

# Радиочастотные соединители фирмы Huber+Suhner.

## Часть 2. Приборные и кабельные соединители для частотного диапазона DC — 40 ГГц

Швейцарская фирма Huber+Suhner выпускает более 20 серий (3000 типов) радиочастотных соединителей, большинство из которых являются приборными или кабельными соединителями [1, 2]. В статье рассмотрены коаксиально-микроразъемные переходы и вводы энергии СВЧ, кабельные и приборно-кабельные соединители, а также адаптеры наиболее распространенных серий.

В первой части данной работы [1] были рассмотрены соединители для поверхностного монтажа фирмы Huber+Suhner. Вторая ее часть посвящена приборным и кабельным соединителям этой фирмы.

Кива ДЖУРИНСКИЙ,  
к. т. н.  
Алексей ГНУТОВ

### Классификация приборных и кабельных соединителей

Фирма Huber+Suhner производит приборные и кабельные соединители всех шести групп (в соответствии с классификацией фирмы) [2]. В данной статье особое внимание уделено радиочастотным соединителям, которые представляют наибольший интерес для устройств СВЧ:

1. Субминиатюрные: SMA, QMA, BMA, работающие в диапазоне частот DC — 18 ГГц.
2. Субминиатюрные прецизионные: PC3.5 и SK с предельной рабочей частотой 33 и 40 ГГц соответственно.
3. Миниатюрные: QN.
4. Средних размеров: N (рабочий диапазон частот DC — 11 ГГц).

### Соединители SMA

Соединители SMA наиболее широко используются в микроэлектронике СВЧ и измерительной технике. Их применяют в генераторных, усилительных и преобразовательных модулях, радиотехнических блоках и устройствах радиоэлектронной аппаратуры СВЧ. Не случайно соединители SMA называют «рабочей лошадкой» микроэлектроники. Их доля в общем объеме выпуска всех соединителей диапазона СВЧ превышает 60%.

В соединителях SMA с волновым сопротивлением 50 Ом применены коаксиальная линия с размерами 4,1×1,27 мм, заполненная

фторопластом, и стандартное резьбовое соединение вилки и розетки (дюймовая резьба 1/4-36UNS).

Соединители SMA соответствуют требованиям стандартов MIL-C-39012 SMA, МЭК 60169-15 и имеют следующие основные параметры [2, 3]:

- волновое сопротивление — 50 Ом;
- рабочий диапазон частот DC — 18 ГГц;
- КСВН не более 1,08...1,25 (в зависимости от типа кабеля и конфигурации соединителя);
- экранное затухание:
  - (100-f), дБ, для соединителей с полужестким кабелем;
  - не более -60 дБ для соединителей с гибким кабелем;
- сопротивление изоляции — более 5 ГОм;
- рабочее напряжение — 335 В;
- напряжение пробоя — не менее 750 В (в зависимости от типа кабеля);
- сопротивление контакта:
  - центрального — 3 мОм;
  - наружного — 2,5 мОм.
- рекомендуемый момент затяжки накидной гайки вилки — 0,8–1,1 Н·м;
- гарантированное количество соединений и рассоединений — 500;
- диапазон рабочих температур — -65...+165 °С.

Компания Huber+Suhner выпускает широкую номенклатуру соединителей SMA (рис. 1):

- Кабельные соединители (69 модификаций):
  - вилка прямая для полужесткого кабеля и для гибкого кабеля;

- вилка угловая для полужесткого кабеля и для гибкого кабеля;
- розетка для полужесткого кабеля и для гибкого кабеля;
- розетка приборно-кабельная для полужесткого кабеля и для гибкого кабеля;
- розетка панельная фланцевая для полужесткого кабеля и для гибкого кабеля.
- Вводы энергии — розетка с неподвижным центральным контактом под пайку:
  - проходные панельные прямые с центральным контактом Ø1,28 мм;
  - фланцевые панельные прямые (квадратный фланец с размерами 12,7×12,7 мм, прямоугольный — 5,7×16 мм);
  - проходной панельный угловой с центральным контактом Ø1,28 мм;
  - фланцевые панельные угловые (квадратный фланец с размерами 12,7×12,7 мм).
- Вводы энергии — розетка прямая с неподвижным круглым центральным контактом Ø1,28 мм:
  - проходные панельные;
  - фланцевые панельные прямые (квадратный фланец с размерами 12,7×12,7 мм, прямоугольный — 5,7×16 мм).
- Коаксиально-полосковые и коаксиально-микроразъемные переходы:
  - панельные фланцевые с ленточным (tab) центральным контактом толщиной 0,15 мм, с квадратным и прямоугольным фланцем: вилка и розетка;
  - панельный фланцевый (розетка).
- Герметичные соединители (розетка) с внутренним металло-стеклянным спаем:

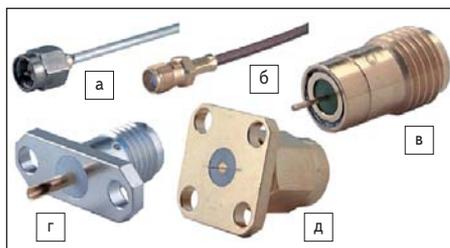


Рис. 1. Соединители SMA:

- а) вилка для полужесткого кабеля;
- б) вилка для гибкого кабеля;
- в) переход коаксиально-микрополосковый герметичный (розетка);
- г) ввод энергии (розетка);
- д) переход коаксиально-микрополосковый (вилка)

- с уплотнением корпуса соединителя в панели металлической прокладкой (“spark-plug” — напоминает свечу зажигания);
- розетка с внутренним металло-стеклянным спаем (герметичность  $10^{-8}$  мм рт. ст./с).

Кроме того, выпускаются 9 типов ленточных и круглых сменных центральных контактов.

### Соединители QMA

Соединители SMA и QMA имеют одинаковую коаксиальную линию, а значит, и одну и ту же предельную рабочую частоту. Однако применение в соединителях QMA нового механизма соединения розетки и вилки — “snap-lock” [2, 3] (вместо резьбового соединения в SMA) — позволило не только уменьшить размеры, но и в 10 раз сократить время соединения. Для соединения розетки и вилки в полевых условиях требуется менее 2 с.

Механизм соединения состоит из подпружиненного наружного проводника вилки, в котором блокируется ответный наружный проводник (со специальным буртиком) розетки. Рассоединение происходит при отводе стопорной муфты на корпусе вилки (рис. 2) После соединения возможен поворот кабельной вилки на  $360^\circ$ .

Соединение “snap-lock” сочетает высокий уровень параметров, свойственный резьбовым соединителям, с возможностью простого и быстрого соединения и рассоединения

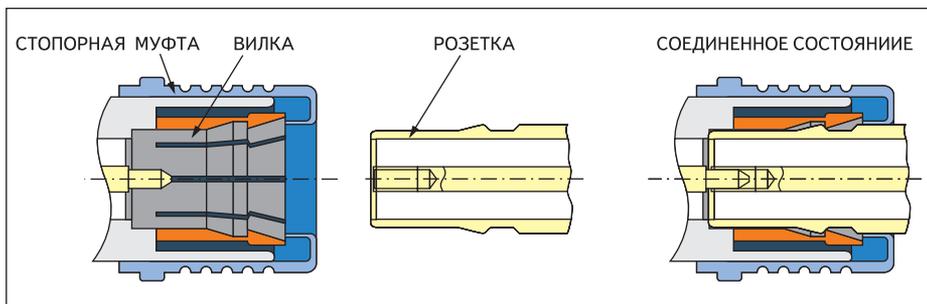


Рис. 2. Конструкция вилки и розетки QMA (предоставлено фирмой Huber+Suhner)

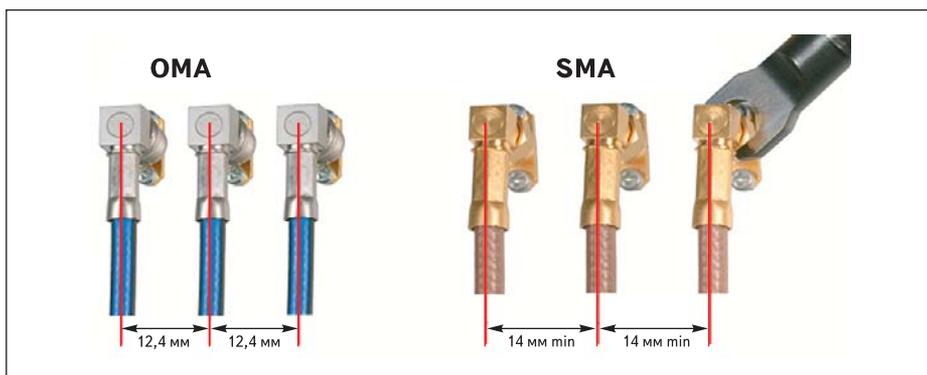


Рис. 3. Сравнение соединителей QMA и SMA (предоставлено фирмой Huber+Suhner)

вилки и розетки в соединителях с защелкиванием.

По сравнению с соединителями SMA соединители QMA обеспечивают большую плотность компоновки изделий, так как не требуют дополнительного места под ключ для соединения и рассоединения розетки и вилки. Расстояние между осями соединителей (рис. 3) при установке в ряд — 12,4 мм (для соединителей SMA минимальное расстояние — 14 мм).

Соединители QMA предназначены для применения в мобильных базовых станциях систем телекоммуникации и носимых персональных средствах связи.

Так как у соединителей QMA и SMA разные механизмы соединения, они совместимы между собой только при использовании адаптера. Соединители QMA предназначены для работы в частотном диапазоне DC —

18 ГГц, однако оптимальный уровень КСВН они имеют на частотах только до 6 ГГц.

Основные параметры соединителей QMA [2, 3]:

- волновое сопротивление — 50 Ом;
- предельная рабочая частота — 18 ГГц, оптимальная 6 ГГц;
- КСВН — не более 1,05 на частотах до 3 ГГц, 1,12 (3–6 ГГц);
- экранное затухание —  $-80$  дБ на частотах до 3 ГГц;  $-70$  дБ (3–6 ГГц);
- рабочее напряжение — 335 В;
- сопротивление изоляции — 0,5 ГОм;
- диапазон рабочих температур —  $-40 \dots + 85$  °C;
- усилие соединения розетки и вилки — 2,5 кГ;
- усилие рассоединения — 2 кГ;
- гарантированное количество соединений и рассоединений — 100.

Соединители QMA соответствуют соглашению и генеральной спецификации Quick Lock Formula (QLF), что гарантирует их совместимость с аналогичными соединителями других производителей, входящих в соглашение [5]. Компания Huber+Suhner выпускает следующие типы соединителей QMA:

- Кабельные соединители (37 модификаций):
  - вилка прямая для стандартного полужесткого кабеля 0,141' и 0,086', Sucoform 86,141, Multiflex 86,141, для гибкого кабеля;
  - вилка угловая для полужесткого кабеля, фирменных кабелей Sucoform 86,141, Multiflex 86,141, для гибкого кабеля;
  - приборная розетка прямая проходная для полужесткого кабеля Sucoform 86,141, Multiflex 86,141, для гибкого кабеля.

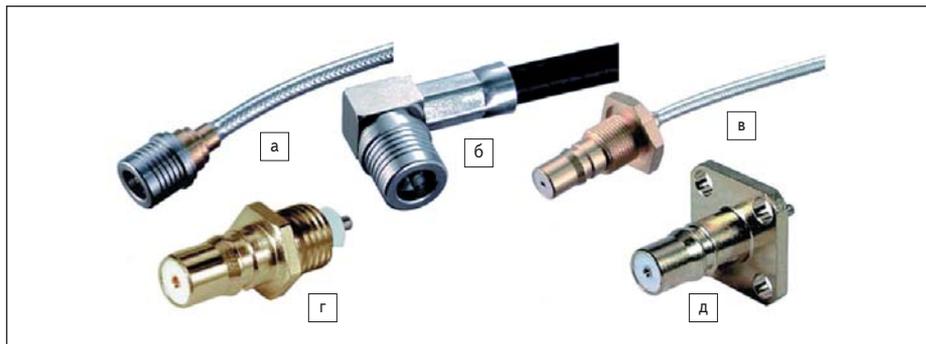


Рис. 4. Соединители QMA: а) вилка прямая для полужесткого кабеля; б) вилка угловая для гибкого кабеля; в) розетка приборно-кабельная; г) ввод энергии — розетка; д) ввод энергии панельный фланцевый

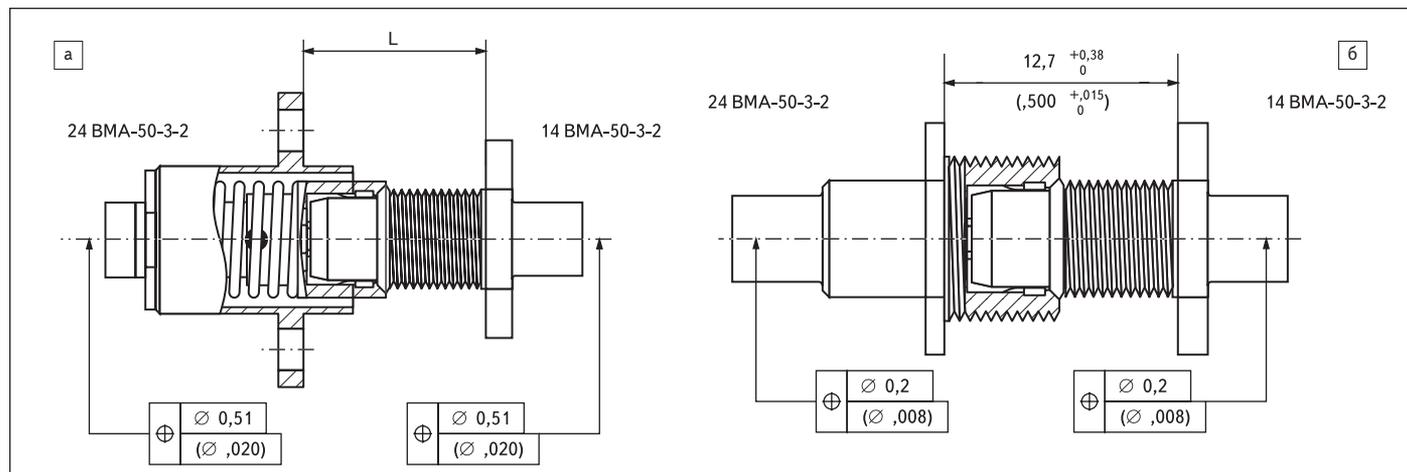


Рис. 5. Соединители BMA: а) фиксированная конфигурация (Rigid mounting); б) плавающая конфигурация (Float mounting)

- Вводы энергии — розетка с неподвижным центральным контактом под пайку:

- проходная, прессовая посадка в корпус изделия;
- проходная панельная;
- панельная фланцевая (квадратный фланец с размерами 12,7×12,7 мм, прямоугольный — 5,7×16 мм).

Внешний вид соединителей QMA показан на рис. 4.

Кроме того, фирма Huber+Suhner разработала и выпускает герметичные приборные и кабельные соединители серии QMA-waterproof, соответствующие IP68 и имеющие улучшенные эксплуатационные характеристики.

На базе соединителей QMA выпускаются согласованные нагрузки, аттенуаторы, внутрисерийные и межсерийные адаптеры (около 30 типов) и кабельные сборки. Ассортимент серии и вспомогательных компонентов постоянно увеличивается.

## Соединители BMA

Соединители BMA (Blind Mate A — для соединения «вслепую») созданы для работы на частотах до 18 ГГц в устройствах, в которых требуется быстрое соединение при значительной аксиальной и радиальной несоосности. Их применение эффективно в многовыводных линиях передачи с высокой плотностью компоновки, в том числе в условиях повышенной вибрации. Соединители BMA широко применяются в зарубежной военной технике. Несоосность пары соединителей розетка и вилка в момент стыковки компенсируется соединением со скольжением (slide-on) наружного проводника вилки с пружинным наружным контактом розетки [2, 3]. При оптимальных параметрах согласования допускается аксиальная и радиальная несоосность 0,38 и 0,20 мм соответственно. Эта модель соединителей BMA называется Rigid mounting — фиксированная (жесткая) конфигурация (рис. 5а). При еще больших величинах несо-

осности (аксиальной — до 1,52 мм и радиальной — до 0,51 мм) в соединителях BMA наружный контакт розетки дополнительно подпружинен (Float mounting — плавающая конфигурация) (рис. 5б) [2, 3].

Такие несоосности могут иметь место, например, когда возникает прогиб панели, на которой установлен ряд соединителей BMA. Huber+Suhner производит серию приборных соединителей BMA (рис. 6):

- Кабельные соединители для полужестких кабелей, кабелей Sucoform 86,141 и гибких кабелей (RG316/U, RG400/U) (14 моделей):
  - вилка прямая проходная для полужесткого кабеля и для гибкого кабеля;
  - вилка прямая панельная фланцевая (прямоугольный фланец 6,6×15,9 мм) для полужесткого кабеля;
  - розетка прямая проходная для полужесткого кабеля и для гибкого кабеля;
  - розетка прямая приборная фланцевая (прямоугольный фланец 9,6×19 мм); для полужесткого кабеля и для гибкого кабеля.
- Вводы энергии с резьбовой установкой в корпус изделия:
  - вилка проходная герметичная;
  - розетка проходная герметичная.

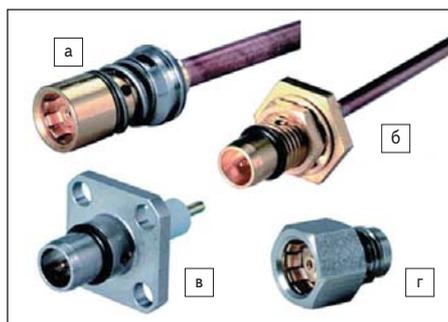


Рис. 6. Соединители BMA:

- а) розетка проходная для полужесткого кабеля;
- б) вилка приборно-кабельная для полужесткого кабеля;
- в) ввод энергии — вилка панельная фланцевая;
- г) ввод энергии — розетка резьбовая

- Вводы энергии (розетка и вилка) с неподвижным центральным контактом под пайку:

- вилка панельная фланцевая (квадратный фланец 12,7×12,7 мм, прямоугольный — 5,7×16 мм);
- розетка панельная фланцевая (квадратный фланец 12,7×12,7 мм).

Соединители BMA отвечают требованиям стандарта MIL-STD-348A/321 и имеют следующие параметры:

- волновое сопротивление — 50 Ом;
- предельная рабочая частота — 18 ГГц;
- КСВН на частоте 18 ГГц — не более 1,15 (для пары на полужестком кабеле);
- экранное затухание — не менее  $-(90-f)$  дБ ( $f$  — частота, ГГц);
- рабочее напряжение — 350 В;
- пропускаемая мощность СВЧ (при нормальных давлении и температуре) — 300 Вт на частоте 3 ГГц;
- сопротивление изоляции — более 5 ГОм;
- диапазон рабочих температур —  $-65...+125$  °C;
- усилие соединения розетки и вилки — менее 1,4 кГ;
- усилие разъединения — более 0,2 кГ;
- гарантированное количество соединений и разъединений — 1000.

Подробные указания по установке соединителей BMA приведены в [2]. Соединители BMA являются аналогами blind mate соединителей OSP и полностью совместимы с ними.

## Соединители PC3.5

Создание соединителей PC3.5 и SK позволило повысить предельную рабочую частоту соединителей и увеличить их широкополосность. Предельная частота равна [4]:

$$f_{пред} \cong \frac{190,8}{\sqrt{\epsilon} (D+d)},$$

где  $D$  и  $d$  — размеры линии, мм;  $\epsilon$  — относительная диэлектрическая проницаемость изолятора.

Для увеличения предельной частоты нужно уменьшать размеры коаксиальной линии и заполнять ее диэлектриком с малой величиной диэлектрической проницаемости. Идеальным вариантом является воздушная коаксиальная линия. В соединителях PC3.5 применена воздушная коаксиальная линия с размерами 3,5×1,52 мм, предельная частота которой теоретически равна 38,8 ГГц.

В соединителях PC3.5 применено резьбовое соединение пары розетка и вилка. Как и у соединителей SMA и SK, резьба на корпусе соединителя PC3.5 — 1/4-36UNS, поэтому все три серии — SMA, PC3.5 и SK — совместимы между собой. За счет уменьшения внутреннего диаметра наружного проводника коаксиальной линии в соединителях PC3.5 приблизительно в 2 раза по сравнению с соединителями SMA увеличена толщина стенки корпуса в области совмещения вилки и розетки. К тому же корпус соединителя выполнен из нержавеющей стали. Поэтому соединители PC3.5 имеют достаточно жесткую конструкцию и воспроизводимые электрические параметры. Это обстоятельство, а также высокая предельная частота позволили отнести их к группе прецизионных соединителей. Они применяются в измерительной аппаратуре, специальной технике и в системах телекоммуникации.

Huber+Suhner производит следующие соединители PC3.5 (рис. 7):

- Кабельные соединители (6 модификаций):
  - вилка прямая для полужесткого кабеля 0,086', кабелей Sucoform 86, Multiflex 86;
  - розетка приборно-кабельная прямая для полужесткого кабеля.
- Вводы энергии — розетка со сменным центральным контактом:
  - розетка панельная фланцевая (квадратный фланец 12,7×12,7 мм, прямоугольный — 5,7×16 мм).
- Центральные сменные контакты (круглые, ленточные).

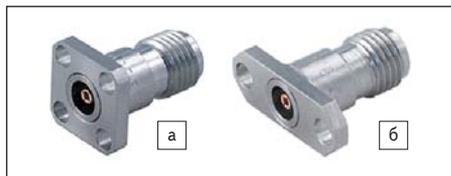


Рис. 7. Вводы энергии PC3.5 — розетка со сменными контактами: а) с квадратным фланцем; б) с прямоугольным фланцем

Соединители PC3.5 имеют следующие параметры:

- волновое сопротивление — 50 Ом;
- рабочий диапазон частот DC — 33 ГГц;
- КСВН — не более 1,13–1,15 (DC — 26,5 ГГц);
- экранное затухание —  $(100-f)$ , дБ, где  $f$  — частота в ГГц;
- сопротивление изоляции — более 5 ГОм;
- рабочее напряжение — 250–335 В (в зависимости от типа кабеля);

- напряжение пробоя — не менее 750 В;
- сопротивление контактов:
  - центрального — 3 мОм;
  - наружного — 2 мОм;
- рекомендуемый момент затяжки накидной гайки вилки — 0,8–1,1 Н·м;
- гарантированное количество соединений и разъединений — 500;
- диапазон рабочих температур — –65...+90 °С.

### Соединители SK

Приборные соединители SK — это компоненты миллиметрового диапазона длин волн. В них применена воздушная коаксиальная линия с размерами 2,92×1,27 мм, теоретическая предельная частота которой равна 46,5 ГГц [4]. Соединители SK имеют жесткую конструкцию, высокую воспроизводимость параметров и являются прецизионными. Соединение вилки и розетки в них стандартное резьбовое, как у соединителей SMA. Корпус изготовлен из нержавеющей стали. Толщина стенки корпуса в области совмещения вилки и розетки в 4 раза больше, чем у соединителей SMA. Благодаря этому обеспечивается высокая надежность контакта наружных проводников при соединении вилки и розетки и повышенная жесткость конструкции.

Соединители SK имеют следующие параметры:

- волновое сопротивление — 50 Ом;
  - рабочий диапазон частот DC — 40 ГГц;
  - КСВН в диапазоне частот (DC — 40 ГГц) — не более:
    - 1,37 (кабельные соединители — для пары),
    - 1,43 (коаксиально-микрополосковые переходы);
  - сопротивление изоляции — более 5 ГОм;
  - рабочее напряжение — 250 В;
  - напряжение пробоя — 750 В;
  - сопротивление контактов:
    - центрального — 3 мОм;
    - наружного — 2 мОм;
  - рекомендуемый момент затяжки накидной гайки вилки — 1,3 Н·м;
  - гарантированное количество соединений и разъединений — 500;
  - диапазон рабочих температур — –55...+125 °С.
- Huber+Suhner производит следующие соединители SK-серии (рис. 8):
- Кабельные соединители для полужесткого кабеля EZ 86, Sucoform 86, Multiflex 86:
    - вилка прямая;
    - розетка проходная панельная.
  - Составные коаксиально-микрополосковые переходы:
    - вилка проходная резьбовая ("sparkplug");
    - вилка панельная фланцевая (квадратный фланец 12,7×12,7 мм и прямоугольный — 6,6×15,9 мм);
    - розетка панельная фланцевая (квадратный фланец 12,7×12,7 мм и прямоугольный — 5,7×12,2 мм).



Рис. 8. Вводы энергии SK-розетки: а) с квадратным фланцем; б) с прямоугольным фланцем

Составные переходы (герметичный 50-омный металло-стеклянный ввод 73-Z-0-0-203 в сочетании с СВЧ-разъемом) применяют в изделиях миллиметрового диапазона длин волн. Диаметр центрального проводника ввода — 0,3 мм, габаритные размеры ввода  $\varnothing 1,93 \times 3,18$  мм. Для соединения центрального проводника ввода с полоском микрополосковой линии (МПЛ) фирмой Huber+Suhner разработан и выпускается скользящий контакт 73-Z-0-0-204 (microstrip stress relief contact). Его основное назначение — повышение надежности соединения центрального проводника с МПЛ при циклическом изменении температуры. Его называют еще контактом для снятия напряжений, так как он обеспечивает защиту соединения от температурных, вибрационных и ударных воздействий и является альтернативой соединению внахлестку. Конструкция скользящего контакта показана на рис. 9.

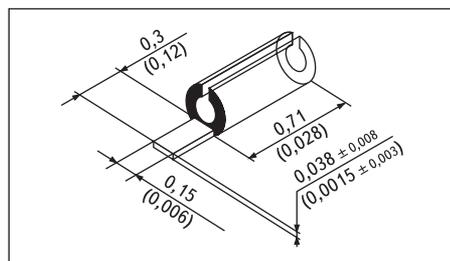


Рис. 9. Скользящий контакт 73-Z-0-0-204 (в скобках — размеры в дюймах)

### Соединители N

Huber+Suhner выпускает соединители N с волновым сопротивлением 50 и 75 Ом. Эти соединители имеют отличные друг от друга коаксиальные линии и поэтому без адаптера несовместимы между собой. В соединителях N применено прочное и надежное резьбовое соединение вилки и розетки (резьба 5/8-24 UNEF). Наряду с соединителями SMA соединители N являются одними из наиболее широко применяемых радиочастотных соединителей. Выпускаются кабельные соединители для гибкого, полужесткого и гофрированного кабеля. Заделку кабеля в соединители производят прижимом, обжимом или пайкой. Для гофрированного кабеля разработан оригинальный способ заделки Quick-Fit (быстрая посадка) [2].

Соединители N с волновым сопротивлением 50 Ом соответствуют требованиям стандартов МЭК 61169-16, MIL-STD-348A/304 и SECS 22110, совместимы с аналогами других производителей и имеют следующие параметры:

- рабочий диапазон частот DC — 18 ГГц (прецизионные соединители), DC — 11 ГГц (прочие соединители);
- КСВН — не более:
  - 1,12 (DC — 18 ГГц) для прямых соединителей с полужестким кабелем;
  - 1,12 (DC — 12,4 ГГц) для угловых соединителей с полужестким кабелем;
  - 1,2 (DC — 5 ГГц) для угловых соединителей с гибким кабелем;
- экранное затухание — 90 дБ на частотах 2–3 ГГц;
- сопротивление изоляции — более 5 ГОм;
- рабочее напряжение — 1 кВ;
- напряжение пробоя — 2,5 кВ;
- сопротивление центрального и наружного контактов — 1 МОм;
- допустимая мощность — 500 Вт на частоте 1 ГГц, 300 Вт на 10 ГГц;
- рекомендуемое усилие затяжки — 0,68–1,3 Н·м;
- гарантированное количество соединений и разъединений — 500;
- диапазон рабочих температур — –65...+165 °С.

Компания Huber+Suhner выпускает широкую номенклатуру соединителей N-типа:

- Кабельные соединители (79 модификаций):
  - вилка прямая для полужесткого кабеля EZ 86,141,250, Sucoform 250-01 и для гибкого кабеля RG316/U, 58C/U и др. (22);
  - вилка угловая для полужесткого кабеля и для гибкого кабеля;
  - розетка прямая для полужесткого кабеля и для гибкого кабеля;
  - розетка приборно-кабельная прямая проходная для полужесткого кабеля и для гибкого кабеля;
  - розетка панельная фланцевая для полужесткого кабеля и для гибкого кабеля.
- Вводы энергии — розетка с неподвижным центральным контактом:
  - вилка панельная фланцевая (квадратный фланец 25,4×25,4 мм) с центральным контактом Ø3 мм;
  - розетка панельная фланцевая (квадратный фланец 25,4×25,4 мм);
  - розетка проходная панельная резьбовая с центральным контактом Ø3 мм;
  - вилка панельная с выступающим диэлектриком;
  - розетка панельная фланцевая (квадратный фланец 12,7×12,7 мм и 25,4×25,4 мм).
- Коаксиально-полосковые переходы:
  - панельные фланцевые с ленточным (tab) центральным контактом толщиной 0,15 мм, с квадратным фланцем: вилка, розетка;
  - панельный фланцевый (розетка).

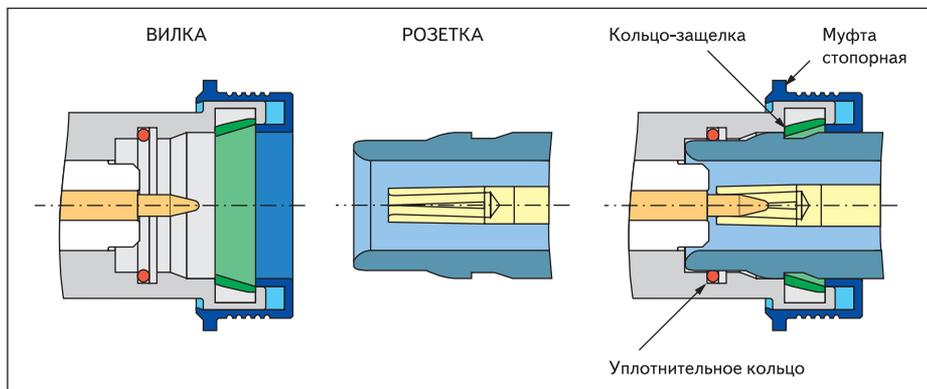


Рис. 10. Конструкция вилки и розетки соединителей QN

Благодаря хорошим электрическим параметрам, способности выдерживать большие механические нагрузки (вследствие жесткости конструкции) и сравнительно низкой стоимости соединители N нашли широкое применение при создании антенных устройств, радаров, систем телекоммуникаций, СВЧ-устройств (фильтров, передатчиков и др.) и радиоизмерительной аппаратуры.

### Соединители QN

Соединители QN — это модифицированная версия соединителей N. Оба соединителя с волновым сопротивлением 50 Ом имеют одинаковую коаксиальную линию с размерами 7×3,04 мм, но отличаются механизмом соединения вилки и розетки. В соединителях QN, как и в соединителях QMA, применено соединение “snap-lock” (рис. 10).

Благодаря этому время на соединение и разъединение сокращается в 10 раз по сравнению с соединителями N и возрастает плотность компоновки изделий. Соединители QN целесообразно устанавливать на кабельные сборки больших диаметров. Достоинством этих соединителей также является низкий уровень интермодуляционных искажений.

Соединители QN имеют следующие параметры:

- волновое сопротивление — 50 Ом;
- рабочий диапазон частот DC — 11 ГГц (оптимальный диапазон DC — 6 ГГц);
- КСВН — не более:
  - 1,05 (DC — 3 ГГц);
  - 1,12 (3–6 ГГц);
  - 1,22 (6–11 ГГц);
- экранное затухание — не менее 90 дБ (0,1–3 ГГц);
- сопротивление изоляции — 5 ГОм;
- рабочее напряжение — 1000 В;
- напряжение пробоя — 2500 В;
- уровень интермодуляционных искажений — –155 дБ;
- сопротивление центрального и наружного контактов — 1,5 МОм;
- усилие соединения — 0,3 кГ;
- усилие разъединения — 3 кГ;

- гарантированное количество соединений и разъединений — 100;
- диапазон рабочих температур — –40...+125 °С.

Huber+Suhner производит 22 модификации соединителей QN-серии (рис. 11):

- Кабельные соединители:
  - вилка прямая для полужестких кабелей и кабелей Sucoform и для гибкого кабеля RG 214/U, 58C/U и др.;
  - вилка угловая для полужесткого кабеля, Sucoform и Multiflex и для гибкого кабеля;
  - розетка приборно-кабельная проходная для полужесткого кабеля и для гибкого кабеля.
- Вводы энергии — розетка с неподвижным центральным контактом:
  - проходной, прессовая посадка;
  - панельный фланцевый (квадратный фланец 17,5×17,5 мм).



Рис. 11. Вводы энергии — QN-розетка: а) панельная фланцевая; б) проходная

### Адаптеры

Компания Huber+Suhner выпускает более 500 типов адаптеров внутри и между сериями. В каталоге RF Connectors General Catalogue представлено 111 моделей внутрисерийных адаптеров (within series adaptors), 118 моделей межсерийных адаптеров общего применения (between series adaptors), 77 прецизионных адаптеров, 8 адаптеров быстрого соединения (quick-mate adaptors) и 18 адаптеров с низким уровнем интермодуляционных искажений (PIM-adaptors). Внутрисерийные адаптеры с различным сочетанием вилка/розетка выпускаются для всех серий соединителей. Прецизионные адаптеры, предназна-



Рис. 12. Адаптеры фирмы Huber+Suhner

ченные для применения в измерительной технике, отличаются низким уровнем КСВН, воспроизводимостью параметров и высокой надежностью. Для обеспечения жесткости конструкции корпуса и наружные проводники этих адаптеров выполнены из нержавеющей стали с пассивированной поверхностью или из термически упрочненной бериллиевой бронзы с покрытием Susorго или Susoplate [1–3]. Адаптеры быстрого соединения созданы на основе разных сочетаний «вилка и розетка» соединителей серий N, SMA, 7/16, PC7, TNC, а PIM-адаптеры — соединителей N, 7/16, TNC, QN, PC 3,5. В каталоге фирмы Huber+Suhner для каждой модели адаптера приведены его конструкция, величина КСВН в рабочем диапазоне частот и вид упаковки при поставке. Для PIM-адаптеров указан уровень интермодуляционных искажений.

На рис. 12 представлены некоторые адаптеры Huber+Suhner. В таблице знаком (+) по-

казано наличие адаптеров для соединителей, рассмотренных в настоящей статье.

### Заключение

Фирма Huber+Suhner выпускает соединители более 20 серий. Они изготовлены с высокой точностью и качеством покрытий и отличаются высоким уровнем параметров и надежностью. Наряду с соединителями фирма производит оригинальные высококачественные кабели, полный набор необходимых инструментов и оснастки для сборки соединителей и их монтажа в изделия, разнообразные кабельные сборки. В каталоге фирмы [2] приведены необходимые рекомендации по

установке соединителей в изделия и измерению их параметров. ■

### Литература

1. Гнутов А., Джурицкий К. Радиочастотные соединители фирмы Huber+Suhner. Часть 1. Соединители для поверхностного монтажа // Компоненты и технологии. 2008. № 7.
2. RF Coaxial Connectors. Каталог фирмы Huber+Suhner, издание 2007–2008 гг.
3. [www.hubersuhner.com](http://www.hubersuhner.com)
4. Джурицкий К. Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ. М.: Техносфера, 2006.
5. [www.qlf.info](http://www.qlf.info)

Таблица. Адаптеры фирмы Huber+Suhner

		BMA		N		PC 3,5		QMA		QN		SMA		SK	
		P	B	P	B	P	B	P	B	P	B	P	B	P	B
BMA	B											+	+		
	P											+	+		
N	B			+	+	+	+				+	+	+		
	P			+	+	+	+			+	+	+	+		
PC 3,5	B			+	+	+	+	+	+		+				
	P			+	+	+	+	+	+		+				
QMA	B			+	+	+	+	+	+						
	P			+	+	+	+	+	+				+		
QN	B			+	+	+									
	P			+											
SMA	B	+	+	+	+				+			+	+		
	P	+	+	+	+				+			+	+		
SK	B													+	+
	P													+	+

Примечание: (+) — стандартные межсерийные адаптеры, (+) — внутрисерийные адаптеры, (+) — прецизионные адаптеры. B — вилка, P — розетка.