

Утвержден

БКЮС.300109.001 Д1-ЛУ

+7 (981) 787-12-86

УНИФИЦИРОВАННЫЕ ДРОССЕЛИ
ФИЛЬТРАЦИИ РАДИОПОМЕХ
СЕРИЙ ДФ, ДФК, ДФП, ДФПК

Руководящие технические материалы
БКЮС.300109.001 Д1



ВОСТОК
ИНЖИНИРИНГ

эффективное ресурсообеспечение



TESLA
СПАВ.ru

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Инва. № подл	
Подп. и дата	
Взамен инв. №	
Инв. № дубл	
Подпись и дата	

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Обозначение дросселей фильтрации, основные характеристики и функциональные особенности	4
2 Описание функциональных схем и принципов работы	8
3 Электрические параметры	11
4 Особенности конструкции и теплового режима	17
5 Электробезопасность	26
6 Надежность	28
7 Рекомендации по применению дросселей фильтрации в РЭА	30
8 Выбор и расчет фильтра радиопомех на основе унифицированных дросселей фильтрации	38
9 Типичные ошибки потребителей при эксплуатации, а также действия, приводящие к выходу дросселей из строя	44
10 Нормативные ссылки	45
Приложение А	46
Приложение Б	47
Лист изменений	50



ВОСТОК
ИНЖИНИРИНГ
эффективное ресурсобеспечение

					БКЮС.300109.001 Д1			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Унифицированные дроссели фильтрации радиопомех серии ДФ, ДФК, ДФП, ДФПК	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Гныпель В.В.					2	50
Пров.		Затулов С.Л.						
Т.контр.		Сбродов Ю.В.						
Н.контр.		Градова И.С.						
Утв.		Плоткин И.Р.						
Инв. № подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата		

Введение

Настоящие руководящие технические материалы (РТМ) распространяются на унифицированные дроссели фильтрации промышленных радиопомех (далее – дроссели) серий ДФ, ДФК, ДФП, ДФПК.

Дроссели предназначены для применения в одно- и двухпроводных цепях постоянного тока напряжением до 400 В током до 20 А, а так же в двухполярных цепях с общей точкой. Используются для работы, как во входных, так и в выходных цепях источников питания.

Каждая серия имеет свою область эффективного применения.

ДФ и ДФК выполнены в бескорпусном и корпусном исполнениях соответственно по двухобмоточной и трёхобмоточной электрическим схемам с компенсацией рабочего тока. Эффективно подавляют несимметричные помехи в диапазоне частот от 0,009 до 100 МГц в составе LC-фильтров в двухпроводных сетях и в двухпроводных цепях с общей точкой.

ДФП и ДФПК в бескорпусном и корпусном исполнениях соответственно, выполнены по двухобмоточной электрической схеме, допускают подмагничивание. При подмагничивании рабочим током дроссели сохраняют линейность характеристик. Эффективно подавляют симметричные и несимметричные помехи в диапазоне частот 0,009 – 100 МГц.

Дроссели фильтрации соответствуют ГОСТ РВ 20.39.412.

Дроссели серий ДФ и ДФП в бескорпусном исполнении применяются в составе аппаратуры, обеспечивающей герметизацию и защиту дросселей от воздействия влаги, конденсированных осадков (иней, роса), пониженного и повышенного атмосферного давления, соляного (морского) тумана, плесневых грибов.

Допускается эксплуатация дросселей фильтрации при температуре от минус 60°С до +105°С.

Дроссели выпускаются по техническим условиям БКЮС.670109.002 ТУ и БКЮС.670109.002-01 ТУ (включены в перечень МОП 44 001.12).

Дроссели ДФ БКЮС.670109.001 ТУ не предназначены для применения в новых разработках. Их характеристики рассматриваются в данных РТМ ограниченно, только с точки зрения замены на более перспективные ДФ БКЮС.670109.002 ТУ (см. приложение Б).

					БКЮС.300109.001 Д1		Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата			3
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №		Инв. № дубл.	Подп. и дата

1 Обозначение дросселей фильтрации, основные характеристики и функциональные особенности, внешние воздействующие факторы

Условное обозначение дросселей:

ДФ П К 30 – 2 А / 4,0

Номинальный проходимый ток для дросселей без подмагничивания, А;
Номинальный ток подмагничивания для дросселей с подмагничиванием, А

Номинальное напряжение для дросселей без подмагничивания:

А – 12 В
В – 27 В
Д – 60 В
Н – 110 В
М – 230 В
Р – 5 В



Электрическая схема дросселя:

2 – двухобмоточная,
3 – трехобмоточная

Принадлежность к типу

Тип: 7,5; 15; 30; 60; 120; 240; 480

К – вариант исполнения в корпусе

П – дроссели с подмагничиванием

ДФ – дроссели фильтрации

Пример обозначения при заказе:

Дроссели фильтрации ДФК7,5-3Р/0,4 БКЮС.670109.002-01 ТУ.

Вес, типы, основные характеристики и функциональные особенности дросселей ДФ(К) и ДФП(К) представлены в таблицах 1, 2 и 3.

+7 (981) 787-12-86



Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата	БКЮС.300109.001 Д1	Лист
						4
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Таблица 1 – Основные электрические и эксплуатационные характеристики дросселей фильтрации.

Серия	Тип	Индуктивность, мГн (1 кГц, 1 В)	Проходной ток (ток подмагничивания), А	Диапазон рабочего напряжения, В	Падение напряжения, В	Количество обмоток	Габаритные размеры, не более, мм ○ (d x h) / □ (a x h)	Диапазон температур, °С	Частотная характеристика	Лит. КД, приемка
Дроссели с компенсацией по рабочему току										
ДФ ○	7,5	0,16 – 3,52	0,06 – 20			2, 3	13,5x7	минус 60...+85	График 1, рис. 7	БКЮС.670109.001 ТУ, КД лит. «О», «ОТК»
	15						18x10			
	30						22x11			
	60						26x12			
ДФ ○	7,5	0,16 – 3,52 (см. табл. 5)	0,1 – 20 (см. табл. 5)			2, 3	13x7	минус 60 ... +105	График 1, рис. 7	БКЮС.670109.002 ТУ, КД лит. «О1», «ОТК», «ВП»
	15						17x9			
	30						20x10			
	60									
	120						26x12			
	240									
ДФ ○	7,5	0,12 – 8,9 (см. табл. 5)	0,1 – 20 (см. табл. 5)			2, 3	13x7	минус 60 ... +105	График 2, рис. 7	БКЮС.670109.002-01 ТУ, КД лит. «А», ОТК, ВП, перечень МОП 44 001.12
	15						18x10			
	30						22x10			
	60									
	120						26x12			
	240									
ДФК □	7,5	0,12 – 8,9 (см. табл. 5)	0,1 – 20 (см. табл. 5)			2, 3	14,5x7,5	минус 60 ... +105	График 2, рис. 7	БКЮС.670109.002-01 ТУ, КД лит. «А», ОТК, ВП, перечень МОП 44 001.12
	15						18x10			
	30						22x10			
	60									
	120						26x12,5			
	240									
Дроссели с подмагничиванием										
ДФП ○	7,5	0,011 – 14,25 (см. табл. 5)	0,2 – 20 (см. табл. 5)	0...400	см. таб. №10	2	13x7	минус 60 ... +105	График 3, рис. 7	БКЮС.670109.002-01 ТУ, КД лит. «А», ОТК, ВП, перечень МОП 44 001.12
	15						18x10			
	30						22x10			
	60						26x12			
ДФПК □	7,5	0,011 – 14,25 (см. табл. 5)	0,2 – 20 (см. табл. 5)	0...400	см. таб. №10	2	14,5x,5	минус 60 ... +105	График 3, рис. 7	БКЮС.670109.002-01 ТУ, КД лит. «А», ОТК, ВП, перечень МОП 44 001.12
	15						18x10			
	30						22x10			
	60						26x12,5			

Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата	БКЮС.300109.001 Д1			Лист
								5
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата

Дроссели устойчивы к воздействию механических, климатических и биологических факторов со значениями характеристик, соответствующими группе унифицированного исполнения 4У ГОСТ РВ 20.39.414.1 с уточнениями, приведенными в таблице 2.

Таблица 2 – Состав и значения характеристик внешних воздействующих факторов

Наименование воздействующего фактора, единица измерения	Значение воздействующего фактора
Мех а н и ч е с к и е ф а к т о р ы	
Синусоидальная вибрация: - диапазон частот, Гц - амплитуда ускорения, м/с ² (g)	1 – 2000 200 (20)
Широкополосная случайная вибрация: - диапазон частот, Гц - среднеквадратическое значение ускорения, м/с ² (g) - спектральная плотность ускорения, g ² /Гц	20 – 2000 230 (23) 0,05
Механический удар одиночного действия: - пиковое ударное ускорение, м/с ² (g) - длительность действия ударного ускорения, мс	10000 (1000) 0,1 – 2
Механический удар многократного действия: - пиковое ударное ускорение, м/с ² (g) - длительность действия ударного ускорения, мс	1500 (150) 5 – 10
Акустический шум: - диапазон частот, Гц - уровень звукового давления, дБ	50 – 10000 170
Линейное ускорение, м/с ² (g)	1150 (115)
К л и м а т и ч е с к и е ф а к т о р ы	
Повышенная температура среды, °С: - максимальное значение при эксплуатации; - максимальное значение при транспортировании и хранении	105 125
Пониженная предельная температура среды, °С: - при эксплуатации - при транспортировании и хранении	минус 60 минус 60
Циклическое изменение температуры среды, °С	от минус 60 до 125
Повышенная температура корпуса, °С	105
Относительная влажность при температуре среды плюс 35°С, % *	100
Повышенное давление (при эксплуатации), Па (мм рт.ст.)	1,2×10 ⁵ (900)

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		6
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст)	$0,67 \times 10^3$ (5)
Атмосферные конденсированные осадки (иней, роса) *	по ГОСТ РВ 20.57.416
Соляной (морской) туман *	
Статическая пыль (песок), концентрация, г/м ³ *	3
Плесневые грибы *	по ГОСТ 28206

* Соответствие дросселей ДФ, ДФП данному требованию обеспечивается при условии их применения в составе аппаратуры, обеспечивающей герметизацию и защиту дросселей.

Дроссели выполняют свои функции и сохраняют значения параметров в пределах норм, установленных в таблице 2, во время и после воздействия специальных факторов виды, характеристики и значения характеристик которых приведены в таблице 3 в соответствии с ГОСТ РВ 20.39.414.2.

Таблица 3 – Виды и значения характеристик специальных факторов

Виды специальных факторов	Характеристики специальных факторов	Значения характеристик специальных факторов
7.И	7.И ₁ –7.И ₇ , 7.И ₁₀ , 7.И ₁₁	5У _с
7.С	7.С ₁ –7.С ₅	5У _с
7.К	7.К ₁ –7.К ₈	1К

Допустимое время отклонения параметров дросселей за пределы норм, во время и непосредственно после воздействия факторов 7.И должно быть не более 500 мкс.

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		7
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

2 Описание функциональных схем и принципов работы

Дроссели фильтрации радиопомех серий ДФ и ДФК по принципу работы представляют собой компенсированные по току нагрузки (синфазные) дроссели, выполненные по двухобмоточным (рис. 1) и трехобмоточным (рис. 2) схемам, предназначены для фильтрации несимметричных (синфазных) помех.

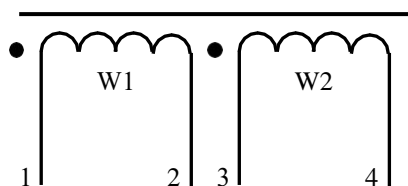


Рис. 1

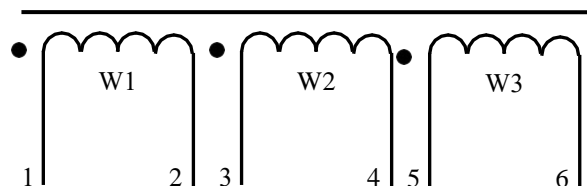


Рис. 2

Дроссели выполнены на кольцевых магнитопроводах. Обмотки намотаны на одном магнитопроводе и, соответственно, связаны общим магнитным полем, включаются встречно. Для несимметричной (синфазной) помехи дроссели работают как индуктивность.

При появлении токов несимметричной помехи (синфазных токов) магнитные потоки обеих обмоток наводимые этими токами складываются (рис. 3, токи по верхней и нижней обмоткам текут в одном направлении), и входной импеданс этих обмоток увеличивается, что приводит к подавлению этих токов.

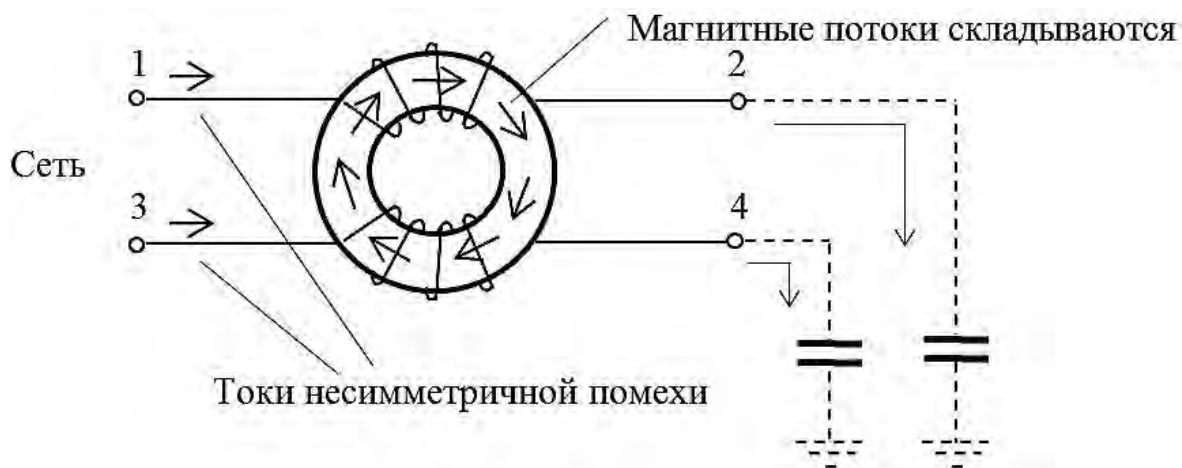


Рис. 3

При протекании тока нагрузки магнитные потоки, наводимые этим током, взаимно компенсируются (рис. 4, по верхней обмотке ток течёт в прямом направлении, по нижней – в обратном), что исключает насыщение сердечника.

					БКЮС.300109.001 Д1			Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата				8
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.		Подп. и дата	

Входной импеданс обмоток току нагрузки близок нулю, дроссель работает как простой проводник.

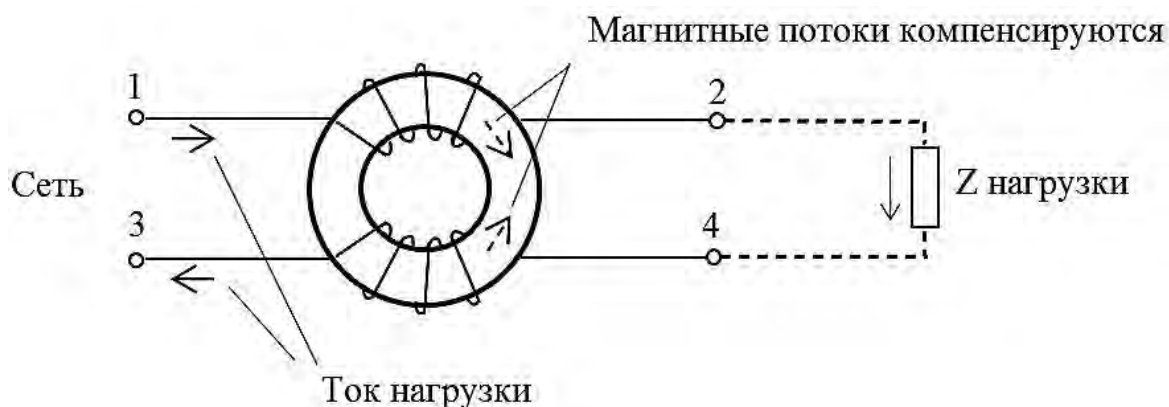


Рис. 4

Сердечники дросселей (на основе нанокристаллического железа по БКЮС.670109.002-01 ТУ и феррита по БКЮС.670109.002 ТУ) выбраны с высоким значением относительной магнитной проницаемости, что позволило получить необходимую индуктивность при минимальном числе витков и соответственно минимальной проходной ёмкости. Параметры сердечников имеют не только широкий рабочий температурный диапазон, но и высокую температурную стабильность. Для снижения проходной емкости и во избежание множественных резонансов на частотной характеристике обмотки мотаются в один слой.

Дроссели фильтрации серий ДФП, ДФПК выполнены по двухобмоточной схеме (рис. 5). Предназначены для фильтрации симметричных помех в двухпроводных сетях (рис. 6) и несимметричных помех в однопроводных сетях. Для фильтрации несимметричных помех в однопроводных сетях используется включение двух последовательно соединённых обмоток. Дроссели фильтрации серий ДФП, ДФПК могут быть использованы в импульсных источниках питания в качестве выходных дросселей.

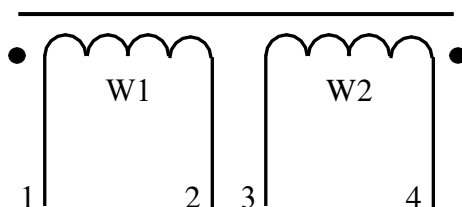


Рис. 5

					БКЮС.300109.001 Д1			Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата				9
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата		

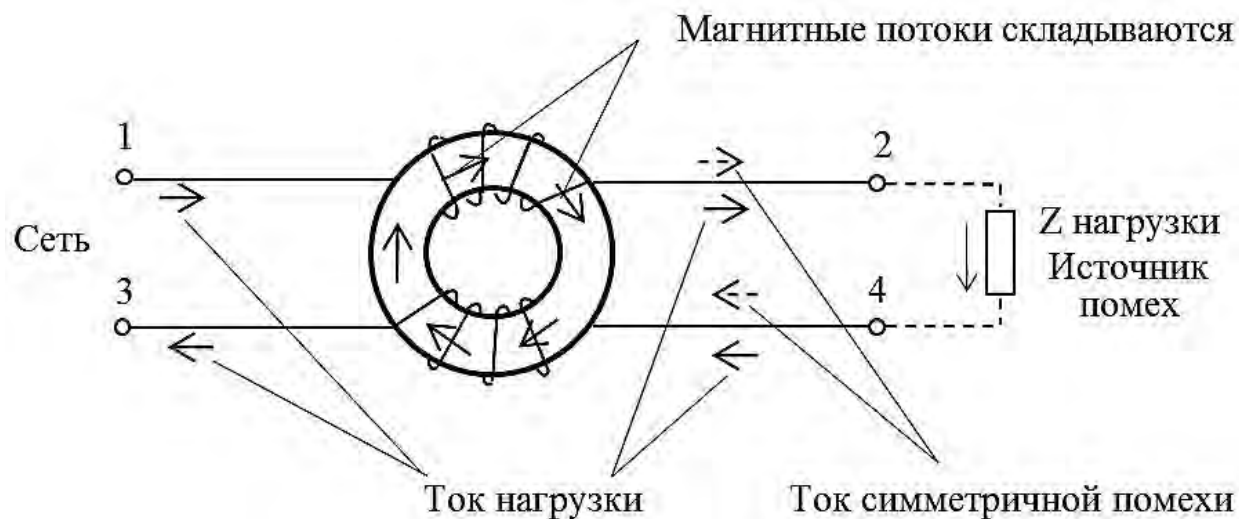


Рис. 6

Сердечники дросселей выбраны с высокой индукцией насыщения и выполнены из аморфного железа, допускают подмагничивание. При протекании тока нагрузки по обмоткам (последовательное включение обмоток) сердечник не насыщается. Для получения высокой индуктивности обмотка выполнена многослойной.

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		10
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3 Электрические параметры

Номинальные и допустимые значения напряжения дросселей серий ДФ и ДФК указаны в таблице 4.

Таблица 4 – Номинальные и допустимые значения напряжения дросселей серий ДФ и ДФК

Обозначение сети	Установившиеся значения напряжения, В	
	номинальное	допустимое
А	12	от 0 до 100 включит.
В	27	
Д	60	
Н	110	от 0 до 400 включит.
М	230	
Р	5	от 0 до 100 включит.

Относительное падение напряжения на обмотках дросселей ДФ и ДФК при номинальном проходном токе не более 1% от номинального значения напряжения, указанного в таблице 4.

Номинальный проходной ток и индуктивность каждой обмотки дросселей серий ДФ и ДФК при напряжении тест-сигнала 1 В, частотах 1 кГц и 100 кГц соответствует значениям, указанным в таблице 5.

График снижения индуктивности от частоты представлен на рисунке 7.

Номинальный ток подмагничивания дросселей серий ДФП и ДФПК и индуктивность при последовательном соединении обмоток и токе подмагничивания равном нулю ($I_{\text{подм}} = 0$) при напряжении тест сигнала 1 В, частоте 1 – 100 кГц соответствует значениям, указанным в таблице 6.

Зависимость L от $I_{\text{подм}}$ для ДФП и ДФПК приведена на рисунке 9, справочные значения приведены в таблице 16.

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		11
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

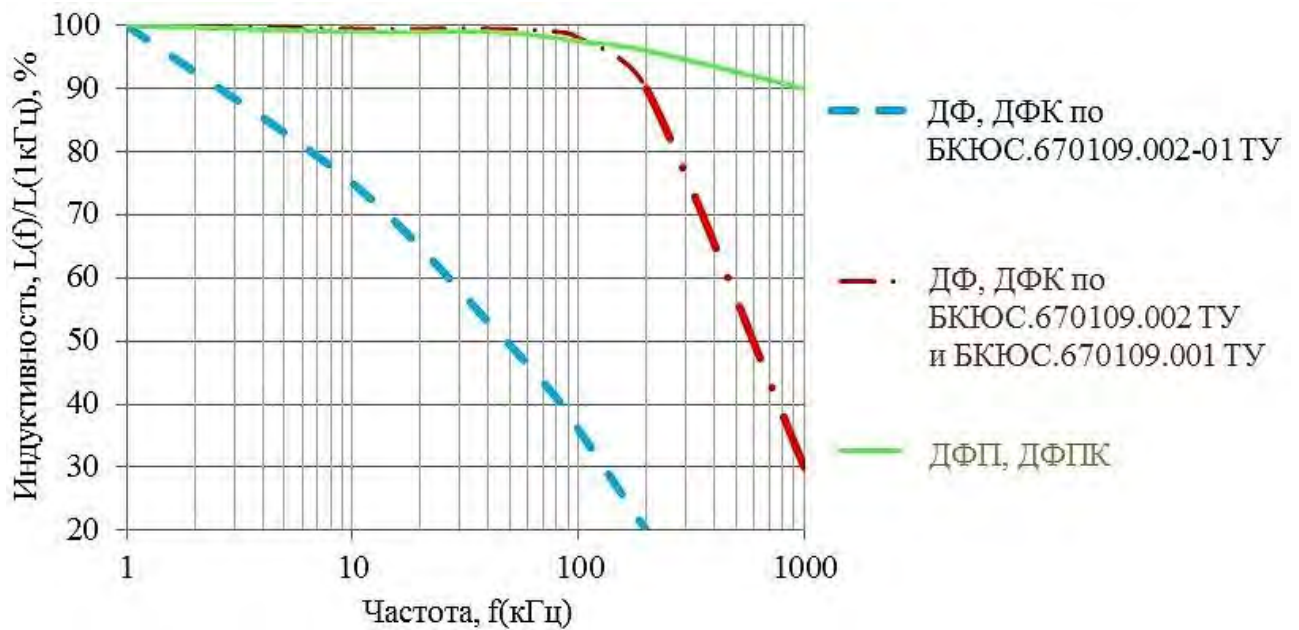


Рис. 7 – Типовая зависимость индуктивности от частоты.

Примечание: зависимости даны для кривых 1 и 2 – при полной компенсации, для кривой 3 при $I_{\text{подм}} = 0$.

Влияние на индуктивность уровня компенсации токов в проводах показано на рисунке 8.

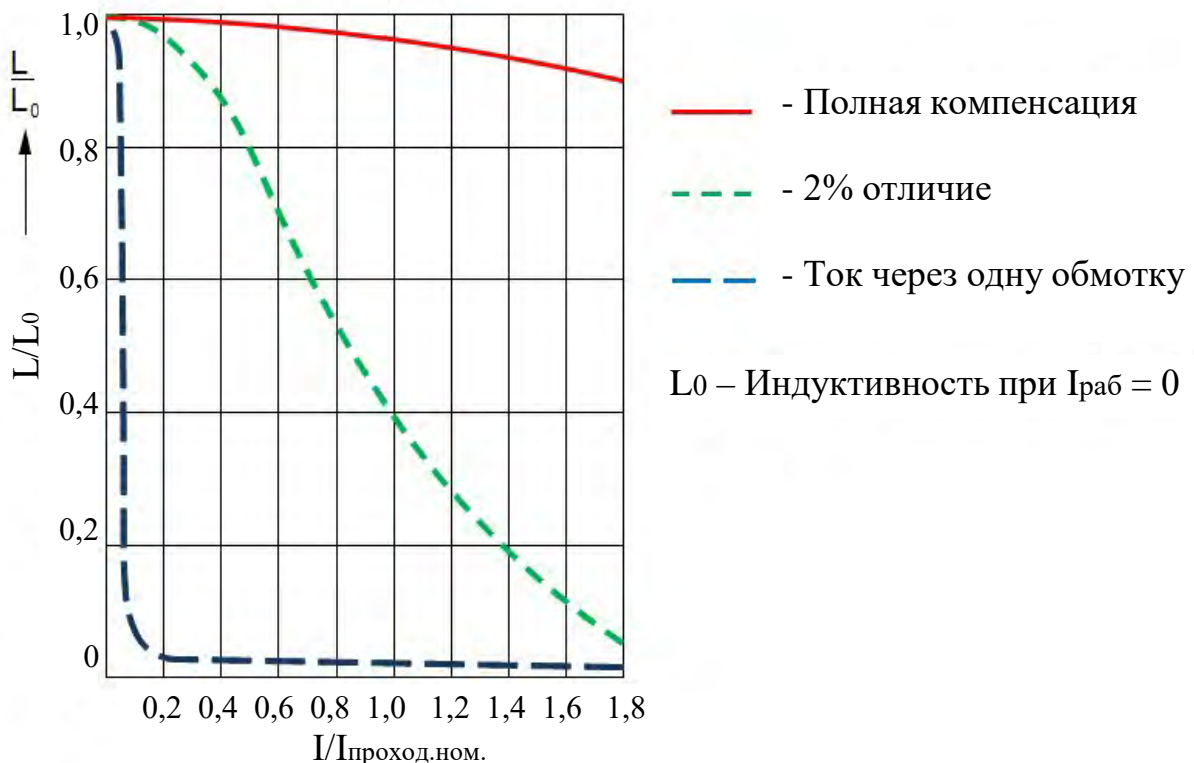


Рис. 8 – Влияние на индуктивность уровня компенсации токов.

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		12
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

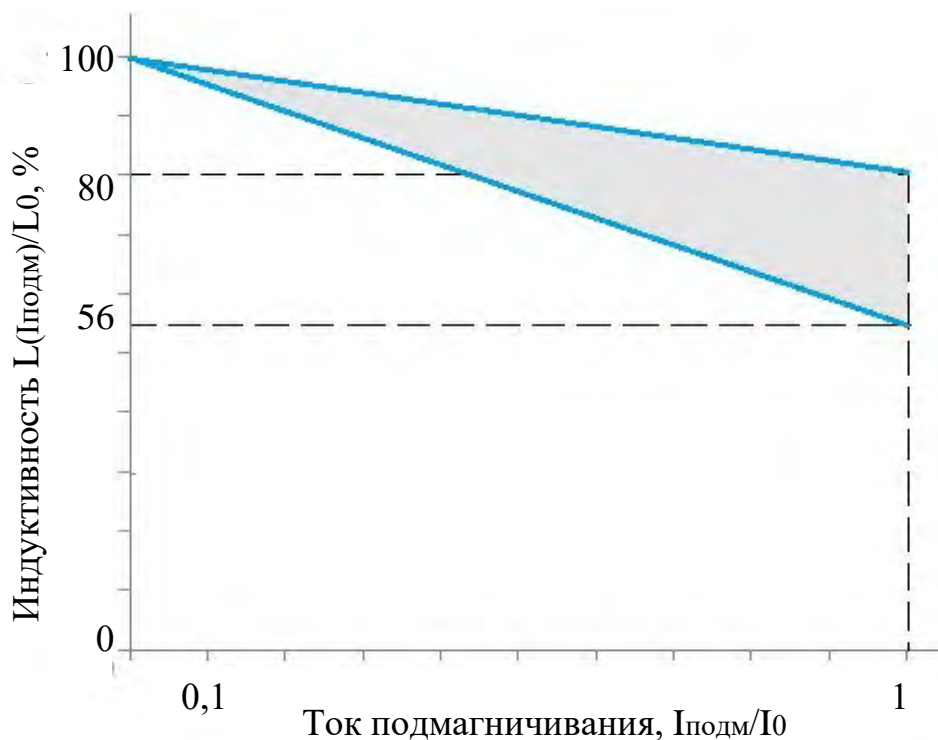


Рис. 9 – Зависимость индуктивности от тока подмагничивания для ДФП и ДФПК ($f=1$ кГц).

Таблица 5. Параметры дросселей ДФ, ДФК.

Наименование дросселя	БКЮС.670109.002 ТУ		БКЮС.670109.002-01 ТУ		
	$I_{\text{проход.ном}}$, А	L обмотки не менее, мкГн (1 – 100 кГц, 1 В)	$I_{\text{проход.ном}}$, А	L обмотки не менее, мкГн (1 кГц, 1 В)	L обмотки не менее, мкГн (100 кГц, 1 В)
ДФ(ДФК)7,5-2А/1,0	1,0	250	1,0	1300	324
ДФ(ДФК)7,5-2В/0,6	0,6	440	0,6	2300	576
ДФ(ДФК)7,5-2Д/0,3	0,3	690	0,3	3600	900
ДФ(ДФК)7,5-2Р/1,5	1,5	140	1,5	790	196
ДФ(ДФК)7,5-2Р/0,8	0,8	170	0,8	1000	256
ДФ(ДФК)7,5-2Р/0,4	0,4	340	0,4	1600	400
ДФ(ДФК)7,5-2Р/0,2	0,2	560	0,2	2700	676
ДФ(ДФК)7,5-3Р/0,8	0,8	80	0,8	400	100
ДФ(ДФК)7,5-3Р/0,4	0,4	140	0,4	790	196
ДФ(ДФК)7,5-3Р/0,2	0,2	250	0,2	1300	324
ДФ(ДФК)7,5-3Р/0,1	0,1	340	0,1	1900	484
ДФ(ДФК)15-2А/2,0	2,0	440	2,0	1700	436
ДФ(ДФК)15-2В/1,2	1,2	780	1,2	2700	706
ДФ(ДФК)15-2Д/0,6	0,6	1200	0,6	4600	1166
ДФ(ДФК)15-2Р/3,0	3,0	190	3,0	900	230
ДФ(ДФК)15-2Р/1,5	1,5	300	1,5	1400	360

					БКЮС.300109.001 Д1		Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата			13
Инв. № подл.			Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

ДФ(ДФК)15-2P/0,8	0,8	600	0,8	2400	608
ДФ(ДФК)15-2P/0,4	0,4	990	0,4	4100	1040
ДФ(ДФК)15-3P/1,5	1,5	150	1,5	500	130
ДФ(ДФК)15-3P/0,8	0,8	240	0,8	900	230
ДФ(ДФК)15-3P/0,4	0,4	370	0,4	1700	436
ДФ(ДФК)15-3P/0,2	0,2	600	0,2	2400	608
ДФ(ДФК)30-2A/4,0	4,0	370	4,0	1400	360
ДФ(ДФК)30-2B/2,5	2,5	610	2,5	2400	608
ДФ(ДФК)30-2Д/1,2	1,2	1100	1,2	4100	1040
ДФ(ДФК)30-2P/6,0	6,0	110	6,0	350	90
ДФ(ДФК)30-2P/3,0	3,0	250	3,0	1100	292
ДФ(ДФК)30-2P/1,5	1,5	450	1,5	1700	436
ДФ(ДФК)30-2P/0,8	0,8	800	0,8	3600	922
ДФ(ДФК)30-3P/3,0	3,0	110	3,0	500	130
ДФ(ДФК)30-3P/1,5	1,5	200	1,5	900	230
ДФ(ДФК)30-3P/0,8	0,8	370	0,8	1400	360
ДФ(ДФК)30-3P/0,4	0,4	610	0,4	2400	608
ДФ(ДФК)60-2A/8,0	8,0	280	8,0	1100	292
ДФ(ДФК)60-2B/5,0	5,0	470	5,0	1700	436
ДФ(ДФК)60-2Д/2,5	2,5	840	2,5	2700	706
ДФ(ДФК)120-2A/16,0	16,0	90	16,0	220	58
ДФ(ДФК)120-2B/10,0	10,0	140	10,0	500	130
ДФ(ДФК)120-2Д/5,0	5,0	470	5,0	1700	436
ДФ(ДФК)240-2B/20,0	20,0	90	20,0	220	58
ДФ(ДФК)240-2Д/10,0	10,0	140	10,0	350	90
ДФ(ДФК)120-2P/20,0	20,0	50	20,0	120	32
ДФ(ДФК)120-2P/12,0	12,0	90	12,0	220	58
ДФ(ДФК)120-2P/6,0	6,0	140	6,0	500	130
ДФ(ДФК)120-2P/3,0	3,0	370	3,0	1400	360
ДФ(ДФК)60-2P/10,0	10,0	90	10,0	350	90
ДФ(ДФК)60-2P/6,0	6,0	140	6,0	500	130
ДФ(ДФК)60-2P/3,0	3,0	370	3,0	1400	360
ДФ(ДФК)60-2P/1,5	1,5	700	1,5	2400	608
ДФ(ДФК)30-2Н/0,6; ДФ(ДФК)60-2М/0,6	0,6	2100	0,6	8900	2250
ДФ(ДФК)30-2М/0,3	0,3	2800	0,3	11000	2822
ДФ(ДФК)60-2Н/1,2	1,2	1000	1,2	4600	1166
ДФ(ДФК)120-2М/1,1	1,1	1800	1,1	6800	1742
ДФ(ДФК)120-2Н/2,1; ДФ(ДФК)240-2М/2,1	2,1	1100	2,1	4100	1040
ДФ(ДФК)240-2Н/4,2; ДФ(ДФК)480-2М/4,2	4,2	470	4,2	1400	360
ДФ(ДФК)480-2Н/7,5	7,5	210	7,5	900	230

Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата	БКЮС.300109.001 Д1	Лист
						14
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Таблица 6. Параметры дросселей ДФП, ДФПК.

Наименование дросселя	БКЮС.670109.002-01 ТУ		
	$I_{\text{проход.ном}}$ А	L обмотки не менее, мкГн (1 – 100 кГц, 1 В)	L при последовательном соединении обмоток не менее, мкГн (1 – 100 кГц, 1 В)
ДФП (ДФПК)7,5-2/4,0	4,0	3	11
ДФП (ДФПК)7,5-2/3,0	3,0	5	19
ДФП (ДФПК)7,5-2/1,5	1,5	19	75
ДФП (ДФПК)7,5-2/0,8	0,8	65	260
ДФП (ДФПК)7,5-2/0,4	0,4	175	700
ДФП (ДФПК)7,5-2/0,2	0,2	715	2860
ДФП (ДФПК)15-2/4,0	4,0	10	40
ДФП (ДФПК)15-2/3,0	3,0	19	75
ДФП (ДФПК)15-2/1,5	1,5	75	300
ДФП (ДФПК)15-2/0,8	0,8	225	900
ДФП (ДФПК)15-2/0,4	0,4	1075	4300
ДФП (ДФПК)30-2/6,0	6,0	8	30
ДФП (ДФПК)30-2/4,0	4,0	16	65
ДФП (ДФПК)30-2/3,0	3,0	33	130
ДФП (ДФПК)30-2/1,5	1,5	138	550
ДФП (ДФПК)30-2/0,8	0,8	420	1680
ДФП (ДФПК)30-2/0,4	0,4	1915	7660
ДФП (ДФПК)60-2/20,0	20,0	1	5
ДФП (ДФПК)60-2/16,0	16,0	2	8
ДФП (ДФПК)60-2/12,0	12,0	5	19
ДФП (ДФПК)60-2/6,0	6,0	19	75
ДФП (ДФПК)60-2/4,0	4,0	43	170
ДФП (ДФПК)60-2/3,0	3,0	75	300
ДФП (ДФПК)60-2/1,5	1,5	300	1200
ДФП (ДФПК)60-2/0,8	0,8	1060	4240
ДФП (ДФПК)60-2/0,4	0,4	3564	14250

Частота собственного резонанса дросселей не менее 1 МГц.

Во время и непосредственно после воздействия спецфакторов электрические параметры дросселей соответствуют значениям, приведенным в таблице 7.

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		15
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Таблица 7. Значения электрических параметров, контролируемых во время и непосредственно после воздействия спецфакторов.

Тип дросселя	Наименование контролируемого параметра	Норма
ДФ, ДФК	Индуктивность одной обмотки	не менее, указанной в таблицах 4, 5
	Относительное падение напряжения	не более 1% от $U_{вх ном}$
ДФП, ДФПК	Индуктивность последовательно соединённых обмоток при $I_{подм} = 0$	не менее, указанной в таблицах 6, 7
ДФ, ДФК, ДФП, ДФПК	Сопротивление изоляции	не менее 10 МОм

Во время и непосредственно после воздействия факторов 7.И допускается временное отклонение параметров дросселей за пределы норм, установленных в таблице 2. Допустимое время отклонения параметров за пределы норм не более 500 мкс.

Обобщенные значения электрических параметров дросселей приведены в таблице 1.

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		16
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

4 Особенности конструкции и теплового режима

Дроссели серий ДФ и ДФК изготавливаются по двухобмоточной (рисунок 1) и трёхобмоточной (рисунок 2) схемам.

Серия ДФП и ДФПК изготавливается по двухобмоточной схеме (рисунок 5).

ДФ и ДФП изготавливаются в бескорпусном, ДФК и ДФПК – в корпусном исполнении.

Конструкция дросселей показана на рисунке 10. Размеры приведены в таблице 1.

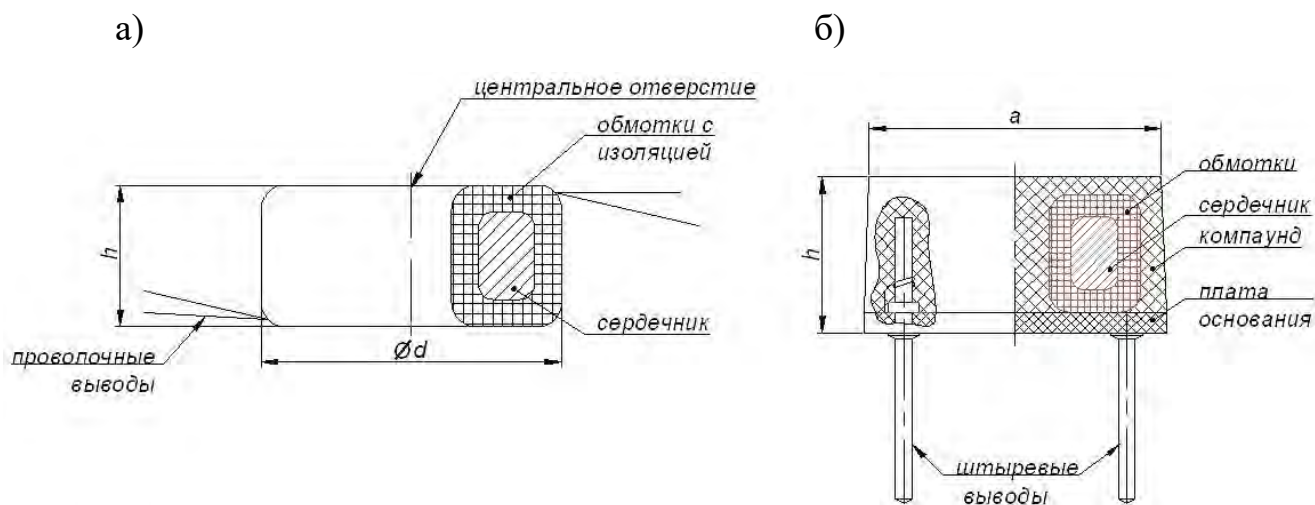


Рисунок 10. Эскиз дросселя в разрезе: а) ДФ и ДФП, б) ДФК и ДФПК.

Дроссели серий ДФК и ДФПК соответствуют требованиям КГВС «Климат-7».

Дроссели серий ДФ и ДФП в бескорпусном исполнении применяются в составе аппаратуры, обеспечивающей их герметизацию и защиту от воздействия влаги, конденсированных осадков (иней, роса), пониженного и повышенного атмосферного давления, соляного (морского) тумана, плесневых грибов.

Внешний вид, масса, диаметр выводов, габаритные, установочные и присоединительные размеры дросселей соответствуют требованиям технических условий и КД.

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		17
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Выводы дросселей выдерживают без повреждений воздействие растягивающей силы в соответствии с ГОСТ РВ 20.57.416.

Величина растягивающей силы приведена в таблице 8.

Таблица 8. Величина растягивающей силы в зависимости от диаметра вывода дросселя

Диаметр проволочного вывода круглого сечения дросселей серий ДФ, ДФП, мм	Растягивающая сила, Н (кгс), ±10%
До 0,2 включ.	0,8 (0,08)
От 0,2 до 0,25 включ.	1,25 (0,125)
Св. 0,25 до 0,35 включ.	2,5 (0,25)
Св. 0,35 до 0,50 включ.	5,0 (0,50)
Св. 0,50 до 1,25 включ.	10,0 (1,00)
0,8	10,0 (1,00)
1,0	20,0 (2,00)
1,2	20,0 (2,00)

Проволочные выводы дросселей в бескорпусном исполнении выдерживают трёхкратный изгиб под углом 90 градусов, в соответствии с ГОСТ РВ 20.39.412.

Покрытие выводов дросселей обеспечивает паяемость без дополнительного лужения в течение 12 месяцев с даты приёмки.

Выводы дросселей допускают трехкратную перепайку без нарушения целостности выводов и ухудшения электрических параметров.

Конструкция дросселей обеспечивает их работу в любом положении и не имеет механического резонанса в диапазоне частот от 0 до 100 Гц при амплитуде виброускорения 20 м/с².

Фазировка обмоток дросселей соответствует рисункам 1, 2, 5, а расположение и обозначение выводов должно соответствовать требованиям КД.

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		18
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Особенности теплового режима.

В соответствии с техническими условиями для дросселей фильтрации нормируется повышенная температура среды. Она составляет 105 °С.

При использовании дросселей при токах не превышающих $I_{\text{проход.ном.}}$ для ДФ и ДФК и $I_{\text{подм.ном.}}$ для ДФП и ДФПК нет необходимости принимать специальных мер по отводу тепла.

Справочные данные для ДФ, ДФК, ДФП, ДФПК приведены в таблицах 9 и 10.

R – сопротивление обмоток дросселя, Ом (при $T_{\text{окр}} = 105$ °С, обмотки включены последовательно);

ΔU – падение напряжения на дросселе, В;

$P_{\text{п}}$ – мощность потерь, Вт;

R_{θ} – тепловое сопротивление, °С/Вт;

$\Delta\theta$ – перегрев, разница между температурами корпуса (тела дросселя) и среды °С.

Таблица 9. Параметры дросселей ДФ, ДФК и значения падения напряжения и перегрева для номинальных проходных токов.

Наименование дросселя	$I_{\text{проход.ном.}}, \text{ A}$	$R, \text{ Ом (105 } ^\circ\text{C)}$	$\Delta U, \text{ В}$	$P_{\text{п}}, \text{ Вт}$	ДФ		ДФК	
					$R_{\theta}, ^\circ\text{C/Вт}$	$\Delta\theta, ^\circ\text{C}$	$R_{\theta}, /\text{Вт}$	$\Delta\theta, ^\circ\text{C}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ДФ(ДФК)7,5-2А/1,0	1,0	0,048	0,048	0,048	20	1,0	30	1,4
ДФ(ДФК)7,5-2В/0,6	0,6	0,100	0,060	0,036	20	0,7	30	1,1
ДФ(ДФК)7,5-2Д/0,3	0,3	0,197	0,059	0,018	20	0,4	30	0,5
ДФ(ДФК)7,5-2Р/1,5	1,5	0,025	0,038	0,056	20	1,1	30	1,7
ДФ(ДФК)7,5-2Р/0,8	0,8	0,035	0,028	0,023	20	0,5	30	0,7
ДФ(ДФК)7,5-2Р/0,4	0,4	0,067	0,027	0,011	20	0,2	30	0,3
ДФ(ДФК)7,5-2Р/0,2	0,2	0,137	0,027	0,005	20	0,1	30	0,2
ДФ(ДФК)7,5-3Р/0,8	0,8	0,036	0,029	0,023	20	0,5	30	0,7
ДФ(ДФК)7,5-3Р/0,4	0,4	0,074	0,030	0,012	20	0,2	30	0,4
ДФ(ДФК)7,5-3Р/0,2	0,2	0,148	0,030	0,006	20	0,1	30	0,2
ДФ(ДФК)7,5-3Р/0,1	0,1	0,280	0,028	0,003	20	0,1	30	0,1
ДФ(ДФК)15-2А/2,0	2,0	0,035	0,071	0,142	17	2,4	27	3,8

Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата	БКЮС.300109.001 Д1			Лист
								19
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ДФ(ДФК)15-2В/1,2	1,2	0,070	0,084	0,101	17	1,7	27	2,7
ДФ(ДФК)15-2Д/0,6	0,6	0,139	0,083	0,050	17	0,9	27	1,4
ДФ(ДФК)15-2Р/3,0	3,0	0,016	0,049	0,147	17	2,5	27	4,0
ДФ(ДФК)15-2Р/1,5	1,5	0,026	0,038	0,058	17	1,0	27	1,6
ДФ(ДФК)15-2Р/0,8	0,8	0,052	0,042	0,034	17	0,6	27	0,9
ДФ(ДФК)15-2Р/0,4	0,4	0,104	0,042	0,017	17	0,3	27	0,4
ДФ(ДФК)15-3Р/1,5	1,5	0,025	0,037	0,055	17	0,9	27	1,5
ДФ(ДФК)15-3Р/0,8	0,8	0,051	0,040	0,032	17	0,6	27	0,9
ДФ(ДФК)15-3Р/0,4	0,4	0,104	0,042	0,017	17	0,3	27	0,5
ДФ(ДФК)15-3Р/0,2	0,2	0,195	0,039	0,008	17	0,1	27	0,2
ДФ(ДФК)30-2А/4,0	4,0	0,017	0,068	0,273	14	3,8	24	6,5
ДФ(ДФК)30-2В/2,5	2,5	0,035	0,087	0,218	14	3,1	24	5,2
ДФ(ДФК)30-2Д/1,2	1,2	0,072	0,087	0,104	14	1,5	24	2,5
ДФ(ДФК)30-2Р/6,0	6,0	0,006	0,035	0,211	14	3,0	24	5,1
ДФ(ДФК)30-2Р/3,0	3,0	0,013	0,038	0,113	14	1,6	24	2,7
ДФ(ДФК)30-2Р/1,5	1,5	0,024	0,035	0,053	14	0,7	24	1,3
ДФ(ДФК)30-2Р/0,8	0,8	0,054	0,043	0,034	14	0,5	24	0,8
ДФ(ДФК)30-3Р/3,0	3,0	0,013	0,039	0,118	14	1,7	24	2,8
ДФ(ДФК)30-3Р/1,5	1,5	0,026	0,040	0,060	14	0,8	24	1,4
ДФ(ДФК)30-3Р/0,8	0,8	0,052	0,042	0,033	14	0,5	24	0,8
ДФ(ДФК)30-3Р/0,4	0,4	0,106	0,042	0,017	14	0,2	24	0,4
ДФ(ДФК)60-2А/8,0	8,0	0,010	0,077	0,612	12	7,3	22	13,5
ДФ(ДФК)60-2В/5,0	5,0	0,016	0,081	0,403	12	4,8	22	8,9
ДФ(ДФК)60-2Д/2,5	2,5	0,032	0,079	0,197	12	2,4	22	4,3
ДФ(ДФК)120-2А/16,0	16,0	0,003	0,042	0,679	12	8,1	22	14,9
ДФ(ДФК)120-2В/10	10,0	0,006	0,058	0,577	12	6,9	22	12,7
ДФ(ДФК)120-2Д/5,0	5,0	0,016	0,081	0,403	12	4,8	22	8,9
ДФ(ДФК)240-2В/20,0	20,0	0,002	0,047	0,948	12	11,4	22	20,9
ДФ(ДФК)240-2Д/10,0	10,0	0,004	0,040	0,400	12	4,8	22	8,8
ДФ(ДФК)120-2Р/20,0	20,0	0,002	0,031	0,629	12	7,6	22	13,8
ДФ(ДФК)120-2Р/12,0	12,0	0,002	0,028	0,341	12	4,1	22	7,5
ДФ(ДФК)120-2Р/6,0	6,0	0,006	0,035	0,208	12	2,5	22	4,6
ДФ(ДФК)120-2Р/3,0	3,0	0,013	0,040	0,119	12	1,4	22	2,6
ДФ(ДФК)60-2Р/10,0	10,0	0,004	0,036	0,357	12	4,3	22	7,9
ДФ(ДФК)60-2Р/6,0	6,0	0,006	0,035	0,208	12	2,5	22	4,6
ДФ(ДФК)60-2Р/3,0	3,0	0,013	0,040	0,119	12	1,4	22	2,6
ДФ(ДФК)60-2Р/1,5	1,5	0,026	0,039	0,059	12	0,7	22	1,3
ДФ(ДФК)30-2Н/0,6; ДФ(ДФК)60-2М/0,6	0,6	0,259	0,156	0,093	14	1,3	24	2,2
ДФ(ДФК)30-2М/0,3	0,3	0,367	0,110	0,033	14	0,5	24	0,8
ДФ(ДФК)60-2Н/1,2	1,2	0,096	0,115	0,138	14	1,9	24	3,3
ДФ(ДФК)120-2М/1,1	1,1	0,124	0,137	0,150	12	1,8	22	3,3

					БКЮС.300109.001 Д1			Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата				20
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №		Инв. № дубл.	Подп. и дата	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ДФ(ДФК)120-2Н/2,1; ДФ(ДФК)240-2М/2,1	2,1	0,061	0,128	0,270	12	3,2	22	5,9
ДФ(ДФК)240-2Н/4,2; ДФ(ДФК)480-2М/4,2	4,2	0,018	0,077	0,322	12	3,9	22	7,1
ДФ(ДФК)480-2Н/7,5	7,5	0,010	0,072	0,541	12	6,5	22	11,9

Таблица 10. Параметры дросселей ДФП, ДФПК и значения падения напряжения и перегрева для номинальных токов подмагничивания. Включение обмоток последовательное.

Наименование дросселя	$I_{\text{подм.ном.}}$, А	R , Ом (105 °С)	ΔU , В	$P_{\text{тп}}$, Вт	ДФП		ДФПК	
					R_{θ} , °С/Вт	$\Delta\theta$, °С	R_{θ} , °С/Вт	$\Delta\theta$, °С
ДФП(ДФПК)7,5-2/4,0	4,0	0,03	0,12	0,433	20	8,7	30	13,0
ДФП(ДФПК)7,5-2/3,0	3,0	0,05	0,14	0,356	20	7,1	30	10,7
ДФП(ДФПК)7,5-2/1,5	1,5	0,16	0,24	0,279	20	5,6	30	8,4
ДФП(ДФПК)7,5-2/0,8	0,8	0,55	0,44	0,262	20	5,2	30	7,9
ДФП(ДФПК)7,5-2/0,4	0,4	1,50	0,6	0,171	20	3,4	30	5,1
ДФП(ДФПК)7,5-2/0,2	0,2	3,00	0,6	0,157	20	3,1	30	4,7
ДФП(ДФПК)15-2/4,0	4,0	0,06	0,24	0,562	17	9,5	27	15,2
ДФП(ДФПК)15-2/3,0	3,0	0,08	0,23	0,501	17	8,5	27	13,5
ДФП(ДФПК)15-2/1,5	1,5	0,27	0,41	0,445	17	7,6	27	12,0
ДФП(ДФПК)15-2/0,8	0,8	0,75	0,6	0,323	17	5,5	27	8,7
ДФП(ДФПК)15-2/0,4	0,4	3,98	1,59	0,416	17	7,1	27	11,2
ДФП(ДФПК)30-2/6,0	6,0	0,04	0,21	0,603	14	8,4	24	14,5
ДФП(ДФПК)30-2/4,0	4,0	0,05	0,2	0,585	14	8,2	24	14,0
ДФП(ДФПК)30-2/3,0	3,0	0,08	0,25	0,535	14	7,5	24	12,8
ДФП(ДФПК)30-2/1,5	1,5	0,41	0,61	0,620	14	8,7	24	14,9
ДФП(ДФПК)30-2/0,8	0,8	1,10	0,88	0,466	14	6,5	24	11,2
ДФП(ДФПК)30-2/0,4	0,4	5,75	2,3	0,597	14	8,4	24	14,3
ДФП(ДФПК)60-2/20,0	20,0	0,01	0,12	1,846	12	22,2	22	40,6
ДФП(ДФПК)60-2/16,0	16,0	0,01	0,13	1,468	12	17,6	22	32,3
ДФП(ДФПК)60-2/12,0	12,0	0,01	0,15	1,416	12	17,0	22	31,1
ДФП(ДФПК)60-2/6,0	6,0	0,05	0,27	1,178	12	14,1	22	25,9
ДФП(ДФПК)60-2/4,0	4,0	0,08	0,33	1,330	12	16,0	22	29,3
ДФП(ДФПК)60-2/3,0	3,0	0,14	0,41	0,829	12	9,9	22	18,2
ДФП(ДФПК)60-2/1,5	1,5	0,83	1,25	0,853	12	10,2	22	18,8
ДФП(ДФПК)60-2/0,8	0,8	1,93	1,54	0,802	12	9,6	22	17,6
ДФП(ДФПК)60-2/0,4	0,4	7,13	2,85	0,735	12	8,8	22	16,2

Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата	БКЮС.300109.001 Д1	Лист
						21
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

В соответствии с техническими условиями при номинальном проходном токе внутреннее падение напряжения на дросселе ДФ и ДФК составляет 1 % от номинального напряжения. При таком малом падении тепловыделение незначительно. Поэтому всегда есть возможность использовать дроссели при большем токе, когда падение напряжения составляет 2-3 % и более.

Потери в дросселе определяются падением напряжения на сопротивлении обмотки. Зависимость падения напряжения от проходного тока линейная, приведена на рисунке 11. Зависимость мощности потерь от проходного тока квадратичная, приведена на рисунке 12.

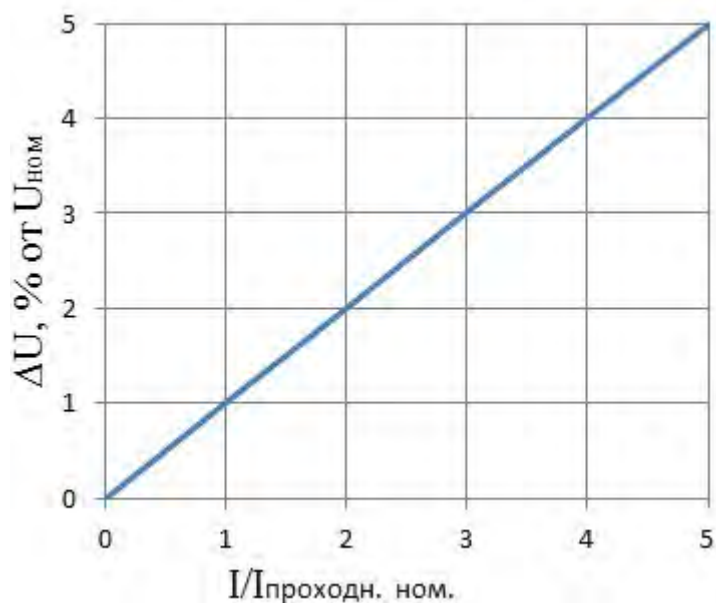


Рис. 11 – Зависимость падения напряжения от проходного тока.

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		22
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

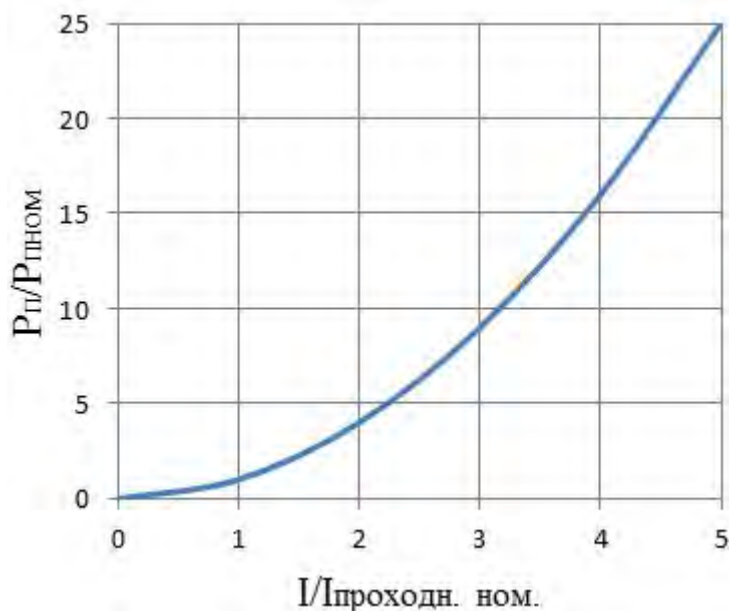


Рис. 12 – Зависимость мощности потерь от проходного тока.

Тепловая энергия дросселя выделяется в окружающее пространство излучением и конвекцией, причем основное тепло отдается за счет конвекции.

Теплоотдача путем конвекции с поверхности дросселя, корпус (тело) которого нагрет до температуры θ_k в окружающую среду с температурой θ_{cp} определяется законом Ньютона.

$$P_{\text{п}} = \alpha_{\text{к}} \cdot S \cdot \Delta\theta, \quad (1)$$

где $P_{\text{п}}$ – мощность потерь дросселя,

$\alpha_{\text{к}}$ - коэффициент конвекции ($\text{Вт} / ^\circ\text{С} \cdot \text{см}^2$),

S – площадь поверхности (см^2),

$\Delta\theta$ – разница между температурами корпуса и среды,

$\Delta\theta = \theta_k - \theta_{cp}$ ($^\circ\text{С}$).

По формуле (1) можно определить температуру перегрева $\Delta\theta$ дросселя относительно окружающей среды:

$$\Delta\theta = P_{\text{п}} / (\alpha_{\text{к}} \cdot S) \quad (2)$$

Если заменить выражение $1/(\alpha_{\text{к}} \cdot S)$ на тепловое сопротивление R_{θ} , то формула (2) принимает вид:

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		23
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

$$\Delta\theta = P_{\pi} \cdot R_{\theta} \quad (3)$$

Мощность потерь P_{π} определяется по формуле:

$$P_{\pi} = \Delta U \cdot I_{\text{проход}} \quad (4)$$

$$\text{или } P_{\pi} = I_{\text{проход}}^2 \cdot R, \quad (5)$$

где ΔU – падение напряжения на дросселе,

$I_{\text{проход}}$ – проходной ток (или ток подмагничивания $I_{\text{подм.}}$),

R – сопротивление обмоток дросселя.

По известным значениям R_{θ} и P_{π} по формуле (3) можно рассчитать температуру перегрева $\Delta\theta$ и определить температуру окружающей среды $\theta_{\text{ср}}$ при которой может работать дроссель:

$$\theta_{\text{ср}} = \theta_{\text{ср. макс}} - \Delta\theta, \quad (6)$$

где $\theta_{\text{ср. макс}}$ – максимальная повышенная температура окружающей среды дросселя при эксплуатации.

Пример 1.

Определить максимальную температуру окружающей среды $\theta_{\text{ср}}$ при которой может работать дроссель ДФК30-2Р/6,0 при падении напряжения $\Delta U = 2\%$ от $U_{\text{ном}}$:

По формуле (6) с учётом выражений (3), (4), (5) получаем:

$$\theta_{\text{ср}} = \theta_{\text{ср. макс}} - (\Delta U^2 / R) \cdot R_{\theta} \quad (7)$$

Используя данные таблицы 9 для дросселя ДФК30-2Р/6,0 имеем $\theta_{\text{ср. макс}} = 105\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\Delta U = 0,1\text{ В}$, $R = 0,006\text{ Ом}$, $R_{\theta} = 24\text{ }^{\circ}\text{C / Вт}$

$$\theta_{\text{ср}} = 105 - (0,1^2 / 0,006) \cdot 24 = 65\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Пример 2.

Определить падение напряжения ΔU и максимальную температуру окружающей среды $\theta_{\text{ср}}$ при которой может работать дроссель ДФК30-2Р/6,0

					БКЮС.300109.001 Д1		Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата			24
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №		Инв. № дубл.	Подп. и дата

при проходном токе $I_{пр} = 2 \cdot I_{\text{проход.ном.}}$:

По формулам (4), (5) получаем:

$$\Delta U = I_{\text{проход}} \cdot R \quad (8)$$

Используя данные таблиц 9 для дросселя ДФК30-2Р/6,0 имеем $I_{\text{проход}} = 12$ А, $R = 0,006$ Ом

$$\Delta U = 12 \cdot 0,006 = 0,072 \text{ В}$$

По формуле (6) с учётом выражений (3), (4), (5) получаем:

$$\theta_{\text{ср}} = \theta_{\text{ср. макс}} - (I_{\text{проход}}^2 \cdot R) \cdot R_{\theta} \quad (9)$$

Используя данные таблиц 9 для дросселя ДФК30-2Р/6,0 имеем $\theta_{\text{ср. макс}} = 105$ °С, $I_{\text{проход}} = 12$ А, $R = 0,006$ Ом, $R_{\theta} = 24$ °С / Вт

$$\theta_{\text{ср}} = 105 - (12^2 \cdot 0,006) \cdot 24 = 84,3 \text{ °С}$$

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		25
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

5 Электробезопасность

Значение электрического сопротивления изоляции между обмотками дросселя и значение электрического сопротивления между корпусом и каждой обмоткой соответствуют нормам, приведенным в таблице 11.

Таблица 11. Значение электрического сопротивления изоляции дросселей.

Наименование дросселя	Испытательное напряжение постоянного тока, В	Норма, МОм, не менее		
		в НКУ	при повышенной температуре	при повышенной влажности
ДФ (ДФК)30-2Н/0,6	500	100	5	1
ДФ (ДФК)30-2М/0,3				
ДФ (ДФК)60-2Н/1,2				
ДФ (ДФК)60-2М/0,6				
ДФ (ДФК)120-2Н/2,1				
ДФ (ДФК)120-2М/1,1				
ДФ (ДФК)240-2Н/4,2				
ДФ (ДФК)240-2М/2,1				
ДФ (ДФК)480-2Н/7,5				
ДФ (ДФК)480-2М/4,2				
Остальные дроссели серий ДФ, ДФК, ДФП, ДФПК	100	100	5	1

Изоляция между обмотками дросселя обеспечивает отсутствие пробоев и поверхностных перекрытий при воздействии испытательного напряжения синусоидальной формы частотой 50 Гц в соответствии с таблицей 12.

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		26
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Таблица 12. Значение испытательного напряжения (амплитудное значение) при контроле электрической прочности изоляции между обмотками дросселей.

Наименование дросселя	Испытательное напряжение, кВ	
	в НКУ	при повышенной влажности
ДФ (ДФК)30-2Н/0,6; ДФ (ДФК)30-2М/0,3;	2,0	1,2
ДФ (ДФК)60-2Н/1,2; ДФ (ДФК)60-2М/0,6;		
ДФ (ДФК)120-2Н/2,1; ДФ (ДФК)120-2М/1,1;		
ДФ (ДФК)240-2Н/4,2; ДФ (ДФК)240-2М/2,1;		
ДФ (ДФК)480-2Н/7,5; ДФ (ДФК)480-2М/4,2;		
Остальные дроссели серий ДФ, ДФК, ДФП, ДФПК	0,5	0,3

Электрическая прочность изоляции между корпусом и каждой обмоткой обеспечивает отсутствие пробоев и поверхностных перекрытий при воздействии испытательного напряжения синусоидальной формы частотой 50 Гц в соответствии с таблицей 13.

Таблица 13. Значение испытательного напряжения (амплитудное значение) при контроле электрической прочности изоляции между корпусом дросселя и выводами обмоток.

Наименование дросселя	Испытательное напряжение, кВ	
	в НКУ	при повышенной влажности
ДФ (ДФК)30-2Н/0,6; ДФ (ДФК)30-2М/0,3	1,0	0,6
ДФ (ДФК)60-2Н/1,2; ДФ (ДФК)60-2М/0,6		
ДФ (ДФК)120-2Н/2,1; ДФ (ДФК)120-2М/1,1		
ДФ (ДФК)240-2Н/4,2; ДФ (ДФК)240-2М/2,1		
ДФ (ДФК)480-2Н/7,5; ДФ (ДФК)480-2М/4,2		
Остальные дроссели серий ДФ, ДФК, ДФП, ДФПК	0,5	0,3

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		27
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

6 Надежность

Требования безотказности.

Гамма-процентная наработка до отказа T_γ дросселей при $\gamma = 97,5\%$ в типовом электрическом режиме ($U_{вх} = U_{вх.ном}$, $I_{проход} = I_{проход.ном}$, $I_{подм} = I_{подм.ном}$, $T_{кор} = 85^\circ\text{C}$) должна быть не менее 100 000 ч в пределах срока службы $T_{сл} = 20$ лет.

Гамма-процентная наработка до отказа T_γ дросселей при $\gamma = 97,5\%$ в облегченном электрическом режиме ($U_{вх} = 0,7 \cdot U_{вх.ном}$, $I_{прох} = 0,5 \cdot I_{проход.ном}$, $I_{подм} = 0,5 \cdot I_{подм.ном}$, $T_{кор} = 70^\circ\text{C}$) должна быть не менее 150000 ч в пределах срока службы $T_{сл} = 20$ лет.

Требования сохраняемости.

Гамма-процентный срок сохраняемости ($T_{сy}$) дросселей при $\gamma = 97,5\%$ при хранении в упаковке изготовителя в условиях отапливаемых хранилищ, хранилищ с кондиционированием воздуха по ГОСТ В 9.003, а также вмонтированных в защищённую аппаратуру или находящихся в защищённом комплекте ЗИП во всех местах хранения, должен быть не менее 20 лет.

Значение $T_{сy}$ для всех климатических районов по ГОСТ В 9.003 (кроме районов с тропическим климатом) в условиях отличных от указанных выше в зависимости от мест хранения приведены в таблице 14, с учётом коэффициентов сокращения срока сохраняемости (K_c), указанных в ГОСТ РВ 20.39.413.

Таблица 14. Значения гамма-процентного срока сохраняемости $T_{сy}$ в зависимости от мест хранения

Место хранения	Значение $T_{сy}$, лет при хранении	
	в упаковке изготовителя	в составе незащищённых аппаратуры и комплекта ЗИП
Неотапливаемое хранилище	10	10
Навес или жалюзийное хранилище	10	7
Открытая площадка	Хранение не допускается	7

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		28
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Расчетные значения эксплуатационной интенсивности отказов $\lambda_{\text{др}}$ и гамма-процентной наработки до отказа T_{γ} для жесткости условий эксплуатации для аппаратуры групп 3.3 по ГОСТ Р.В 20.39.304-98 приведены в таблице 15.

Взаимосвязь гамма-процентной наработки до отказа и $\lambda_{\text{др}}$ определяется выражением:

$$P(t) = e^{-\lambda t}, \quad (10)$$

где: $\lambda = \lambda_{\text{др}}$;

$t = T_{\gamma}$ в часах;

$P(t) = \gamma = 0,975$.

Таблица 15. Результаты расчета $\lambda_{\text{др}}$ и T_{γ} для различных типов дросселей и заданных условий эксплуатации.

Показатели надежности	ДФК, ДФПК			ДФ, ДФП		
	Температура на корпусе при эксплуатации					
	70 °С	85 °С	105 °С	70 °С	85 °С	105 °С
Интенсивность отказов – $\lambda_{\text{др}} \cdot 10^9$ 1/ч	2,945	35,215	55,449	2,741	32,774	51,606
Гамма-процентная наработка до отказа - T_{γ} , ч	8488964	709921	450864	9120758	762799	484439

Оценить надежность дросселей для других температур можно по следующему критерию: интенсивность отказов увеличивается примерно в 2 раза при повышении температуры на 15 °С.

					БКЮС.681468.240 Д1		Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата			29
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	

7 Рекомендации по применению дросселей фильтрации в радиоэлектронной аппаратуре (РЭА)

Способ установки и крепления дросселей в аппаратуре должен выбираться с учетом механических нагрузок, в которых работает аппаратура.

Рабочее положение дросселя – произвольное.

Устойчивость дросселей в составе аппаратуры к воздействию механических нагрузок гарантируется изготовителем при условии крепления дросселей в соответствии с приложением А.

Крепление дросселей ДФ и ДФП в бескорпусном исполнении осуществляется в соответствии с приложением А. На металлическое основание дроссели в бескорпусном исполнении должны устанавливаться через прокладки, диаметром не менее диаметра дросселя, защищающие дроссель от механических повреждений.

При креплении дросселя в бескорпусном исполнении винтом через центральное отверстие (рисунки А1, А2 приложения А) между дросселем и головкой винта должна быть установлена электроизоляционная шайба толщиной 1 – 1,5 мм и диаметром не менее диаметра дросселя.

Диаметры резьбы и усилие затягивания приведены в таблице 16.

Таблица 16. Соответствие усилия затягивания диаметру резьбы

Тип дросселя	Диаметр резьбы	Усилие затягивания винта, Н × м (кгс × м), не более
ДФП15-2/Х; ДФ15-2Х/Х; ДФ15-3Х/Х	М2	0,15 (0,015)
ДФП30-2/Х; ДФ30-2Х/Х; ДФ30-3Х/Х, ДФ60-2М(Н)/Х	М2,5	0,40 (0,04)
ДФП60-2/Х; ДФ60-2Х/Х; ДФ120-2Х/Х	М3	0,5 (0,05)
ДФ240-2Х/Х, ДФ480-2Х/Х		

Примечания:

1. Крепление дросселей ДФП (ДФ)7,5 в соответствии с рисунками А.3, А.4 приложения А.

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		30
Инв. № подл.	Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	

2. Крепление дросселей ДФК и ДФПК в корпусном исполнении, осуществляется аналогично дросселям в бескорпусном исполнении в соответствии с рисунком А3 (Приложения А) приклеиванием, а в соответствии с рисунком А1 (Приложения А) пластиной, а также пайкой выводов.

При креплении дросселя приклеиванием (рисунок А.3 приложения А), рекомендуемый клей ВК-9 или К-400.

Пайку выводов дросселей рекомендуется производить электропаяльником мощностью не более 60 Вт при температуре не более 260°C в течение не более 5 с на один вывод. Допускается пайка выводов не более 3 раз.

Изгиб выводов дросселей в корпусном исполнении (ДФК и ДФПК) не допускается.

При навесном монтаже изделий, дроссели и монтажные провода должны быть механически закреплены.

При установке дросселей в бескорпусном исполнении в изделия заказчика допускается обрезка проволочных выводов, при этом:

- минимальная допустимая длина вывода дросселя 6 мм от места заделки;
- минимальное допустимое расстояние от места заделки вывода до места пайки 3 мм.

Допускается обрезка выводов дросселей в корпусном исполнении на расстояние не менее 3 мм от плоскости корпуса.

В условиях механических воздействий дроссели рекомендуется подклеивать к печатной плате или элементам конструкции клеями-демпферами (например, КВК-68). Допускается наносить клей-демпфер на открытое дно корпуса со стороны выводов.

После установки дросселей в аппаратуру места пайки и необлуженные части выводов должны быть покрыты лаком, применяемым в качестве защитного покрытия в данном изделии.

Допускается покрывать защитным лаком так же и дроссели.

Допускается эксплуатация дросселей как при синусоидальной, так и при прямоугольной форме напряжения.

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		31
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Допускается эксплуатация дросселей при проходном токе и токе подмагничивания меньшем номинального.

Эксплуатация дросселей серий ДФ и ДФК при проходном токе выше $I_{ном}$ описана в разделе 4.

Допускается эксплуатация дросселей серий ДФП и ДФПК при токе подмагничивания не более $1,1 I_{п.ном}$.

Допускается параллельное соединение обмоток дросселей серий ДФП и ДФПК, при этом индуктивность уменьшается в четыре раза, номинальный ток подмагничивания увеличивается в два раза. Зависимость L от $I_{подм}$ приведена на рисунке 8.

Номинальные параметры дросселей серий ДФП и ДФПК при последовательном соединении обмоток, на частоте $f = 100$ кГц и суммарное падение напряжения на обмотках приведены в таблице 17.

Таблица 17. Параметры дросселей ДФП и ДФПК.

Типономинал дросселя	Номинальные параметры дросселя при последовательном соединении обмоток, при $f_{ном} = 100$ кГц		Суммарное падение напряжения на обмотках при номинальном токе подмагничивания, В, не менее
	Допустимая переменная составляющая напряжения, $U_{эфф}$, В	Индуктивность, L , мГн, не менее	
1	2	3	4
ДФП7,5-2/4,0; ДФПК7,5-2/4,0	19	0,008	0,12
ДФП7,5-2/3,0; ДФПК7,5-2/3,0	26	0,014	0,14
ДФП7,5-2/1,5; ДФПК7,5-2/1,5	51	0,054	0,24
ДФП7,5-2/0,8; ДФПК7,5-2/0,8	96	0,191	0,44
ДФП7,5-2/0,4; ДФПК7,5-2/0,4	137	0,545	0,60
ДФП7,5-3/0,2; ДФПК7,5-3/0,2	250	2,220	0,60
ДФП15-2/4,0; ДФПК15-2/4,0	63	0,025	0,24
ДФП15-2/3,0; ДФПК15-2/3,0	84	0,045	0,23

					БКЮС.300109.001 Д1		Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата			32
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №		Инв. № дубл.	Подп. и дата

ДФП15-2/1,5; ДФПК15-2/1,5	168	0,175	0,41
ДФП15-2/0,8; ДФПК15-2/0,8	250	0,560	0,60
ДФП15-2/0,4; ДФПК15-2/0,4	250	2,500	1,59
ДФП30-2/6,0; ДФПК30-2/6,0	66	0,017	0,21
ДФП30-2/4,0; ДФПК30-2/4,0	98	0,039	0,20
ДФП30-2/3,0; ДФПК30-2/3,0	140	0,074	0,25
ДФП30-2/1,5; ДФПК30-2/1,5	250	0,300	0,61
ДФП30-2/0,8; ДФПК30-2/0,8	250	0,980	0,88
ДФП30-2/0,4; ДФПК30-2/0,4	250	4,160	2,30
ДФП60-2/20,0; ДФПК60-2/20,0	42	0,003	0,12
ДФП60-2/16,0; ДФПК60-2/16,0	57	0,006	0,13
ДФП60-2/12,0; ДФПК60-2/12,0	87	0,012	0,15
ДФП60-2/6,0; ДФПК60-2/6,0	184	0,046	0,27
ДФП60-2/4,0; ДФПК60-2/4,0	250	0,100	0,33
ДФП60-2/3,0; ДФПК60-2/3,0	250	0,180	0,41
ДФП60-2/1,5; ДФПК60-2/1,5	250	0,735	1,25
ДФП60-2/0,8; ДФПК60-2/0,8	250	2,590	1,54
ДФП60-2/0,4; ДФПК60-2/0,4	250	9,400	2,85

При использовании дросселей серии ДФ и ДФК совместно с модулями серий МДМ (МДМ-П, МДМ-ЕП и МДМ-М), необходимо пользоваться рекомендациями, изложенными в разделе «Указание по эксплуатации» ТУ на модули электропитания серий МДМ, МДМ-П, МДМ-ЕП и МДМ-М

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		33
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

(БКЮС.430609.001 ТУ, БКЮС.430609.001-01 ТУ, БКЮС.436437.004 ТУ, БКЮС.430609.002 ТУ и БКЮС.430609.002-01 ТУ).

Варианты установки дросселей ДФ, ДФК, ДФП, ДФПК в двухпроводную сеть совместно с модулями питания приведены на рисунках 13, 14 и 15.



Рисунок 13.



Рисунок 14.



Рисунок 15.

Дроссели в однопроводную бортсеть устанавливаются по схеме, приведенной на рисунке 16.

					БКЮС.300109.001 Д1		Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата			34
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	

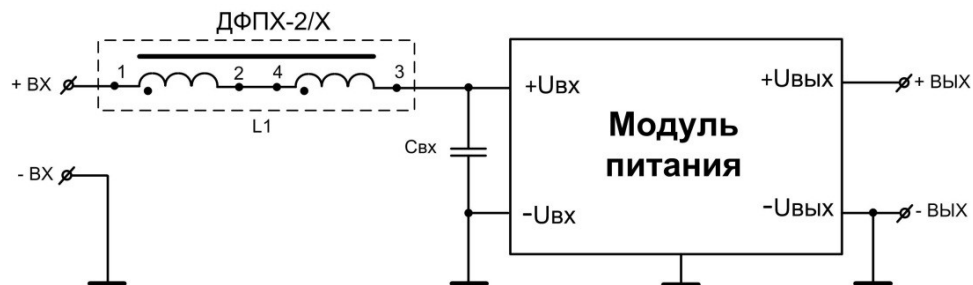


Рисунок 16.

Рекомендации по элементам фильтров для каждого типа модулей электропитания, в зависимости от выходной мощности приведены в таблице 18.

Таблица 18. Рекомендации по элементам фильтров.

Конденсатор	Входное напряжение, В					Выходная мощность модуля, Вт
	12	27	60	110	230	
$C_{вх}, C_{вых}$	0,47 – 1,5 мкФ					$R_{вых} \leq 10$
	1 – 3 мкФ					$10 < R_{вых} \leq 40$
	2,2 – 6,8 мкФ					$40 < R_{вых} \leq 120$
	12 – 33 мкФ					$120 < R_{вых} \leq 480$
C2, C3	3,3 нФ – 1 мкФ					Для модулей любой мощности
Cф, Cк	0,47 – 1,0 мкФ					

Конденсаторы $C_{вх}$, $C_{вых}$, C2, C3 – керамические, например, типа К10-67в (предпочтительно), К10-47а соответствующего напряжения. Электролитические конденсаторы $C_{вх}$, $C_{вых}$ (типа К53, К52) могут подключаться параллельно керамическим при работе модуля питания на динамическую нагрузку.

Варианты использования дросселей фильтрации серий ДФ и ДФК с модулями МДМ, МДМ-П, МДМ-М приведены в таблице 19.

По данным таблицы, обозначение дросселей, кроме принадлежности к типу (7,5, 15, 30 и т. д.), которое совпадает с мощностью модуля питания, содержит также информацию об электрической схеме (двух- или трехобмоточная), номинальном напряжении для ДФ и ДФК (А — 12 В, В — 27 В, Д — 60 В, Н — 110 В, М — 230 В, Р — 5 В), при котором нормируется падение напряжения (1%), и номинальном проходном токе.

					БКЮС.300109.001 Д1			Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата				35
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата

Для модулей питания других серий, а также источников питания других производителей дроссели выбирают в соответствии с таблицами 5, 6 и 17 по параметрам L (мкГн) и I (А) с учетом допустимого падения напряжения.

Таблица 19. Варианты использования дросселей фильтрации серий ДФ и ДФК с модулями МДМ, МДМ-П, МДМ-М.

Тип модуля	Тип дросселя фильтрации	
	входного	выходного
МДМ7,5-1В03М	ДФ(ДФК)7,5-2В/0,6; ДФП(ДФПК)7,5-2/0,8	ДФ(ДФК)7,5-2Р/1,5; ДФП(ДФПК)7,5-2/1,5
МДМ7,5-2Д1515М	ДФ(ДФК)7,5-2Д/0,3; ДФП(ДФПК)7,5-2/0,4	ДФ(ДФК)7,5-3Р/0,8; ДФП(ДФПК)7,5-2/0,2
МДМ15-1А05М	ДФ(ДФК)15-2А/2,0; ДФП(ДФПК)15-2/3,0	ДФ(ДФК)15-2Р/3,0; ДФП(ДФПК)15-2/3,0
МДМ30-2В1515М	ДФ(ДФК)30-2В/2,5; ДФП(ДФПК)30-2/3,0	ДФ(ДФК)30-3Р/1,5; ДФП(ДФПК)30-2/0,8
МДМ30-1М05М	ДФ(ДФК)30-2М/0,3; ДФП(ДФПК)30-2/0,4	ДФ(ДФК)30-2Р/6,0; ДФП(ДФПК)30-2/6,0
МДМ60-1М15М	ДФ(ДФК)60-2М/0,6; ДФП(ДФПК)60-2/0,8	ДФ(ДФК)60-2Р/6,0; ДФП(ДФПК)60-2/6,0
МДМ120-1В05М	ДФ(ДФК)120-2В/10,0; ДФП(ДФПК)60-2/12,0	ДФ(ДФК)120-2Р/20,0; ДФП(ДФПК)60-2/20,0
МДМ240-1М24МП	ДФ(ДФК)240-2М/2,1; ДФП(ДФПК)60-2/3,0	ДФ(ДФК)120-2Р/12,0; ДФП(ДФПК)60-2/12,0
МДМ480-1М48МП	ДФ(ДФК)480-2М/4,2; ДФП(ДФПК)60-2/4,0	ДФ(ДФК)120-2Р/12,0; ДФП(ДФПК)60-2/12,0

Элементы фильтра и шунтирующие конденсаторы должны располагаться в непосредственной близости от выводов дросселя на расстоянии не более 50 мм.

Допускается применение дросселей во входных и выходных цепях источников питания других типов в аппаратуре при соблюдении требований и рекомендаций, установленных в настоящих рекомендациях по применению и технических условиях.

Выбор дросселя для конкретного фильтра многовариантная задача. Так, например, при номинальном проходном токе внутреннее падение напряжения на дросселе ДФ и ДФК составляет не более 1 % от номинального напряжения. При таком малом падении тепловыделение незначительно, и перегрев

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		36
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

практически для всех дросселей не превышает 10 °С (см. таб. 9). Поэтому всегда есть возможность использовать дроссели при большем токе, когда падение напряжения составляет 2-3 % и более. Ограничение накладывает соблюдение теплового режима.

Тепловой расчет приведен в разделе 4.

Исходя из формул (3) и (4) перегрев $\Delta\theta$ связан с падением напряжения ΔU квадратичной зависимостью. С увеличением ΔU в 2 раза перегрев возрастает в 4 раза и т.д. Для оценки перегрева при $I_{\text{прох.ном}}$ можно пользоваться зависимостями приведенными в таблице 9.

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		37
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

8 Выбор и расчет фильтра радиопомех на основе унифицированных дросселей фильтрации

Помехи во входных и выходных цепях модулей питания создаются, в основном, силовыми ключами и диодами. Периодическая последовательность импульсов, вырабатываемая ключом, может быть представлена в виде суммы бесконечного ряда синусоидальных колебаний, кратных частоте следования импульсов. Высокочастотные составляющие этого ряда, имеющие достаточную энергию, будут определять радиопомехи по входным и выходным цепям модуля. Эквивалентная схема модуля как источника радиопомех (рис. 17) включает генератор с э.д.с. – E , внутреннее сопротивление Z_i и сопротивление Z_n , подключенное к его зажимам сети и играющее роль нагрузки. Чтобы уменьшить напряжение радиопомех на нагрузке, необходимо или увеличивать сопротивление Z_i или уменьшить сопротивление Z_n . Наиболее часто используют и то и другое.

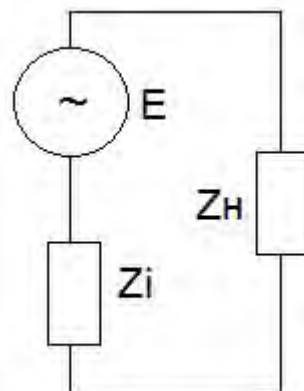


Рис. 17. Эквивалентная схема источника радиопомех.

Помехи, созданные источником, попадают непосредственно в отходящие от него провода, а через распределенную емкость в соседние провода и распространяются по ним на значительные расстояния, мешая приему радиосигналов. Поэтому основная задача подавления заключается в противодействии распространению радиопомех по проводам. Имеются два пути распространения помех: симметричный и несимметричный (рис. 18).

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		38
Инв. № подл.	Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	

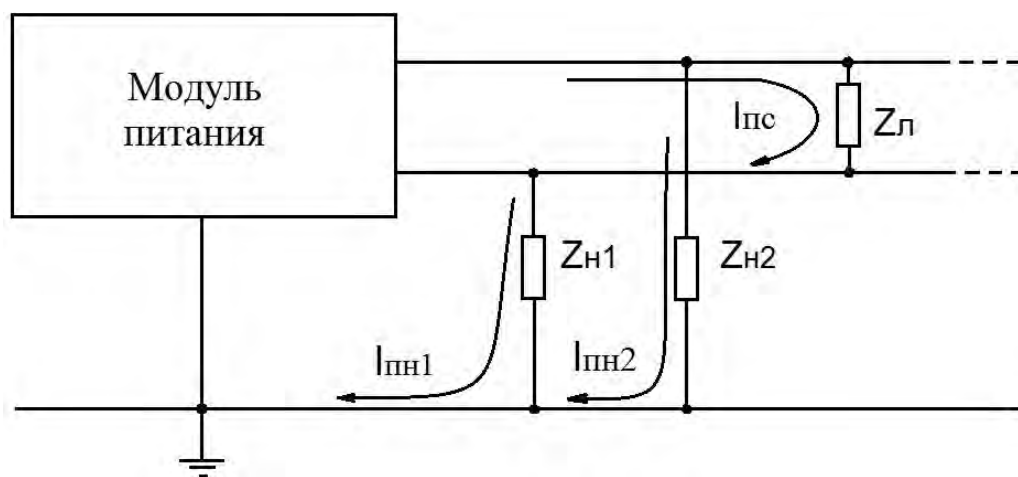


Рис. 18 – Пути распространения помех по проводам $I_{пс}$ – ток помехи симметричной, $I_{пн}$ – ток помехи несимметричной.

Так как токи симметричной помехи $I_{пс}$ циркулируют только по проводам, устранить их значительно проще (достаточно конденсатора между проводами), чем от токов несимметричной помехи $I_{пн1}$ и $I_{пн2}$, распространяющихся одновременно по обоим проводам, затем по земле. Такие пути трудно поддаются учету, к тому же на антенны радиоприемников воздействуют электромагнитные помехи, образующиеся между помехонесущими проводами и землей, т. е. за счет распространения несимметричных токов радиопомех. По этой причине нормирование радиопомех осуществляется по несимметричному пути и необходимо в первую очередь подавлять несимметричные помехи. На практике это выполняется включением фильтров в провода, отходящие от источников помех. Фильтры радиопомех обычно выполняются по индуктивно-емкостным-образным схемам. Для выбора и расчета фильтра необходимо знать: уровень помех, создаваемый модулем-генератором помех, допустимый уровень помех в линии, внутреннее сопротивление модуля Z_i и сети Z_n (Рис.17). Первый параметр достаточно просто измеряется, второй регламентируется Нормами, два последних могут быть измерены, что затруднительно, или рассчитаны, что практически невозможно. Можно исключить определение сопротивлений Z_i и Z_n , если провести измерения и установить, что сопротивление генератора помех (модуля) высокоомное. Для этого необходимо измерить напряжение радиопомех во входных и выходных цепях в диапазоне

					БКЮС.300109.001 Д1			Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата				39
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата		

частот 0,15...30 МГц. Затем подключив на входе и выходе модуля конденсаторы (например, К10-47), обладающие минимальным значением полного сопротивления в диапазоне частот 0,15...0,5 МГц, где уровни помех особенно велики, измерить величину напряжений радиопомех в проводах входных и выходных цепей на частоте 0,15 МГц. Включение конденсаторов производится по несимметричной схеме между каждым помехонесущим проводом и корпусом модуля.

Испытания показали, что при таком измерении напряжения радиопомех во входных и выходных цепях заметно снижаются, следовательно, модуль имеет высокое внутреннее сопротивление и со стороны модуля фильтр должен начинаться с емкости.

Так как сопротивление Z_i велико, а сопротивление Z_H для большинства питающих сетей мало, то в широко известной формуле для коэффициента фильтрации Γ – образного фильтра

$$K_{\phi} = \frac{Z_H}{Z_i + Z_H} \cdot \frac{Z_i}{Z_H} \cdot \frac{Z_L}{Z_C},$$

значения Z_H и Z_i сокращаются, а коэффициент K_{ϕ} определяется сопротивлением индуктивности Z_L и емкости Z_C фильтра.

На рассмотренных положениях разработана схема входных и выходных фильтров для модуля питания с применением унифицированных дросселей (рис. 13). Во входном фильтре подавление помех распространяющихся по несимметричному пути осуществляется дросселем L_1 и конденсаторами C_2 и C_3 . Симметричная помеха подавляется конденсаторами $C_{вх}$. В выходном фильтре подавление несимметричных помех осуществляется дросселем L_2 , симметричных – конденсаторами $C_{вых}$.

Как ранее показано, выбор дросселей L_1 и L_2 для фильтров достаточно прост. Для наиболее массовой продукции предприятия, модулей МДМ, обозначение модулей и дросселей практически совпадают. Например, модуль мощностью 7,5 Вт с входным напряжением 27 В обозначается МДМ7,5-В, дроссель фильтрации для этого модуля ДФ7,5-В и т.д.

					БКЮС.300109.001 Д1			Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата				40
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата		

Для модулей питания других серий и производителей дроссели выбираются по параметрам: ток и индуктивность (таблицы 5 и 6).

Расчет фильтра для выбранного дросселя с индуктивностью L включает в себя следующее:

1. Определяется требуемое ослабление напряжения радиопомех ($K_{тр}$):

$$K_{тр} = U_{п.изм} / U_{п.доп}, \quad (11)$$

где $U_{п.изм}$ – измеренная величина напряжения радиопомех, создаваемая модулем на частоте $f = 0,15$ МГц,

$U_{п.доп}$ – допускаемое напряжение радиопомех. Наиболее часто выбирается в соответствии с графиком 2 НОРМ по ГОСТ 30426-96.

2. Определяется коэффициент подавления однозвенного Γ – образного фильтра ($K_{ф}$), который для частоты 0,15 МГц равен:

$$K_{ф} = X_L / X_C = \omega^2 LC \approx LC \text{ (мкГн * мкФ)}, \quad (12)$$

где X_L , X_C – реактивное сопротивление дросселя и несимметричного конденсатора C_2 (C_3) соответственно.

3. Коэффициент $K_{ф}$ должен быть равен требуемому коэффициенту ослабления напряжения ($K_{тр}$), т.е. $K_{ф} = K_{тр}$ или:

$$LC \text{ (мкГн*мкФ)} = U_{п.изм} / U_{п.доп} \quad (13)$$

4. По формуле (1.3) и значению индуктивности выбранного дросселя определяем емкость конденсаторов C_2 и C_3 :

$$C = U_{п.изм} / U_{п.доп} * L \quad (14)$$

Пример расчета

Исходные данные для расчета.

Измеренный уровень помех, создаваемых модулем МДМ7,5-В (рис. 18, кривая 1).

Допустимый уровень помех по Нормам (рис. 19, кривая 2).

					БКЮС.300109.001 Д1			Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата				41
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата		

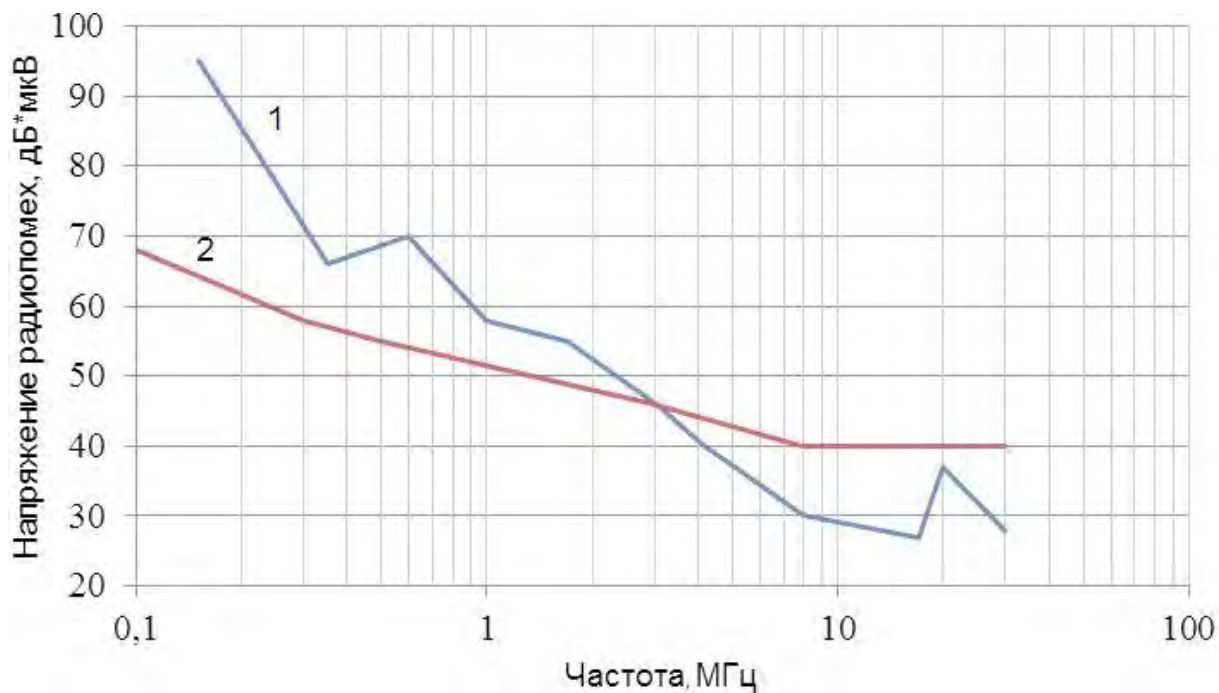


Рисунок 19.

Расчет.

1. Выбираем для модуля МДМ7,5-В – дроссель ДФ7,5-В/0,6 БКЮС.670109.002-01 ТУ с индуктивностью 576 мкГн (таб. 5, режим измерения 100 кГц, 1 В).

2. По кривой 1 определяем уровень помехи от модуля на частоте 0,15 МГц $U_{п.изм}$ – 94 дБ, по кривой 2 $U_{п.доп}$ = 62 дБ. Кривая 2 соответствует уровню помех графика 2 Норм, которые распространяются на большую часть оборудования объектов с РЭА.

3. Определяем по формуле (11) требуемый коэффициент ослабления фильтра в дБ:

$$K_{тр} = U_{п.изм} - U_{п.доп} = 94 \text{ дБ} - 63 \text{ дБ} = 33 \text{ дБ}$$

Выбираем $K_{тр}$ с запасом – 40 дБ, или в размах по формуле $K_{тр,дБ} = 20 \lg * K_{тр,раз}$:

$$K_{тр,раз} = U_{п.изм} / U_{п.доп} = 100.$$

4. По формуле (14) определяем при $L = 576$ мкГн емкость конденсаторов C_2 и C_3 :

$$C = U_{п.изм} / (U_{п.доп} * L * 10^3) = 100 / 576 = 0,174 \text{ мкФ}.$$

					БКЮС.300109.001 Д1			Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата				42
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата

В качестве несимметричных конденсаторов фильтра применяем конденсаторы К10-67В, К10-47В, имеющие минимальную паразитную индуктивность. С целью дополнительного уменьшения этой индуктивности применяется параллельное соединение нескольких конденсаторов.

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		43
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

9 Типичные ошибки потребителей при эксплуатации, а также действия, приводящие к выходу дросселей из строя

- использование одной обмотки или параллельное включение обмоток дросселей ДФ, ДФК, приводящее к насыщению сердечника и снижению индуктивности дросселей до нуля;
- различие токов в обмотках дросселей ДФ, ДФК, приводящее к нарушению компенсации и снижению индуктивности дросселей до нуля;
- несоблюдение требований технических условий в части схемы включения обмоток дросселей ДФ, ДФК, ДФП, ДФПК, приводящее к нарушению взаимной фазировки обмоток и снижению индуктивности до нуля, короткому замыканию с последующим выходом дросселей из строя;
- использование дросселей при токах превышающих $I_{ном}$ без учёта возросшего перегрева и снижения максимальной рабочей температуры окружающей среды, приводящее к последующему выходу дросселей из строя;
- поломка выводов в результате их неоднократного перегиба;
- приложение чрезмерного механического воздействия к дросселю при монтаже на шасси (плату и т.д.), что приводит к повреждению его внутренней конструкции и выходу из строя;
- несоблюдение требований технических условий по установке при монтаже дросселей ДФ и ДФП соответствующих прокладок и шайб, защищающих от механических повреждений;
- перегрев выводов дросселей ДФК и ДФПК при пайке, что приводит к ухудшению или нарушению электрического контакта внутри изделий, который в свою очередь ведёт к отказу;
- применение для подсоединения к дросселям ДФК, ДФПК проводников с сечением, превышающим сечение выводов;
- нарушение условий хранения дросселей, что ведет к преждевременному окислению выводов.

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		44
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

10 Нормативные ссылки

В РТМ содержатся ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ РВ 20.39.411-97 Комплексные системы общих технических требований и контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Общие положения

ГОСТ РВ 20.39.412-97 Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Общие технические требования.

ГОСТ РВ 20.39.414.1-97 КСОТТ. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Классификация по условиям применения и требования стойкости к внешним воздействующим факторам.

ГОСТ РВ 20.39.414.2-97

ГОСТ РВ 20.57.416-98 КСКК. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Методы испытаний.

ГОСТ В 9.003-80 Единая система защиты от коррозии и старения. Общие требования к условиям хранения.

ГОСТ 20.39.413-97 КСКК. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения.

					БКЮС.300109.001 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		45
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

**Приложение А
(рекомендуемое)
Варианты крепления дросселей**

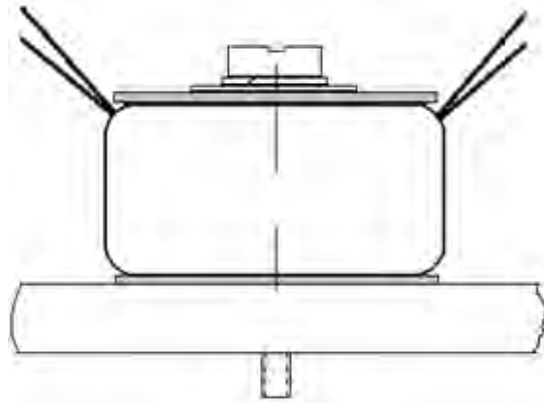


Рисунок А.1
(Крепление винтом)

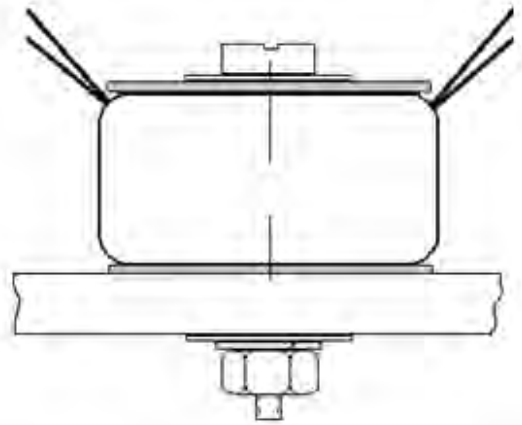


Рисунок А.2
(Крепление винтом и гайкой)

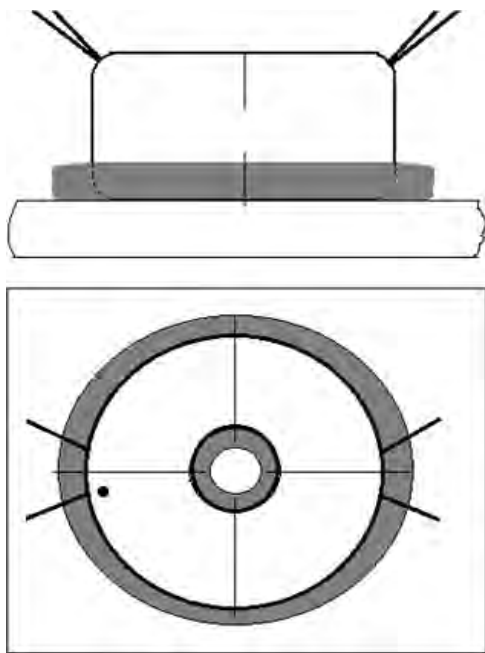


Рисунок А.3
(Крепление подклейкой)

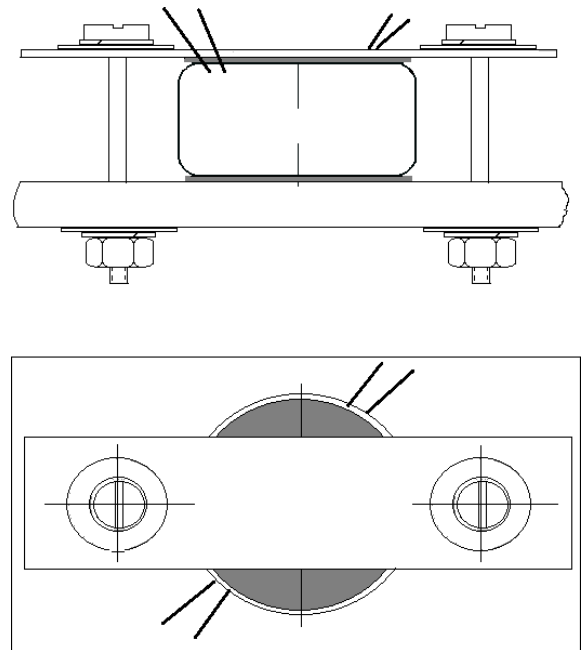


Рисунок А.4
(Крепление пластиной)

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Изм.	Лист
№ докум.	Подпись
Дата	

**Приложение Б
(рекомендуемое)
Взаимозаменяемость дросселей**

Наименование дросселя БКЮС.670109.001ТУ	Габаритные размеры (DxH), мм	Проходной ток, А	Наименование дросселя БКЮС.670109.002ТУ	Габаритные размеры (DxH), мм	Проходной ток, А
ДФ7,5-А12	13x7	1,02	ДФ7,5-2А/1,0	13x7	1,0
ДФ7,5-А27	13x7	0,63	ДФ7,5-2В/0,6		0,6
ДФ7,5-А60	12x6	0,29	ДФ7,5-2Д/0,3		0,3
ДФ7,5-Б3	12x6	1,5	ДФ7,5-2Р/1,5		1,5
ДФ7,5-Б5	12x6	1,5	ДФ7,5-2Р/1,5		1,5
ДФ7,5-Б9	12x6	0,83	ДФ7,5-2Р/0,8		0,8
ДФ7,5-Б12	12x6	0,63	ДФ7,5-2Р/0,8		0,8
ДФ7,5-Б15	12x6	0,5	ДФ7,5-2Р/0,8		0,8
ДФ7,5-Б20	12x6	0,38	ДФ7,5-2Р/0,4		0,4
ДФ7,5-Б24	12x5,5	0,31	ДФ7,5-2Р/0,4		0,4
ДФ7,5-Б27	12x5,5	0,28	ДФ7,5-2Р/0,4		0,4
ДФ7,5-Б48	11,5x5	0,16	ДФ7,5-2Р/0,2		0,2
ДФ7,5-Б68	11,5x5	0,11	ДФ7,5-2Р/0,2		0,2
ДФ7,5-Б0303	13,5x7	0,75	ДФ7,5-3Р/0,8		0,8
ДФ7,5-Б0505	13,5x7	0,75	ДФ7,5-3Р/0,8		0,8
ДФ7,5-Б0909	12x6	0,42	ДФ7,5-3Р/0,4		0,4
ДФ7,5-Б1212	12x6	0,31	ДФ7,5-3Р/0,4		0,4
ДФ7,5-Б1515	12x6	0,25	ДФ7,5-3Р/0,4		0,4
ДФ7,5-Б2020	12x6	0,19	ДФ7,5-3Р/0,2		0,2
ДФ7,5-Б2424	12x5,5	0,16	ДФ7,5-3Р/0,2		0,2
ДФ7,5-Б2727	12x5,5	0,14	ДФ7,5-3Р/0,2		0,2
ДФ7,5-Б4848	11,5x5	0,1	ДФ7,5-3Р/0,1		0,1
ДФ7,5-Б6868	11,5x5	0,06	ДФ7,5-3Р/0,1		0,1
ДФ15-А12	17x10	2,04	ДФ15-2А/2,0		17x9
ДФ15-А27	17x10	1,3	ДФ15-2В/1,2	1,2	
ДФ15-А60	17x10	0,59	ДФ15-2Д/0,6	0,6	
ДФ15-Б03	18x10	3,0	ДФ15-2Р/3,0	3,0	
ДФ15-Б05	18x10	3,0	ДФ15-2Р/3,0	3,0	
ДФ15-Б09	16x9	1,7	ДФ15-2Р/3,0	3,0	
ДФ15-Б12	16x9	1,25	ДФ15-2Р/1,5	1,5	
ДФ15-Б15	16x9	1,0	ДФ15-2Р/1,5	1,5	
ДФ15-Б20	16x8	0,75	ДФ15-2Р/0,8	0,8	
ДФ15-Б24	16x8	0,63	ДФ15-2Р/0,8	0,8	
ДФ15-Б27	16x8	0,56	ДФ15-2Р/0,8	0,8	
ДФ15-Б48	15x7	0,31	ДФ15-2Р/0,4	0,4	
ДФ15-Б68	15x7	0,22	ДФ15-2Р/0,4	0,4	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Подп. и дата
					Индв. № дубл.
					Взам. инв. №
					Подп. и дата

БКЮС.300109.001 Д1

Подп. и дата	Изнв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ДФ15-Б0303	18x10	1,5	ДФ15-3Р/1,5	20x10	1,5
				ДФ15-Б0505	18x10	1,5	ДФ15-3Р/1,5		1,5
				ДФ15-Б0909	16x9	0,8	ДФ15-3Р/0,8		0,8
				ДФ15-Б1212	16x9	0,63	ДФ15-3Р/0,8		0,8
				ДФ15-Б1515	16x9	0,5	ДФ15-3Р/0,8		0,8
				ДФ15-Б2020	16x8	0,38	ДФ15-3Р/0,4		0,4
				ДФ15-Б2424	16x8	0,31	ДФ15-3Р/0,4		0,4
				ДФ15-Б2727	16x8	0,28	ДФ15-3Р/0,4		0,4
				ДФ15-Б4848	15x7	0,16	ДФ15-3Р/0,2		0,2
				ДФ15-Б6868	15x7	0,11	ДФ15-3Р/0,2		0,2
				ДФ30-А12	20x10	4,08	ДФ30-2А/4,0		20x10
				ДФ30-А27	20x10	2,6	ДФ30-2В/2,5	2,5	
				ДФ30-А60	19x9	1,2	ДФ30-2Д/1,2	1,2	
				ДФ30-Б03	22x11	6,0	ДФ30-2Р/6,0	6,0	
				ДФ30-Б05	22x11	6,0	ДФ30-2Р/6,0	6,0	
				ДФ30-Б09	22x11	3,4	ДФ30-2Р/6,0	6,0	
				ДФ30-Б12	20x10	2,5	ДФ30-2Р/3,0	3,0	
				ДФ30-Б15	20x10	2,0	ДФ30-2Р/3,0	3,0	
				ДФ30-Б20	20x8	1,5	ДФ30-2Р/1,5	1,5	
				ДФ30-Б24	20x8	1,25	ДФ30-2Р/1,5	1,5	
				ДФ30-Б27	20x8	1,11	ДФ30-2Р/1,5	1,5	
				ДФ30-Б48	18x8	0,63	ДФ30-2Р/0,8	0,8	
				ДФ30-Б68	18x8	0,44	ДФ30-2Р/0,8	0,8	
				ДФ30-Б0303	22x11	3,0	ДФ30-3Р/3,0	3,0	
				ДФ30-Б0505	22x11	3,0	ДФ30-3Р/3,0	3,0	
				ДФ30-Б0909	22x11	1,7	ДФ30-3Р/3,0	3,0	
				ДФ30-Б1212	20x10	1,25	ДФ30-3Р/1,5	1,5	
ДФ30-Б1515	20x10	1,0	ДФ30-3Р/1,5	1,5					
ДФ30-Б2020	20x8	0,75	ДФ30-3Р/0,8	0,8					
ДФ30-Б2424	20x8	0,63	ДФ30-3Р/0,8	0,8					
ДФ30-Б2727	20x8	0,55	ДФ30-3Р/0,8	0,8					
ДФ30-Б4848	18x8	0,32	ДФ30-3Р/0,4	0,4					
ДФ30-Б6868	18x8	0,22	ДФ30-3Р/0,4	0,4					
Подп. и дата	Взам. инв. №	26x12	26x12	ДФ60-А12	26x12	7,65	ДФ60-2А/8,0	26x12	8,0
				ДФ60-А27		5,04	ДФ60-2В/5,0		5,0
				ДФ60-А60		2,38	ДФ60-2Д/2,5		2,5
				ДФ60-Б03		10,0	ДФ60-2Р/10,0		10,0
				ДФ60-Б05		10,0	ДФ60-2Р/10,0		10,0
				ДФ60-Б09		6,7	ДФ60-2Р/10,0		10,0
				ДФ60-Б12		5,0	ДФ60-2Р/6,0		6,0
				ДФ60-Б15		4,0	ДФ60-2Р/6,0		6,0
				ДФ60-Б20		3,0	ДФ60-2Р/3,0		3,0
				ДФ60-Б24		2,5	ДФ60-2Р/3,0		3,0
ДФ60-Б27	25x11	2,22	ДФ60-2Р/3,0	3,0					
Лист									
БКЮС.300109.001 Д1									
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	48				

ДФ60-Б48		1,25	ДФ60-2Р/1,5		1,5	
ДФ60-Б68		0,9	ДФ60-2Р/1,5		1,5	
ДФ120-А12	26x12	15,9	ДФ120-2А/16,0	26x12	16,0	
ДФ120-А27		10,1	ДФ120-2В/10,0		10,0	
ДФ120-А60		4,76	ДФ120-2Д/5,0		5,0	
ДФ120-Б03		20,0	ДФ120-2Р/20,0		20,0	
ДФ120-Б05		20,0	ДФ120-2Р/20,0		20,0	
ДФ120-Б09		13,3	ДФ120-2Р/20,0		20,0	
ДФ120-Б12		10,0	ДФ120-2Р/12,0		12,0	
ДФ120-Б15		8,0	ДФ120-2Р/12,0		12,0	
ДФ120-Б20		6,0	ДФ120-2Р/6,0		6,0	
ДФ120-Б24		5,0	ДФ120-2Р/6,0		6,0	
ДФ120-Б27		25x11	4,44		ДФ120-2Р/6,0	6,0
ДФ120-Б48			2,5		ДФ120-2Р/3,0	3,0
ДФ120-Б68	1,76		ДФ120-2Р/3,0	3,0		

Подп. и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БКЮС.300109.001 Д1		Лист
							49

