СОЕДИНИТЕЛИ РАДИОЧАСТОТНЫЕ КОАКСИАЛЬНЫЕ С ДИАПАЗОНОМ РАБОЧЕЙ ЧАСТОТЫ ДО 40 ГГц КАПД.434511.019 ТУ

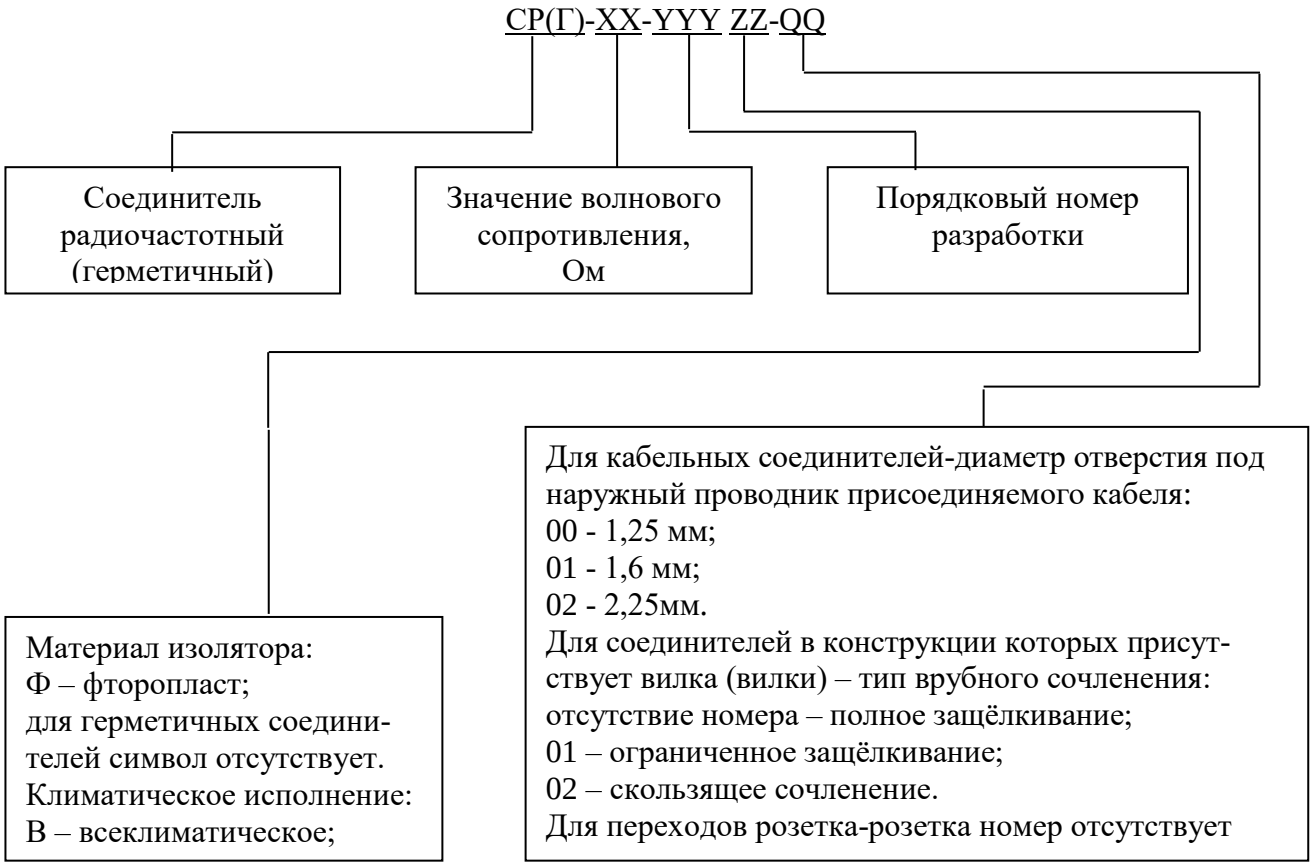
Типоконструкции соединителей представлены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование соединителя	Обозначение конструкторского документа	Условное обозначение соединителя	Тип врубного сочленения	Диаметр отверстия под наружный проводник присоединяемого кабеля, мм
Розетка кабельная прямая	КАПД .434511.020	СР-50-969ФВ-00	-	1,25
Розетка кабельная прямая	КАПД .434511.020-01	СР-50-969ФВ-01	-	1,6
Розетка кабельная прямая	КАПД .434511.020-02	СР-50-969ФВ-02	-	2,25
Розетка кабельная угловая	КАПД .434511.019	СР-50-970ФВ-00	-	1,25
Розетка кабельная угловая	КАПД .434511.019-01	СР-50-970ФВ-01	-	1,6
Розетка кабельная угловая	КАПД .434511.019-02	СР-50-970ФВ-02	-	2,25
Розетка кабельная прямая	КАПД .434511.022	СР-50-971ФВ-00	-	1,25
Розетка кабельная прямая	КАПД .434511.022-01	СР-50-971ФВ-01	-	1,6
Розетка кабельная прямая	КАПД .434511.022-02	СР-50-971ФВ-02	-	2,25
Переход герметичный микрополосковый	КАПД.433434.054	СРГ-50-972В	полное защёлкивание	-
Переход герметичный микрополосковый	КАПД.433434.054-01	СРГ-50-972В-01	ограниченное защёлкивание	-
Переход герметичный микрополосковый	КАПД.433434.054-02	СРГ-50-972В-02	скользящее сочленение	-
Переход розетка-розетка	КАПД .434511.023	СР-50-968ФВ	-	-
Переход герметичный вилка-вилка	КАПД .434511.021	СРГ-50-974В	полное сочленение	-
Переход герметичный вилка-вилка	КАПД .434511.021-01	СРГ-50-974В-01	ограниченное защёлкивание	-
Переход герметичный вилка-вилка	КАПД .434511.021-02	СРГ-50-974В-02	скользящее сочленение	-

Вилка для поверхностного монтажа	КАПД .434511.018	СР-50-973В	полное защёлкивание	-
Вилка для поверхностного монтажа	КАПД .434511.018-01	СР-50-973В-01	ограниченное защёлкивание	-
Вилка для поверхностного монтажа	КАПД .434511.018-02	СР-50-973В-02	скользящее сочленение	-

Соединителям присвоено условное обозначение, состоящее из следующих классификационных признаков:



Условное обозначение соединителей при заказе и в КД другой продукции должно состоять из слова розетка (вилка или переход), условного обозначения в соответствии с таблицей 1 и децимального номера настоящих ТУ:

«Розетка СР-50-969ФВ-00 КАПД.434511.019 ТУ»,

или

«Переход СРГ-50-972В-02 КАПД.434511.019 ТУ»,

или

«Переход СРГ-50-974В-01 КАПД.434511.019 ТУ»,

или

«Вилка СР-50-973В КАПД.434511.019 ТУ».

Масса соединителей должна быть не более величин, приведенных в таблице 2.

Таблица 2

Наименование соединителя	Обозначение конструк-торского документа	Условное обозначение соединителя	Масса, г, не более
Розетка кабельная прямая	КАПД .434511.020	СР-50-969ФВ-00	0,25
Розетка кабельная прямая	КАПД .434511.020-01	СР-50-969ФВ-01	
Розетка кабельная прямая	КАПД .434511.020-02	СР-50-969ФВ-02	
Розетка кабельная прямая	КАПД .434511.022	СР-50-971ФВ-00	0,25
Розетка кабельная прямая	КАПД .434511.022-01	СР-50-971ФВ-01	
Розетка кабельная прямая	КАПД .434511.022-02	СР-50-971ФВ-02	
Розетка кабельная угловая	КАПД .434511.019	СР-50-970ФВ-00	0,50
Розетка кабельная угловая	КАПД .434511.019-01	СР-50-970ФВ-01	
Розетка кабельная угловая	КАПД .434511.019-02	СР-50-970ФВ-02	
Переход розетка-розетка	КАПД .434511.023	СР-50-968ФВ	0,40
Переход герметичный микрополосковый	КАПД.433434.054	СРГ-50-972В	0,10
Переход герметичный микрополосковый	КАПД.433434.054-01	СРГ-50-972В-01	0,09
Переход герметичный микрополосковый	КАПД.433434.054-02	СРГ-50-972В	0,09
Переход герметичный вилка-вилка	КАПД .434511.021	СРГ-50-974В	0,85
Переход герметичный вилка-вилка	КАПД .434511.021-01	СРГ-50-974В-01	0,85
Переход герметичный вилка-вилка	КАПД .434511.021-02	СРГ-50-974В-02	0,84
Вилка для поверхностного монтажа	КАПД .434511.018	СР-50-973В	0,32
Вилка для поверхностного монтажа	КАПД .434511.018-01	СР-50-973В-01	0,32
Вилка для поверхностного монтажа	КАПД .434511.018-02	СР-50-973В-02	0,31

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Значения электрических параметров должно соответствовать значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Наименование соединителя	Условное обозначение соединителя	Предельная рабочая частота, fр ГГц	Коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН), $К_{ст.\ U}$ не более	Потери прямые $\alpha_{пр}$ дБ, не более
Розетка кабельная прямая	СР-50-969ФВ-00	26,5	1,6	0,55
Розетка кабельная прямая	СР-50-969ФВ-01			
Розетка кабельная прямая	СР-50-969ФВ-02			
Розетка кабельная угловая	СР-50-970ФВ-00	26,5	1,5	0,5
Розетка кабельная угловая	СР-50-970ФВ-01			
Розетка кабельная угловая	СР-50-970ФВ-02			
Розетка кабельная прямая	СР-50-971ФВ-00	40	1,6	0,55
Розетка кабельная прямая	СР-50-971ФВ-01			
Розетка кабельная прямая	СР-50-971ФВ-02			
Переход герметичный микрополосковый	СРГ-50-972В	18	1,35	0,35
Переход герметичный микрополосковый	СРГ-50-972В-01	18	1,35	0,35
Переход герметичный микрополосковый	СРГ-50-972В-02	18	1,35	0,35
Переход розетка-розетка	СР-50-968ФВ	18	1,6	0,6
Переход герметичный вилка-вилка	СРГ-50-974В	18	1,35	0,35
Переход герметичный вилка-вилка	СРГ-50-974В-01	18	1,35	0,35
Переход герметичный вилка-вилка	СРГ-50-974В-02	18	1,35	0,35
Вилка для поверхностного монтажа	СР-50-973В	18	1,6	0,6
Вилка для поверхностного монтажа	СР-50-973В-01	18	1,6	0,6
Вилка для поверхностного монтажа	СР-50-973В-02	18	1,6	0,6

Предельно допустимые значения параметров и режимов эксплуатации должны соответствовать нормам, установленным в таблице 4.

Таблица 4

Наименование параметра, режима эксплуатации, единица измерения (режим измерения)	Буквенное обозначение параметра	Предельно допустимая норма при эксплуатации
Максимальное рабочее напряжение (амплитудное значение), В, при: - нормальном атмосферном давлении - повышенном атмосферном давлении - пониженном атмосферном давлении	Uраб. макс.	 335 335 235
Допустимая мощность на частоте 2,2 ГГц, Вт	W	65
Примечание - Значения параметров гарантируются конструкцией		

Электрическая прочность изоляции между корпусом и центральным контактом в нормальных условиях должна соответствовать значению испытательного напряжения 790 В (амплитудное значение). Электрическая прочность изоляции после воздействия повышенной влажности проверяется при подаче испытательного напряжения 473 В (амплитудное значение).

ТРЕБОВАНИЯ СТОЙКОСТИ К ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИМ ФАКТОРАМ

Соединители должны быть стойкими к воздействию механических, климатических и биологических факторов, соответствующих группе унифицированного исполнения 1У по ГОСТ РВ 20.39.414.1 с дополнениями и уточнениями, приведенными в данном разделе.

В соответствии с ГОСТ 20465 и ГОСТ РВ 20.39.414.1 не предъявляются требования к воздействию:

–статической и динамической пыли ГОСТ 20465, пункт 3.4.1, ГОСТ РВ 20.39.414.1, пункт 5.15 и пункт 5.16;

–статического и гидравлического давления – ГОСТ 20465, п.3.4.1, ГОСТ РВ 20.39.414.1, пункт 5.14;

–агрессивных сред – ГОСТ 20465, пункт 3.4.1, ГОСТ РВ 20.39.414.1, пункт 5.19;

–дождя - ГОСТ 20465, пункт 3.4.1, ГОСТ РВ 20.39.414.1, пункт 5.10;

–росы и инея - ГОСТ РВ 20.39.414.1, пункт 5.13;

–плесневых грибов - ГОСТ РВ 20.39.414.1, пункт 5.18;

–солнечного излучения – ГОСТ РВ 20.39.414.1, пункт 5.17.

Требования по стойкости к воздействию механических факторов

Одиночные удары

Пиковое ударное ускорение 5000 м/с^2 (500g), длительность ударного импульса (0,5 – 2) мс, общее число ударов в каждом направлении - три. Направление ударов в двух взаимно перпендикулярных плоскостях:

– вдоль оси вращения соединителя;

– поперёк оси вращения соединителя.

Ударная прочность

Пиковое ударное ускорение 400 м/с^2 (40g), длительность действия ударного импульса (2-10) мс, общее число ударов 10000.

Ударная устойчивость

Пиковое ударное ускорение 400 м/с^2 (40g), длительность действия ударного импульса (2 - 10) мс, общее число ударов – 20 в каждом направлении. Направление ударов в двух взаимно перпендикулярных плоскостях:

– вдоль оси вращения соединителя;

– поперёк оси вращения соединителя.

Проверка наличия контактирования при нагрузке 0,1 А, 5 В.

Синусоидальная вибрация (вибропрочность)

В диапазоне частот от 10 до 50 Гц амплитуда перемещения 1 мм. В диапазоне частот от 50 до 2000 Гц ускорение 10 g, частота перехода 50 Гц.

Синусоидальная вибрация (виброустойчивость)

В диапазоне частот от 10 до 50 Гц амплитуда перемещения 1 мм. В диапазоне от 50 до 2000 Гц ускорение 10 g, частота перехода 50 Гц. Скорость изменения частоты 2 октавы в минуту. Проверка наличия электрического контакта и динамической нестабильности в режиме 0,1А, 5 В. Направление в двух взаимно перпендикулярных плоскостях:

– вдоль оси вращения соединителя;

– поперёк оси вращения соединителя.

Линейное ускорение

Амплитуда ускорения 5000 м/с^2 (500g).

Акустический шум

Диапазон частот 50…10000 Гц. Уровень звукового давления 140 дБ. Параметр гарантируется конструкцией.

Требования по стойкости к воздействию климатических факторов:

- температура окружающей среды от минус 60°С до плюс 155°С;
- изменение температуры среды от плюс 155°С до минус 60°С;
- пониженное атмосферное давление при эксплуатации $0{,}67 \cdot 10^{3}$ Па (5 мм рт.ст.);

– повышенное давление 294480 Па (2000 мм рт.ст.). Гарантируется конструкцией в соответствии с ГОСТ 20465 (приложение 3 к таблице 6);

– повышенная относительная влажность окружающей среды 98% при температуре 35°С;

Требования по стойкости к воздействию специальных факторов

Соединители должны быть стойки к воздействию специальных факторов 7.И, 7.К и 7.С со значениями характеристик, установленных в таблице 5 в соответствии с ГОСТ РВ 20.39.414.2.

Таблица 5

Вид специальных факторов	Характеристика специальных факторов	Значения характеристик специальных факторов
7.И	$7.И_1 \div 7.И_7$; $7.И_{10}$; $7.И._{11}$	3Ус
	$7.И_{12} \div 7.И_{15}$	3Р
7.С	$7.С_1 \div 7.С_5$	5Ус
7.К	$7.К_1 \div 7.К_6$	2К

Допускается при воздействии факторов 7.И с характеристиками $7.И_1$-$7.И_7$, $7.И_{10}$, $7.И_{11}$, $7.И_{12}$-$7.И_{15}$ временная потеря работоспособности в течение не более 2 мс.

Соединители должны быть стойкими к воздействию одиночных импульсов напряжения, вызываемых ЭМИ по ГОСТ РВ 20.57.415 с максимальной амплитудой не более 1 000В.

ТРЕБОВАНИЯ НАДЁЖНОСТИ

Требование безотказности

Гамма - процентная наработка до отказа соединителей при γ=95% в режиме эксплуатации при нормальном атмосферном давлении, температуре окружающей среды плюс 155°С и значениях электрических параметров, не превышающих указанных в таблице 4, должна быть не менее 5 000 часов в пределах срока службы ($Т_{СЛ}$) 25 лет.

Требования сохраняемости.

Гамма – процентный срок сохраняемости Тсγ соединителей при γ = 95% при хранении в упаковке изготовителя в условиях отапливаемых хранилищ с кондиционированием воздуха по ГОСТ В 9.003, а также вмонтированных в защищенную аппаратуру или находящихся в защищенном комплекте ЗИП во всех местах хранения должен быть не менее 25 лет.

Зависимость гамма-процентной наработки до отказа от температуры приведена в приложении «Л»

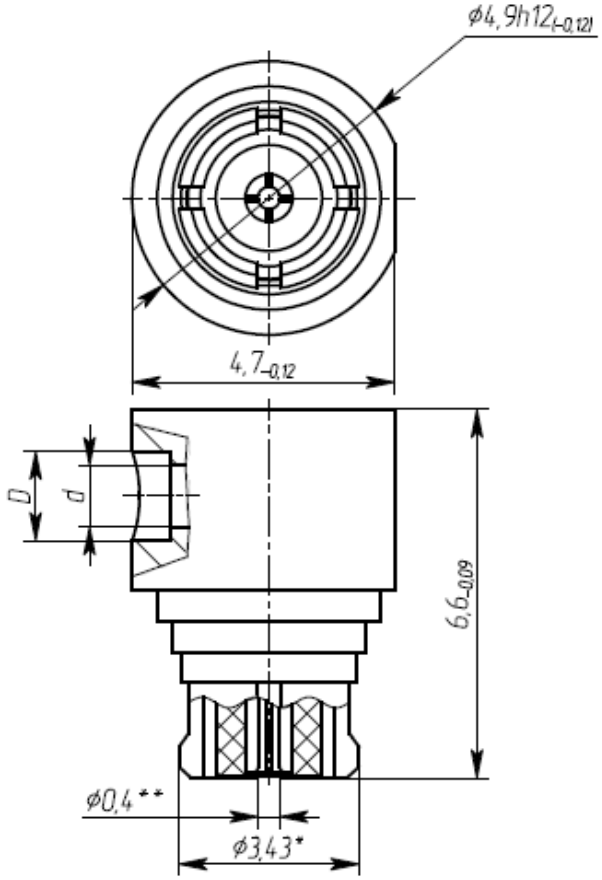
Гамма-процентный срок сохраняемости соединителей для всех климатических районов по ГОСТ В 9.003 (кроме районов с тропическим климатом) в условиях, отличных от приведённых в пункте 4.4.2.1, должен соответствовать значениям, приведенным в таблице 6.

Таблица 6

Место хранения	Тсγ лет, при хранении	
	в упаковке изготовителя	в незащищенной аппаратуре
Неотапливаемое помещение	18	18
Навес или жалюзийное хранилище	18	18
Открытая площадка	Хранение не допускается	12,5

Значение срока сохраняемости Тсγ соединителей при хранении в условиях тропического климата в упаковке изготовителя должно быть не менее 8 лет.

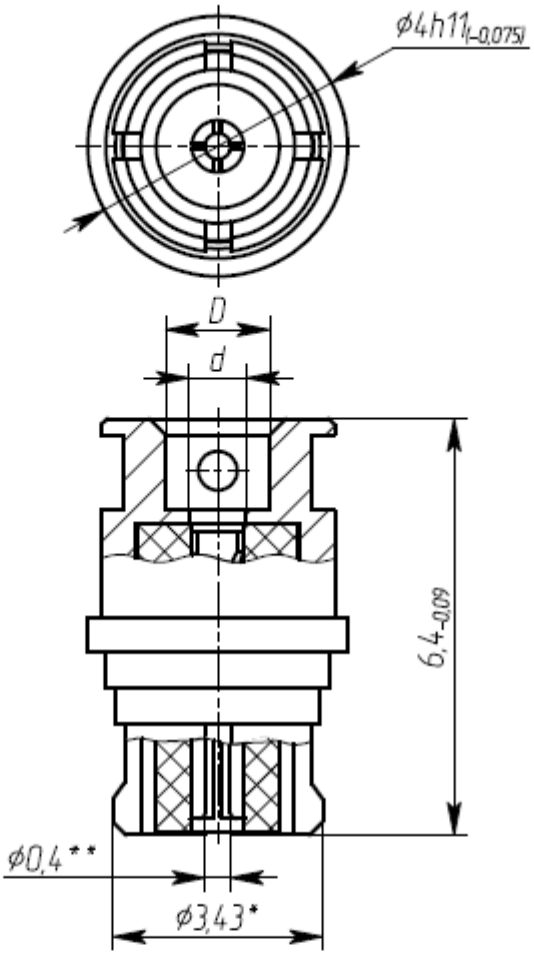
ОБЩИЙ ВИД, ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ



1. *Размер должен обеспечить усилие расчленения с контрольной втулкой ф3,225$^{+0,005}$ не менее 0,230 кгс; не более 0,900 кгс
2. **Размер должен обеспечить усилие расчленения с контрольным штырем ф0,375$_{-0,002}$ не менее 0,035кгс; не более 0,200кгс
3. Соединитель условно показан в рабочем (деформированном) состоянии
4. Покрытие металлических поверхностей: М1.Н3.3л-Ко(99,5-99,9)3

Обозначение	D, мм	d, мм	Масса, г	Обозначение типоконструкции
КАПД.434511.019	1,25Н11$^{(+0,06)}$	1,1Н11$^{(+0,06)}$	0,5	СР-50-970ФВ-00
-01	1,6Н11$^{(+0,06)}$	1,1Н11$^{(+0,06)}$	0,49	СР-50-970ФВ-01
-02	2,25Н11$^{(+0,06)}$	1,7Н11$^{(+0,06)}$	0,49	СР-50-970ФВ-02

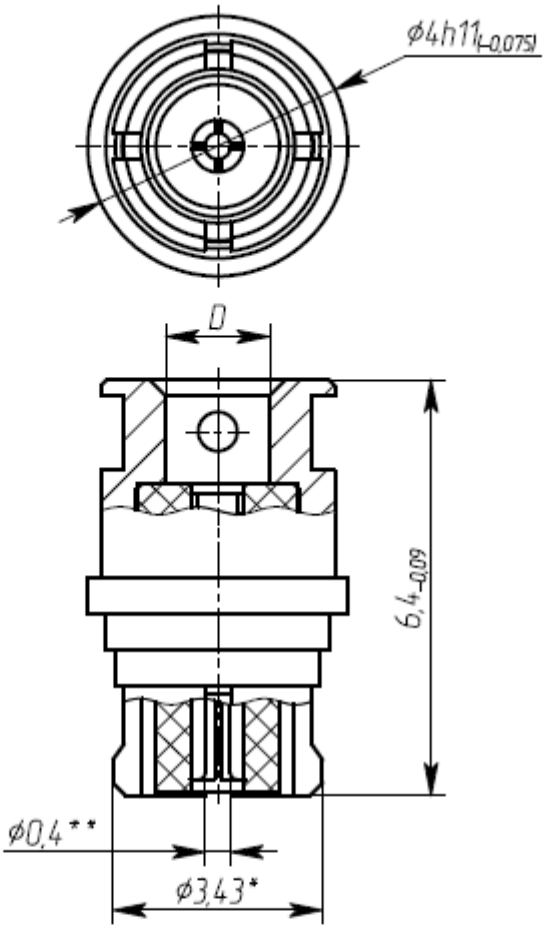
Рисунок 1 - Розетки кабельные угловые СР-50-970ФВ-00, СР-50-970ФВ-01, СР-50-970ФВ-02



1. *Размер должен обеспечить усилие расчленения с контрольной втулкой $\phi 3{,}225^{+0{,}005}$ не менее 0,230 кгс; не более 0,900 кгс
2. **Размер должен обеспечить усилие расчленения с контрольным штырем $\phi 0{,}375_{-0{,}002}$ не менее 0,035кгс; не более 0,200кгс
3. Соединитель условно показан в рабочем (деформированном) состоянии
4. Покрытие металлических поверхностей: М1.Н3.3л-Ко(99,5-99,9)3

Обозначение	D, мм	d, мм	Масса, г	Обозначение типоконструкции
КАПД.434511.020	1,25Н11(+0,06)	0,88Н11(+0,06)	0,25	СР-50-969ФВ-00
-01	1,6Н11(+0,06)	0,88Н11(+0,06)	0,248	СР-50-969ФВ-01
-02	2,25Н11(+0,06)	1,4Н11(+0,06)	0,246	СР-50-969ФВ-02

Рисунок 2 - Розетки кабельные прямые СР-50-969ФВ-00, СР-50-969ФВ-01, СР-50-969ФВ-02.

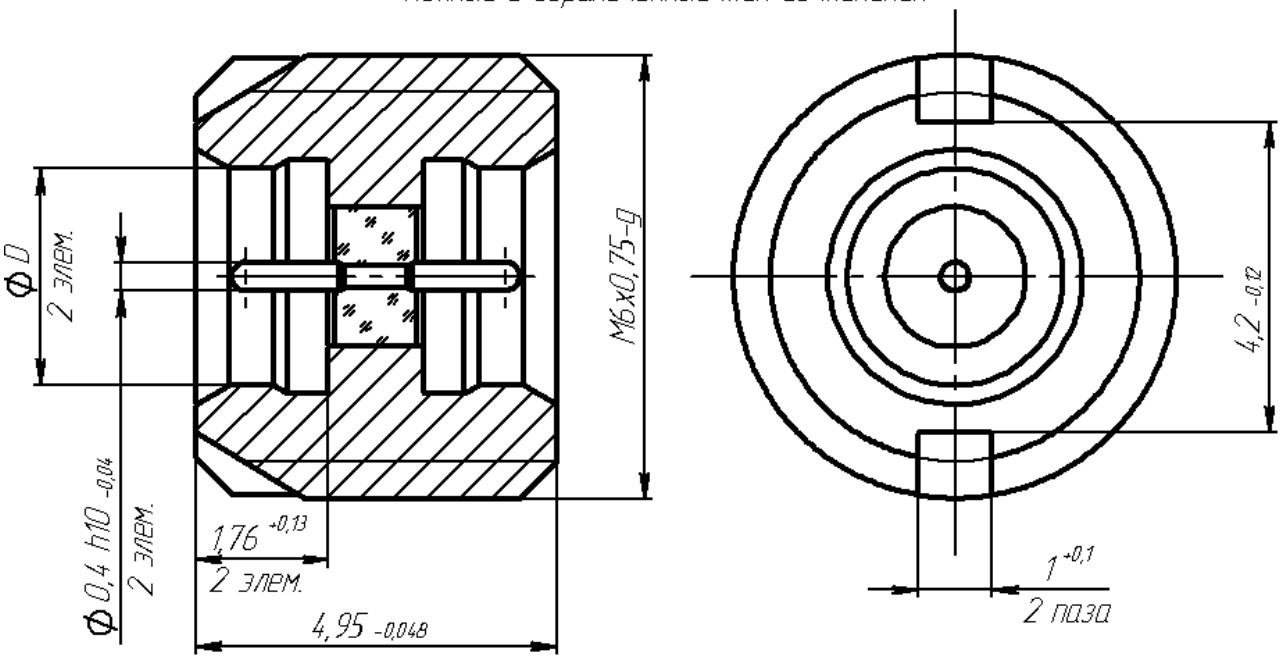


1. *Размер должен обеспечить усилие расчленения с контрольной втулкой $\phi 3{,}225^{+0{,}005}$ не менее 0,230 кгс; не более 0,900 кгс
2. **Размер должен обеспечить усилие расчленения с контрольным штырем $\phi 0{,}375_{-0{,}002}$ не менее 0,035кгс; не более 0,200кгс
3. Соединитель условно показан в рабочем (деформированном) состоянии
4. Покрытие металлических поверхностей: М1.Н3.3л–Ко(99,5–99,9)3

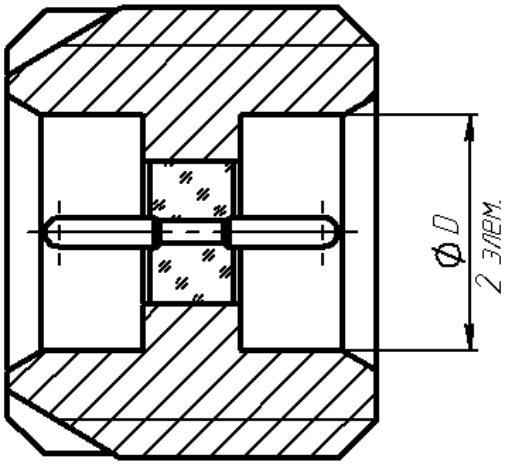
Обозначение	D, мм	Масса, г	Обозначение типоконструкции
КАПД.434511.022	$1{,}25H11^{(+0{,}06)}$	0,25	СР-50-971ФВ-00
–01	$1{,}6H11^{(+0{,}06)}$	0,248	СР-50-971ФВ-01
–02	$2{,}25H11^{(+0{,}06)}$	0,246	СР-50-971ФВ-02

Рисунок 3 - Розетки кабельные прямые СР-50-971ФВ-00, СР-50-971ФВ-01, СР-50-971ФВ-02.

Полный и ограниченный тип сочленения



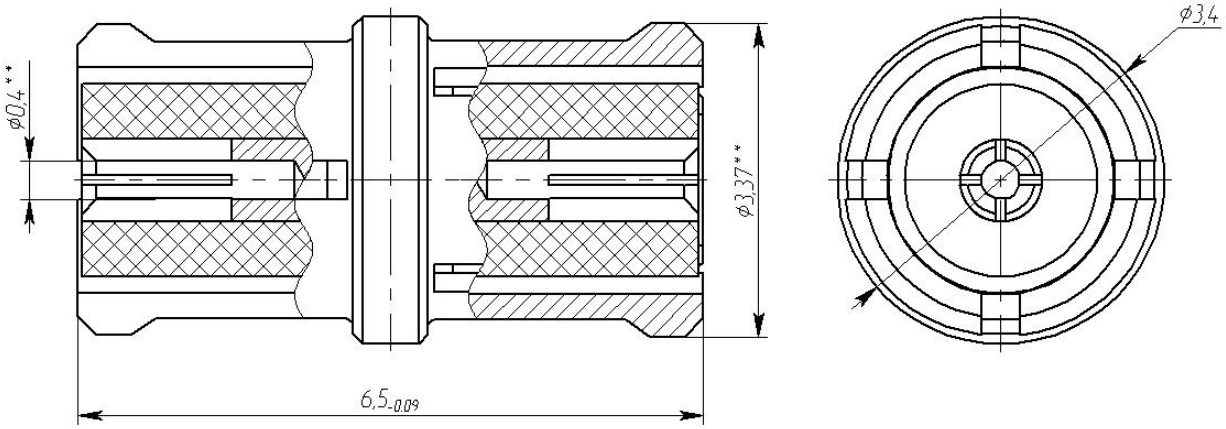
Скользящий тип сочленения



Условное обозначение	Тип сочленения	ФD, мм.
СРГ-50-974В	Полный	2,93 H10 +0,04
-01	Ограниченный	3 H10 +0,048
-02	Скользящий	3,15 H10 +0,048

1. Спаи герметичные. Натекание не более $1{,}3 \times 10^{-11}$ $м^3$ Па/с
2. Покрытие металлических поверхностей М1.Н3.3л-Ко(99,5-99,9)3

Рисунок 4 - Переход герметичный вилка-вилка СРГ-50-974В; СРГ-50-974В-01; СРГ-50-974В-02

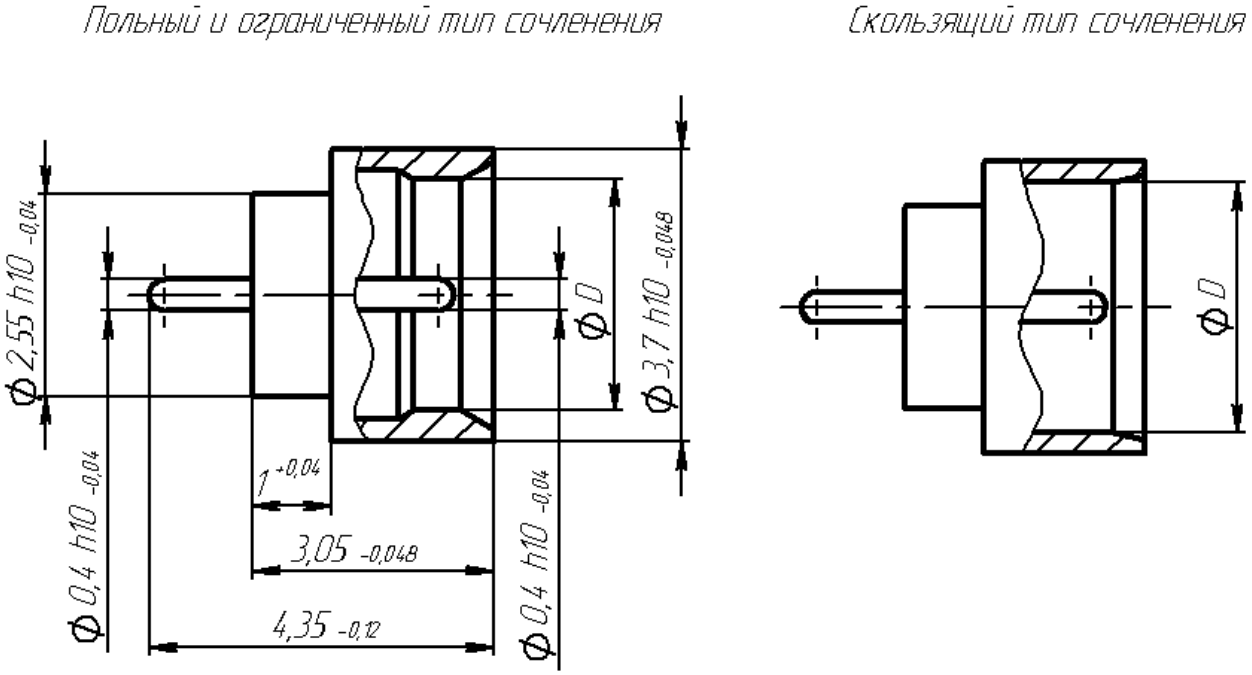


*1.*Размер должен обеспечить усилие расчленения с контрольной втулкой ∅ 3,225$^{-0,005}$ не менее 0,230 кгс и не более 0,900 кгс.*

*2.**Размер должен обеспечить усилие расчленения с контрольным штырём ∅0,375$_{-0,002}$ не менее 0,035 кгс и не более 0,200 кгс.*

3.Соединитель условно показан в рабочем (деформированном) состоянии.

Рисунок 5 - Переход розетка-розетка СР-50-968ФВ

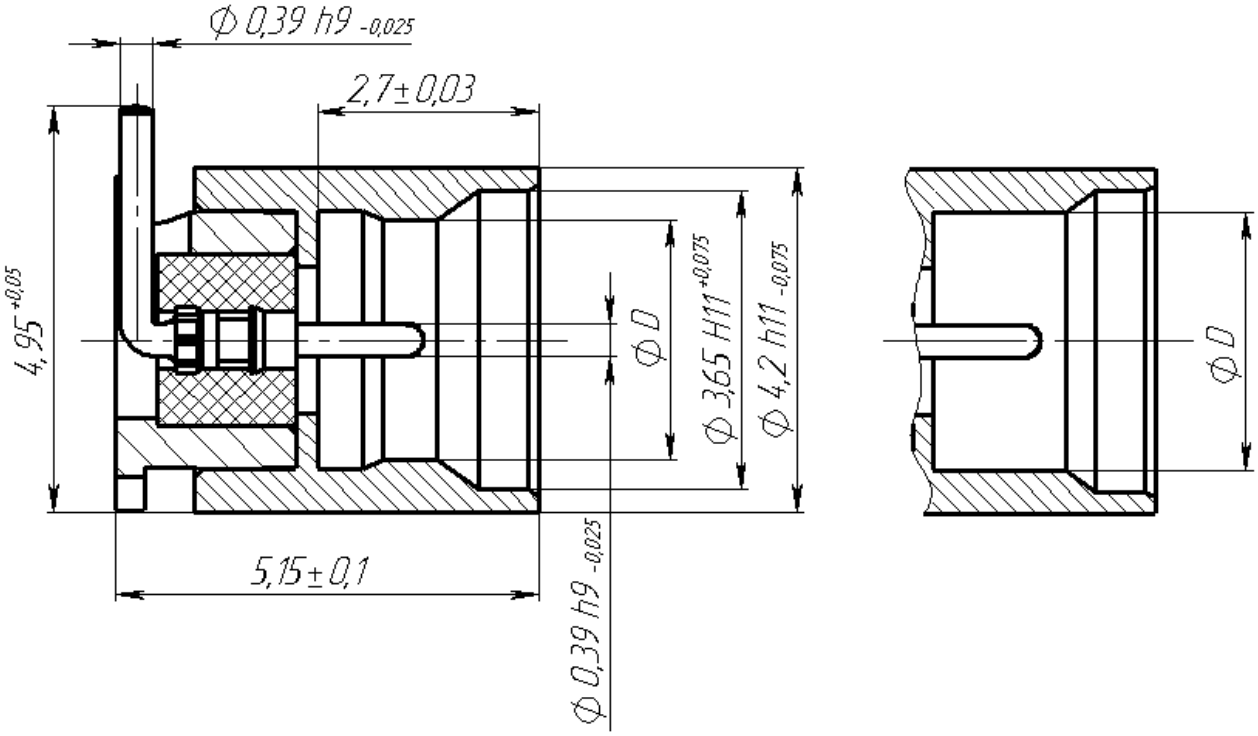


Условное обозначение	Тип сочленения	Ф D, мм.
СРГ-50-972В	Полный	2,93 H10 $^{+0,04}$
-01	Ограниченный	3 H10 $^{+0,048}$
-02	Скользящий	3,15 H10 $^{+0,048}$

1. Спаи герметичные. Натекание не более $1{,}3 \times 10^{-11}$ м^3 Па/с
2. Покрытие металлических поверхностей М1.Н3.3л- Ко(99,5-99,9)3

Рисунок 6 - Переход герметичный микрополосковый СРГ-50-972В; СРГ-50-972В-01; СРГ-50-972В-02

Полный и ограниченный тип сочленения Скользящий тип сочленения



Условное обозначение	Тип сочленения	Ф D
СР-50-973В	Полный	2,93 H10 +0,04
-01	Ограниченный	3 H10 +0,048
-02	Скользящий	3,15 H10 +0,048

1. Покрытие металлических поверхностей М1. ХимН3. Зл-Ко(99,9)3.
2. Разметка печатной платы приведена в приложении Е.

Рисунок 7 - Вилка для поверхностного монтажа СР-50-973В; СР-50-973В-01; СР-50-973В-02

ЗАДЕЛКА КАБЕЛЯ В КАБЕЛЬНЫЕ СОЕДИНИТЕЛИ

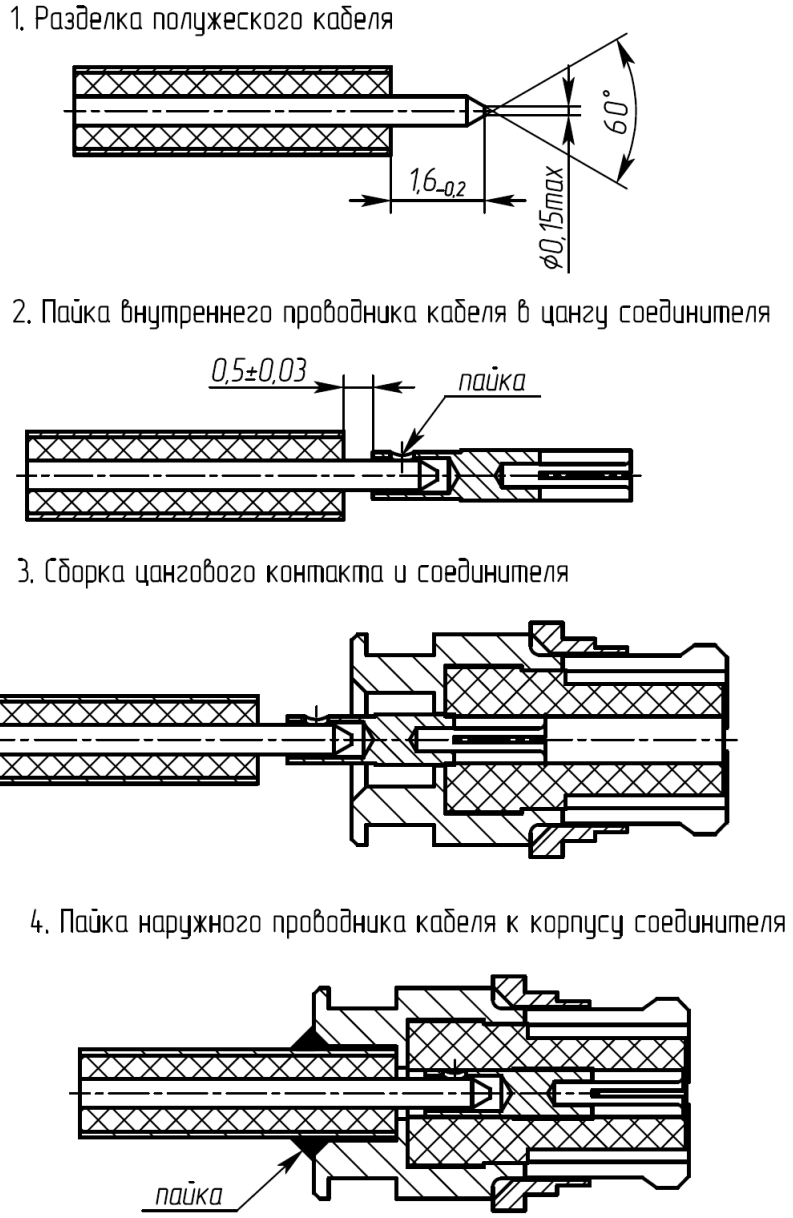
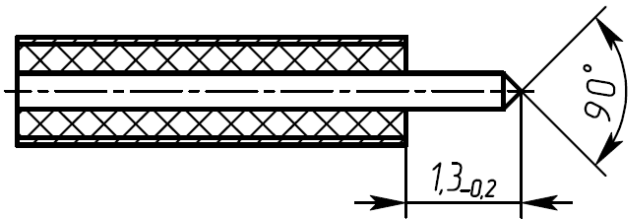
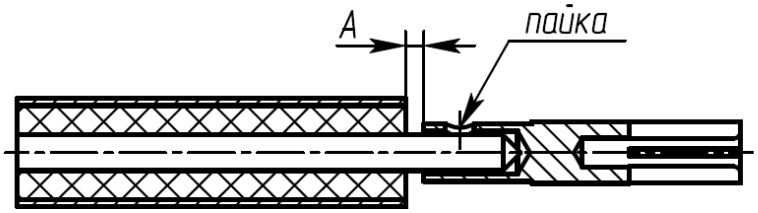


Рисунок 8 - Заделка полужесткого кабеля в соединители СР-50-969ФВ-00, СР-50-969ФВ-01, СР-50-969ФВ-02

1. Разделка полужесткого кабеля

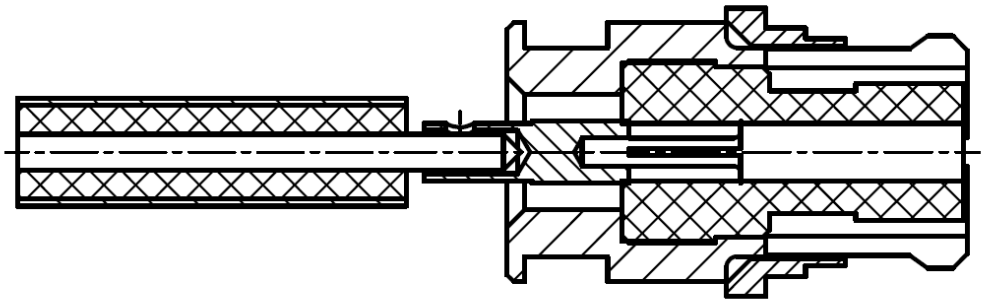


2. Пайка внутреннего проводника кабеля в цангу соединителя



Обозначение	A, мм
КАПД.434511.022	0,1±0,03
-01	0,25±0,03
-02	0,25±0,03

3. Сборка цангового контакта и соединителя



4. Пайка наружного проводника кабеля к корпусу соединителя

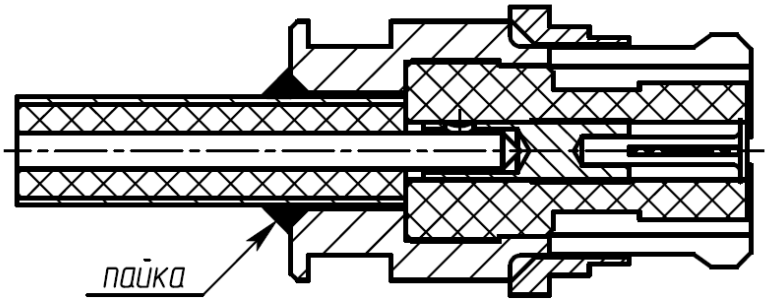
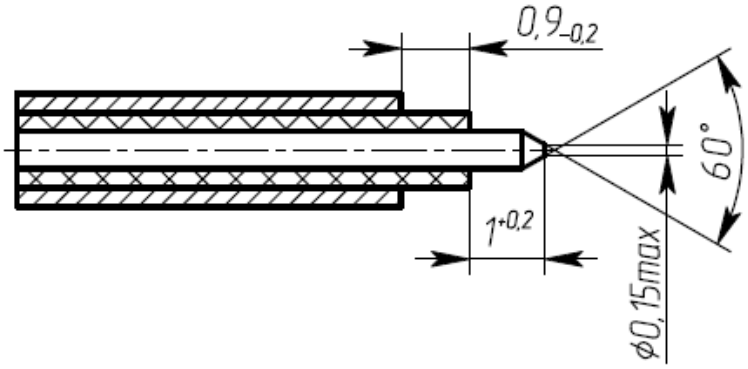
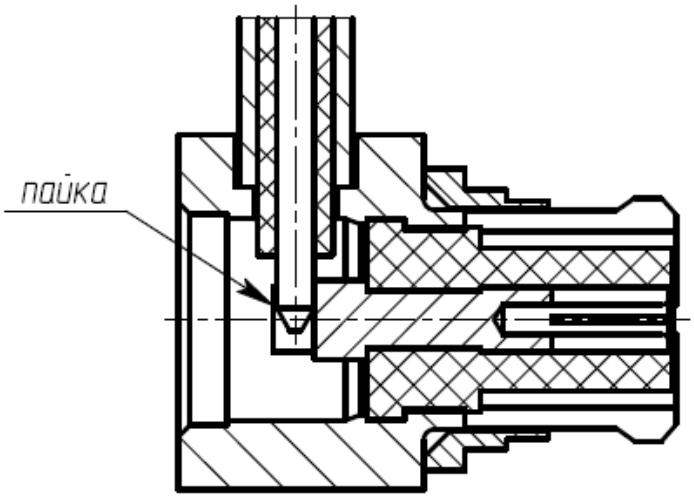


Рисунок 9 - Заделка полужёсткого кабеля в соединители СР-50-971ФВ-00, СР-50-971ФВ-01, СР-50-971ФВ-02

1. Разделка полужесткого кабеля



2. Пайка внутреннего проводника кабеля в цангу соединителя



3. Пайка наружного проводника кабеля к корпусу соединителя. Запрессовка диска

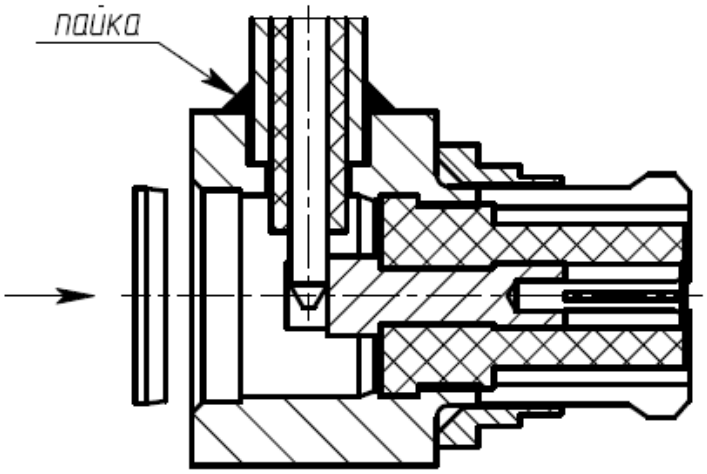


Рисунок 10 - Заделка полужёсткого кабеля в соединители СР-50-970ФВ-00, СР-50-970ФВ-01, СР-50-970ФВ-00

УСТАНОВКА ГЕРМЕТИЧНЫХ СОЕДИНИТЕЛЕЙ В ИЗДЕЛИЕ

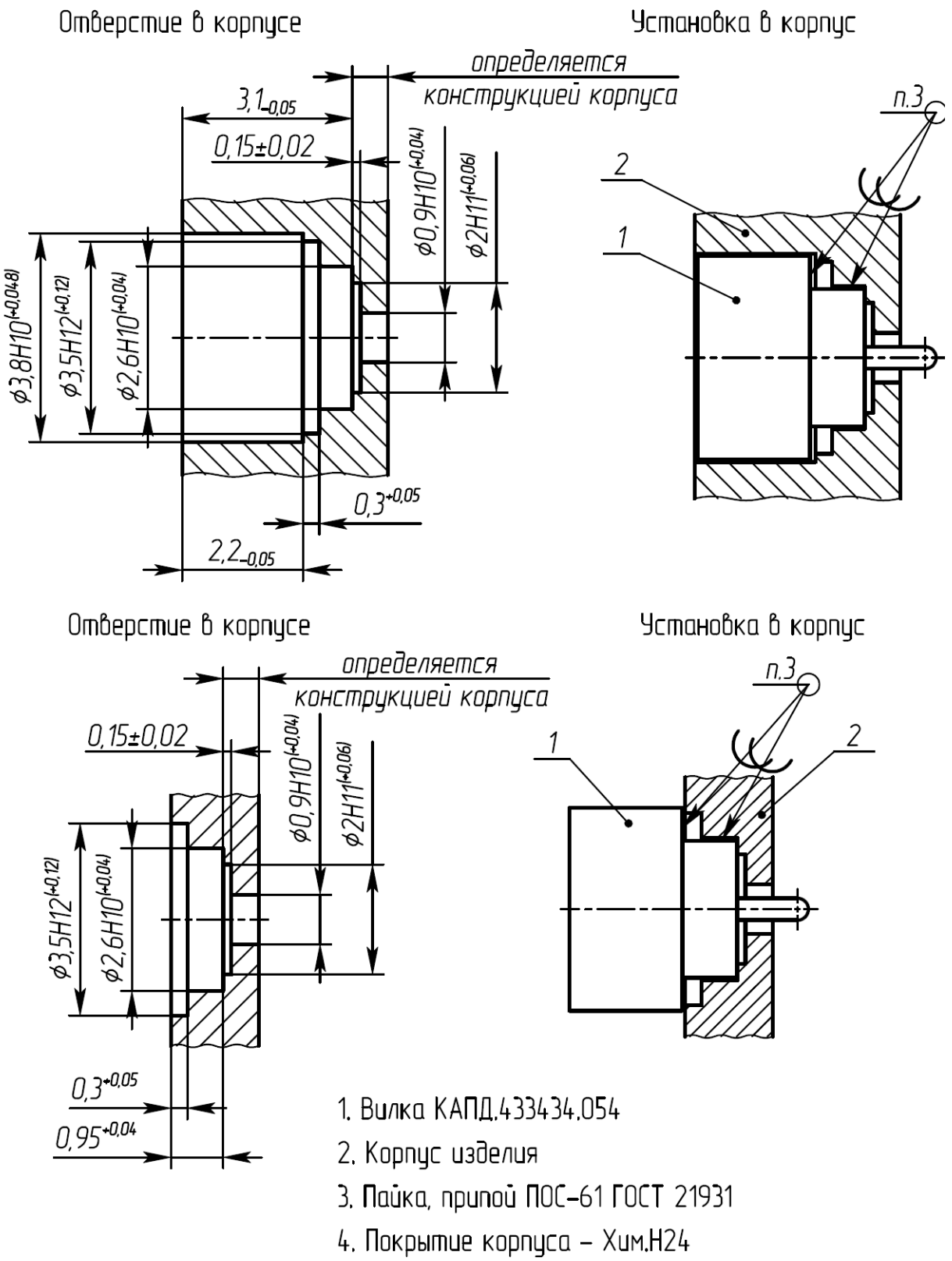
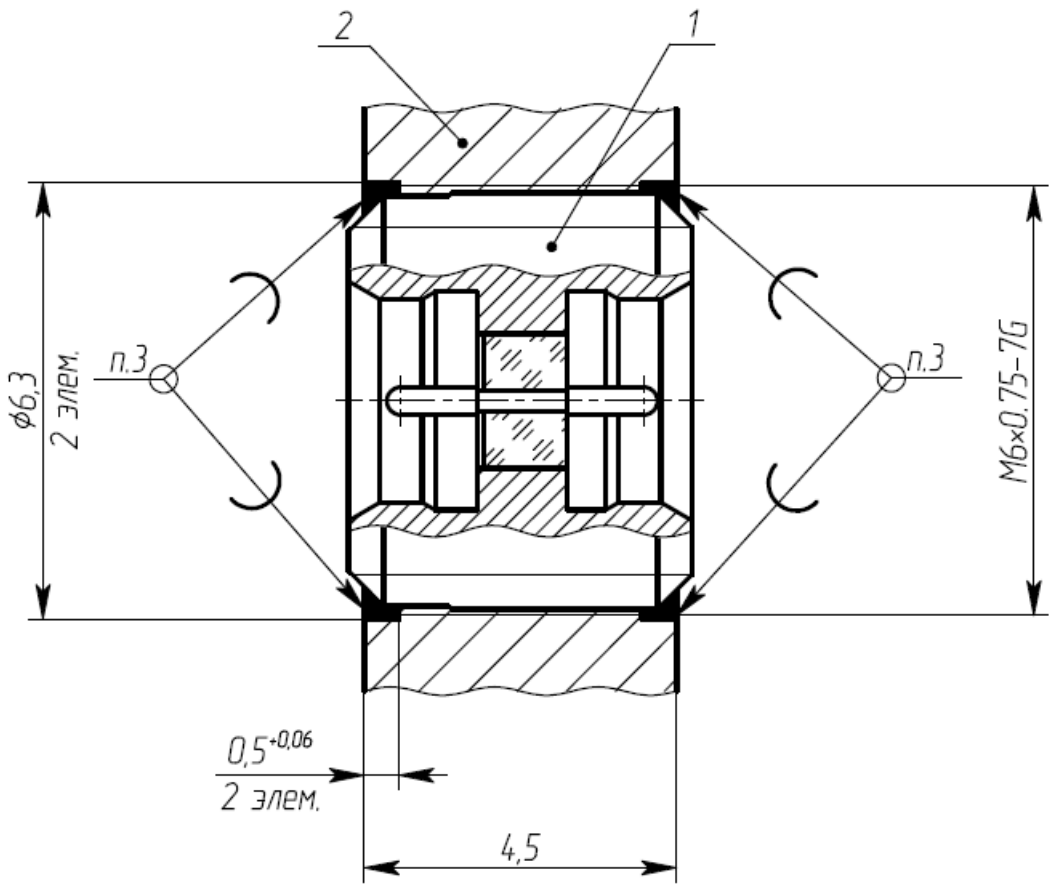


Рисунок 11 - Пример установки перехода герметичного микрополоскового СРГ-50-972В, СРГ-50-972В-01 и СРГ-50-972В-02 в изделие.



1. Вилка приборная герметичная КАПД.434511.021
2. Корпус изделия
3. Пайка, припой ПОС-61 ГОСТ 21931
4. Покрытие корпуса – Хим.Н24

Рисунок 12 - Пример установки перехода герметичного вилка-вилка СРГ-50-974В, СРГ-50-974В-01 и СРГ-50-974В-02 в изделие.

ИЗМЕРЕНИЕ КСВН И ПОТЕРЬ СОЕДИНИТЕЛЕЙ

1 Общие положения

1.1 Рассматриваемые соединители (кроме СРГ-50-974В) являются аналогами зарубежных соединителей SMP фирмы «Rosenberger» и не имеют отечественных аналогов.

1.2 Методика измерения указанных параметров в диапазоне частот 1- 40 ГГц не приведена в зарубежных стандартах и data sheets (спецификациях) на соединители.

1.3 Измерить параметры напрямую не представляется возможным, так как соединители несовместимы с портами векторных анализаторов цепей. Измерение возможно только с применением соответствующих адаптеров, которые вносят дополнительную погрешность в результаты измерений.

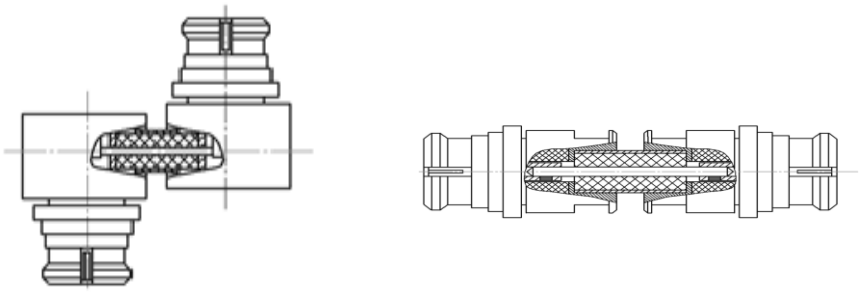
1.4 Прямые и угловые розетки являются элементами кабельной сборки с зарубежными (0,085” и 0,047”) и отечественными (РК50-1-24, РК50-1,5-22) кабелями, поэтому невозможно их применение отдельно, вне кабельной сборки. Но при этом длинная линия передачи (в данном случае, кабель) вносит существенную погрешность в измеряемые параметры и вызывает неопределённость в определении параметров одного соединителя.

Учитывая вышеизложенное, корректное измерение параметров возможно только для сборки двух одинаковых соединителей (прямых или угловых розеток) с участком очень короткой коаксиальной линии передачи (кабеля) между ними. Кроме того должны быть приняты меры по устранению влияния измерительных адаптеров.

Измерения выполняют при помощи векторного анализатора цепей 0 – 40 ГГц с модулем автокалибровки.

2 Средства измерений и вспомогательные устройства

Измеряемые сборки кабельных соединителей представлены на рисунке Е.1, а, б.



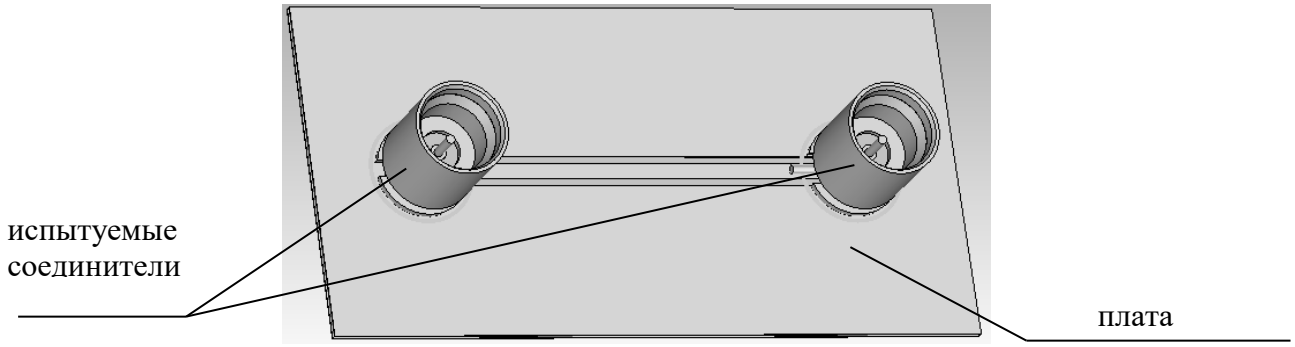
а) *б)*

Рисунок Е.1 - Кабельные сборки соединителей СР-50-970ФВ-02 (а) и СР-50-971ФВ-02 (б)

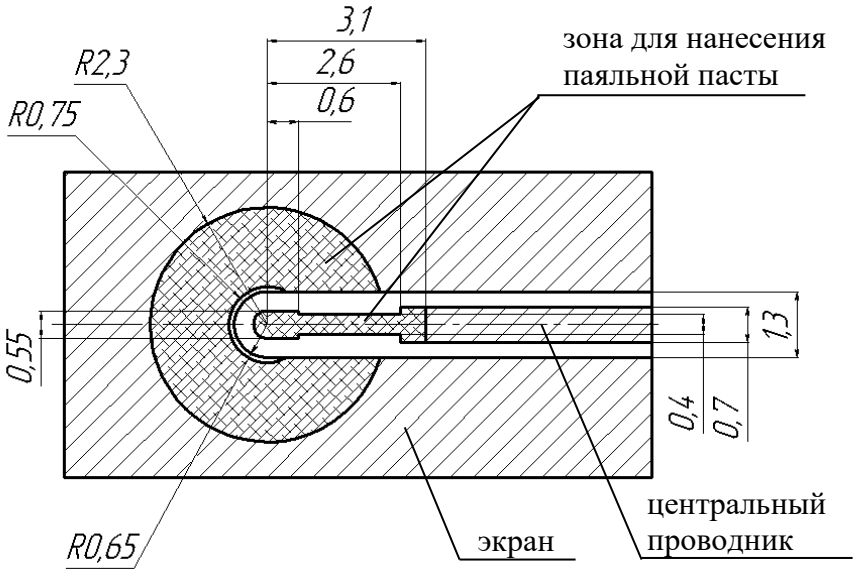
Заделка кабелей в соединители осуществляют низкотемпературной пайкой припоем ПОС-61.

Переход герметичный вилка-вилка СРГ-50-974 и переход герметичный микрополосковый СРГ-50-972В имеют одинаковую коаксиальную линию и, следовательно, одинаковые параметры, поэтому измерения производятся только для СРГ-50-974

Измерение параметров соединителя СР-50-973В (вилки для поверхностного монтажа) выполняется для пары таких вилок, установленных на плате РАП 6.730.505 (рисунок Е.2).



а)



б)

Рисунок Е.2 - Микрополосковая плата с установленными соединителями (а) и разметка платы для монтажа соединителя (б).

Плата изготовлена из материала Rogers RT5880, фольгированного с двух сторон. Толщина диэлектрика 0,254мм, толщина фольги не менее 17мкм.

Токопроводящий рисунок (рисунок Е.2) представляет собой копланарную линию с волновым сопротивлением 50 Ом и элементами согласования.

Измерительное оборудование и оснастка представлены в таблице Е.1.

Таблица Е.1

№ п/п.	Наименование измерительной аппаратуры и оснастки	Тип	Фирма
1	Векторный анализатор цепей 0.01÷40 ГГц с модулем автоматической калибровки	MS4644A	Anritsu
2	Адаптер SMA 2.9(female) – SMP(female), 2 шт.	R191 969 002	«Radiall»
3	Адаптер SMA 2.9(female) – SMP(male), 2 шт.	R191 968 001	«Radiall»
4	Ключ тарированный для адаптеров	Любого типа	-
5	Плата для измерения параметров соединителей СР-50-973В		-
6	Экстрактор	19W002-002 или аналогичного типа	Rosenberger

3 Методика измерений

3.2 Требования к условиям измерений

При выполнении измерений должны соблюдаться следующие условия:

– температура окружающей среды (20±5)°С;
– относительная влажность воздуха не более 80% при 25°С;
– атмосферное давление от 630 до 800мм рт.ст.;
– напряжение питающей сети от 198 до 242 В.
– проведение измерений необходимо производить при отсутствии резких изменений температуры окружающей среды. Для исключения сбоев в работе, измерения следует производить при отсутствии резких перепадов напряжений питающей сети, вызываемых включением и выключением мощных потребителей электроэнергии и мощных импульсных помех.

3.3 Подготовка к выполнению измерений

Убедиться в выполнении условий проведения измерений. Выдержать векторный анализатор цепей (ВАЦ) во включенном состоянии не менее 10 минут. Порядок работы на анализаторе и дополнительная информация приведены в руководстве по его эксплуатации

Провести контроль чистоты соединителей всех применяемых устройств. В случае необходимости провести их чистку.

3.4 Измерения

Процесс измерения происходит в 4 этапа:

I этап: Калибровка нового диапазона частот - 1…40 ГГц с использованием модуля автоматической калибровки (МАК) AutoCal 36585K-2F.

II этап: Пользовательская калибровка, учитывающая влияние адаптеров на S – параметры.

III этап: Измерение параметров сборок методом замены адаптера.

IV этап: Анализ и интерпретация результатов для одного соединителя.

3.4.1 Калибровка нового диапазона частот

Калибровка нового диапазона частот выполняется в соответствии с технической документацией на векторный анализатор цепей.

Калибровка диапазона частот 1…40 ГГц производится один раз. При измерении в данном диапазоне частот параметров других образцов следует открыть ранее сохранённый файл калибровки из меню ВАЦ.

3.4.2 Пользовательская калибровка

Эта калибровка производится для того, чтобы исключить влияние измерительных адаптеров на результаты измерений. Схема установки пользовательской калибровки ВАЦ показана на рисунке Е.3.

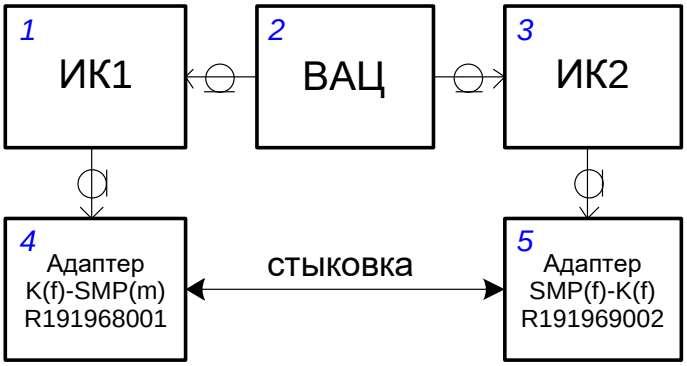


Рисунок Е.3

Для калибровки и измерений соединителей были выбраны адаптеры фирмы «Radiall» SMA 2.9(f)-SMP(m) (4) и SMA 2.9(f)-SMP(f) (5), имеющие лучшие параметры практически во всём диапазоне частот 1…40 ГГц.

– К выходу измерительного кабеля первого порта (ИК1) ВАЦ присоединить адаптер (4).
– К выходу измерительного кабеля второго порта (ИК2) ВАЦ присоединить адаптер (5).
– Состыковать адаптеры (4) и (5) между собой SMP-разъёмами. S-параметры их соединения представлены на рисунке Е.4.

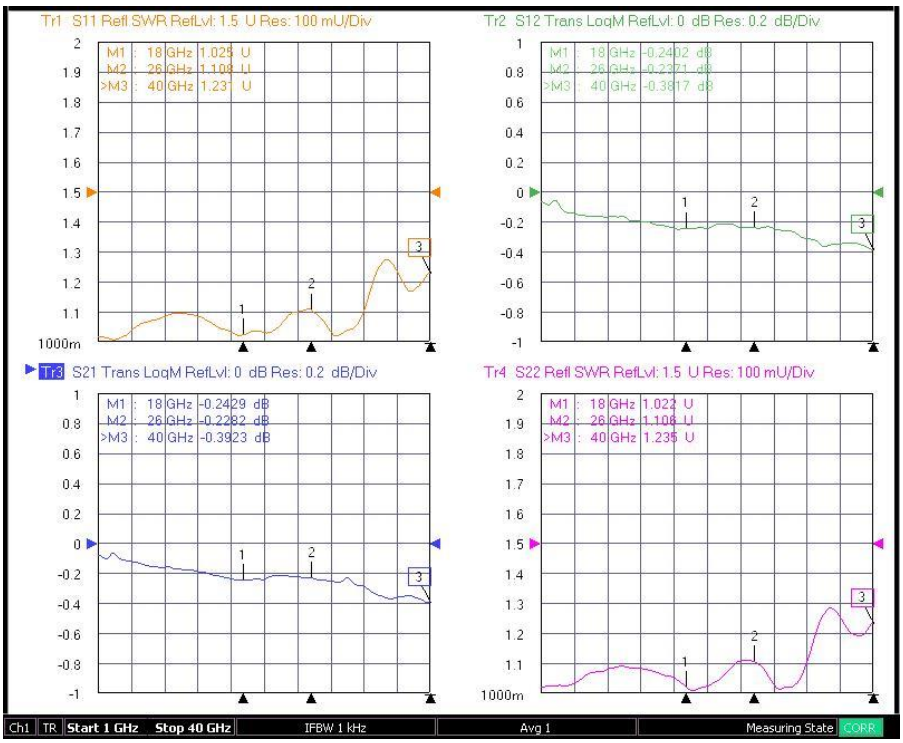


Рисунок Е.4

Для исключения влияния адаптеров (4, 5) на результаты измерения, произвести пользовательскую калибровку ВАЦ, которая выполняется в соответствии с технической документацией на ВАЦ.

S-параметры пользовательской калибровки представлены на рисунке Е.5.

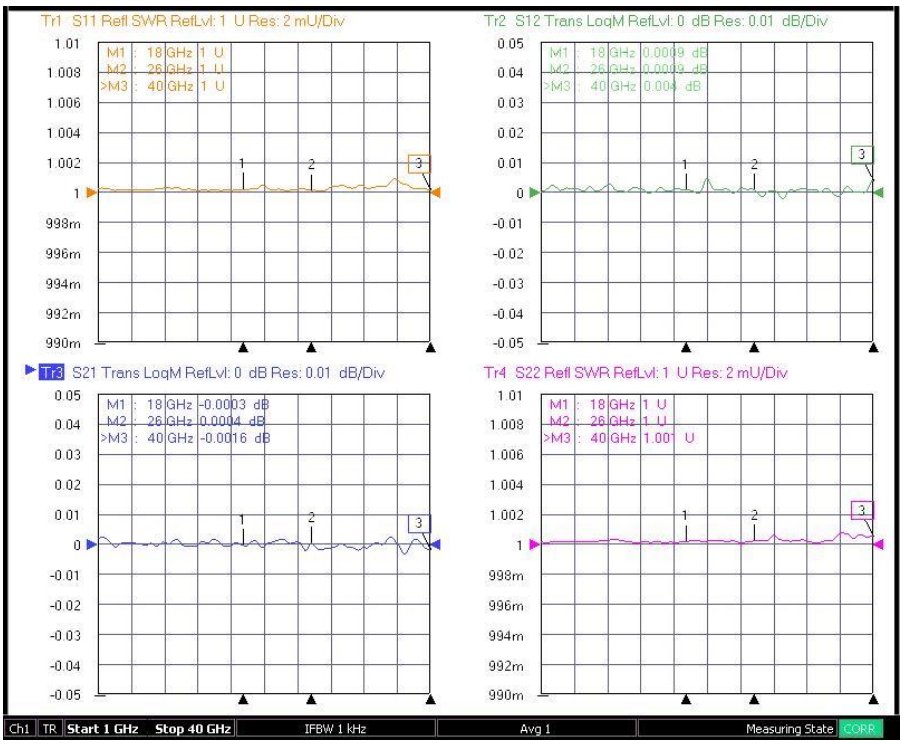


Рисунок Е.5

3.4.3 Измерение параметров соединителей методом замены адаптера

В зависимости от того, какой тип соединителей (розетка или вилка) измеряются, соответственно, такой адаптер и подлежит замене на адаптер с противоположным типом соединителя.

При измерении прямых и угловых розеток адаптер (5) на рисунке Е.5 заменяется на второй адаптер (4), и схема измерений примет вид, показанный на рисунке Е.8.

Аналогично, при измерении переходов или сборки из двух прямых вилок для поверхностного монтажа СР-50-973В адаптер (4) на рисунке Е.5 заменяется на второй адаптер (5).

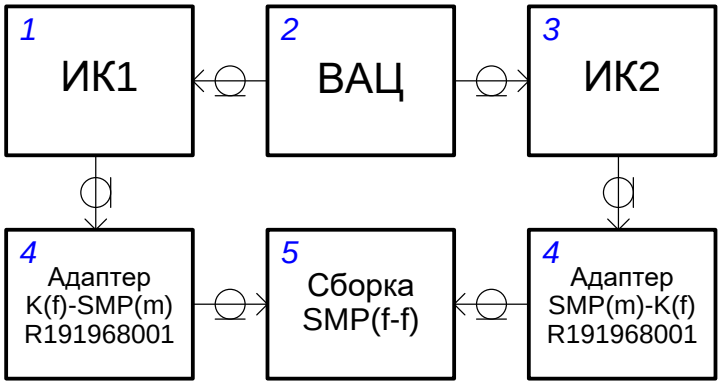


Рисунок Е.6 - Схема установки для измерения параметров кабельных сборок

Рисунок Е.6

В качестве примера на рисунке Е.7 приведены S-параметры кабельной сборки из двух прямых розеток СР-50-971ФВ-02.

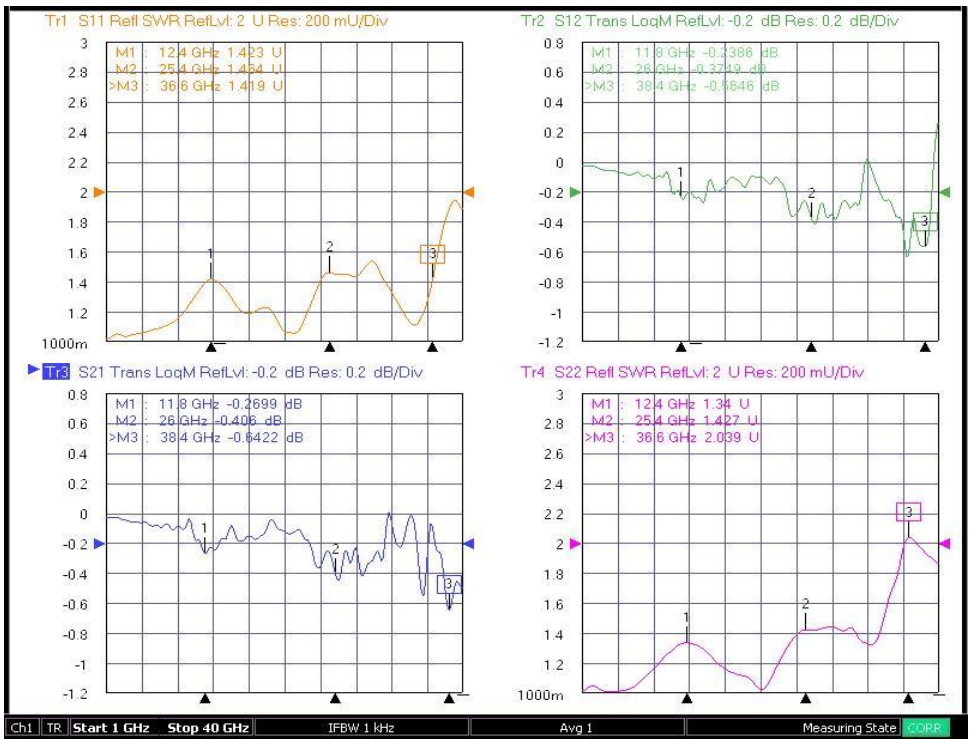


Рисунок Е.7

На рисунке Е.7 видно, что наибольшие значения КСВН и потерь находятся в диапазоне частот 26÷40 ГГц и имеют максимумы, отмеченные метками М3: S11=1.94 (38,8 ГГц); S22=2,04 (36,6 ГГц); S12= -0.63 дБ (36,4 ГГц); S21= -0,64 дБ (38,4 ГГц). Далее необходимо сравнить по тексту меток значения максимумов в соответствующих парах трасс: КСВН («Tr1:S11» и «Tr4:S22») и потерь («Tr2: S12» и «Tr3: S21»). Один из максимумов в каждой из соответствующих пар трасс меньше по абсолютному значению.

Очевидно, что значения КСВН S22 больше значений КСВН S11, поэтому необходимо сдвинуть на трассе «Tr1» метку М3 с «меньшим» максимумом (М3: 38,8 ГГц 1.94 U) к частоте 36,6 ГГц, соответствующей метке «большего» максимума на трассе «Tr4». Значение КСВН на трассе «Tr1», соответствующее новому положению метки (М3: 36,6 ГГц 1.42 U) и значение максимума КСВН на трассе «Tr4» (М3:36,6 ГГц 2,04 U) в дальнейшем понадобятся для определения максимального и среднего значений КСВН сборки или адаптера. Таким же образом необходимо установить метку максимума потерь «Tr2» в диапазоне 26÷40 ГГц на частоту, соответствующую максимуму (по абсолютной величине) потерь ««Tr3», так как S21 больше S12 (по абсолютной величине). Полученные значения потерь понадобятся для определения максимального и среднего значений потерь сборки или адаптера.

При необходимости получения данных КСВН и потерь на различных участках диапазона рабочей частоты (1 ÷ 18, 18 ÷ 26 и 26 ÷ 40 ГГц) выполняются аналогичные процедуры для каждого условно выбранного участка (метки М1 и М2).

Полученные данные измерений сохранить в файл в формате «.s2p» в целях возможности их дальнейшего анализа в СВЧ-программах при возникновении необходимости.

Для быстрой визуальной оценки параметров сохранить эти же данные измерений в графическом формате «.jpg» или «.png».

3.4.4 Измерение параметров кабельных сборок, состоящих из двух прямых розеток СР-50-971ФВ-02

Типичные результаты измерений кабельных сборок, состоящих из двух прямых розеток СР-50-971ФВ-02, показаны на рисунке Е.7.

3.4.5 Измерение параметров кабельных сборок, состоящих из двух угловых розеток СР-50-970ФВ-02

Типичные результаты измерений кабельных сборок, состоящих из двух угловых розеток СР-50-970ФВ-02, показаны на рисунке Е.8.

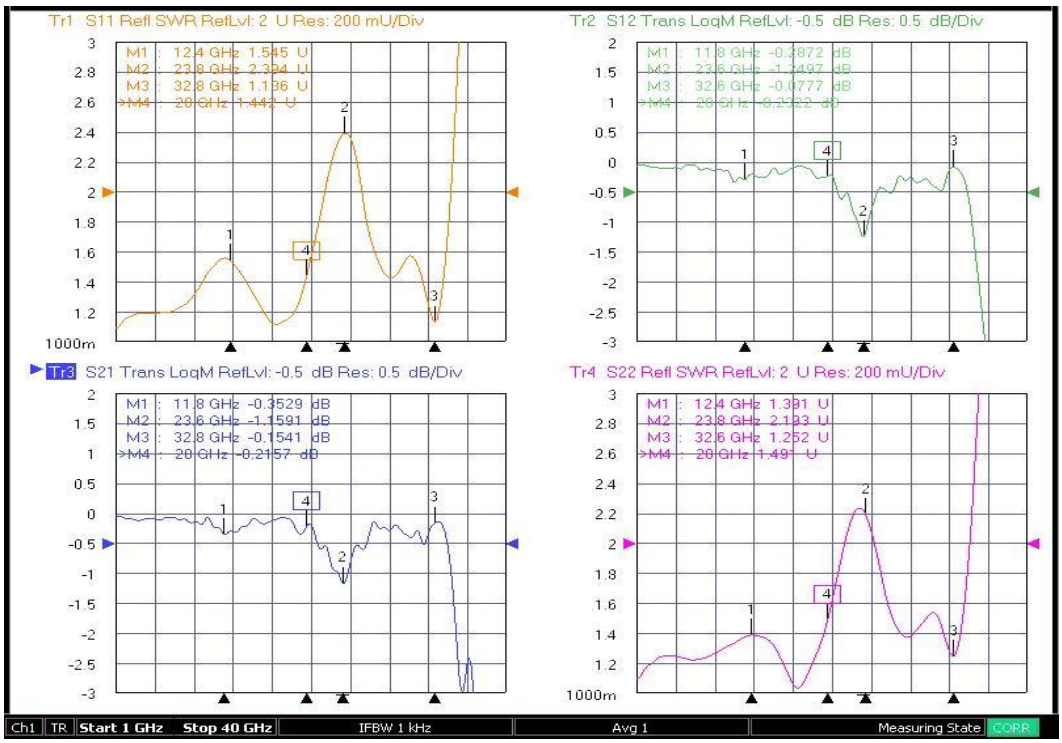


Рисунок Е.8

3.4.6 Измерение параметров соединителей переходов СРГ-50-974В и СР-50-968 ФВ. Типичные результаты измерений перехода СРГ-50-974В показаны на рисунке Е.9.

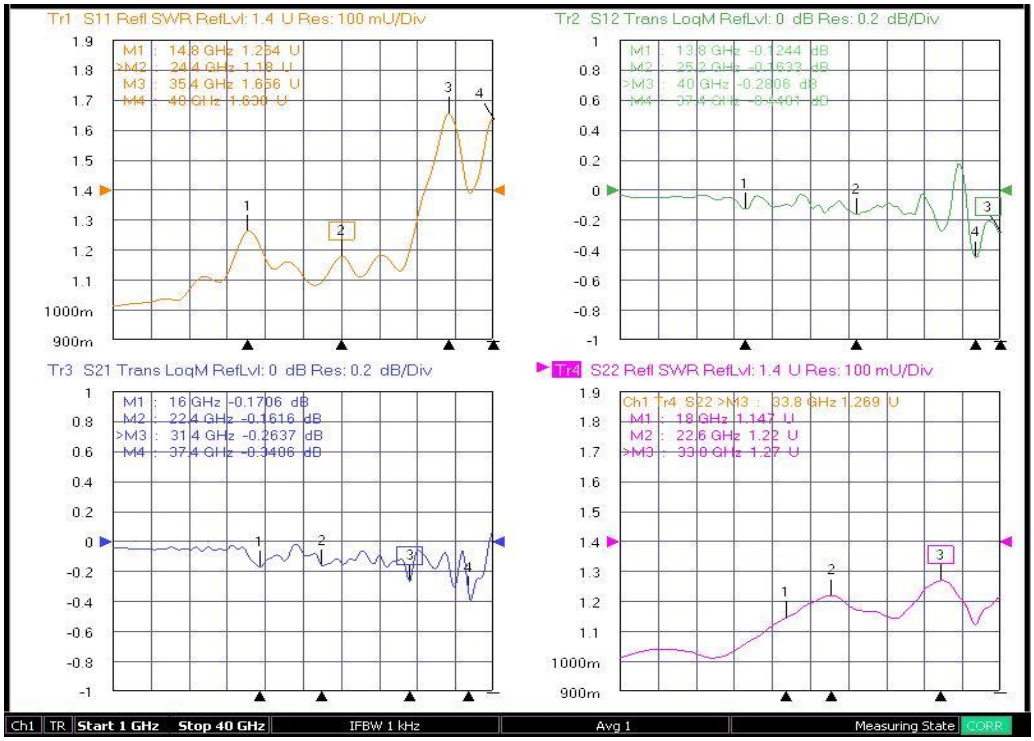


Рисунок Е.9

3.4.7 Определение параметров одного соединителя. Погрешность измерения

3.4.7.1 Общие положения

Поскольку использование любого компонента во время калибровки и его последующая замена в измерениях приводит к ошибке измерения, необходимо оценить величину этой ошибки, а также диапазон частот, в котором метод замены адаптера обоснован. Основанием для такой замены являются низкие величины КСВН (не более 1,15) и потерь (не более 0,2 дБ).

В основу интерпретации результатов измерения были положены следующие соображения:

1. Размеры соединителей в кабельных сборках, хоть и незначительно, но отличаются друг от друга.
2. Заделка кабеля и пайка соединителей в кабельных сборках также отличаются, поскольку проводятся вручную (человеческий фактор).
3. Адаптеры, используемые в методе замены адаптера после пользовательской калибровки, могут иметь разные параметры, особенно в диапазоне частот 32÷40 ГГц.

Таким образом, общая погрешность измерения параметров (δ) складывается из этих трёх вышеперечисленных факторов (допуск изготовления, человеческий фактор, замена адаптера).

3.4.7.2 Параметры кабельной сборки

Поскольку кабельная сборка – устройство взаимного типа (S21=S12, S11=S22), а из графиков S11≠ S22 и S21≠ S12, то относительная погрешность измерения КСВН кабельной сборки (КС) равна:

$$\delta_{КС,КСВН} = \frac{КСВН_{КС,МАКС} - КСВН_{КС,СРЕД}}{КСВН_{КС,СРЕД}}, \qquad (1)$$

где $КСВН_{кс,макс}$ – максимальное значение КСВН кабельной сборки:

$$КСВН_{КС,МАКС} = \begin{cases} \sqrt{S_{11}}, & при\ S_{11} > S_{22} \\ \sqrt{S_{22}}, & при\ S_{11} < S_{22} \end{cases} \qquad (2)$$

$КСВН_{КС,СРЕД}$ – среднее значение КСВН кабельной сборки:

$$КСВН_{КС,СРЕД} = \sqrt{S_{11} \cdot S_{22}}, \qquad (3)$$

Относительная погрешность измерения потерь кабельной сборки (КС) равна:

$$\delta_{КС,L} = \frac{L_{КС,МАКС} - L_{КС,СРЕД}}{L_{КС,СРЕД}}, \qquad (4)$$

где $L_{КС,МАКС}$ – максимальное значение потерь кабельной сборки:

$$L_{КС,МАКС} = \begin{cases} \left|S_{21}^{МАКС}\right|, & при\ \left|S_{21}\right| > \left|S_{12}\right| \\ \left|S_{12}^{МАКС}\right|, & при\ \left|S_{12}\right| > \left|S_{21}\right| \end{cases} \qquad (5)$$

$L_{КС,\ СРЕД}$ – среднее значение потерь кабельной сборки:

$$L_{КС,СРЕД} = \left|\frac{S_{21} + S_{12}}{2}\right| \qquad (6)$$

3.4.7.3 Параметры одного соединителя.

Потери одного соединителя в составе сборки равны:

$$L,\ [дБ] = L_{КС}/2 \qquad (7)$$

КСВН одного соединителя в составе сборки равен:

$$КСВН = \sqrt{КСВН_{КС}} \qquad (8)$$

Относительные погрешности одного соединителя в составе кабельной сборки вычисляются аналогично формулам (1, 4) с использованием формул (7, 8).

4 Требования к квалификации операторов

К выполнению измерений и обработке их результатов допускают инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющим опыт работы с радиотехническими элементами, блоками или установками, ознакомленный с эксплуатационной документацией на применяемые средства и вспомогательные устройства.

5 Требования безопасности

К работе допускается квалифицированный персонал, имеющий практический опыт в области радиотехнических измерений. При проведении измерений необходимо соблюдать требования: «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества. При проведении всех видов работ необходимо пользоваться антистатическим браслетом.

ВТУЛКА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

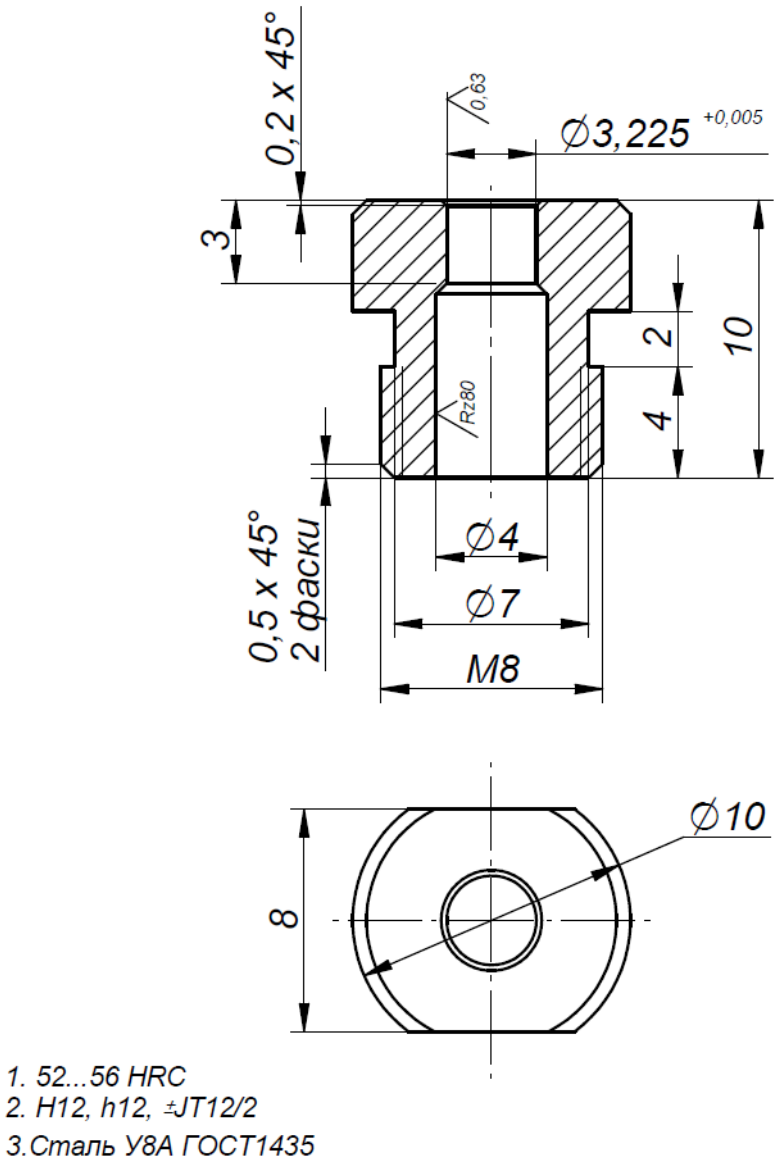
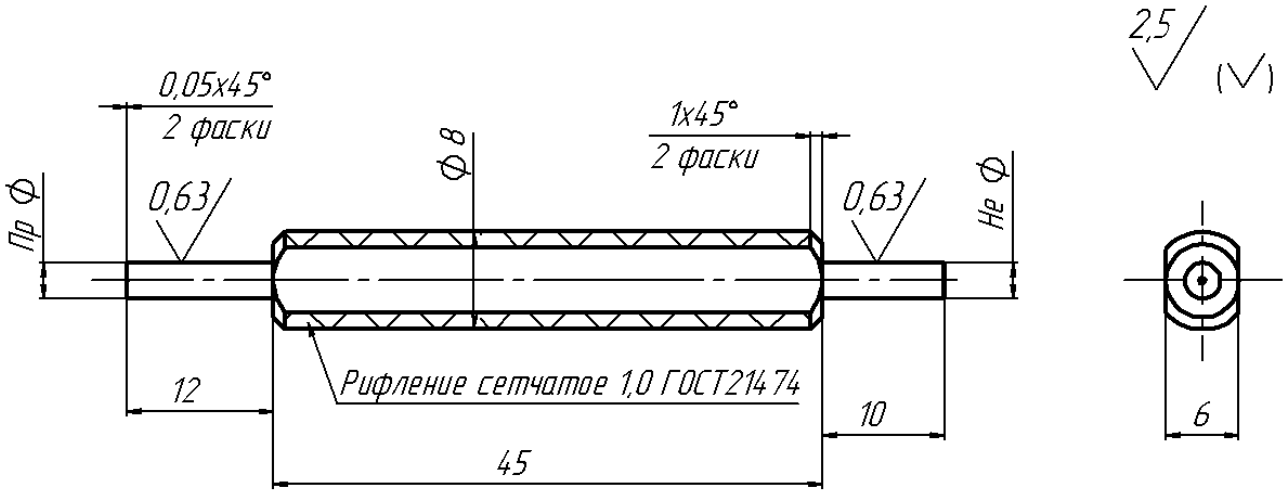


Рисунок Ж.1 - Втулка для проверки взаимозаменяемости кабельных соединителей

ПРОБКА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

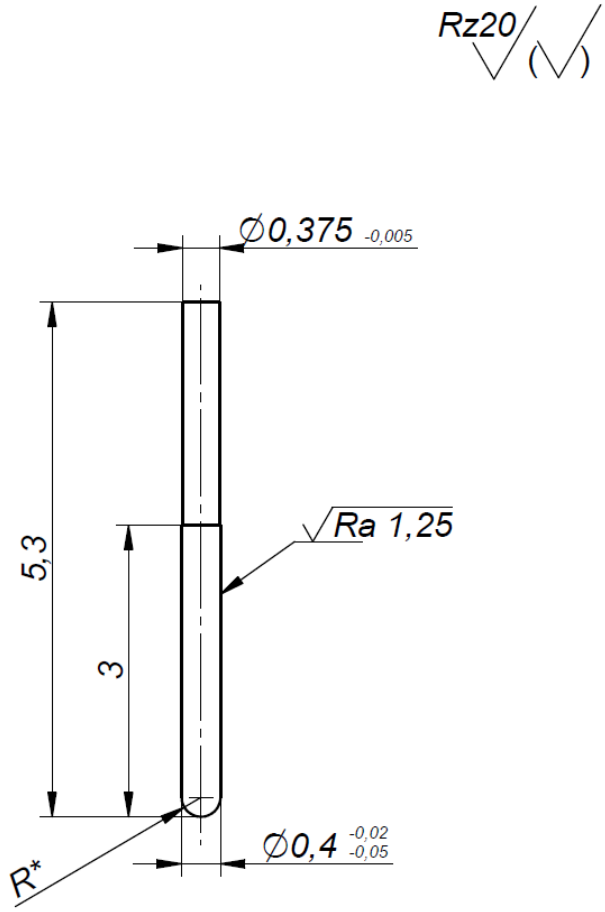


Номер калибра	Контролируемый размер	Пр Ф	Не Ф
РА9600764	Ф 2,93 Н10	$2{,}936_{-0{,}002}$	$2{,}971_{-0{,}002}$
-01	Ф 3 Н10	$3{,}006_{-0{,}002}$	$3{,}041_{-0{,}002}$
-02	Ф 3,15 Н10	$3{,}156_{-0{,}002}$	$3{,}191_{-0{,}002}$

1. 52...56 HRC
2. H12,h12, ±JT12/2
3. Изношенный размер Пр стороны калибра 2,93 мм.
4. Сталь У8А ГОСТ1435

Рисунок И.1 - Пробка для проверки взаимозаменяемости герметичных соединителей и соединителей для поверхностного монтажа типа «вилка»

КОНТРОЛЬНЫЙ ШТЫРЬ



1. 52...56 HRCэ
2. *Размер для справок.
3.Сталь У8А ГОСТ1435

Рисунок К.1 - Контрольный штырь для проверки усилия расчленения гнезда соединителей

ЗАВИСИМОСТЬ МИНИМАЛЬНОЙ НАРАБОТКИ ДО ОТКАЗА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

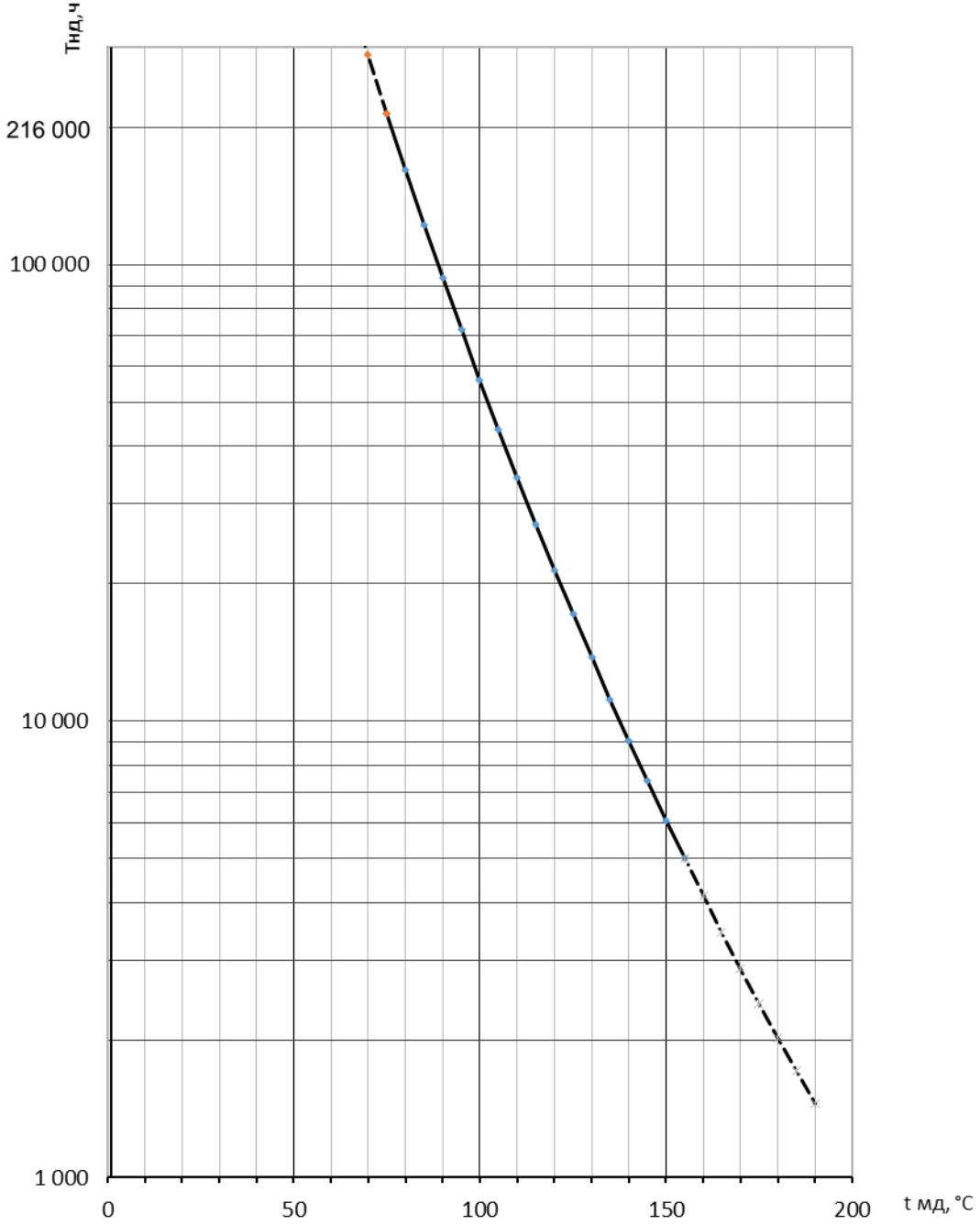


Рисунок 13 – Зависимость гамма-процентной наработки до отказа от температуры