

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



Рис. 1. Продукция компании Syfer Technology

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-

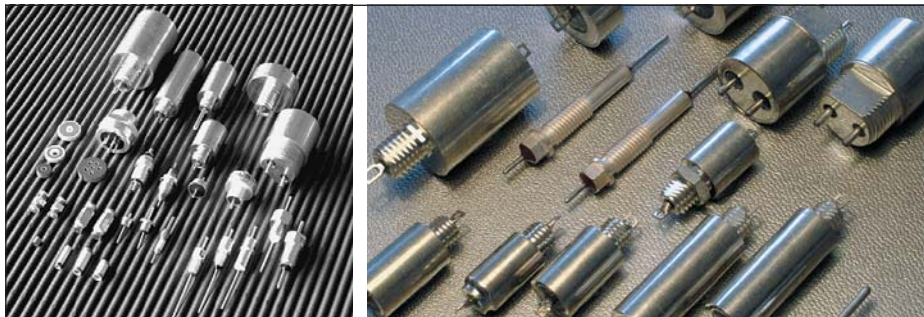


Рис. 2. Продукция компании Oxley Developments



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.

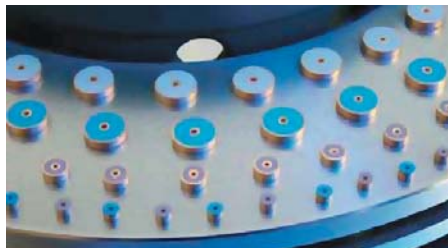


Рис. 4. Многослойные дисковые конденсаторы

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-

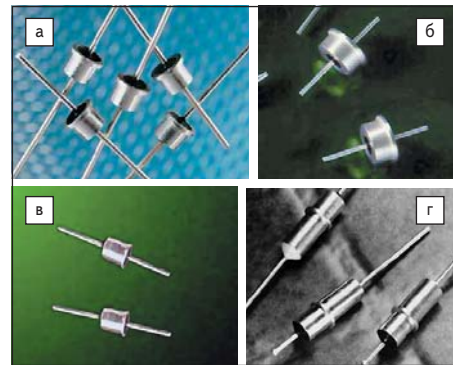


Рис. 5. Миниатюрные проходные безрезьбовые фильтры, впаиваемые в корпуса изделий компаний: а) Syfer Technology; б) Oxley Developments; в) Corry Micronics; г) «глазковые» фильтры Oxley Developments

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 — светло-коричневого. 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 вывод из латуни, покрытый 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/1P/5000	Герметизация компаундом	5000 пФ		4	25	70	75
Corry Micronics							
GC-128-03-000 GC-128-04-000	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-128-03-101P GC-128-04-101P		100 пФ	100	–	–	3	20
GC-128-03-501P GC-128-04-501P		500 пФ	100	–	–	15	35
GC-128-03-102P GC-128-04-102P		1000 пФ	100	–	5	20	35
GC-128-03-502P GC-128-04-502P		5000 пФ	100	–	15	30	45
GC-128-03-273P GC-128-04-273P		27 000 пФ	50	10	28	42	65

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

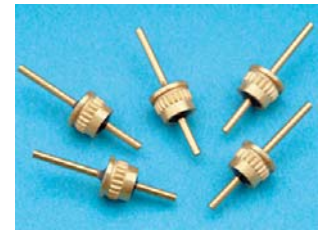


Рис. 6. Фильтры для прессовой установки

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.

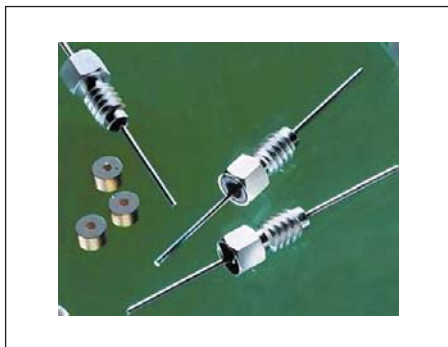


Рис. 7. Миниатюрные резьбовые фильтры, герметизированные компаундом

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)		12-28UNC-2A	1–10 нФ	500	0–5	5–20	20–35	28–50	–
FT10-06-*** (3 типа)			3000, 10 000 пФ		0–5	10–20	30–35	42–50	–
FT10-07-*** (3 типа)			1000, 2500, 3000 пФ		–	5–10	20–30	28–42	–
FT10-09-*** (3 типа)			1000, 3000, 10 000 пФ		0–5	5–20	20–35	28–50	–
FT12-03-*** (6 типов)		4-40UNC-2A	100–5000 пФ	200	–	5–15	25–35	30–42	–
FT12-05-*** (5 типов)					–	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 пФ		–	0–15	5–35	23–42	–
FT20-08-*** (3 типа)			500–3000 пФ		–	0–10	5–30	25–42	–
FT22-02-*** (4 типа)		6-32UNC-2A	1000–5000 пФ	100	–	5–15	20–35	28–42	–
FT24-01-*** (5 типов)		4-40UNC-2A	10–27 000 пФ	200	–	0–28	0–42	5–55	–
FT24-02-*** (5 типов)					–	0–28	0–42	5–55	–
FT24-05-*** (5 типов)					–	0–28	0–42	5–55	–
FTF2-01		1/4-28UNEF-2A	8000 пФ	1500	–	30	60	60	–
FTF3-02, FTF3-15		8-32UNC-2A	1500 пФ	200	–	5	42	70	–
FTF10-03		12-32UNC-2A	5500 пФ		–	20	50	65	–
FTF20-08, FTF20-11	P _i	8-32UNC-2A	1000 пФ	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

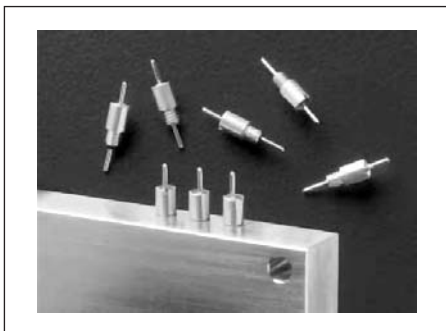


Рис. 8. Резьбовые фильтры без шестигранной головки

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>		–	–	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								

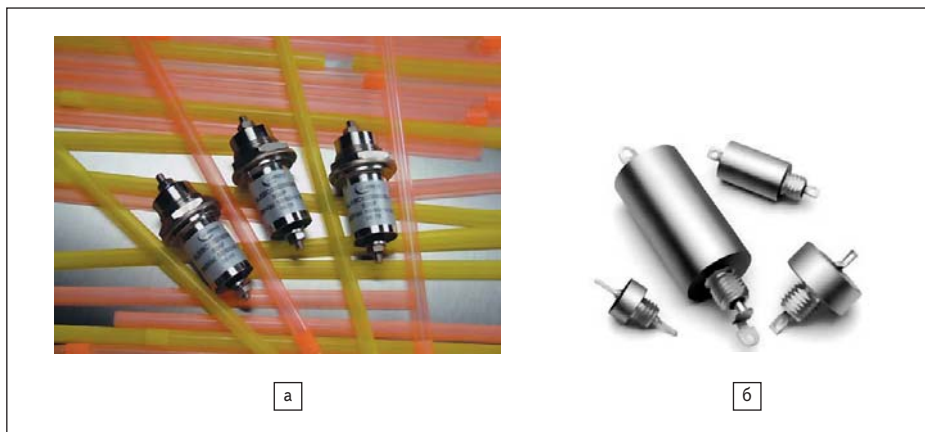


Рис. 9. Герметичные фильтры для больших напряжений и токов: а) компании Oxley Developments; б) компании Syfer Technology

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.