

# ФИЛЬТРЫ ВЧ-/СВЧ-ДИАПАЗОНА КОМПАНИИ SARAS TECHNOLOGY

Фильтры ВЧ-/СВЧ-диапазона и устройства на их основе являются неотъемлемыми элементами многих радиотехнических систем. С их помощью решаются задачи разделения сигналов по полосе частот, улучшения отношения полезного сигнала и помех, обеспечения электромагнитной совместимости, объединения узкополосных сигналов и т.д. Требования к устройствам фильтрации постоянно возрастают. В данной статье рассмотрены соответствующие изделия компании Saras Technology, которая существенно продвинулась в направлении разработки и выпуска высокоэффективных фильтров, дуплексеров, мультиплексеров и других устройств.

Британская компания Saras Technology [1] — известный в мире производитель радиоэлектронных устройств ВЧ-/СВЧ-диапазона. Она была образована в 1998 году, а с 2004 года стала заниматься собственным производством радиоэлектронных компонентов и устройств. На территории Великобритании Saras Technology имеет все необходимые исследовательские, конструкторские и производственные подразделения. Главными направлениями деятельности компании являются разработка и выпуск мощных твердотельных усилителей, фильтров, дуплексеров, мультиплексеров.

Мощные усилители компании были рассмотрены в статье [2], данный материал посвящен фильтрам и другим устройствам на их основе. Характерные особенности этого направления деятельности Saras Technology — применение многих типов технологий для производства фильтров, общий широкий частотный диапазон разрабатываемых устройств, изготовление разнообразных устройств на основе фильтров, использование эффективных трехмерных моделей фильтров при их разработке.

Компания разрабатывает и производит следующие фильтры:

- на сосредоточенных элементах;
- керамические;
- механические — на гребенчатых структурах, на встречно-стержневых структурах, на объемных резонаторах;
- полосковые и микрополосковые фильтры;
- волноводные;
- трубчатые (tubular).

Фильтры на сосредоточенных элементах отличаются небольшими размерами, разнообразием используемых топологий, выпускаются для рабочих частот до 3 ГГц и выше. Керамические фильтры оптимальны для частот в диапазоне 200 МГц — 8 ГГц, характеризуются малыми вносимыми потерями, небольшими размерами и невысокой ценой. Механические фильтры на резонаторах и гребенчатых структурах отличаются высокой добротностью, значительной выдерживаемой мощностью, малыми потерями, сильным ослаблением в полосах заграждения и надежной, прочной конструкцией.

Полосковые фильтры на подвешенной подложке (suspended substrate filters) предназначены для частот 2–40 ГГц, имеют вносимые потери менее 1 дБ и на 60 дБ подавляют нежелательные частотные составляющие. Они отличаются высокой надежностью, высокой повторяемостью характеристик и могут использоваться в радиоэлектронных устройствах и системах при воздействии вибрации.

Волноводные фильтры имеют высокие рабочие частоты, высокую добротность и выпускаются как с узкими, так и с ши-

рокими полосами частот. Также предлагаются трубчатые фильтры (tubular), которые обеспечивают широкие полосы заграждения, высокую выдерживаемую мощность, они идеально подходят для подавления гармоник.

Среди фильтров и других устройств представлены изделия для поверхностного монтажа и с соединителями разных типов.

Высокочастотные фильтры и устройства на их основе Saras Technology находят широкое применение в гражданских системах мобильной связи, аппаратуре для вещания, специальных радиотехнических системах, в том числе предназначенных для авиационного использования.

Далее приведен краткий обзор основных групп фильтров и других устройств на основе фильтров, выпускаемых компанией.

## ПОЛОСОВЫЕ ФИЛЬТРЫ

Компания изготавливает керамические, механические резонаторные, микрополосковые, волноводные полосовые фильтры, а также полосовые фильтры на сосредоточенных элементах и полосковые на подвешенной подложке.

Типовые полосовые фильтры предназначены для оборудования систем мобильной связи. Так, модель LGSM066 имеет полосу пропускания 869–960 МГц, вносимые потери в центре полосы пропускания 0,5 дБ, ослабление сигнала по краям полосы пропускания 0,9 дБ, ослабление сигнала в полосах заграждения (DC–805, 1040–2400 МГц) составляет 50 дБ, размеры 75×70×16 мм.

Другой фильтр создан для мобильных систем с более высокой рабочей частотой. Он имеет полосу пропускания 1700–1880 МГц, вносимые потери на краях полосы пропускания 1 дБ, ослабление сигнала в полосах заграждения (DC–1570, 2035–4000 МГц): 50 дБ, габариты 90×45×20 мм.

Для этих полосовых фильтров сопротивление 50 Ом, обратные потери в полосе пропускания 16 дБ, диапазон рабочих температур –10...+60 °С, соединители — SMA Female.

Высокочастотный полосовой фильтр SSB085, изготовленный по полосковой технологии на подвешенной подложке, характеризуется широкой полосой пропускания 6–9 ГГц. Вносимые потери в полосе пропускания 1,5 дБ, а обратные 10 дБ. Ослабление на частотах 5,3 и 9,7 ГГц составляет 30 и 50 дБ соответственно. Фильтр имеет габариты 40×16×7 мм, выполнен с соединителями типа GPO и предназначен для промышленного диапазона температур –40...+85 °С.

Значимая подгруппа полосовых фильтров предназначена для использования в беспроводных видеокамерах. Для них разрабатываются и выпускаются перестраиваемые фильтры с по-

лосами 10, 24, 40, 80, 100, 200 МГц и специфическими по требованию заказчиков. Они могут работать на частотах от сотен МГц до 2 ГГц и выше. Эти компоненты отличаются низкими вносимыми потерями, хорошим подавлением внеполосных сигналов и малыми габаритами.

Так, полосовой фильтр для беспроводной камеры MCB012 имеет полосу 10 МГц (рис. 1).

Центральная частота фильтра определяется пользователем, вносимые потери составляют 2,2 дБ, обратные потери 12 дБ, сопротивление 50 Ом, ослабление в полосе заграждения 70 МГц от центральной частоты 70 дБ, размеры изделия 77×36×16 мм, соединители N-типа.

Интересная разработка компании — двухдиапазонный полосовой фильтр, имеющий две полосы пропускания — MDB001 (рис. 2.)

Он также предназначен для использования в беспроводных видеокамерах, используемых операторами на различных объектах. Его полосы пропускания 1985–2106 и 2175–2298 МГц, вносимые потери в полосах пропускания 2,5 дБ, обратные потери 14 дБ. Минимальное ослабление в полосах заграждения 1950–1980, 2110–2170 и 2302–2700 МГц 35 дБ. Устройство выдерживает мощность в 30 Вт. Его сопротивление 50 Ом, размеры 260×150×43 мм, соединители N-типа Female.

Компания занимается разработкой полосовых фильтров на основе волноводов, которые могут иметь широкую полосу пропускания — до 26,5 ГГц, при этом есть хорошие результаты по вносимым потерям — менее 0,5 дБ.

#### РЕЖЕКТОРНЫЕ ФИЛЬТРЫ

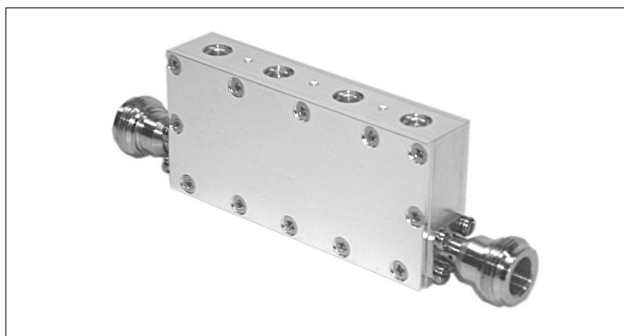
Для задач ослабления сигналов в нужной полосе (режекции) выпускаются фильтры следующих типов: на сосредоточенных элементах, механические с резонаторами, волноводные, а также полосковые на подвешенной подложке и микрополосковые.

В качестве примера здесь можно привести режекторный фильтр MCN001, характеризующийся хорошим уровнем подавления сигналов и небольшими вносимыми потерями. Он имеет полосу заграждения 2100–2200 МГц, полосы пропускания 1950–2100 и 2200–2400 МГц. Минимальное ослабление в полосе заграждения на частотах 2120–2170 МГц — 40 дБ, а на частоте 2112,7 МГц — 25 дБ. Вносимые потери в полосах пропускания 1,2 дБ, минимальные обратные потери в полосах пропускания 10 дБ. Размеры фильтра составляют 248×62×27 мм (без соединителей и элементов настройки). В фильтре используются соединители N-типа Female.

#### ДУПЛЕКСЕРЫ

Дуплексеры — это устройства развязки, которые обеспечивают работу передатчика и приемника с разными частотами на одну антенну. В них предусмотрено два узкополосных фильтра для каналов передачи и приема, при этом разница в их частотах, как правило, невелика. Компания предлагает дуплексеры на сосредоточенных элементах, керамические, на механических резонаторах, волноводного типа, а также полосковые на подвешенной подложке и микрополосковые.

В качестве примера выпускаемых компанией дуплексеров приведем модель MCD046 (рис. 3). С одной стороны корпуса устройства расположены порты передатчика и приемника, с другой стороны расположен общий антенный порт. Это дуплексер, рассчитанный на высокую мощность. Его полоса частот передачи составляет 1026–1034 МГц, полоса тракта приема 1085–1095 МГц. Для полосы передачи вносимые потери 2,5 дБ, обратные потери 14 дБ. Вносимые потери в полосе приема 1 дБ, обратные потери в полосе приема также 14 дБ. Минимальная развязка каналов передачи и приема 60 дБ. Ослабление на частотах вне рабочего диапазона 1001,



▲ Рис. 1. Фильтр для беспроводной камеры MCB012



▲ Рис. 2. Двухдиапазонный полосовой фильтр MDB001



▲ Рис. 3. Мощный дуплексер MCD046

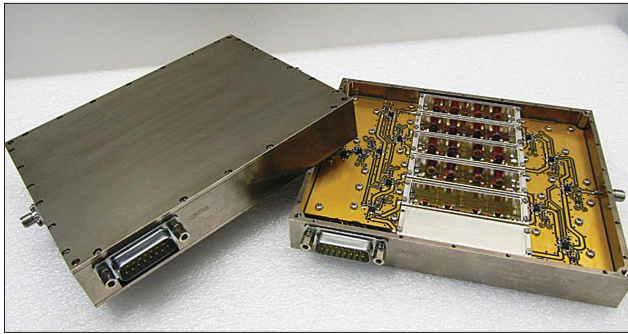
и 1120 МГц составляет 35 дБн. Подавление второй гармоники не менее 70 дБн.

Дуплексер выдерживает мощность в канале передачи в импульсном режиме 3 кВт (коэффициент заполнения 2%, длительность импульса 32 мкс), в непрерывном режиме 60 Вт. Максимальная входная мощность составляет 1 Вт. Диапазон рабочих температур устройства –40...+85 °С, его размеры 75×76×23 мм. На всех портах используются соединители SMA Female.

#### ДИПЛЕКСЕРЫ

Среди более сложных устройств на основе фильтров компания разрабатывает дуплексеры, триплексеры и другие многоканальные устройства. Для их изготовления применяется тот же перечень технологий, что и для дуплексеров.

Диплексер — устройство частотной развязки, позволяющее разделять и объединять частотные каналы для различных



▲ Рис. 4. Модуль переключаемых фильтров SFB026

частотных диапазонов. Диплексер — это делитель-сумматор мощности с добавленной функцией фильтрации. Компания выпускает такие устройства для различных рабочих частот.

Так, диплексер MCD018 имеет относительно невысокий диапазон рабочих частот, он предназначен для систем мобильной связи. Первая полоса пропускания составляет 1805–1990 МГц. Вносимые потери по краям полосы пропускания 0,7 дБ. Ослабление сигнала в полосе DC–1590 МГц составляет 50 дБ, целевое ослабление на частоте 1,57542 ГГц 51,6 дБ. Обратные потери в полосе пропускания 16 дБ.

Вторая полоса пропускания составляет 2110–2170 МГц. Вносимые потери также 0,7 дБ на границах диапазона, ослабление сигнала на частотах 2370–7000 МГц 50 дБ. Устройство предназначено для диапазона рабочих температур –10...+60 °С. Входное и выходное сопротивление 50 Ом. Входные и выходные соединители SMA Female.

Приведем характеристики другого изделия — высокочастотного и широкополосного диплексера. Он имеет диапазон рабочих частот 2–6 ГГц. Первая полоса пропускания (канал низких частот) составляет 2–3,9 ГГц, вносимые потери 1,5 дБ. Вторая полоса пропускания (канал высоких частот) 4,1–6 ГГц, вносимые потери также 1,5 дБ. Ослабление сигнала в полосе заграждения DC–1,7 ГГц: 60 дБн; в полосе заграждения 6,3–9 ГГц: 45 дБн. КСВН по входу/выходу 2:1. Диапазон рабочих температур –40...+71 °С. Размеры 45×42×7,5 мм, соединители SMA Female.

В группе диплексеров Saras Technology представлены и сверхширокополосные изделия. Например, высокочастотный диплексер, изготовленный по полосковой технологии на подвешенной подложке, имеет диапазон входных частот 2–40 ГГц. В полосе выходных частот 2–17,1 ГГц максимальные вносимые потери 1 дБ, а в полосе 18,9–40 ГГц — 1,5 дБ. При этом минимальное ослабление сигнала в полосе заграждения DC–1,7 ГГц — 60 дБ. Обратные потери составляют 10 дБ. На входном порте устройства и выходном порте с более высокими частотами используются соединители 2,9-мм (F), на относительно низкочастотном выходном порте используется соединитель SMA (F).

#### МУЛЬТИПЛЕКСЕРЫ

В группе мультиплексеров есть интересная разработка компании — устройство с пятью каналами (quintuplexer). Это новое изделие, которое было представлено недавно. Оно характеризуется высокими рабочими частотами и очень широкой полосой рабочих частот 1–18 ГГц. Полосы пропускания для пяти каналов составляют:

- 1–1,9 ГГц;
- 2,1–5,7 ГГц;
- 6,3–9,5 ГГц;
- 10,5–13,3 ГГц;
- 14,7–18 ГГц.

Максимальные вносимые потери в отдельных частотных каналах 1,5 дБ. Минимальные обратные потери на общем порте

в полосе 1–18 ГГц составляют 10 дБ. Минимальное подавление сигналов в полосах заграждения для всех пяти каналов находится на уровне 65 дБ. Устройство может функционировать в диапазоне температур –40...+70 °С. Габариты мультиплексера 105×50×7,5 мм.

#### МОДУЛИ С ПЕРЕКЛЮЧАЕМЫМИ ФИЛЬТРАМИ

Еще одна категория устройств на основе фильтров — модули с группой переключаемых фильтров (filter banks). Так, модуль переключаемых фильтров SFB026 (рис. 4) имеет полосу рабочих частот 50–500 МГц и шесть каналов. Его полосы пропускания:

- 50–75 МГц;
- 70–100 МГц;
- 95–150 МГц;
- 145–200 МГц;
- 195–300 МГц;
- 295–500 МГц.

Время переключения фильтров составляет 1 мкс, вносимые потери 5 дБ, типовая развязка 65 дБ, а минимальная 60, минимальные обратные потери 12 дБ, максимальная входная мощность 8 дБм, уровень второй и третьей гармоники на выходе (при входном сигнале 8 дБм) составляет –55 дБн.

Сопротивление устройства 50 Ом, напряжение питания 12–15 В, размеры модуля 150×120×25 мм. На радиочастотных портах используются соединители SMA Female, для управления и электропитания применен 15-контактный соединитель D-типа, где для управления задействуются 12 линий.

Компанией также предлагаются фильтры нижних и верхних частот. При разработке фильтров и других устройств учитываются требования заказчиков, в частности, при изготовлении корпусов фильтров. Также изготавливаются заказные сборки, к примеру, есть разработки диплексеров с интегрированным малошумящим усилителем.

В заключение можно сказать, что высокочастотные фильтры и устройства на их основе компании Saras Technology могут представлять интерес для различных потребителей в России. Представителем компании в России является ООО «Аврэк» [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт компании Saras Technology. [www.sarastech.co.uk/](http://www.sarastech.co.uk/)
2. Усилители компании Saras Technology//СВЧ электроника. 2020. № 1.
3. Сайт компании «Аврэк». [www.avrex.ru/](http://www.avrex.ru/)