

# СОЕДИНИТЕЛИ ЗАРУБЕЖНЫХ ФИРМ В ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЯХ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ СВЧ



Во многих изделиях микроэлектроники СВЧ – генераторных, усилительных, преобразовательных, приемопередающих модулях и радиотехнических блоках – СВЧ-сигналы вводятся (выводятся) с помощью коаксиальных соединителей типа "розетка" и "вилка". Это – коаксиально-микроразъемные переходы, кабельные соединители и адаптеры [1,2]. От их параметров зависят КСВН "вход-выход", выходная мощность, радиогерметичность и надежность изделий. Без них не удастся встроить изделие в аппаратуру и измерить его электрические характеристики. Поэтому не случайно, что в технических требованиях на разработку и поставку изделий микроэлектроники СВЧ всегда указывается тип СВЧ-разъема. Сегодня проблема выбора соединителей обострилась в связи с существенным расширением применения соединителей зарубежных фирм.

Вопрос об использовании выпускаемых за рубежом соединителей в отечественных СВЧ-устройствах возник 10–15 лет назад по ряду причин. Во-первых, отечественные производители начали выходить на зарубежные рынки, прежде всего на рынки стран Азии. В связи с этим появилась потребность в соединителях, адаптированных к зарубежной радиоэлектронной аппаратуре. Отечественная промышленность таких соединителей не выпускала. Во-вторых, на многих отечественных предприятиях, производивших СВЧ-технику, стала использоваться современная зарубежная, не имеющая отечественных аналогов, радиоизмерительная аппаратура – панорамные измерители КСВН, анализаторы спектра и др. Для подключения измеряемых изделий к этой аппаратуре также потребовались соединители зарубежного производства. И наконец, соединители зарубежных фирм превосходили отечественные по всем основным параметрам: широкополосности, значениям КСВН, потерям СВЧ и экранного затухания, а также надежности (табл.1). Естественно, при конструировании изделий микроэлектроники СВЧ с высокими уровнями параметров разработчики стремятся использовать более качественные соединители зарубежного производства. Этому способствует и сформировавшаяся в стране широкая сеть фирм-посредников, поставляющих на отечественный рынок соединители многих зарубежных компаний.

Основное конструктивное отличие зарубежных соединителей от отечественных – вид резьбы на корпусе "розетки" и на гайке "вилки". Резьба зарубежных соединителей – дюймовая:

0.250-36.UNS-2A на корпусе "розетки" и 0.250-36.UNS-2B на гайке "вилки" (стандарт США ANSI B1.1–1982), отечественных соединителей – метрическая М6х0,75-6g и М6х0,75-6H, соответственно (табл.2).

**Как преодолеть различие резьбы двух видов?** Радикальное средство – применение адаптеров [2]. Существует и ряд используемых на практике приемов. Если зарубежный соединитель – "вилка", его гайку можно все-таки навернуть на корпус отечественного соединителя "розетка", несмотря на различие в шаге резьбы, так как диаметр резьбы на гайке несколько больше, чем на корпусе "розетки". Если зарубежный соединитель – "розетка", на него также можно навернуть гайку отечественного соединителя "вилка", предварительно притупив резьбу на гайке, т.е. увеличив диаметр

**Таблица 1. Основные параметры отечественных (ПО "Октябрь") и серийно выпускаемых зарубежных (тип SMA) соединителей\***

Тип соединителя	Рабочий диапазон частот, ГГц	КСВН, не более	Потери СВЧ, дБ, не более	Экранное затухание, дБ, не менее	Особенности конструкции
<i>Коаксиально-микроразъемные переходы</i>					
SMA	0–18	1,25	0,2	-90	–
СРГ-50-751 ФВ	0–18	1,5	0,3	-60	"Розетка"
СРГ-50-876 ФВ	0–18				Аналоги СРГ-50-751 ФВ,
СРГ-50-876 ФВМ	0–18	1,4	0,3	-60	Дюймовая резьба
СРГ-50-717 ФВ	0–18	2,0	0,3	-60	–
СРГ-50-716 ФВ	0–10	1,8	–	-60	Резьба М6х0,5
<i>Кабельные соединители</i>					
SMA	0–18	1,25	0,2	-60...-90	–
СР-50-724 ФВ	0–18	1,8	–	-40	"Вилка" кабельная
СР-50-726 ФВ	0–18	1,8	–	-60	То же
СР-50-748 ФВ	0–18	1,5	–	-60	"-"
СР-50-725 ФВ	0–18	1,5	–	-60	"Розетка" приборно-кабельная
СР-50-747 ФВ	0–18	1,5	–	-60	То же
<i>Адаптеры</i>					
SMA	0–18	1,15–1,25	0,2	-60...-90	–
СР-50-728 ФВ	0–18	1,8	–	-40	"Розетка-розетка"
СР-50-271 ФВ	0–9,5	2,2	–	-40	"Вилка-вилка"

\*Типичные параметры соединителей "розетка" и "вилка" зарубежных фирм [1-4].



**Таблица 2. Параметры дюймовой и метрической резьбы**

Резьба	Диаметр резьбы, мм			Шаг резьбы, мм
	наружный	средний	внутренний	
0.250-36.UNS-2A	6,25	5,83	5,49	0,706
0.250-36.UNS-2B	5,66	5,94	6,35	0,706
M6x0,75-6g	6,0	5,51	5,19	0,75
M6x0,75-6H	5,19	5,51	6,0	0,75

резьбы. Так нередко поступают при необходимости измерения параметров изделий зарубежных фирм на отечественной измерительной аппаратуре или отечественного изделия на зарубежной аппаратуре. Однако применять такие приемы допустимо в исключительных случаях и только при отсутствии подходящих адаптеров.

Для отечественных изделий микроэлектроники СВЧ, предназначенных на экспорт, можно применять коаксиально-микрополосковые переходы СРГ-50-876 ФВ и СРГ-50-876 ФВМ. Первый из них выполнен с дюймовой резьбой 0.250-36.UNS-2A на корпусе. На корпусе второго имеются два вида резьбы: метрическая – для ввинчивания в корпус отечественного изделия и дюймовая – для сочетания с зарубежным кабельным соединителем. Правда, по своим параметрам эти соединители уступают зарубежным аналогам (см. табл. 1).

**Как выбирать соединители зарубежных фирм?** Рынок зарубежных соединителей огромен: их выпускают десятки фирм США, Европы и Азии. Правда, параметры соединителей ведущих зарубежных фирм практически одинаковы, и это существенно затрудняет выбор нужного. По нашему мнению, предпочтительны хорошо зарекомендовавшие себя на протяжении многих лет соединители, отвечающие требованиям военного стандарта MIL-C-39012 и выпускаемые фирмами M/A-COM Omni-Spectra, Amphenol, AMP (США), Radiall (Франция) и другими. Конечно, это дорогие соединители, но стоимость их несоизмерима со стоимостью СВЧ-устройств, в которых они применяются. А расплата за экономию на соединителях – снижение надежности выпускаемых изделий микроэлектроники СВЧ и, соответственно, ухудшение репутации производителей.

Выбирая зарубежный кабельный соединитель, необходимо позаботиться о соответствующем типе радиочастотного кабеля и способе его заделки в соединитель. Для соединителей типа SMA применяют гибкие и полужесткие кабели серии RG [3]. Способ и надежность заделки кабеля имеют исключительно большое значение. Ведущие зарубежные фирмы – Amphenol, M/A-COM, AMP – включают инструкции по заделке кабеля в свои рекламные каталоги и рекомендуют необходимый инструмент для выполнения этой операции.

При выборе зарубежного коаксиально-микрополоскового перехода следует тщательно изучить рекомендации по его установке в корпус изделия. Для фланцевых соединителей, крепящихся к корпусу изделия винтами, толщина стенки корпуса должна быть не менее 3,2 мм. Зарубежные коаксиально-микрополосковые переходы рассчитаны на применение в корпусах с толщиной стенки 3,2, 4,7 или 6,4 мм [4]. Для установки фланцевого соединителя в изделие, предназначенное на экспорт, необходимо также предусматривать наличие в его корпусе отверстия с резьбой (обычно 2-56 UNC-28 при минимальной глубине отверстия 1,9 мм) и использовать винты с соответствующей дюймовой резьбой.

И наконец, при использовании зарубежных соединителей следует обратить внимание на то, что максимальный диаметр центрального штырьевго проводника соединителей "вилка" равен

0,94 мм, а внутренний диаметр гнездового проводника отечественных соединителей "розетка" может быть менее 0,9 мм. Это, казалось бы, незначительное различие в значениях диаметра может привести к нарушению электрического контакта штырь-гнездо и даже к поломке гнезда отечественного соединителя при многократных соединениях.

В экспортных изделиях микроэлектроники СВЧ отечественные производители и в обозримом будущем будут применять зарубежные соединители. От правильного выбора и применения этих соединителей в большой степени зависит качество поставляемой продукции.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. **Джуринский К.Б.** Отечественные и зарубежные герметичные миниатюрные коаксиальные СВЧ-компоненты. – Электронные компоненты, 2002, №4, с.89–93.
2. **Джуринский К.Б.** Зарубежные и отечественные SMA-адаптеры для радиотехнических устройств СВЧ. – Электронные компоненты, 2003, №1, в печати.
3. **Джуринский К.Б., Тисленко Ю.В.** Миниатюрные коаксиальные соединители SMA, AMB и SMC для радиоэлектронной аппаратуры СВЧ. – Электронные компоненты, 2001, №1, с.28–31.
4. Microwave Coaxial Connectors. Каталог фирмы M/A-COM Omni-Spectra, 1990.