



Автор - инженер фирмы
ООО «Кабельные Радиосистемы»
Калашников Андрей Викторович



Наиболее распространённые коаксиальные радиочастотные соединители

Статья посвящена кабельным коаксиальным радиочастотным соединителям зарубежного и отечественного производства, существующим типам соединителей и особенностям их конструкции.

Соединители радиочастотные коаксиальные (разъёмы) служат для согласованного соединения коаксиального кабеля с оборудованием или сочленения двух коаксиальных кабелей друг с другом (как с различными размерами и конструкциями, так и с одинаковыми).

Основное разделение соединителей производится по присоединительной части, т.е. той, которой разъёмы соединяются друг с другом. Присоединительную часть разъёма принято называть – каналом, например: канал «N», канал «16/7» и т.д. В зависимости от типа канала, разъём используется на тех или иных рабочих частотах и мощностях, конкретные типы каналов и их характеристики представлены ниже. Следует отметить, что правильный выбор канала радиочастотного соединителя очень важен в рамках проектирования всего фидерного тракта, поскольку один и тот же канал существует как для кабелей имеющих размеры меньше него, так и много больше.

По способу сочленения друг с другом соединители можно разделить на два типа - резьбовые и байонетные. У резьбовых соединителей «штырь» с «гнездом» соединяются при помощи гайки с резьбой, у байонетных при помощи гайки с фрезерованными канавками.

Маркировка соединителей российского и зарубежного производства существенно отличается друг от друга. У отечественных соединителей принята единая система обозначения, у зарубежных разъёмов её нет, просто описывается – разъём канала “N” под кабель 7/8” и т.д. Российская маркировка на разъёмы выглядит следующим образом:

- Наименование – соединитель радиочастотный – «СР», при герметичном исполнении добавляется буква «Г».
- Величина волнового сопротивления
- Порядковый номер разработки
- Обозначение изоляционного материала соединителя – «Ф» для фторопластового изолятора, «П» для полиэтиленового изолятора.
- При всеклиматическом исполнении добавляется буква «В»

Итак, если имеется разъём марки СР50-74 ФВ, понимать следует, что

СР – соединитель радиочастотный.

50 – волновое сопротивление.

74 – порядковый номер разработки.

Ф – фторопластовый изолятор.

В – всеклиматическое исполнение.

Все высококачественные соединители как отечественного, так и импортного производства изготавливаются из медных сплавов, изоляторы из фторопласта или полиэтилена, контактные детали покрываются серебром или золотом, неконтактные никелем. Исключение составляют отечественные герметичные соединители, у которых корпуса изготавливаются из стали, а изоляторы из стекла. В некоторых случаях допускается покрытие корпуса разъёма никелем. Ниже приведены основные, широко используемые типы соединителей:

Соединители отечественного производства

Резьбовые соединители

Резьбовое соединение обеспечивает надёжную фиксацию сочленённого положения соединителей при более высоких нагрузках механических факторов, чем серия байонетных соединителей.

Рабочий диапазон частот:

- Для угловых, герметичных, и соединителей с полиэтиленовой изоляцией до 3 ГГц.
- Для прямых соединителей с фторопластовой изоляцией до 10 ГГц.

КСВн

- – для прямых соединителей 1,25 Мах.
- - для угловых 1,50 Мах.

Экранное затухание 40 дБ

Максимальная температура

- Для полиэтиленовых изоляторов 85° С
- Для фторопластовых изоляторов 155° С

Минимальная температура -60° С

К сожалению, данных по допустимой мощности, которую выдерживает тот или иной канал – нет, поскольку такие испытания не требовались. Разъём рассчитывался из условия, что он должен держать мощность не меньшую, чем кабель, на который он установлен.

Рассмотрим более подробно соединители коаксиальные радиочастотные резьбовые.

Канал 7/3,04 мм («Экспертиза»), ВР0.364.039ТУ

В отечественной радиопромышленности существует только в исполнении 50 Ом. Данный тип соединителя приобрёл последнее время огромную популярность, поскольку наряду с хорошими характеристиками, широким частотным диапазоном (до 18 ГГц) это единственный тип соединителя, имеющий зарубежный аналог – N канал. Присоединительные размеры данного соединителя приведены ниже:

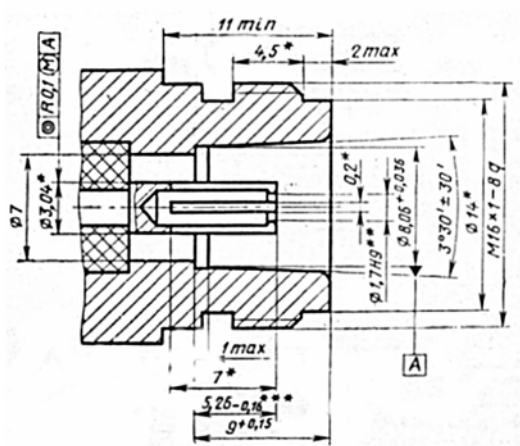
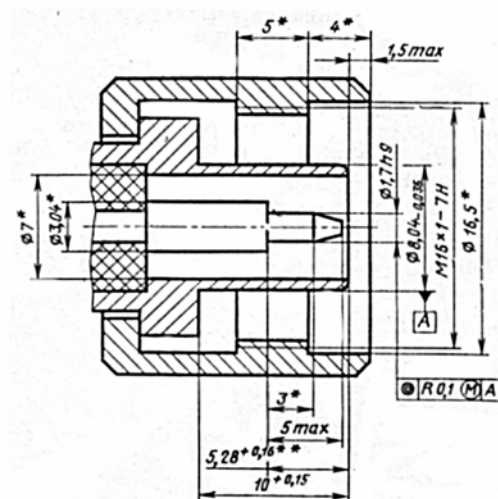


РИС.1



Соединитель встречается в двух вариантах: у «вилки» внешний присоединительный контакт может быть разрезан или может быть сплошной трубкой. В первом случае, при соединении «вилки» с «розеткой» добавляется дополнительный контакт, перпендикулярный оси разъёма.

Канал 13,5/4,1 мм – 50 Ом, и 13,5/2,5 мм – 75 Ом («ВР») изготавливаются по двум ТУ

1.ВР0.364.007ТУ

2.ВР0.364.019ТУ «Вакуум».

Это наиболее распространённый отечественный соединитель. Изготавливается в 50- и 75 Омном исполнении, и комплектуется фторопластовым или полиэтиленовым изолятором. Частотный диапазон – до 10 ГГц. Присоединительная часть данного соединителя представлена ниже:

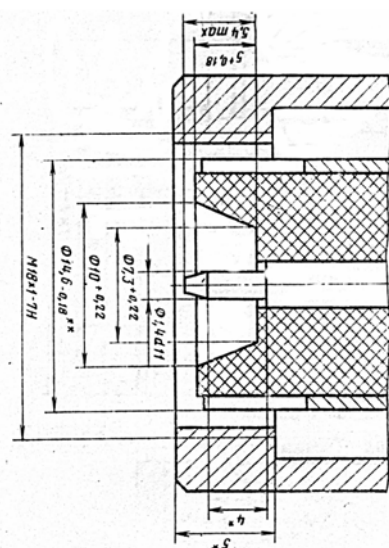
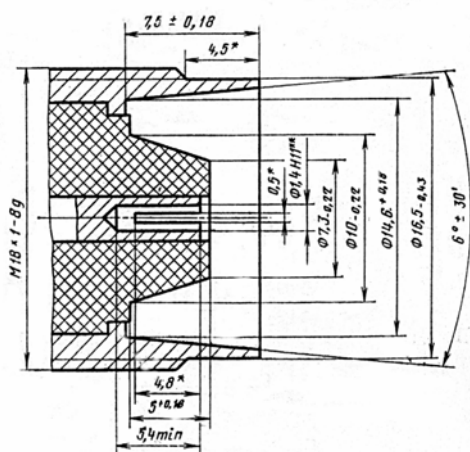
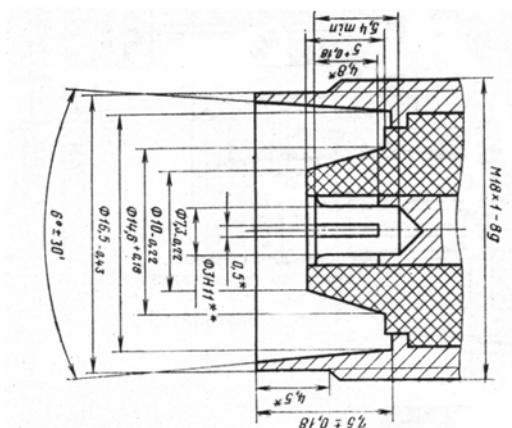
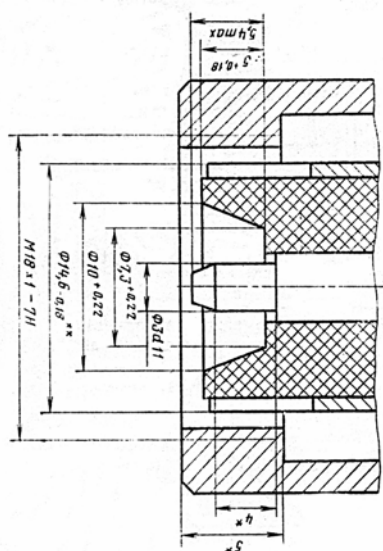


РИС.2

РИС.3

Соединитель по конструкции сочленения напоминает пропорционально увеличенный зарубежный тип TNC. По сравнению с каналом «Экспертиза», обеспечивает более надёжное сочленение, т.к. внутренний контакт полностью удерживается соосно с разъёмом фторопластовым изолятором. Электрические характеристики (КСВн), опять же по сравнению с каналом «Экспертиза», несколько хуже (экспериментальное наблюдение).

Канал 16/7 мм – 50 Ом, 16/4,6 мм – 75 Ом. Данных по номеру ТУ – нет.

Данные соединители рекомендованы ГОСТ-ом к применению в измерительной технике. Как правило, соединители комплектуются полистироловыми изоляторами, поэтому разъём рассчитан на незначительные мощности. Рабочий диапазон частот - до 3 ГГц. Присоединительная часть представлена ниже:

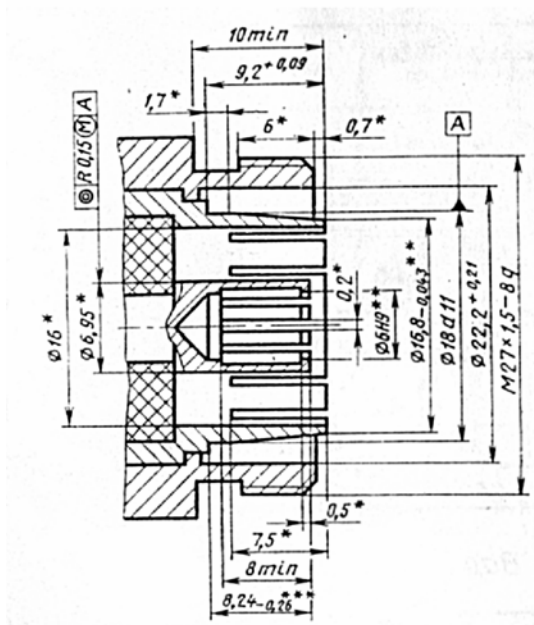


РИС. 4

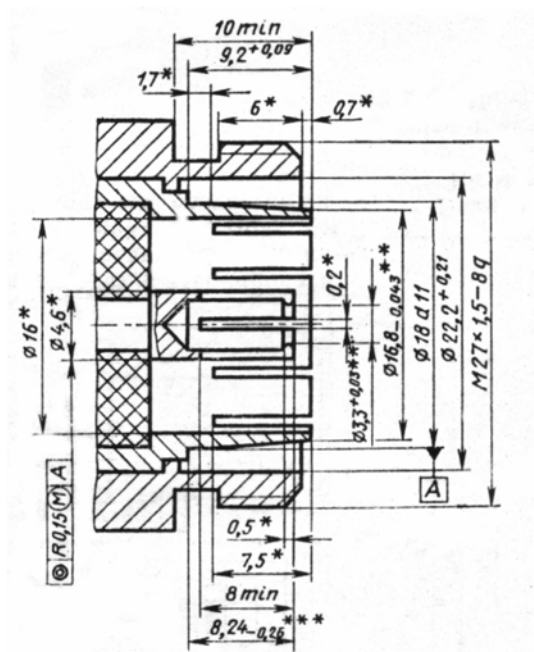
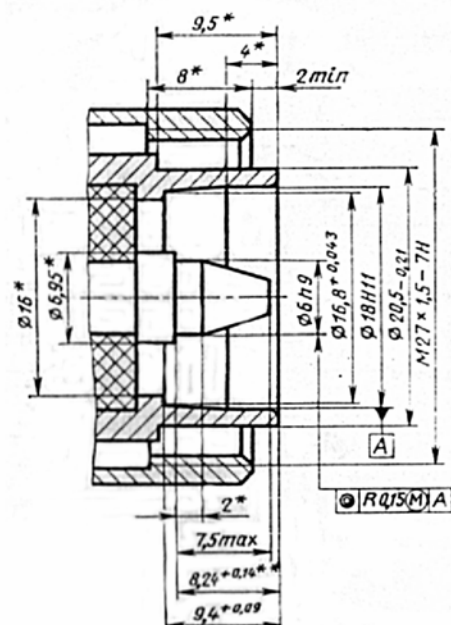
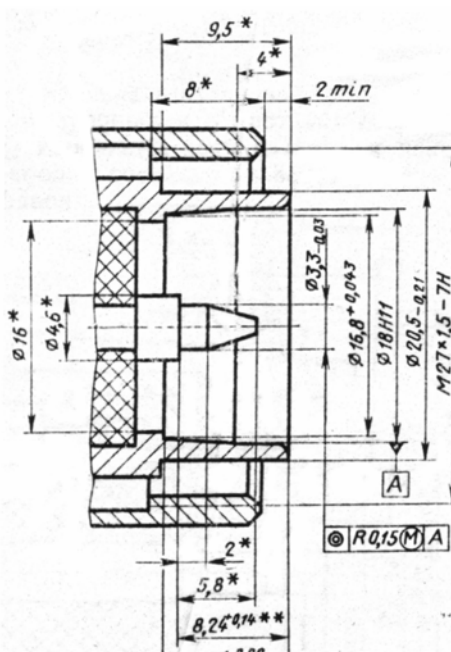


РИС.5



Канал 6/2,6 мм, ВР0.364.018ТУ «ШВР»

Достаточно редко встречающийся соединитель, основная особенность которого заключается в том, что цанга и штырь внутреннего контакта у «вилки» и «розетки» поменяны местами. Таким образом, на «вилке» внутренний штырь – цанга (гнездо). Также можно отметить очень надёжный контакт по внешнему присоединительному контакту. Рабочий диапазон частот данного соединителя - до 10 ГГц.

Присоединительная часть представлена на рис.6:

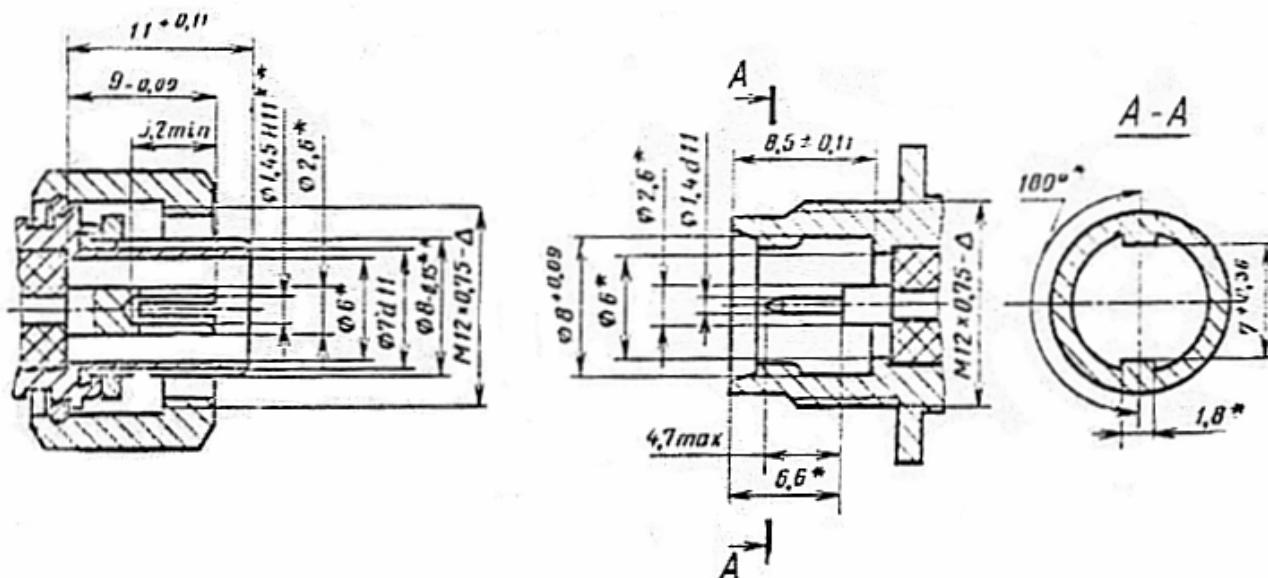


РИС.6

Байonetные соединители

Преимуществом байонетного соединения является лёгкость и быстрота при присоединении и отсоединении разъёма.

Рабочий диапазон частот:

- для угловых, герметичных и соединителей с полиэтиленовой изоляцией до 3 Гц
- для прямых соединителей с фторопластовой изоляцией до 10 ГГц

КСВн:

- для прямых соединителей 1,25 Max
- для угловых 1,50 Max

Экранное затухание

40 дБ

Максимальная температура:

- для полиэтиленовых изоляторов 85°C
- для фторопластовых изоляторов 155°C

Минимальная температура

-60°C

Данных по максимально допустимой мощности – нет. На данные типы соединителей так же распространяется ГОСТовское условие – разъём должен держать мощность не меньшую, чем кабель, на который он установлен.

Канал 7/2,15 мм ВР0.364.008ТУ

Соединитель, у которого так же имеется зарубежный аналог – канал BNC, однако в профессиональной радиосвязи используется редко. Основное применение – измерительная аппаратура, либо участки, требующие частого отсоединения-присоединения кабельных перемычек. В России данный соединитель существует только в исполнении 50 Ом. Рабочий диапазон частот у данного соединителя - до 10 ГГц.

Присоединительная часть представлена ниже:

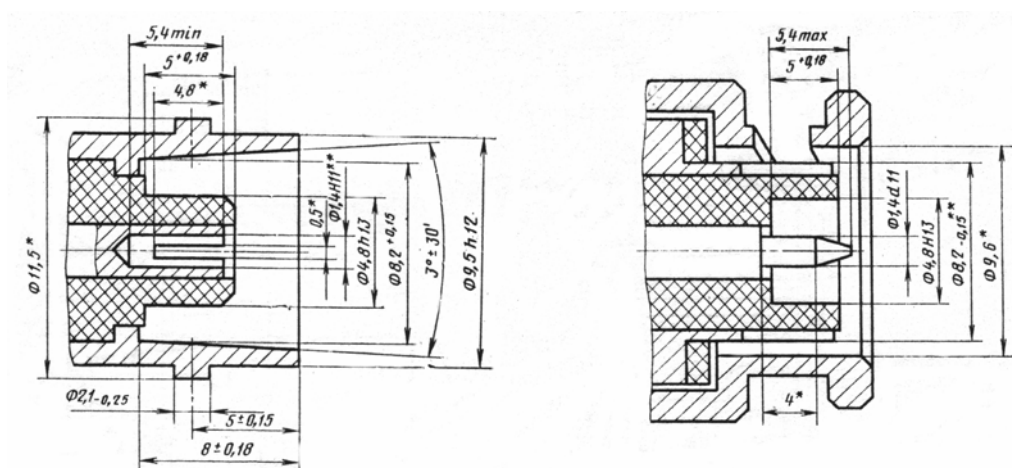


РИС.7

Канал 13,5/4,1 мм – 50 Ом, и 13,5/2,5 мм – 75 Ом («ВР-байонет»), ВР0.364.009ТУ

Присоединительные размеры данных разъёмов полностью идентичны каналу «ВР» описанного в соответствующем разделе, за исключением сочленяющей гайки, которая в данном случае содержит не резьбу, а с фрезерованные канавки. Область использования данного канала – узлы радиоаппаратуры, требующие частого отсоединения-присоединения кабельных перемычек при мощностях, которые не выдерживает канал BNC.

Рабочий диапазон частот у данного соединителя - до 10 ГГц.

Присоединительная часть аналогична каналам 13,5/4,1 мм и 13,5/2,5 мм, рассмотренным выше, за исключением зажимной гайки, которая в данном случае байонетная и имеет две фрезерованные канавки.

Соединители зарубежного производства

Резьбовые соединители

Канал "N"

Стандарты: IEC 169-16, CECC 22 210, MIL-STD-348A/304

Американский стандарт, наиболее широко распространён в профессиональной и сотовой радиосвязи. Соединители, произведённые ведущими фирмами, обеспечивают:

экранирование более 90 дБ;

уровень интермодуляционных шумов – более 155 дБм.

КСВн:

- для прямых соединителей – не более 1,12 на частотах до 18 ГГц
- для угловых соединителей – не более 1,22 на частотах до 5 ГГц.

Большей частью используются соединители данного типа в исполнении 50 Ом, но существует и вариант 75 Ом. N канал сопротивлением 75 Ом используется редко и имеет более тонкий внутренний проводник (2 мм), нежели соединитель 50 Ом

На практике рекомендуется использовать данный канал на гибких кабелях (с внешним проводником – оплёткой) и

кабелях до 12 мм по оболочке с внешним проводником в виде фольги. При использовании N-канала на более толстых и жёстких кабелях могут произойти механическое повреждение внутренних контактов разъёмов. Рабочий диапазон частот у данного соединителя - до 18 ГГц. Присоединительные размеры и график величины максимальной допустимой мощности приведены ниже на рис.8.



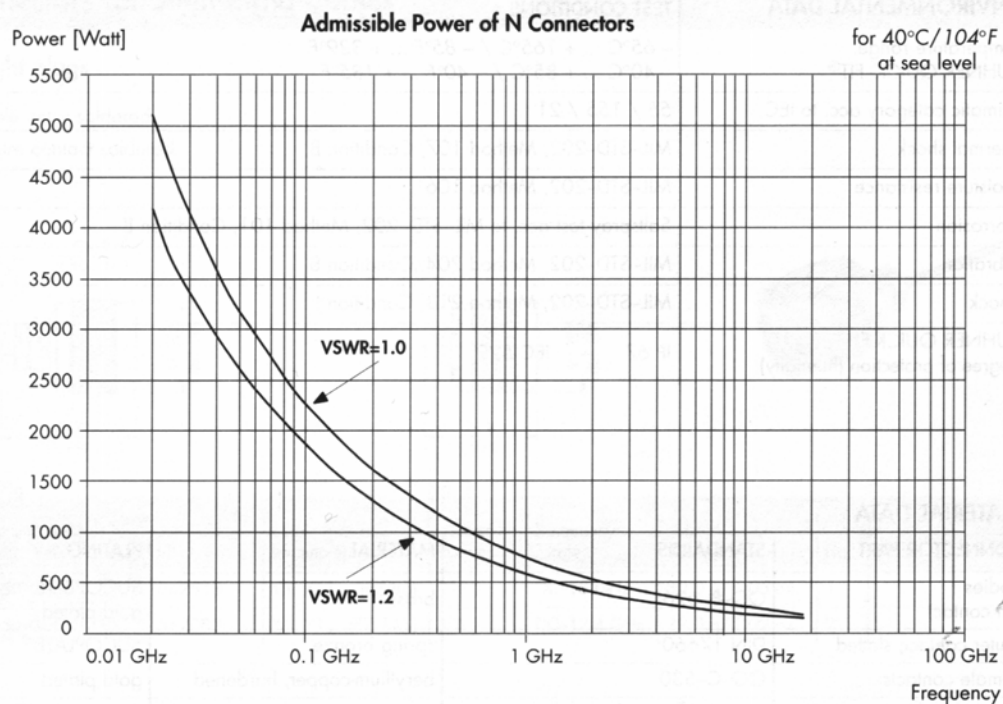
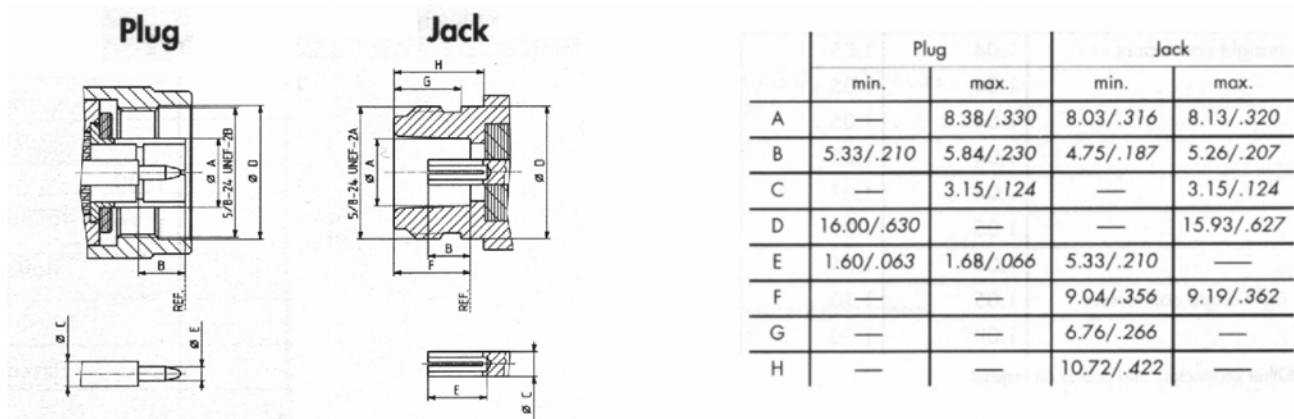


Рис.8

Канал 7/16 DIN

Стандарты: IEC 169-4, DIN 47223

Германский стандарт, завоевывающий в последнее время всё большую популярность в сотовой связи и вытесняющий американский стандарт - N тип. Данный канал обеспечивает механически более жёсткое и более надёжное сочленение, чем канал N. Кроме того, канал 7/16 пропускает более высокую мощность (см. графики).

Соединители обеспечивают хорошее экранирование - более 128 дБ (на 1 ГГц), а также низкий уровень интермодуляционных искажений – более 155 дБм.

КСВн:

- для прямых соединителей – не более 1,1 на частотах до 5 ГГц.
- для угловых соединителей – не более 1,15 ГГц.

Рабочий диапазон частот - до 7,5 ГГц.

Присоединительные размеры и график величины допустимой мощности приведены ан рис.9.

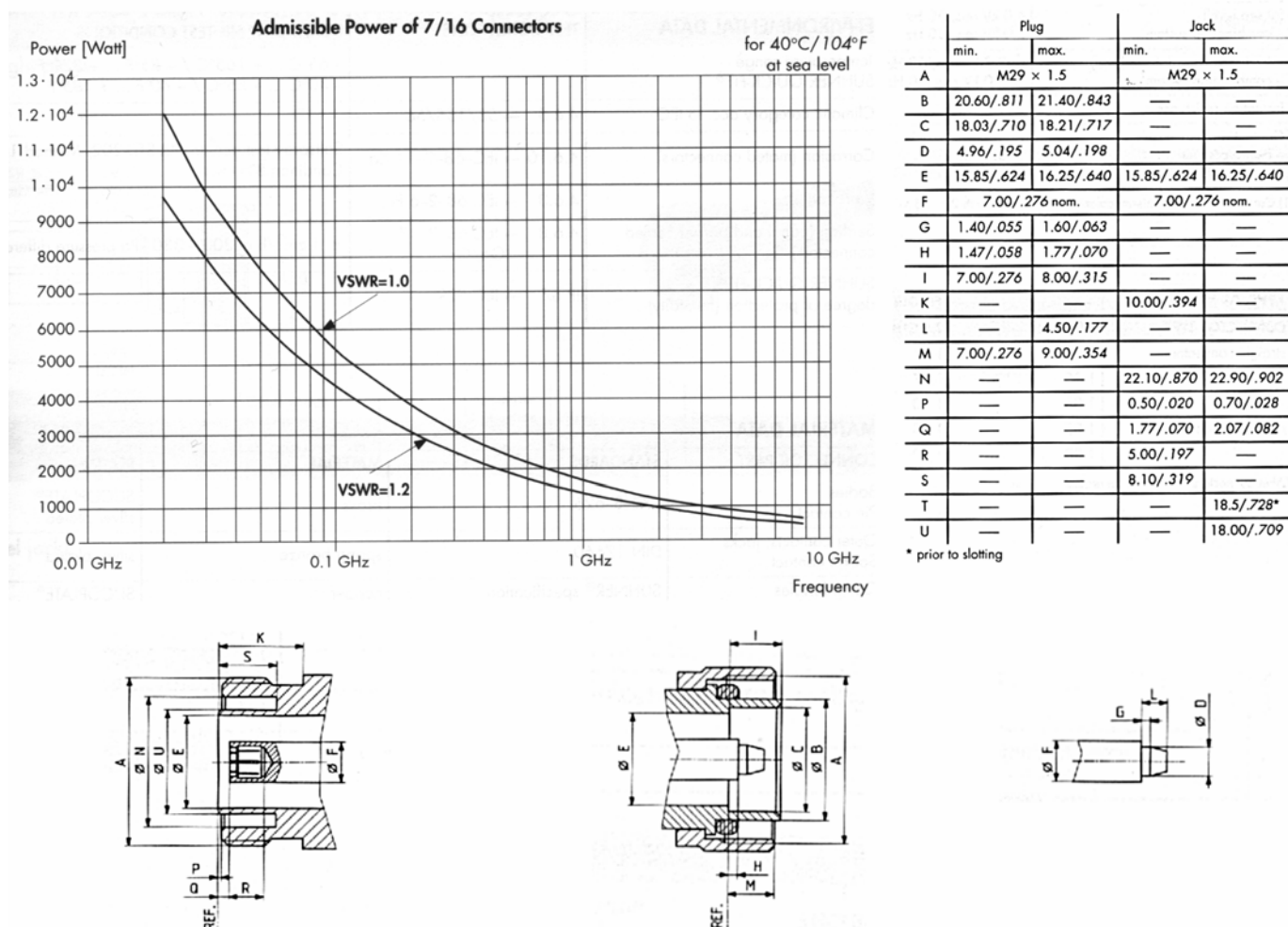


РИС. 9

Канал TNC и BNC

Стандарты: IEC 169-17, CECC 22 200, MIL-STD-348A/313

Каналы TNC и BNC имеют одинаковые характеристики и разделяются только способом сочленения:

канал TNC – резьбовое соединение «вилки» с «розеткой».

канал BNC – байонетное соединение «вилки» с «розеткой».

Соединители данного канала используются в измерительной, маломощной аппаратуре связи (до 50 Вт), а так же в бытовой технике (телевизоры, радиотелефоны и т.д.). В каталогах ведущих зарубежных фирм производителей разъёмов, рабочий диапазон канала TNC указан - до 11 ГГц, канала BNC – до 3 ГГц.

Экранирование – не менее 60 дБ.

КСВн:

- Для TNC – не более 1,3 на 11 ГГц.
- Для BNC – примерно 1,25 на частотах до 3 ГГц.

Присоединительные размеры и график величины допустимой мощности приведены ниже.

	Plug		Jack	
	min.	max.	min.	max.
A	4.83/.190	—	—	4.72/.186
B	5.33/.210	5.84/.230	4.72/.186	5.23/.206
C	5.28/.208	5.79/.228	4.78/.188	5.28/.208
D	2.06/.081	2.21/.087	2.06/.081	2.21/.087
E	1.98/.078	—	4.95/.195	—
F	1.32/.052	1.37/.054	9.60/.378	9.70/.382
G	0.08/.003	—	8.31/.327	8.51/.335
H	—	—	8.10/.319	8.15/.321
I	—	—	10.52/.414	—

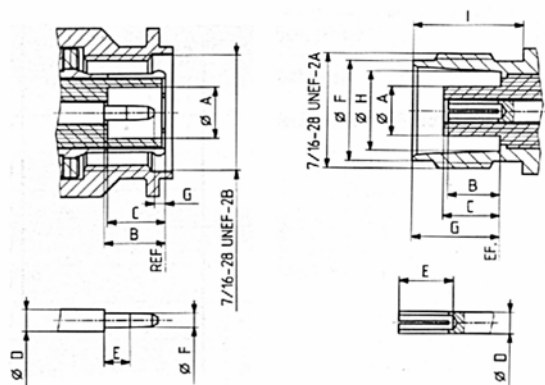


РИС.10

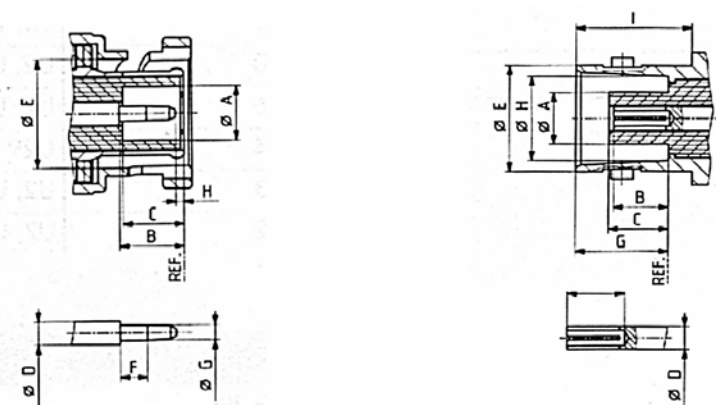


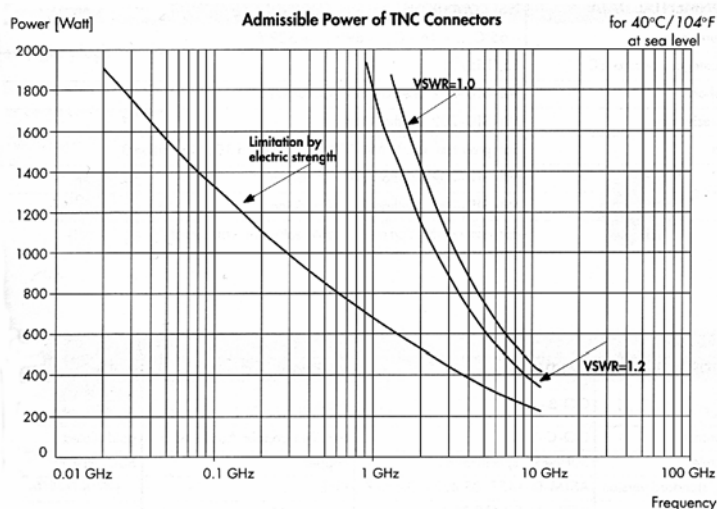
РИС.11

Канал EIA

Данный канал представляет собой коаксиал с фланцевым выходом. Понятия «вилка» и «розетка» здесь отсутствуют, поскольку оба фланца, участвующие в сочленении, идентичны. При сборке сочленения из фланцев между ними устанавливается симметричный контакт, соединяющий их внутренние проводники.

Фланцы используются в случаях, когда требуется высококачественное, жёсткое сочленение двух кабелей или подсоединение достаточно толстого, жёсткого кабеля непосредственно к оборудованию. Обычно, данные соединители изготавливаются очень качественно с высокой точностью, что позволяет пропускать через него очень большую мощность. В зависимости от присоединительных размеров фланцы, подразделяются на несколько типоразмеров:

- 7/8"



	Plug		Jack	
	min.	max.	min.	max.
A	4.83/.190	—	—	4.72/.186
B	5.33/.210	5.84/.230	4.72/.186	5.23/.206
C	5.28/.208	5.79/.228	4.78/.188	5.28/.208
D	2.06/.081	2.21/.087	2.06/.081	2.21/.087
E	9.78/.385	9.91/.390	9.60/.378	9.70/.382
F	1.98/.078	—	4.95/.195	—
G	1.32/.052	1.37/.054	8.31/.327	8.51/.335
H	0.08/.003	—	8.10/.319	8.15/.321
I	—	—	10.52/.414	—

- 1-5/8"
- 3-1/8"
- 6-1/8"

Наиболее распространённый тип фланца – EIA-7/8". Присоединительные размеры данного фланца показаны на рис.12:

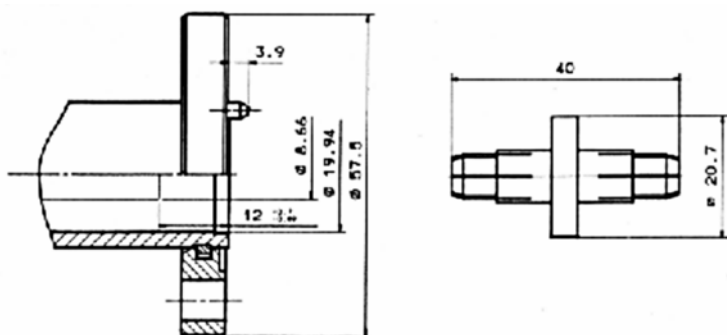


РИС.12

Отдельно стоит отметить сочленение зарубежных соединителей с отечественными.

Как было отмечено выше, отечественных соединителей, стыкующихся с импортными всего два –

- Канал 7/3 «Экспертиза», стыкующийся с импортным каналом "N".
- Байонетный канал 7/2,15, стыкующийся с импортным каналом BNC.

Байонетный соединитель канала 7/2,15 соединяется с зарубежным BNC без проблем, в силу особенностей размеров присоединительных частей.

Не так всё гладко, при сочленении канала "N" с отечественным 7/3 мм. Присоединительные размеры у них также близки, однако проблема состыковки заключается в различие резьбы на зажимных гайках (соответственно и на теле разъёма ответной части), что не позволяет соединять их между собой должным образом. У соединителя 7/3 резьба метрическая – M16x1, у зарубежного канала «N» дюймовая 5/8-24-UNEF. Однако данное несоответствие приводит к следующему:

- Гайка «Вилки» канала 7/3 накручивается на ответную часть («розетку») как канала 7/3, так и канала «N».
- Гайка «Вилки» канала «N» накручивается только на ответную часть («розетку») канала «N».

Таким образом, получается универсальная пара, которая состоит из «вилки» канала 7/3 и розетки канала «N».

Данный эффект получается из-за особенностей конструкции гаек обоих каналов и резьбы.

Если подробно рассмотреть строение метрической и дюймовой резьбы конкретно на данном размере, то можно легко заметить, что при закручивании одной резьбы на другую, разница шага, при котором они заклинивают, «набегает» на четвёртой «нитке». У гайки канала 7/3 длина резьбы такова, что на ней получается 3,5 «нитки» резьбы, это позволяет накручивать её на любое количество метрической M16x1 и дюймовой 5/8"-24 ответной резьбы. На гайке канала «N», дюймовой резьбы немного больше – 5 «ниток», этого достаточно, чтобы несоответствие в шаге не дало ей свободно накрутиться на метрическую резьбу (см. рис. 13).

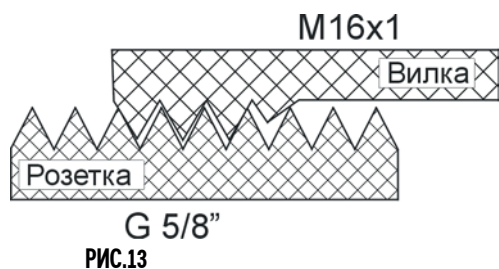


РИС.13

В завершении статьи хотелось бы сказать несколько слов о герметизации разъёмных соединений от попадания внутрь влаги. Первое, на что необходимо обратить внимание – это герметизация самого разъёма. Условно, данную герметизацию можно разбить на три типа.

1. Герметизация резиновой, как правило, силиконовой (кремний-органической) прокладкой. Прокладка сдавливается между внутренней поверхностью корпуса разъёма и оболочкой кабеля при помощи «хвостовой» зажимной гайки (Рис.14).
2. Герметизация при помощи резиновых колец (кремний-органических) зажимаемых между двумя параллельными горизонтальными плоскостями (Рис.15).
3. Герметизация при помощи жидких, быстрогустеющих заполнителей (как правило – это PLAST 2000). Такие заполнители заливаются внутрь разъёма между оболочкой кабеля и внутренней поверхностью разъёма. Рис. 16.

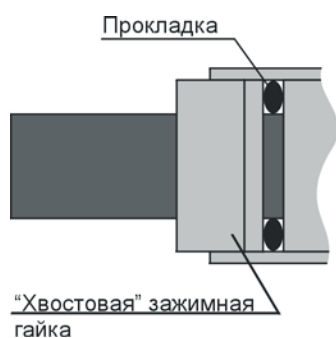


РИС. 14

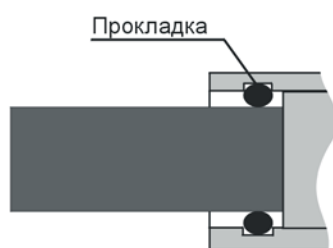


РИС. 15



РИС. 16

Последний метод наиболее надёжный, поскольку в данном случае отсутствуют механические напряжения на элементах, резиновые прокладки же со временем могут потерять эластичность, потрескаться и начать пропускать влагу. Недостатком же является то, что при заливке внутрь разъёма герметика невозможно проконтролировать его однородное заполнение.

Не менее важным является герметизация самого разъёмного соединения «вилка-розетка». Обычно этой части не оказывают должного внимания, в то время как от попадания влаги внутрь соединения, защищает лишь небольшая силиконовая прокладка в торце разъёма, и то не у всех типов соединителей.

Для герметизации разъёмного соединения придумано немало различных способов, имеющих свои преимущества и свои недостатки. Этой теме мы обязательно посвятим отдельную статью. Коротко можно рекомендовать следующее. Наиболее распространённым и надёжным является способ герметизации с использованием различных резиновых мастик (например: ScotchFil фирмы 3М) и всепогодных ПВХ лент с широким температурным диапазоном (например: Scotch 88Т фирмы 3М). Герметизация в данном случае производится следующим образом: На первом этапе, наматывается резиновая мастика с 50 % -ым

перекрытием, начиная с кабеля, через разъёмный стык и заканчивая на другом сочленённом кабеле. Поверх мастики, так же с 50%-ым перекрытием наматывается ПВХ лента в два слоя (по всей длине в одну сторону и по всей длине обратно). Еще одним эффективным герметизирующим материалом, которым можно пользоваться для защиты соединений от влаги является лента ЛЭТСАР. Эта лента очень эффективна и главное очень удобна в применении. Более того, в случае крайней необходимости ее можно удалить сравнительно простым способом.



©2002 КБ АТ БРИЗ. Все права защищены.

При полном либо частичном использовании материалов ссылка на источник с указанием URL обязательна.