

## Расширенные параметры фильтров на магнитостатических волнах

В.А. Дубовой, М.И. Мартынов

ОАО «Завод Магнетон»

**Аннотация:** Представлены результаты последнего года по созданию перестраиваемых полосно-пропускающих СВЧ фильтров на поверхностных магнитостатических волнах. Приведены параметры новых фильтров с широкой полосой пропускания и малым временем перестройки центральной частоты.

**Ключевые слова:** полосно-пропускающий фильтр на МСВ, минимальные потери, полоса пропускания, время перестройки центральной частоты, заграждение.

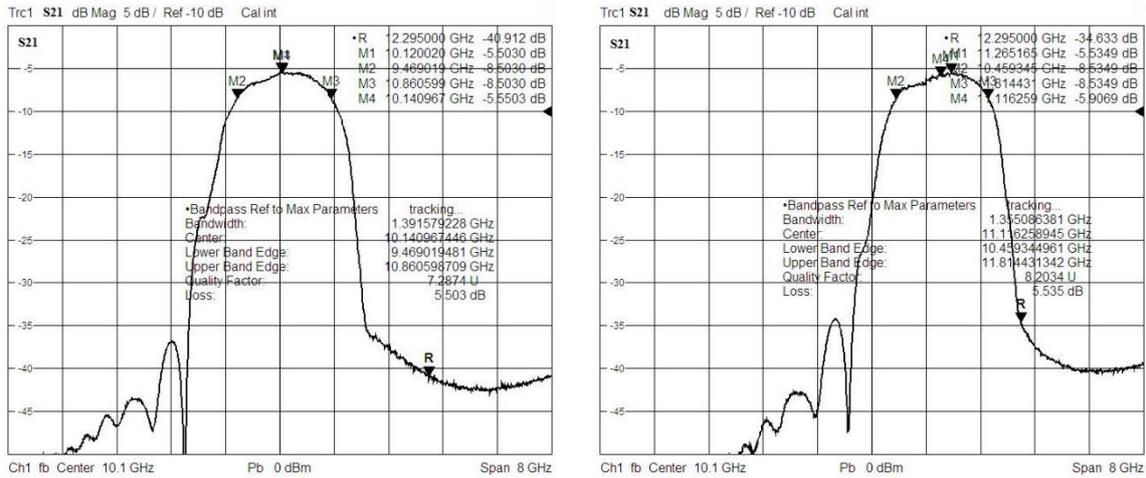
### 1. Фильтры с широкой полосой пропускания

Известные перестраиваемые фильтры на МСВ имеют ширину полосы пропускания не более 350 МГц [1,2]. В ОАО «Завод Магнетон» созданы образцы фильтров с шириной полосы пропускания более 1 ГГц, которые изготовлены на базе конструкции выпускаемых фильтров ФКИС2-12. Фотография фильтра представлена на рисунке 1.



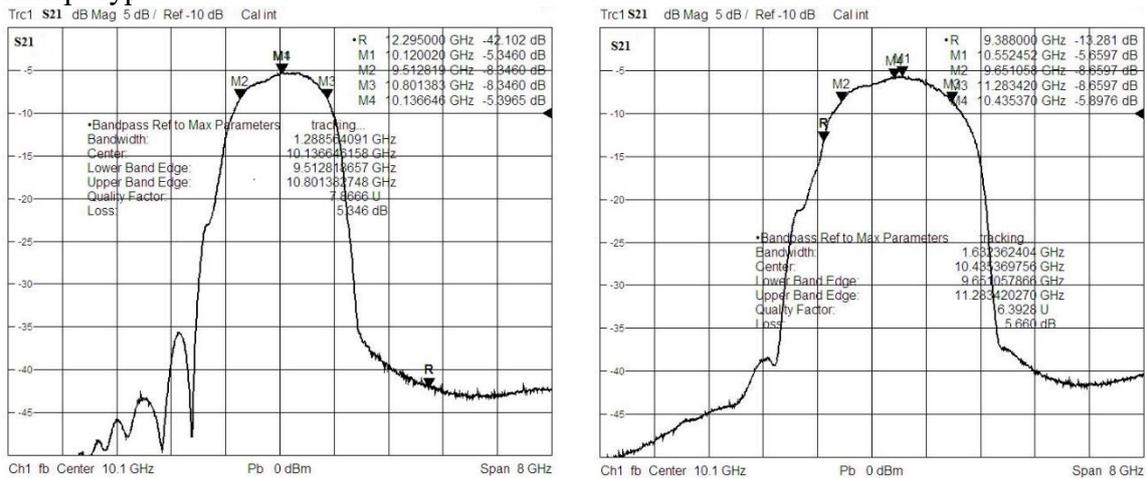
Рисунок 1. Фотография фильтра с широкой полосой пропускания

На рисунке 2 приведены амплитудно-частотные характеристики такого фильтра. Перестраиваемый фильтр с широкой полосой пропускания может найти применение в преселекторах для обработки сигналов с расширенным спектром. Фильтры имеют минимальные потери 5-6 дБ и полосу пропускания в пределах 1,0 ГГц – 1,6 ГГц, прямоугольность АЧХ более 2.



**Рисунок 2.** Амплитудно-частотные характеристики перестраиваемого фильтра с широкой полосой пропускания на частотах 10,5 и 11,5 ГГц в нормальных климатических условиях.

Испытания фильтров на воздействие повышенной и пониженной температуры показали, что потери фильтров мало изменяются (в пределах 0,5 дБ), однако наблюдается сужение полосы пропускания при плюс 64 °С до 1,28 ГГц, и расширение до 1,63 ГГц при минус 60°С. На рисунках 3 показаны АЧХ фильтра при воздействии температур.



**Рисунок 3.** АЧХ перестраиваемого фильтра с широкой полосой пропускания: при воздействии плюс 64 °С (слева), при воздействии минус 60°С (справа).

Минимальные потери могут быть снижены за счет уменьшения  $\Delta N$  материала ферритового слоя, а подавление вне полосы пропускания может быть увеличено до 50 дБ за счет экранировки полосковых и копланарных линий СВЧ фильтра.

Работа фильтра основана на возбуждении и распространении поверхностной МСВ и имеет развязку между входом и выходом более 20 дБ (Рисунок 4).

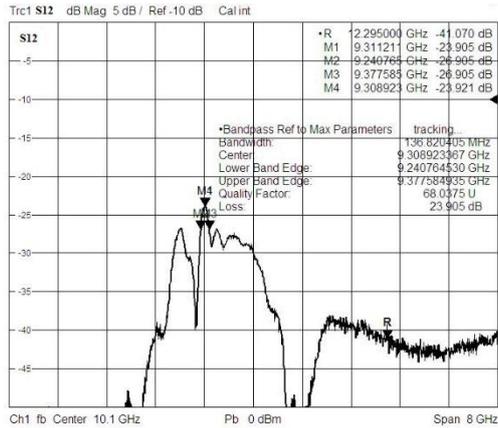


Рисунок 4.  $S_{12}$  перестраиваемого фильтра с широкой полосой пропускания

Фильтры позволяют без искажений пропускать сигналы с широким спектром, так как в полосе пропускания имеют небольшое время запаздывания (ГВЗ) примерно 0,8 – 1,5 нс и малую неравномерность ГВЗ, менее 1нс. На рисунке 5 приведены фазовая характеристика и характеристика ГВЗ. Полоса пропускания фильтра находится в частотном интервале между метками M2 и M3

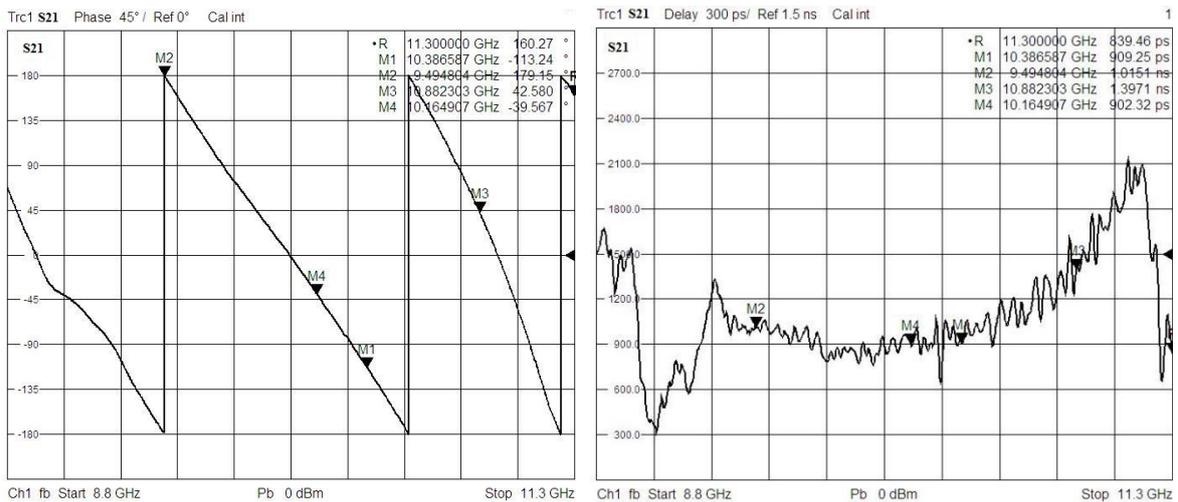


Рисунок 5. Фазовая характеристика и характеристика ГВЗ

## 2. Фильтры с быстрой перестройкой центральной частоты

Время перестройки центральной частоты другой важный параметр для фильтров. В частотном диапазоне от 2 до 14 ГГц созданы образцы быстроперестраиваемых фильтров, которые имеют минимальные потери менее 3,5 дБ, полосу пропускания 50 - 80 МГц, заграждение более 50 дБ и время перестройки менее 10 мкс при скачке центральной частоты на 500 МГц. Фотография фильтров приведена на рисунке 6.



Рисунок 6. Фотография быстроперестраиваемых фильтров

На рисунке 7 приведена осциллограмма перестройки фильтра на 300 МГц (синий цвет – импульс тока, подаваемый в катушки фильтра, красный – амплитуда сигнала СВЧ на выходе фильтра).

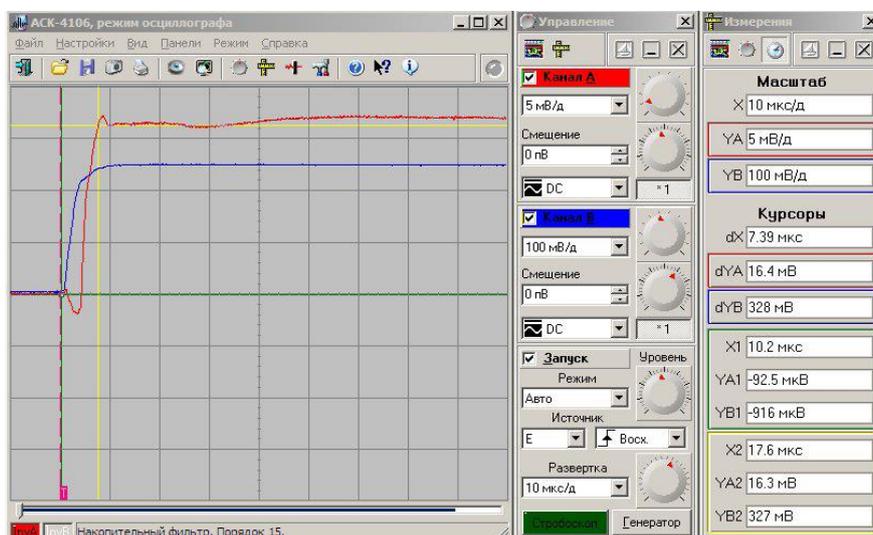


Рисунок 7. Осциллограмма перестройки фильтра

Фильтр имеет следующие характеристики управления: максимальный ток 250 мА, сопротивление катушек 2,7 Ом, индуктивность катушек 1,7 мГн.

## 5. Заключение

В рамках данной работы представлены два новых типа фильтров на магнитоэлектрических волнах, разработанных на ОАО «Завод Магнетон» за последний год.

Фильтры с широкой полосой пропускания, за счет уменьшения габаритных размеров, обладают перестройкой в 1 ГГц при токе менее 0,3 А, а также низким групповым временем задержки и высокой линейностью фазового набега в полосе пропускания.

Фильтры с быстрой перестройкой обладают высоким уровнем заграждения вне полосы пропускания.

### Список литературы

1. <http://magneton.ru/produkcziya/svch-priboryi/svch-filtryi>
2. Геворкян В., Кочемасов В., Устинов А. Перестраиваемые по частоте СВЧ-фильтры на основе ферритовых материалов. Часть 2. Компоненты и технологии, №4, 2017, с.25-32.