

Новые имена на российском рынке помехоподавляющих фильтров

Кива ДЖУРИНСКИЙ,
к. т. н.

В нашей стране достаточно хорошо известны зарубежные производители помехоподавляющих фильтров: Spectrum Control Inc. (США), Tusonics Inc. и Eurofarad (Франция), Murata (Япония) [1]. Российские дистрибьюторы этих компаний представляют их продукцию в своих рекламных материалах и на электронных выставках.

Однако аналогичную продукцию производят и несколько других крупных зарубежных компаний: Syfer Technology Inc. и Oxley Developments Ltd. (Великобритания), Corry Micronics Inc. (США), мало известные в нашей стране. Свою продукцию они демонстрируют только на зарубежных электронных выставках. В ноябре 2008 года эти фирмы были представлены на крупнейшей в мире Мюнхенской выставке электронных компонентов. Эти компании производят разнообразные керамические компоненты для подавления электромагнитных помех: приборные резьбовые и безрезьбовые, герметичные и негерметичные фильтры, фильтры для поверхностного монтажа, фильтры для больших токов и напряжений, фильтрующие платы, блоки и соединители.

Фильтры для поверхностного монтажа компаний Syfer Technology и Corry Micronics рассмотрены в работе [2]. Настоящая статья посвящена приборным фильтрам нижних частот компаний Syfer Technology, Oxley Developments и Corry Micronics. Приборные фильтры [3] составляют значительную часть их продукции.

О компаниях

Syfer Technology Inc.

Syfer Technology Inc. — английская компания, специализирующаяся на производстве

керамических компонентов, прежде всего керамических конденсаторов. Она имеет автоматизированное керамическое производство (керамика COG/NPO и X7R). Уже более 30 лет компания производит разнообразные многослойные дисковые конденсаторы и на их основе — все типы помехоподавляющих фильтров (рис. 1).

Продукция компании отвечает требованиям международных стандартов, сертифицирована и применяется в изделиях военного назначения (признана Европейским космическим агентством и НАСА). Компания Syfer Technology (www.syfer.com), наряду с Dielectric Laboratories Inc. (DLI), Novocar и Voltronics, входит в группу пассивных электронных компонентов — Ceramics Products Group (CPG). Главный офис компании расположен в Норвиче (Norwich).

При анализе параметров фильтров этой компании взяты данные из ее последнего каталога [4]. Они отличаются от данных сайта фирмы. В таблицах, приведенных в этой статье, данные с сайта указаны в скобках.

Oxley Developments Ltd.

Oxley Developments Ltd. — также английская компания, входящая в группу Oxley Inc., она является одним из мировых лидеров в разработке и производстве помехоподавляющих фильтров, фильтрующих сборок

и соединителей. Ее продукция применяется в изделиях военного назначения, устройствах телекоммуникации и промышленного контроля. Уже более 30 лет Oxley Developments (www.oxleygroup.com) поставляет свою продукцию (рис. 2) для использования в различных радиоэлектронных системах, компьютерах и периферийных устройствах, телевизионных устройствах, обеспечивая экономически эффективное решение проблемы электромагнитной совместимости.

Oxley Developments имеет 3 линии производства керамических конденсаторов: трубчатых, многослойных дисковых и планарных конденсаторных сборок. Сборка фильтров производится в чистых комнатах класса 10 000 или 100 (для критических применений).

Офис компании расположен в Алверстоне (Ulverston).

Corry Micronics Inc.

Corry Micronics Inc. (www.cormic.com) — американская компания, которая с 1970 года производит электронные компоненты, прежде всего для военного применения (авионика, спутниковые системы, навигация, телекоммуникации). Продукция компании сертифицирована и соответствует международному стандарту качества ISO 9001:2000. Corry Micronics имеет современное автоматизированное керамическое и сборочное производство филь-



Рис. 1. Продукция компании Syfer Technology

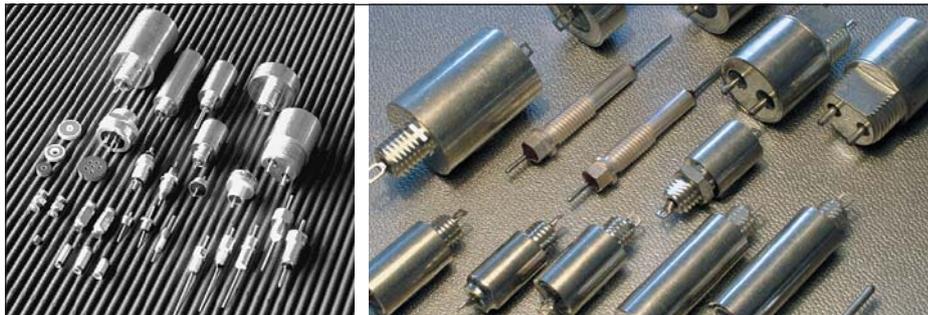


Рис. 2. Продукция компании Oxley Developments



Рис. 3. Участок керамики компании Corry Micronics Inc.

тров. Внешний вид производственного участка керамики показан на рис. 3.

Corry Micronics производит все типы фильтров, фильтрующих сборок и соединителей, а также разнообразные фильтры для больших напряжений и токов.

Миниатюрные проходные безрезьбовые фильтры, впаиваемые в корпуса изделий

Разработано и выпускается несколько конструктивных вариантов этих фильтров (solder in panel mount, solder in feedthrus, solder mounted):

1. Отдельные многослойные дисковые конденсаторы без центрального проволочного вывода и металлического корпуса (втулки). Минимальный наружный диаметр конденсаторов 2 мм, внутренний — 0,5 мм. Покрытие выводов — серебро-палладий, серебро-платина, золото по подслою никеля. Рабочее напряжение конденсаторов — от 50 В до 3 кВ. Внешний вид многослойных дисковых конденсаторов показан на рис. 4.
2. Многослойные дисковые конденсаторы с впаиваемыми центральными проволочными выводами без металлических корпусов.
3. Фильтры на основе дисковых конденсаторов в металлических корпусах (втулки с буртиками), герметизированные с обоих торцов эпоксидным компаундом.
4. Фильтры на основе дисковых конденсаторов в металлических корпусах (втулки с буртиками), герметизированные с одного из торцов корпуса металло-стеклянным спаем, а с другого — эпоксидным компаундом.

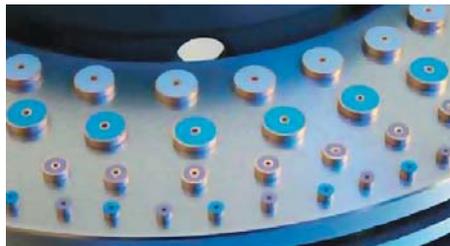


Рис. 4. Многослойные дисковые конденсаторы

5. Трубчатые конденсаторы с центральным выводом и металлической втулкой на наружной поверхности, герметизированные эпоксидным компаундом.

В подавляющем большинстве фильтры имеют С электрическую схему (С-фильтры) и представляют собой 3-выводной проходной конденсатор. Внешний вид фильтров в металлических корпусах показан на рис. 5.

Syfer Technology выпускает первые 4 варианта этих фильтров. Для изготовления дисковых конденсаторов эта компания применяет только сверхстабильные и стабильные керамические материалы COG/NPO и X7R [3]. Керамика COG/NPO имеет диэлектрическую проницаемость $\epsilon = (10-100)$. Ее применяют в конденсаторах с электрической емкостью от 10 до 680 пФ. Максимальное изменение емкости в диапазоне температур $-55...+125\text{ }^\circ\text{C}$ не превышает $30\text{ ppm}/^\circ\text{C}$. Керамика X7R имеет диэлектрическую проницаемость $\epsilon = (2000-4000)$ и применяется в конденсаторах большой емкости — до нескольких микрофарад. Изменение емкости в диапазоне температур $-55...+125\text{ }^\circ\text{C}$ не превышает $\pm 15\%$. Другие керамические материалы: Z5U, Y5V и X7W, хотя и имеющие высокую диэлектрическую проницаемость $\epsilon = (5000-25\ 000)$, Syfer Technology не применяет, так как они недостаточно термостабильны: $+22...-56\%$ и $+40...-90\%$ [3].

Syfer Technology выпускает фильтры с электрической емкостью от 10 пФ до 3,3 мкФ и номинальным током 10 А.

Oxley Developments производит все варианты миниатюрных проходных безрезьбовых фильтров с емкостью от 22 до 100 000 пФ и номинальным током 5 и 10 А. Отдельные дисковые конденсаторы без центрального вывода и металлического корпуса обозначаются D/-, конденсаторы с центральным выводом — DBZ/-, а фильтры в металлическом корпусе, герметизированные эпоксидным компаундом, — DBZ2/-Ref1. В этих обозначениях вместо знака (-) нужно подставить величину номинальной электрической емкости фильтра. Например, DBZ2/100Ref1 — фильтр в металлическом корпусе с емкостью 100 пФ, D/470 — отдельный дисковый конденсатор с емкостью 470 пФ. В обозначение герметичных фильтров добавляются буквы H или HU в зависимости от расположения металло-стеклянного спаивания на корпусе или с противоположной сто-

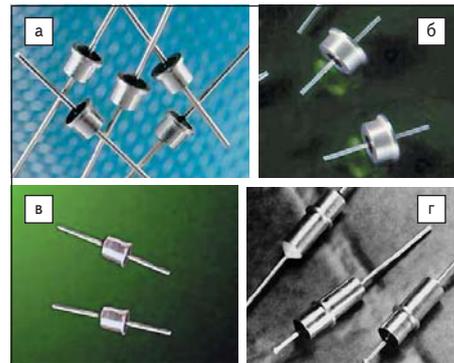


Рис. 5. Миниатюрные проходные безрезьбовые фильтры, впаиваемые в корпуса изделий компаний: а) Syfer Technology; б) Oxley Developments; в) Corry Micronics; г) «глазковые» фильтры Oxley Developments

роны. Второй торец корпуса фильтра герметизирован компаундом, окраска которого обозначает номинальную электрическую емкость фильтра. В фильтрах с емкостью 470 пФ она желтого цвета, с емкостью 4700 пФ — красного, а с емкостью 100 000 пФ — светлокоричневого. Покрытие корпуса и вывода фильтров серии DBZ/- серебристое, серии DBZ2/- золотое.

Кроме того, Oxley Developments выпускает «глазковые» фильтры (eyelet filters) с С и Р электрическими схемами, соответственно SLT/1C/1000 и SLT/1P/- . Эти фильтры изготовлены на основе трубчатого конденсатора, на наружной поверхности которого укреплен втулка из латуни, покрытая серебром. При помощи этой втулки фильтр впаивают в корпус изделия. Центральный вывод фильтров диаметром 0,7 мм на одном конце имеет утолщение диаметром 1 мм и длиной 0,5 мм для удобства соединения вывода с накручиваемым и припаяваемым к нему проводником. Номинальный ток фильтров 10 А.

Corry Micronics выпускает герметичные фильтры в металлических корпусах. Герметичность обеспечивает металло-стеклянный спай с одного из торцов корпуса. Другой торец герметизирован эпоксидным компаундом. Компания выпускает фильтры с электрической емкостью от 5 до 27 000 пФ. Пределы изменения емкости $0...+100\%$ в диапазоне температур $-55...+125\text{ }^\circ\text{C}$. Фильтры, в которых металло-стеклянный спай расположен со стороны буртика на корпусе, обозначают GC128-03***, с противоположной стороны — GC128-04***, где (***) — номинальная емкость фильтра.

Основные параметры всех фильтров приведены в таблице 1.

Расчетные величины вносимого затухания фильтров компании Syfer Technology с разными электрическими схемами в зависимости от электрической емкости и частоты приведены в таблице 2.

Таблица 1. Основные параметры безрезьбовых С-фильтров

Обозначение серий и отдельных фильтров	Особенности конструкции	Электрическая емкость	Напряжение, В	Вносимое затухание, дБ/на частотах, МГц				
				1	10	100	1000	
Syfer Technology								
SFSSC	Дисковый конденсатор ØD мм, с впаиваемым выводом Ø0,7 мм	ØD2,3	10 пФ – 47 нФ	50–500	См. таблицу 2			
		ØD2,8	10 пФ – 100 нФ					
		ØD3,0	10 пФ – 150 нФ					
		ØD5,0	4,7 нФ – 680 нФ					
SFSRC	Дисковый конденсатор в металлическом корпусе ØD мм. Вывод Ø0,7 мм	ØD8,75, вывод 1 мм	1,5 нФ – 3,3 мкФ (2,2 мкФ)	50–500	См. таблицу 2			
SFSTC		ØD2,8	10 пФ – 47 нФ (10 нФ)					
SFSUC		ØD3,25	10 пФ – 100 нФ (33 нФ)					
Oxley Developments								
dBZ/-/Ref1	Дисковый конденсатор в металлическом корпусе Ø5,6 мм с буртиком. Вывод Ø0,75 мм	22 пФ	50 (-40...+85 °C) и 25 (+100 °C)	–	–	3	15	
		47 пФ		–	–	5	20	
		100 пФ		–	–	8	28	
dBZ/-	Дисковый конденсатор Ø5,2 мм, толщиной 2 мм с выводом Ø0,75 мм	330 пФ	50 (-40...+85 °C) и 25 (+100 °C)	–	2	18	34	
		470 пФ		–	3	20	40	
		680 пФ		–	4	22	40	
		1000 пФ		–	9	27	40	
D/-	Дисковый конденсатор Ø5,2 мм, внутреннее отверстие Ø0,82 мм, толщиной 2,2 мм	4700 пФ	50 (-40...+85 °C) и 25 (+100 °C)	3	20	38	53	
		10 000 пФ		8	27	44	63	
		47 000 пФ		20	41	45	74	
		100 000 пФ		25	45	57	75	
dBZ2/C/10/, dBZ2/C/10/H, dBZ2/C/10/HU	Дисковый конденсатор в металлическом корпусе Ø3,35 мм, длиной 2,92 мм с буртиком. Вывод Ø0,75 мм. Герметизация компаундом или металло-стеклянным спаем с одного торца корпуса и компаундом с другого торца	10 пФ	200 (-55...+85 °C) и 25 (+125 °C)	–	–	–	7	
		500 пФ		–	3	20	40	
		1000 пФ		–	9	26	40	
		2700 пФ		–	17	35	50	
dBZ2/C/5000/, dBZ2/C/5000/H, dBZ2/C/5000/HU	Дисковый конденсатор в металлическом корпусе Ø3,35 мм, длиной 2,92 мм с буртиком. Вывод Ø0,75 мм. Герметизация компаундом или металло-стеклянным спаем с одного торца корпуса и компаундом с другого торца	5000 пФ	200 (-55...+85 °C) и 100 (+125 °C)	–	20	38	53	
		1000 пФ		–	5	24	40	
		680 пФ		–	4	35	60	
		1500 пФ		1	12	50	75	
SLT/1C/1000	Трубчатый конденсатор длиной 7,5 и 11 мм с металлической втулкой Ø3,2 и 3,7 мм. Герметизация компаундом	5000 пФ	200 (-55...+85 °C) и 100 (+125 °C)	4	25	70	75	
SLT/1P/680		–		–	–	–		
SLT/1P/1500		–		–	–	–		
SLT/1P/5000	–	–	–	–	–	–	–	
Corry Micronics								
GC-128-03-000	Дисковый конденсатор в металлическом корпусе Ø3,35 мм, длиной 2,92 мм с буртиком, вывод Ø0,75 мм. Герметизация компаундом или металло-стеклянным спаем с одного торца корпуса и компаундом с другого торца	5 пФ	100	–	–	–	–	
GC-128-04-000		100 пФ	100	–	–	3	20	
GC-128-03-101P		500 пФ	100	–	–	15	35	
GC-128-04-101P		1000 пФ	100	–	5	20	35	
GC-128-03-102P		5000 пФ	100	–	15	30	45	
GC-128-04-102P		27 000 пФ	50	10	28	42	65	
GC-128-03-273P								
GC-128-04-273P								

Corry Micronics рассчитывает величину вносимого затухания С-фильтров (в дБ) по формуле:

$$\alpha = 20 \log \sqrt{1 + (50pfC)^2}$$

где f — частота, Гц; C — емкость фильтра, Ф.

Фильтры для прессовой установки

Все три компании выпускают миниатюрные герметичные фильтры для прессовой посадки в корпуса изделий (press fit filters, press in filters, press in feedthrough). Эти фильтры предназначены для установки в изделия, в которых пайка недопустима. Фильтры имеют электрическую схему С, и их параметры аналогичны параметрам стандартных резьбовых и безрезьбовых С-фильтров. Для обеспечения прессовой посадки на корпусе фильтра сделана накатка, а диаметр отверстия, в которое за-

прессовывают фильтр, приблизительно на 0,1 мм меньше диаметра фильтра в области накатки. Например, фильтры Oxley Developments

Таблица 3. Основные параметры фильтров для прессовой установки

Обозначение фильтров	Особенности конструкции	Емкость	Номинальное напряжение, В	Величина вносимого затухания, дБ / на частотах, МГц				
				1	10	100	1000	
Syfer Technology								
GC (серия)	Герметизация металло-стеклянным спаем и компаундом	5 пФ – 30 нФ	100	См. таблицу 2				
Oxley Developments								
dBZ2/C/10/PF	Корпус Ø3,4 мм, длиной 3,6 мм. Накатка Ø5,1 ±0,1 мм, длина 0,8 мм. Вывод Ø0,75 мм. По требованию заказчика могут быть изготовлены фильтры с емкостью 1 нФ	10 пФ	200 (-55...+85 °C) и 100 (+125 °C)	–	–	–	7	
dBZ2/C/500/PF		500 пФ		–	3	20	40	
dBZ2/C/1000/PF		1000 пФ		–	9	25	40	
dBZ2/C/2700/PF		2700 пФ		–	17	35	50	
dBZ2/C/5000/PF		5000 пФ		–	20	38	53	
Corry Micronics								
GC136-03-00	Накатка Ø3,63 мм, длина корпуса 2,79 мм. Вывод Ø0,76 мм. Герметизация металло-стеклянным спаем и компаундом	5 пФ	100	–	–	–	–	
GC136-03-101P		100 пФ		–	–	3	20	
GC136-03-501P		500 пФ		–	–	15	35	
GC136-03-102P		1000 пФ		–	5	20	35	
GC136-03-502P		5000 пФ		–	15	30	45	
GC136-03-273P		27 000 пФ		10	28	42	65	
GC136-03-303P		30 000 пФ		50	10	28	42	65

Таблица 2. Вносимое затухание фильтров компании Syfer Technology

Емкость фильтров	Схема	Величина вносимого затухания, дБ/на частотах, МГц			
		1	10	100	1000
22 пФ	C	–	–	–	10
	L-C	–	–	–	12
	P _i	–	–	1	12
220 пФ	C	–	–	10	29
	L-C	–	–	12	30
	P _i	–	–	12	41
1,5 нФ	C	–	7	26	45
	L-C	–	9	29	48
	P _i	–	9	38	70
4,7 нФ	C	1	16	36	55
	L-C	1	18	39	57
	P _i	1	18	59	70
10 нФ	C	4	22	41	60
	L-C	4	23	43	63
	P _i	5	28	68	70
100 нФ	C	22	41	57	70
	L-C	22	44	60	70
	P _i	22	70	70	70
1 мкФ	C	41	61	70	70
	L-C	41	61	70	70



Рис. 6. Фильтры для прессовой установки

с диаметром накатки 5,1 ±0,1 мм запрессовывают в отверстие диаметром 5,0 ±0,02 мм. Фильтры герметизированы металло-стеклянным спаем и эпоксидным компаундом, окрашенным в разные цвета в зависимости от емкости фильтра. При емкости 1000 пФ цвет коричневым, 5000 пФ — красный и т. д.

Внешний вид фильтров для прессовой установки показан на рис. 6, а их основные параметры представлены в таблице 3.

Миниатюрные резьбовые фильтры

Резьбовые фильтры (bolt in filters, threaded filters) предназначены для вкручивания в резьбовые отверстия в корпусах изделий (рис. 7). Миниатюрными принято считать фильтры с резьбой от 2–56UNC-2A до 1/4–28UNEF-2A.

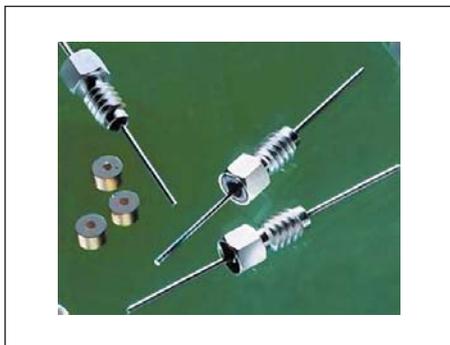


Рис. 7. Миниатюрные резьбовые фильтры, герметизированные компаундом

Компании Syfer Technology и Oxley Developments выпускают также фильтры с метрической резьбой М3×0,5–6g, М3,5×0,6–6g, М5×0,8–6g и М6×0,75–6g. Резьбовые фильтры имеют C, L-C, P_i или T электрическую схему. Миниатюрные резьбовые фильтры герметизированы эпоксидным компаундом.

Все три компании выпускают широкую номенклатуру миниатюрных резьбовых фильтров, отличающихся конструкцией и видом резьбы на корпусах фильтров, электрической емкостью (от 5 пФ до 3,3 мкФ), номинальным напряжением (от 25 В до 3 кВ) и током (10–15 А). Кроме того, компании предлагают изготовление фильтров по техническим требованиям заказчика.

Syfer Technology выпускает 13 серий миниатюрных резьбовых фильтров, в каждой из которых насчитывается до десятка фильтров с электрическими схемами C, L-C, P_i и T, с емкостью от 10 пФ до 3,3 мкФ, напряжением до 3 кВ и током до 15 А.

Oxley Developments производит наибольшее количество миниатюрных резьбовых фильтров (более 170 наименований) с емкостью до 1,2 мкФ. Среди них имеются панельные проходные фильтры, закрепляемые с обратной стороны панели при помощи фигурной шайбы и гайки. Выпускаются фильтры, центральный вывод которых на одном конце имеет утолщение (обычно Ø1×0,5 мм) для надежного присоединения проволочных проводников.

Corry Micronics выпускает более 80 типов миниатюрных резьбовых фильтров с дюймовой и метрической резьбой на корпусе. Фильтры имеют емкость не более 10 нФ, что достаточно для эффективного подавления электромагнитных помех в диапазоне частот выше 10 МГц. Номинальное напряжение фильтр — 200–500 В.

Таблица 4. Основные параметры миниатюрных резьбовых фильтров

Обозначение серии фильтров	Схема	Вид резьбы / диаметр вывода, мм	Емкость	Напряжение, В/ток, А	Вносимое затухание, дБ/на частотах				
					1 МГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц
Syfer Technology									
SFAA	C	4-40UNC-2A/0,7	10 пФ – 150 нФ (47 нФ)	50–500/10	См. таблицу 2				
SFAJ	C, L-C	M3×0,5–6g/0,7							
SFAB		6-32UNC-2A/0,7							
SFAK	C, L-C, T	M3,5×0,6–6g/0,7							
SFBC	C, L-C, P _i	8-32UNC-2A/0,7	10 пФ – 94 нФ (47 нФ)						
SFBL		M4×0,7–6g/0,7	10 пФ – 150 нФ (47 нФ)						
SFBD	C, L-C, P _i , T	12-32UNEF-2A/0,7	10 пФ – 300 нФ (94 нФ)						
SFCD	C, L-C, P _i		10 пФ – 680 нФ (470 нФ)						
SFCI	C, L-C	2BA/0,7							
SFBM	C, L-C, P _i , T	M5×0,8–6g/0,7	10 пФ – 300 нФ (94 нФ)						
SFCM	C, L-C		10 пФ – 680 нФ (470 нФ)						
SFJE	C, L-C	4-28UNEF-2A/1,0	100 пФ – 3,3 мкФ (2,2 мкФ)	50–3000/15					
SFJN		M6×0,75–6g/1,0							
Oxley Developments									
DCT***N(P)-*** (24 типа)		4-40UNC-2A/0,8 8-32UNC-2A/1,0 12-32UNEF-2A/1,0 M3×0,5–6g/1,0	45 нФ – 1 мкФ	50–300 (–55...+85 °C)/10–15	0–40	0–52	2–70	17–70	28–70
DCT418(419)N-*** (22 типа). Вывод с буртиком на одном конце	C	M5×0,8–6g/0,7 4-40UNC-2A/0,6 2 BA/0,6 6-32UNC-2A/0,6; 0,7; 0,9	0,022–47 нФ	100–200 (–55...+85 °C)/10	–	1–34	1–53	6–62	33–65
FLTM/C/*** (5 типов)		M5×0,8–6g/0,7	47–8200 пФ	350–500	0–6	0–23	6–40	23–50	–
FLT(M)/P/*** (6 типов)	P _i	12-32UNEF-2A/0,7	680–5000 пФ	(–55...+85 °C)/10	0–4	4–25	35–40	70–75	–
DLT/*** (11 типов). Вывод с буртиком Ø1×0,5	C	M5×0,8–6g/0,7 2 BA/0,7	22–100 нФ	50–100 (–55...+85 °C)/10	0–25	0–45	0–57	15–75	–
DLT4/C/*** (6 типов). Вывод с буртиком	C	6-32UNC-2A/0,7	330–22 000 пФ	100–200 (–55...+85 °C)/10	0–12	2–30	18–50	35–68	–
DLT4/L/*** (6 типов)					0–12	2–31	20–54	38–70	–
DLT418(419)N-*** (6 типов)	L-C	M5×0,8–6g/0,7, 0,9 2 BA/0,7, 0,9	10–100 мкФ	80–200 (–55...+85 °C)/10 50–175 (до 125 °C)/10	–	21–41	40–60	48–65	62–65
DLT607N-*** (6 типов)		6-32UNC-2A/0,7, 0,9	0,33–22 мкФ		–	2–28	11–47	32–55	54–65
DLT2/C/*** (2 типа). Вывод с буртиком Ø1×0,5	C	6-32UNC-2A/1,0	1–2 мкФ	80 (–55...+85 °C)/15 50 (до 125 °C)/15	44	54	77	80	80
DLT2/L/*** (2 типа). Вывод с буртиком Ø1×0,5	L-C				47	58	85	90	90
Corry Micronics									
FT2-01-*** (4 типа)		1/4-28UNEF-2A	1000–1500 нФ	500	–	5	20–25	28–30	–
FT2-02-*** (5 типов)			1–10 нФ		–	5	5–24	20–35	–
FT3-01-*** (7 типов)		8-32UNC-2A	10–5000 нФ	200	–	0–15	0–35	5–42	–
FT3-02-*** (6 типов)					–	5	20	28	–
FT3-19-01			1000 нФ	400	–	5	20	28	–
FT10-05-*** (3 типа)	C	12-28UNC-2A	1–10 нФ	500	0–5	5–20	20–35	28–50	–
FT10-06-*** (3 типа)			3000, 10 000 нФ		0–5	10–20	30–35	42–50	–
FT10-07-*** (3 типа)			1000, 2500, 3000 нФ		–	5–10	20–30	28–42	–
FT10-09-*** (3 типа)			1000, 3000, 10 000 нФ		0–5	5–20	20–35	28–50	–
FT12-03-*** (6 типов)					–	5–15	25–35	30–42	–
FT12-05-*** (5 типов)		4-40UNC-2A	100–5000 нФ	200	–	0–15	5–35	23–42	–
FT12-06-*** (6 типов)					–	0–15	5–35	23–42	–
FT20-06-*** (5 типов)		8-32UNC-2A	5–3000 нФ		–	0–15	5–35	23–42	–
FT20-08-*** (3 типа)			500–3000 нФ		–	0–10	5–30	25–42	–
FT22-02-*** (4 типа)		6-32UNC-2A	1000–5000 нФ	100	–	5–15	20–35	28–42	–
FT24-01-*** (5 типов)					–	5–15	20–35	28–42	–
FT24-02-*** (5 типов)		4-40UNC-2A	10–27 000 нФ	200	–	0–28	0–42	5–55	–
FT24-05-*** (5 типов)					–	0–28	0–42	5–55	–
FTF2-01		1/4-28UNEF-2A	8000 нФ	1500	–	30	60	60	–
FTF3-02, FTF3-15	P _i	8-32UNC-2A	1500 нФ	200	–	5	42	70	–
FTF10-03		12-32UNC-2A	5500 нФ		–	20	50	65	–
FTF20-08, FTF20-11		8-32UNC-2A	1000 нФ	100	–	5	42	65	–

Основные параметры миниатюрных резьбовых фильтров этих компаний приведены в таблице 4. Приведенные в ней величины вносимого затухания имеют широкий интервал значений в зависимости от величины емкости фильтров. Минимальное вносимое затухание соответствует минимальной емкости, максимальное — наибольшей емкости.

Резьбовые фильтры без шестигранной головки

В последнее время в связи с возрастанием плотности компоновки устройств, в которых требуется установка большого числа фильтров, получили распространение резьбовые фильтры без шестигранной головки (spanner

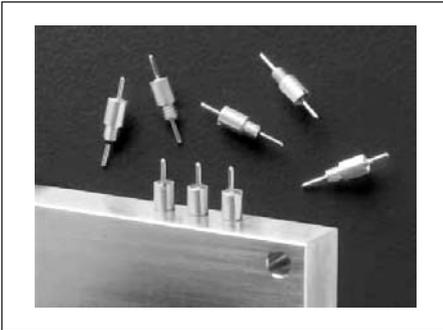


Рис. 8. Резьбовые фильтры без шестигранной головки

head filters, spanner bushing filters, microslim filters). Для вкручивания в изделие на торце круглой головки фильтра сделана прорезь для специального инструмента (рис. 8).

Основные параметры фильтров приведены в таблице 5.

Эти фильтры обеспечивают наименьшее межцентровое расстояние (2,7 мм) при их установке в ряд. Они нашли применение в усилителях, синтезаторах частоты и других изделиях с плотной компоновкой.

Герметичные фильтры для больших напряжений и токов

Герметичные резьбовые фильтры для больших токов и напряжений (рис. 9) широко применяют в источниках питания, системах зажигания, медицинской аппаратуре.

Фильтры имеют электрическую схему *C*, *L-C*, *P_i* или *T* и емкость до нескольких микрофард. Они эффективно подавляют электромагнитные помехи на частотах, начиная с нескольких килогерц. Герметичность фильтров обеспечивает их применение в агрессивных средах. Рабочий диапазон температур: -55...+125 °C.

Oxley Developments выпускает около 370 наименований этих фильтров, Corry Micronics и Syfer Technology — приблизительно по 90 типов.

Oxley Developments выпускает фильтры с номинальным напряжением до 600 В, током до 15 А и емкостью до 3 мкФ.

Syfer Technology производит 6 серий мощных герметичных фильтров с *L-C* и *P_i* электрическими схемами. Фильтры имеют емкость до нескольких микрофард и эффективно подавляют помехи с частотой более 30 кГц. Номинальный ток фильтров до 15 А, напряжение — до 450 В.

Герметичные фильтры Corry Micronics имеют номинальный ток 50, 150 и 200 А, рабочее напряжение 200 В и емкость до 1 мкФ.

Заключение

Компании Syfer Technology Inc., Oxley Developments Ltd. (Великобритания) и Corry Micronics Inc. (США) выпускают широкий ассортимент помехоподавляющих фильт-

Таблица 5. Параметры миниатюрных резьбовых фильтров без шестигранной головки

Обозначение фильтров	Вид резьбы/ диаметр головки, мм	Схема	Емкость фильтров	Напряжение, В/Ток, А	Вносимое затухание, дБ/на частотах					
					1 МГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц	
Syfer Technology										
SFNOС	M2,5×0,45-6g/3,5	<i>C</i>	10 нФ — 47 нФ (10 нФ)	100-50/10	См. таблицу 2					
SFKB	6-32UNC-2A/4,4	<i>C, L-C</i>	10 нФ — 150 нФ (47 нФ)	500-50/10						
SFKK	M3,5×0,6-6g/4,4	<i>C, L-C, T</i>	10 нФ — 150 нФ (47 нФ)							
SFLM	M5×0,8-6g/6,0	<i>C, L-C, T, P_i</i>	10 нФ — 150 нФ (94 нФ)							
SFUM	M5×0,8-6g/6,0	<i>C</i>	10 нФ — 150 нФ (47 нФ)	3000-50/15						
SFJE	1/4-28UNF-2A/9,8	<i>C, L-C</i>	100 нФ — 3,3 мкФ (2,2 мкФ)							
SFIN	M6×0,75-6g/9,8	<i>C, L-C</i>	100 нФ — 3,3 мкФ (68 нФ)							
Oxley Developments										
DLT4/C/330/XH	6-32UNC-2A/4,4	<i>C</i>	330 нФ	200 (-5...+85 °C)/10 100 (+125 °C)/10	-	2	18	35	60	
DLT4/C/680/XH			680 нФ		1	4	22	35	70	
DLT4/C/1000/XH			1000 нФ		1	9	26	40	70	
DLT4/C/4700/XH			4700 нФ		3	20	36	50	70	
DLT4/C/10000/XH			10 000 нФ		8	27	44	63	70	
DLT4/C/22000/XH			22 000 нФ		12	20	36	50	70	
DLT4/L/330/XH		330 нФ	<i>L-C</i>		330 нФ	-	2	20	38	60
DLT4/L/680/XH		680 нФ			1	4	24	38	70	
DLT4/L/1000/XH		1000 нФ			1	9	28	43	70	
DLT4/L/4700/XH		4700 нФ			3	21	38	56	70	
DLT4/L/10000/XH		10 000 нФ			6	28	48	70	70	
DLT4/L/22000/XH		22 000 нФ			12	31	54	70	70	
Corry Micronics										
FT26-01-00, FT27-01-00	2-56UNC-2A для серии (FT26-01/***)	<i>C</i>	10 нФ	100/5 для серии (FT26-1/***)	См. таблицу 4					
FT26-01-101P, FT27-01-101P			100 нФ							
FT26-01-501P, FT27-01-501P			500 нФ							
FT26-01-102P, FT27-01-102P	4-40UNC-2A для серии (FT27-01/***)	1000 нФ	100/10 для серии (FT27-1/***)							
FT26-01-302P, FT27-01-302P		3000 нФ								
FT26-01-502P, FT27-01-502P		5000 нФ								



а

б

Рис. 9. Герметичные фильтры для больших напряжений и токов: а) компании Oxley Developments; б) компании Syfer Technology

ров всех необходимых типов. Эти фильтры нашли применение в различной радиоэлектронной и электротехнической аппаратуре, системах телекоммуникации и других областях техники. Выпускаемые фильтры сертифицированы, отвечают требованиям международных стандартов и предназначены как для гражданского, так и военного применения.

Кроме того, компании производят разнообразные фильтрующие сборки, блоки и соединители, обеспечивающие экономичное решение проблемы электромагнитной совместимости.

Литература

1. Джурицкий К. Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ. М.: Техносфера, 2006.
2. Джурицкий К. Помехоподавляющие фильтры для поверхностного монтажа // Компоненты и технологии. 2009. № 2.
3. Джурицкий К. Зарубежные миниатюрные фильтры нижних частот. Ключ к информации о фильтрах // Компоненты и технологии. 2009. № 1.
4. EMI Filters. Проспект компании Syfer Technology Inc., 2008.