц.

Frontlynk Technologies Inc. (Frontlynk), www.frontlynk.com – основана в 1992 году, количество сотрудников 101–500, в 2003 году сертифицирована по стандарту ISO 9001. В 2009–2010 годах компания освоила производство соединителей с предельными частотами 33...110 ГГц.

Huang Liang Technologies Co., Ltd. (Huang Liang), www.thlp.com.tw – основана в 1986 году, сертифицирована по стандарту ISO 9001 в 2000 году. Компанией Huang Liang накоплен большой опыт производства

радиочастотных соединителей, адаптеров и кабельных сборок. Малоизвестная в нашей стране компания Huang Liang выпускает соединители и адаптеры основных типов, в том числе различные модификации соединителя 2.92 mm (K) с предельной частотой 40 ГГц (рис.1).

В отличие от других тайваньских и китайских компаний Huang Liang на своем сайте приводит достаточно подробную информацию о выпускаемых соединителях.

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СОЕДИНИТЕЛЕЙ мм-ДИАПАЗОНА

Созданы следующие соединители мм-диапазона с предельной частотой от 30 до 110 ГГц: 3.5 mm, 2.92 mm, 2.4 mm, 1.85 mm и 1.0 mm. Название соединителя отражает величину диаметра наружного проводника его воздушной коаксиальной линии (табл.1) [1].

Для повышения предельной частоты потребовалось уменьшить размеры коаксиальной линии соединителей и перейти с линии, заполненной твердым диэлектриком, на воздушную линию.

Разработаны следующие модификации соединителей мм-диапазона (рис.2).

Коаксиально-микроросовые переходы (КМПП) – Field replaceable connectors (соединители,

Таблица 1. Параметры коаксиальных линий соединителей мм-диапазона

Соединители	Размеры проводников линии, мм		Волновое сопротивление, Ом	Предельная частота, ГГц
	наружного	внутреннего		
3.5 mm	3,50±0,005	1,52±0,01	50±0,5	34
2.92 mm	2,92±0,05	1,27±0,007	50±0,6	40
2.4 mm	2,4 ±0,01	1,04±0,01	50±0,95	50
1.85 mm	1,85±0,007	0,8 ±0,007	50±1,0	65
1.0 mm	1,0 ±0,007	0,434±0,005	50±1,15	110

Таблица 2. Соединители типа 3.5 mm

Соединители 3.5 mm и компании-производители			
Соединители Jyebao			
Розетка (рис.1н) под полужесткий кабель 0,085" PC3.5-8300-0085	Вилка прямая под полужесткий кабель (рис.2и ₁) PC3.5-3300-0085, кабель 0,085" PC3.5-3200S-0141, кабель 0,141"	Вилка проходная (рис.2к) PC3.5-3500-0000	КМПП розетка, квадратный фланец (рис.2д), PC3.5-8F46F-0036 для сочетания с СВЧ-вводом, центральный проводник которого $\varnothing 0,91$ мм (рис.2е)
Адаптеры внутрисерийные*			
Вилка 3.5 mm-вилка 3.5 mm (рис.2п) Frontlynk FL35B8-NS500SRAO1 Bo Jiang 528NS500SRA01B Jyebao AD-PC3PC3	Вилка 3.5 mm-розетка 3.5 mm (рис.2с) Frontlynk FL35E8-NS500SRAO1 Bo Jiang 3558NS500 SRAO1B Jyebao AD-PC3PC8	Розетка 3.5 mm-розетка 3.5 mm (рис.2т) Frontlynk FL35G8-NS500SRAO1 Bo Jiang 3578NS500 SRAO1B Jyebao AD-PC8PC8, AD-PC8PC8-BF** (проходной)	

* В диапазоне частот 0–34 ГГц КСВн всех адаптеров 1,2 макс., потери – $0,04\sqrt{f}$, дБ, где f – частота, ГГц.

** КСВн в диапазоне частот 0–30 ГГц – 1,28 макс.

заменяемые в полевых условиях): вилка со стандартным прямоугольным фланцем (рис.2а), вилка со стандартным квадратным фланцем (рис.2б), розетка с прямоугольным фланцем стандартным (рис.2в) и укороченным (рис.2г), розетка с квадратным фланцем (рис.2д). КМПП применяют в сочетании с СВЧ-вводом, центральный проводник которого соединяется с микрополосковой линией.

Герметичные металлостеклянные СВЧ-вводы с диаметром центрального проводника 0,3, 0,46, 0,51 и 0,91 мм (рис.2е).

Концевые выводы энергии (End Launch) для установки на печатные платы: вилка (рис.2ж) и розетка (рис.2з).

Кабельные соединители под полужесткий кабель: вилка прямая (Strait cable plug/male) – рис.2и₁, 2и₂; розетка прямая (Strait cable jack/female) – рис.2к; вилка угловая (Right angle cable plug/male) – рис.2л; проходные (Bulkhead) розетки – рис.2м, 2н; фланцевые панельные розетки: с прямоугольным фланцем – рис.2о₁, с квадратным фланцем – рис.2о₂.

Адаптеры внутрисерийные (Within series adaptors): прямой вилка-вилка (рис.2п), угловой (рис.2р), вилка-розетка (рис.2с), розетка-розетка (рис.2т).

Адаптеры межсерийные (Between series adaptors) для сочетания соединителей вилка и розетка с соединителями вилка и розетка других типов.

МАТЕРИАЛЫ И ПОКРЫТИЯ СОЕДИНИТЕЛЕЙ мм-ДИАПАЗОНА

Корпуса соединителей изготовлены чаще всего из пассивированной нержавеющей стали, гнездовые контакты – из бериллиевой бронзы с золотым покрытием. Состав покрытия: золото толщиной 0,5–1,0 мкм по подслоям гальванического или химического никеля толщиной 1,25–2,0 мкм и меди толщиной 0,5–1,25 мкм. Настораживает явная тенденция экономии золота. Для надежной пайки и сварки толщина золотого покрытия должна быть не менее 2 мкм. Кроме того, при многократных соединениях и рассоединениях возможно истирание тонкого золотого покрытия.

Так как соединители мм-диапазона выполняют с воздушной коаксиальной линией, центральный проводник крепится при помощи опорной диэлектрической шайбы. Конструкция и свойства используемого диэлектрика имеют большое значение для получения оптимальных значений КСВн и потерь соединителя. Тайваньские компании не применяют в соединителях традиционный диэлектрик PTFE (фторопласт), а используют следующие диэлектрические материалы: PEEK, PPO, Ultem 1000, Torlon 4203 PAI, Rexolite 1422 [2].

PEEK (Polyetheretherketone, полиэфирэфиркетон) – полимер с частично кристаллической структурой, имеющий высокую прочность, химическую и радиационную стойкость. Относительная диэлектрическая

Таблица 3. Соединители типа 2.92 mm

Вид соединителя	Frontlynk	Bo-Jiang	Chin Nan	Jyebao	Huang Liang
Коаксиально-микроразъемные переходы*					
Вилка, прямоугольный фланец (рис.2а)	FL38P9-ES505SQA00	3819ES505SQA00B	51-09-RGG		
Вилка, квадратный фланец (рис.2б)	FL38P9-FS505 SQA00	3819FS505SQA00B	51-08-RGG		
Розетка, прямоугольный фланец (рис.2в)	FL38J9-ES505 SQA00	3869ES505SQA00B	51-06-RGG	K862PN-0000**	729-F324, Ø0,51мм 729-F326, Ø0,3 мм
Розетка, укороченный прямоугольный фланец (рис.2г)	FL38J9-ES502 SS005	3869ES502SS005B	51-07-RGG, резьбовая, без фланца	K864PN-0000**	
Розетка, квадратный фланец (рис.2д)	FL38J9-FS505 SQA00	3869FS505	51-05-RGG 51-10-RGG, с выступающим изолятором		729-F323, Ø0,51мм 729-F325, Ø0,3 мм
Концевой вывод энергии, вилка (рис.2ж)	FL38P7-LS502SQA01				
Адаптеры внутрисерийные***					
Вилка 2.92 мм-вилка 2.92 мм (рис.2п)	FL38B8-NS500 SQA03	3828NS500SQA03B		ADS-K3K3 КСВн - 1,2 макс.	129-A070
Вилка 2.92 мм-розетка 2.92 мм (рис.2с)	FL38E8-NS500 SQA04	3858NS500SQA04B		ADS-K3K8 КСВн - 1,2 макс.	129-A060
Угловой, вилка 2.92 мм-розетка 2.92 мм (рис.2р)	FL38E8-NR500 SMA01	3858NR500SMA01B			
Розетка 2.92 мм-розетка 2.92 мм (рис.2т)	FL38G8-NS500 SQA03	3878NS500SQA03B	51-12-RGG	ADS-K8K8, КСВн -1,25 макс. ADS-K8K8-ВФ, проходной, КСВн - 1,36 макс.	129-A050
Кабельные соединители под полужесткие кабели					
Вилка прямая		3812NS524SR002B кабель 0,141" 3812NS525SR002B кабель 0,085" (рис.2и ₁)	51-01V-RGG	K3300-0085, кабель 0,085" K3300-0141, кабель 0,141" K3300-0118, кабель 0,118" (рис.2и ₂)	129-M110 129-M118; 129-M162; M163; (рис.2и ₁)

Таблица 3. Продолжение

Вид соединителя	Frontlynk	Bo-Jiang	Chin Nan	Jyebao	Huang Liang
Розетка прямая (рис.2к)		3862NS524SR002B кабель 0,141", 3862NS525SR002B кабель 0,085"			129-F110, 129-F111 (рис.2и ₂)
Розетка проходная (рис.2м)				K8305-0085 K8305-0118	
Розетка панельная, квадратный фланец (рис.2о ₂)				K8346-0034, кабель 0,034" K8326-0085, K8346-0085, кабель 0,085"	

* Центральный проводник СВЧ-ввода или pin (штыревой контакт) КМПП всех компаний имеет $\varnothing 0,3$ мм, КМПП компании Huang Liang – кроме того, $\varnothing 0,51$ мм.

** С выступающим центральным проводником $\varnothing 1,27$ мм, длиной 10,5 мм.

*** КСВн адаптеров Jyebao – для диапазона частот 0–40 ГГц.

проницаемость (ϵ) – 3,2, тангенс угла диэлектрических потерь ($\operatorname{tg} \delta$) – $(1-3) \cdot 10^{-3}$, электрическая прочность – 20–24 кВ/мм, допустимая доза облучения – более 1000 Мрад, температура длительной эксплуатации от –40 до 260°C, кратковременного нагрева – до 350°C.

PPO (Polyphenylene oxide, полифениленоксид) – аморфный, химически стойкий термопластичный полимер с $\epsilon=2,7$, $\operatorname{tg} \delta=(4-8) \cdot 10^{-4}$ и электрической прочностью 16–20 кВ/мм. Температура длительной эксплуатации 120°C. Термическая стабильность PPO ниже, чем у PEEK.

Ultem 1000 (Polyetherimide, PEI, полиэфиримид) – аморфный термопластичный полимер янтарно-желтого цвета с $\epsilon=3,15-3,30$, $\operatorname{tg} \delta=(13-16) \cdot 10^{-4}$ и электрической прочностью 20–24 кВ/мм. Допустимая доза облучения – до 500 Мрад, температура длительной эксплуатации 170°C.

Torlon 4203/PAI (Полиамид-имид) – прочный полимер желто-зеленого цвета, стойкий к воздействию химических агрессивных сред и радиации с $\epsilon=3,9$, $\operatorname{tg} \delta=3 \cdot 10^{-2}$, электрической прочностью 24 кВ/мм. Допустимая доза облучения – до 5000 Мрад, температура длительной эксплуатации 250°C. Благодаря хорошей обрабатываемости, термостойкости и размерной стабильности этот материал применяют в производстве прецизионных деталей.

Rexolite 1422 (Polystyren, полистерен) – полимер, разработанный для применения в СВЧ-технике. В ГГц-диапазоне частот $\epsilon=2,4-2,6$, $\operatorname{tg} \delta=7 \cdot 10^{-4}$. Электрическая прочность – 24 кВ/мм, допустимая доза облучения – до 1000 Мрад, температура длительной эксплуатации: –60...100°C.

Применение этих материалов, по-видимому, обусловлено возможностью изготавливать диэлектрические шайбы методом литья под давлением непосредственно в корпусе соединителя. Кроме того, соединители с шайбами из диэлектриков, допускающих высокую дозу облучения (для сравнения у фторопласта эта доза менее 0,5 Мрад), имеют повышенную радиационную стойкость.

Различие диэлектрических свойств приведенных материалов, очевидно, должно приводить к разной внутренней геометрии соединителей одного и того же типа, выпускаемых разными компаниями, и, как следствие, к отличию параметров согласования.

СОЕДИНИТЕЛИ ТИПА 3.5 mm

Эти соединители, первые в классе соединителей мм-диапазона, были разработаны для применения в радиоизмерительной аппаратуре с повышенными требованиями к прецизионности измерений и надежности. Теоретическая предельная частота воздушной коаксиальной линии 3,5/1,52 мм равна 38,8 ГГц, однако

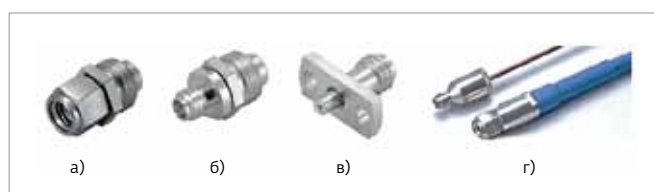


Рис.3. Соединители компании Frontlynk: вилка резьбовая – Sparkplug Plug (а), розетка резьбовая – Sparkplug Jack (б), розетка панельная (в), кабельные сборки (г)

Таблица 4. Соединители типа 2.4 mm

Вид соединителя	Frontlynk	Bo-Jiang	Juebao
Коаксиально-микроразъемные переходы			
Вилка, прямоугольный фланец (рис.2а)	FL34P9-ES505QA00	3419ES505QA00B (укороченный фланец)	
Вилка, квадратный фланец (рис.2б)	FL34P9-FS505QA00	3419FS505 QA00B*	2.4-364A-0000*
Розетка, прямоугольный фланец (рис.2в)	FL34J9-ES505 QA00	3469ES505SQA00B	K862PN-0000*
Розетка, укороченный прямоугольный фланец (рис.2г)	FL34J9-ES502SS002	3469ES502SS002B	2.4-864A-000
Розетка, квадратный фланец (рис.2д)	FL34P9-FS505QA00	3469FS505QA00B	
Вывод энергии, вилка концевая (рис.2ж)	FL34P7-LS502WSQA04		
Вывод энергии, розетка концевая (рис.2з)	FL34J7-LS502 SQA04		
Адаптеры внутрисерийные**			
Вилка 2.4 mm-вилка 2.4 mm (рис.2п)	FL34B8-NS500 SQA04	3428NS500SQA04B	ADS-2.4/3-2.4/3 КСВн - 1,4 макс. в диапазоне частот 0-50 ГГц
Вилка 2.4 mm-розетка 2.4 mm (рис.2с)	FL34E8-NS500 SQA04	3458NS500SQA04B	ADS-2.4/3-2.4/8 КСВн - 1,23 макс. в диапазоне частот 0-50 ГГц
Розетка 2.4 mm-розетка 2.4 mm (рис.2т)	FL34G8-NS500	3478NS500SQA04B	ADS-2.4/8-2.4/8 КСВн - 1,27 макс. в диапазоне частот 0-50 ГГц
Кабельные соединители под полужесткие кабели			
Вилка прямая (рис.2и ₁)		3412NS572SR000B	K3300-0085, кабель 0,085" K3300-0118, кабель 0,118" K3300-0141, кабель 0,141"
Розетка прямая (рис.2к)		3462NS572SR000B	
Розетка проходная (рис.2м)			K8305-0085, кабель 0,085"
Розетка панельная фланцевая			K8346-0085, квадратный фланец (рис.2о ₂), кабель 0,085" K8326-0085, прямоугольный фланец, кабель 0,085" (рис.2о ₁)

* С выступающим центральным проводником. Диаметр проводника КМПП компании Juebao - 1,27 мм.

** В диапазоне частот 0-50 ГГц КСВн адаптеров 1,2 макс., потери $0,05\sqrt{f}$, дБ, где f - частота, ГГц.

Таблица 5. Соединители типа 1.85 mm

Вид соединителя	Frontlynk	Bo-Jiang
Коаксиально-микроразъемные переходы*		
Вилка, прямоугольный фланец (рис.2а)	FL33P9-ES505SQA00	3319ES505SQA00B**
Вилка, квадратный фланец (рис.2б)	FL33P9-FS505SQA00	3319FS505SQA00B**
Розетка, прямоугольный фланец (рис.2в)	FL33J9-ES505 SQA00	3369ES505SQA00B**
Розетка, квадратный фланец (рис.2д)	FL33J9-FS505SQA00	3369FS505SQA00B**
Вывод энергии, вилка концевая (рис.2ж)	FL33P7-LS502 SQA01	
Вывод энергии, розетка концевая (рис.2з)	FL33J7-LS502 SQA01	
Адаптеры внутрисерийные		
Вилка 2.4 mm-вилка 2.4 mm (рис.2п)	FL33B8-NS500SRA01	3328NS500SRA01B
Вилка 2.4 mm-розетка 2.4 mm (рис.2с)	FL33E8-NS500SRA01	3358NS500SRA01B
Розетка 2.4 mm-розетка 2.4 mm (рис.2т)	FL33G8-NS500SRA01	3378NS500SRA01B
Кабельные соединители под полужесткие кабели		
Вилка прямая (рис.2и ₁)		3312NS570SR000B
Розетка прямая (рис.2к)		3362NS570SR000B

* Центральный проводник СВЧ-ввода или pin (штыревой контакт) всех КМПП имеет $\varnothing 0,3$ мм.

** В диапазоне частот 0–67 ГГц КСВн – 1,2 макс.

Таблица 6. Соединители типа 1.0 mm

Вид соединителя	Frontlynk	Bo-Jiang
Коаксиально-микроразъемные переходы		
Вилка резьбовая – Sparkplug Plug (рис.3а)	FL10P9-AS502SE001	1019AS502SE001B*
Розетка резьбовая – Sparkplug Jack (рис.3б)	FL10J9-AS502SE001	1069AS502SE001B*
Розетка панельная (рис.3в)	FL10J9-ES502SQ001	
Адаптеры внутрисерийные		
Вилка 1.0 mm-вилка 1.0 mm (рис.2п)	FL10B8-NS500	1028NS500GQ001B**
Вилка 1.0 mm-розетка 1.0 mm (рис.2с)	FL10E8-NS500GQ001	1058NS500GQ001B**
Розетка 1.0 mm-розетка 1.0 mm (рис.2т)	FL10G8-NS500	1078NS500GQ001B**
Кабельные сборки разной длины		
Кабельные сборки на соединителях 1.0 mm вилка; диапазон рабочих частот 0–110 ГГц, температурная фазовая ста- бильность $\pm 2^\circ$, амплитудная стабильность $\pm 0,1$ дБ	FLCA10P10P87HS-XXXX	
Кабельные сборки на соединителях: розетка, полужесткий кабель 0.031" длиной 10 см. КСВн не более 1,22 (0–67 ГГц) и 1,43 (67–110 ГГц)		CA-1062–66–100

* КСВн – 1,4 макс. (0–110 ГГц), потери – 0,7 дБ макс.

** КСВн – 1,4 макс. (0–110 ГГц).

максимальная частота применения не превышает 34 ГГц. Соединители 3.5 mm совместимы с соединителями SMA и 2.92 mm. Модификации соединителя 3.5 mm производства тайваньских компаний представлены в табл.2.

Межсерийные адаптеры выпускают компании:

- **Bo Jiang.** 33J35JNS5: 1.85 mm розетка–3.5 mm розетка; 33J35PNS5: 1.85 mm розетка–3.5 mm вилка; 33P35JNS5: 1.85 mm вилка–3.5 mm розетка; 33P35PNS5: 1.85 mm вилка–3.5 mm вилка; 34J35JNS5SRA01B: 2.4 mm розетка–3.5 mm розетка; 34P35PNS5SRA01B: 2.4 mm вилка–3.5 mm вилка.
- **Juebao.** 21 модификация: 3.5 mm вилка и розетка – соединители 1.85 mm, 2.4 mm, 2.92 mm, N, PC7, SMA розетка и вилка.

Кабельные соединители и адаптеры 3.5 mm предназначены для применения в радиоизмерительной аппаратуре. Они обеспечивают более 1000 соединений и рассоединений без ухудшения параметров. Применение же КМПП не представляет большого интереса, так как для этой цели надежнее использовать соединители SMA 27 (с предельной частотой 27 ГГц) и 2.92 mm (с предельной частотой 40 ГГц).

СОЕДИНИТЕЛИ ТИПА 2.92 mm (К-СОЕДИНИТЕЛИ)

Соединитель 2.92 mm (или К-соединитель) – это первый радиочастотный соединитель, нашедший эффективное применение в изделиях микроэлектроники. Второе название соединителя возникло из-за того, что он перекрывает K_a -область частот (26–40 ГГц). Этот соединитель в сочетании с СВЧ-вводом особенно ценен в качестве сверхвысокочастотного КМПП для передачи сигнала с микрополосковой линии на радиочастотный кабель в герметизированных изделиях микроэлектроники. Присоединительные и установочные размеры соединителей 2.92 mm регламентированы международными стандартами MIL-C-39012 и MIL-STD-348.

Соединители 2.92 mm выпускают пять тайваньских компаний (табл.3).

В диапазоне частот 0–40 ГГц КСВн всех внутрисерийных адаптеров – 1,2 макс., потери $0,04\sqrt{f}$, дБ, где f – частота, ГГц. Компании выпускают также межсерийные адаптеры.

Juebao: 24 модификации: 2.92 mm вилка и розетка – соединители 1.85 mm, SMP, SMPM и 3,5 mm розетка и вилка.

Chin Nan: 51-17-T/RGG – 2.92 mm розетка–SMP вилка; 51-18-T/RGG – 2.92 mm розетка–SMP розетка; 51-19-T/RGG – 2.92 mm вилка–SMP вилка; 51-20-T/RGG – 2.92 mm вилка–SMP розетка.

Huang Liang: № 129-A010-2.92 mm розетка–2.4 mm розетка; № 129-A020-2.92 mm розетка–2.4 mm вилка; № 129-A030-2.92 mm вилка–2.4 mm розетка;

№ 129-A040-2.92 mm вилка–2.4 mm вилка; № A729-A080-2.92 mm розетка–SSMP розетка.

Соединитель 2.92 mm не является прецизионным и не предназначен для применения в измерительной аппаратуре СВЧ-диапазона.

СОЕДИНИТЕЛИ ТИПА 2.4 mm

Соединители 2.4 mm с предельной частотой 50 ГГц применяют при создании широкополосной радиоизмерительной аппаратуры, а также в изделиях СВЧ-микроэлектроники на монолитных интегральных схемах. В ряде случаев эти соединители служат альтернативой волноводам. Номенклатура соединителей 2.4 mm приведена в табл.4.

Компания Juebao выпускает также 36 межсерийных адаптеров: 2.4 mm, вилка и розетка, соединители розетка и вилка: 3.5 mm, 2.92 mm, 1.85 mm, SMA, N, PC7, SMP, SMPM.

СОЕДИНИТЕЛИ ТИПА 1.85 mm

Соединитель 1.85 mm называют еще V-соединителем, так как он перекрывает V-диапазон частот (50–75 ГГц). Чем выше предельная частота, тем беднее номенклатура выпускаемых соединителей и меньше компаний-изготовителей. Соединители 1.85 mm производят только две компании – Frontlynk и Bo-Jiang (табл.5).

Компания Bo-Jiang выпускает также 15 межсерийных адаптеров 1.85 mm вилка и розетка – соединители розетка и вилка 3.5 mm; 2.92 mm; 2.4 mm: 33J34PNS5SRA01B – 1.85 mm розетка–2.4 mm вилка и 33P34PNS5SRA01B – 1.85 mm вилка–2.4 mm розетка; 1.0 mm; SMPM. Кроме того, по две модификации внутрисерийных и межсерийных адаптеров производит компания Chin Nan: 66-01-UGX: 1.85 mm вилка–1.85 mm вилка; 66-02-UGX: 1.85 mm розетка–1.85 mm розетка; 66-01-UGX: 1.85 mm вилка–SMPM вилка и 66-02-UGX: 1.85 mm вилка–SMPM розетка.

Соединители 2.4 mm, 1.85 mm и 1.0 mm совместимы между собой, так как имеют одну и ту же резьбу на корпусе – M7×0,75.

СОЕДИНИТЕЛИ ТИПА 1.0 mm

Соединители 1.0 mm с предельной частотой 110 ГГц – в настоящее время – самые высокочастотные и самые дорогостоящие соединители в мире. Цена одного изделия достигает 1000 долл. Соединители 1.0 mm компании Frontlynk показаны на рис.3. Эту продукцию выпускают только компании Frontlynk и Bo-Jiang (табл.6).

Компания Bo-Jiang выпускает и межсерийные адаптеры: 10P33PNS5SQA01B: 1.0 mm вилка–1.85 mm вилка; 10J33JNS5SQA01B: 1.0 mm розетка–1.85 mm розетка; 10J33PNS5SQA01B: 1.0 mm розетка–1.85 mm вилка; 10P33JNS5SQA01B: 1.0 mm вилка–1.85 mm

