

# ПЛЕНОЧНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И ФИРМЫ WIMA

А.Лапин  
lapin@zolshar.ru

**В**ыбор конденсатора однозначно не определяется его емкостью и рабочим напряжением. В эквивалентную схему конденсатора помимо полезной емкости  $C$  входят такие паразитные элементы, как активное сопротивление  $r_G$  (потери в диэлектрике, сквозные токи утечки), определяемое тангенсом угла диэлектрических потерь на рабочей частоте; активная составляющая сопротивления обкладок и выводов  $r_S$ ; индуктивность обкладок и выводов  $L_S$ . Влияние этих паразитных элементов на работу электронного устройства может свести на нет все усилия незадачливого разработчика, неправильно выбравшего конденсатор.

Важнейшая задача при проектировании пленочных конденсаторов – разработка конструкции с минимальным значением паразитных параметров. Только конденсатор с малой индуктивностью обкладок  $L_S$  сможет эффективно, без резонансных явлений, работать в заданной полосе частот, пропускать большой переменный ток и поддерживать импульсный режим. Пленочные конденсаторы с низкими токами утечки через  $r_G$  незаменимы для пиковых детекторов и устройств выборки-хранения, а также для времязадающих цепочек. Постоянное совершенствование диэлектрических пленок позволило получить полимерные диэлектрики, ионная поляризация которых уже не вызывает шумов и искажений. Благодаря этому современные пленочные конденсаторы можно использовать в сигнальных цепях аудиоаппаратуры высокого класса.

С развитием силовой полупроводниковой техники повысились требования к подавлению радиопомех, возбуждаемых мощными транзисторами и тиристорами на напряжения в несколько сотен или тысяч вольт. Задача решена за счет применения в демпфирующих цепях таких приборов пленочных конденсаторов с низким сопротивлением обкладок и выводов  $r_S$ , рассчитанном на большие значения импульсного тока (снова идеальное решение конкретной задачи). Они с успехом заменяют известную комбинацию электролитических и керамических конденсаторов.

Номенклатура и параметры производимых сегодня отечественных пленочных конденсаторов приведены в табл. 1. Расширить параметрический ряд, подобрать специализированные конденсаторы для вы-

**Таблица 1. Параметры отечественных пленочных конденсаторов**

Серия/Диэлектрик	Номинальная емкость, мкФ	Номинальное напряжение, В	Тангенс угла потерь	Сопротивление изоляции, Ом	Аналог фирмы Wima
K71-4 <sup>1</sup> /Полиэстр	0,01–10 ±5%, ±10%, ±20%	160–250	1,5·10 <sup>-3</sup>	5·10 <sup>10</sup>	MKS, FKS, SMD
K71-5 <sup>1</sup> /Полиэстр	0,01–1 ±2%, ±5%, ±10%	160	1,2·10 <sup>-3</sup>	5·10 <sup>10</sup>	MKS, FKS, SMD
K71-7 <sup>1</sup> /Полиэстр	0,001–0,5 ±0,5%...±5%	250	1,5·10 <sup>-3</sup>	5·10 <sup>10</sup>	MKS, FKS, SMD
K73-49 <sup>2</sup> /Полиэтилентерефталат	0,1–0,68 мкФ ±20%	250	10 <sup>-2</sup>	6·10 <sup>9</sup>	Snubber MKP, Snubber FKP, MKP10, FKP1
K73П-3 <sup>2</sup> /Полиэтилентерефталат	0,05–1 ±10%, ±20%	160	1,2·10 <sup>-2</sup>	6·10 <sup>9</sup>	Snubber MKP, Snubber FKP, MKP10, FKP1
K73-16/Полиэтилентерефталат	0,001–22 ±5%, ±10%, ±20%	63–1600	1,2·10 <sup>-2</sup>	–	MKS, FKS, MKP, FKP, SMD
K73-17/Полиэтилентерефталат	0,001–6,8 ±5%, ±10%, ±20%	63–1500	8·10 <sup>-3</sup>	1,2–3·10 <sup>10</sup>	MKS, FKS, MKP, FKP, SMD
K73-44/Полиэтилентерефталат	0,001–0,15 ±5%, ±10%, ±20%	63–6300	8·10 <sup>-3</sup>	1,2–3·10 <sup>10</sup>	MKS, FKS, MKP, FKP, SMD
K78-28/Полипропилен	0,01–0,1 ±5%, ±10%, ±20%	315–1600	1,5·10 <sup>-3</sup>	5·10 <sup>10</sup>	MKP, FKP
K78-31/Полипропилен	0,001–0,068 ±5%, ±10%, ±20%	250–1600	10 <sup>-3</sup>	5·10 <sup>10</sup>	MKP, FKP

**Примечание.** <sup>1</sup> Могут также быть заменены конденсаторами серии MKT фирмы Philips. <sup>2</sup> Могут быть заменены помехоподавляющими бумажными конденсаторами MP 3-X2, MP 3-Y2, SMD MP 3-Y2.

**Конденсатор – изделие, обладающее сложным комплексом потребительских параметров. Достичь абсолютного идеала при его проектировании и изготовить универсальный конденсатор нельзя по определению. Но это не мешает создавать и применять конденсаторы, близкие к идеалу, для различных специальных приложений. Вот почему особенности проектирования, выбора и применения пленочных конденсаторов представляют большой интерес.**

сокочастотных, импульсных, прецизионных, демпфирующих цепей, а также SMD-конденсаторы, и тем самым значительно улучшить технологичность производства и снизить массогабаритные характеристики аппаратуры можно путем применения, наряду с отечественными компонентами, пленочных конденсаторов немецкой фирмы Wima.

Вся продукция фирмы Wima выпускается в низкоиндуктивном исполнении. Обкладки выполнены в виде рулона с короткозамкнутой паразитной индуктивностью или в виде сложного пакета. Так, демпфирующий конденсатор типа МКР 10 имеет пакетную конструкцию, образуемую включенными последовательно парами конденсаторов (рис. 1). Такая симметричность конструкции обеспечивает низкую паразитную индуктивность. Малая длина металлизации обкладок и низкое сопротивление области подсоединения обкладок к выводам позволяют получить отличные характеристики на высоких частотах и при импульсном токе.



**Рис. 1. Конструкция низкоиндуктивного пленочного демпфирующего (Snubber) конденсатора типа МКР 10 фирмы Wima**

Таблица 2. Параметры пленочных конденсаторов Wima

Обкладки/диэлектрик	Характеристики диэлектрика	Назначение	Металлизированные малагабаритные конденсаторы	Фольговые импульсные конденсаторы
Полиэстр/ Диэлектрик с $\epsilon = 3,3$	Положительный температурный коэффициент; поверхностное сопротивление $10^{18}$ Ом-см при 23°C и на 1 кГц	Разделительные, блокировочные, шунтирующие	SMD: 63-400 В, 1 Н-6,8 мкФ; MKS2: 50-100 В, 1 Н-1 мкФ; MKS2: 16-400 В, 10 Н-10 мкФ; MKS4: 50-2000 В, 1 Н-33 мкФ	FKS2: 100-400 В, 220 пФ-0,01 мкФ; FKS3: 100-630 В, 1 Н-0,1 мкФ
Полипропилен/ Диэлектрик с $\epsilon = 2,2$	Отрицательный температурный коэффициент; поверхностное сопротивление $6 \cdot 10^{18}$ Ом-см при 23°C и на 1 кГц	Высокочастотные, импульсные, силовые, аудио, фильтры радиопомех	Snubber (демпфирующий) MKP630-2000 В, 47 Н-4,7 мкФ; MKP10 160-2000 В, 1 Н-10 мкФ (большие токи); MKP2 100-630 В, 1 Н-0,33 мкФ; MKP4 250-1000 В, 1 Н-10 мкФ	Snubber (демпфирующий) FKP 10 160-2000 В, Н-1 мкФ; FKP1 400-6000 В, 100 пФ-0,22 мкФ (большие токи); FKP2 63-1000 В, 27 пФ-0,033 мкФ; FKP3 100-1000 В, 100 пФ-0,1 мкФ
Смешанные	Размах колебаний емкости в рабочем диапазоне температур металлизированных конденсаторов – не более 3%, фольговых – 1%	Термостабильные фильтры, память, времязадающие, балансировочные	MKM2: 100-250 В, 1 Н-0,22 мкФ; MKM4: 250-400 В, 22 Н-4,7 мкФ	FKM2: 100-400 В, 100 пФ-0,01 мкФ; FKM3: 160-400 В, 220 пФ-0,068 мкФ

В качестве материала диэлектриков конденсаторов фирмы Wima применяются полиэстр, полипропилен или композиции этих полимеров, обкладки формируются металлизацией или выполняются из фольги. В результате основные группы изделий фирмы существенно различаются по параметрам (табл.2) и ценам.

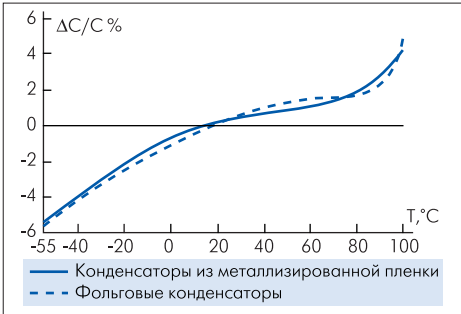


Рис.2. Температурная зависимость емкости конденсаторов с полиэстровым диэлектриком

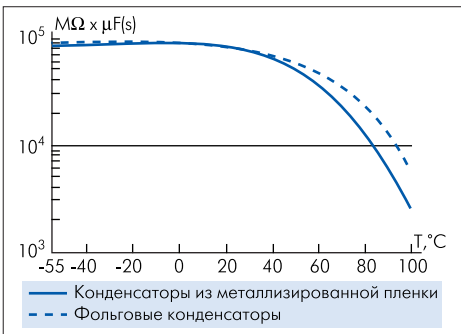


Рис.3. Температурная зависимость сопротивления конденсаторов с полиэстровым диэлектриком

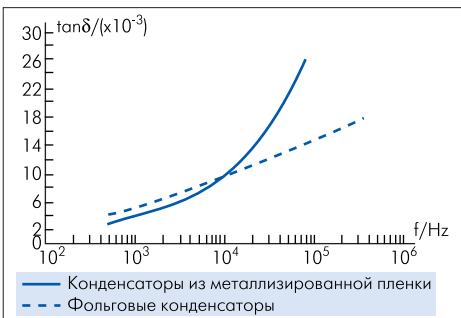


Рис.4. Температурная зависимость тангенса угла диэлектрических потерь конденсаторов с полиэстровым диэлектриком

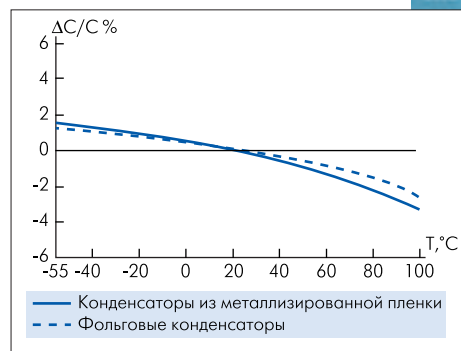
Таблица 3. Примеры применения пленочных конденсаторов (начало)

Применение	Схема включения	Временная диаграмма	Основные характеристики конденсатора	Тип конденсатора
Блокировочный, разделительный, шунтирующий конденсатор			Низкая паразитная индуктивность. Высокое сопротивление изоляции	Полиэстровые: MKS, FKS, SMD (Wima); MKT (Philips); K71-4, K71-5, K71-7. Полипропиленовые: K78-28, K78-31, а также популярная серия MKT370
Времязадающие цепи			Стабильная емкость. Высокое сопротивление изоляции	Полипропиленовые: FKP2, FKP3, MKP2, MKP4 (Wima). K78-28, K78-31. Смешанный диэлектрик MKM, FKM (Wima)
"Запоминания" напряжения. Пиковые детекторы			Низкие диэлектрические потери	Полипропиленовые: FKP2, FKP3, MKP2, MKP4 (Wima). K78-28, K78-31
Разделительные конденсаторы в аудиотехнике Hi-End			Низкие собственные шумы. Высокая емкость. Низкие диэлектрические потери. Низкая паразитная индуктивность	Полипропиленовые MKP4 (Wima)
Сглаживающий конденсатор			Высокая емкость. Большие токи. Низкие диэлектрические потери	Полипропиленовые: FKP1, MKP10 (Wima). K78-28, K78-31
Сглаживание на переключаемой нагрузке			Большие токи. Высокая скорость изменения напряжения	Полипропиленовые: Snubber FKP, Snubber MKP (Wima). Полиэтилентерефталатные: K73-49, K73П-3
Фильтры радиопомех			Большие токи. Высокая скорость изменения напряжения	Полипропиленовые: Snubber FKP, Snubber MKP (Wima). Полиэтилентерефталатные: K73-49, K73П-3

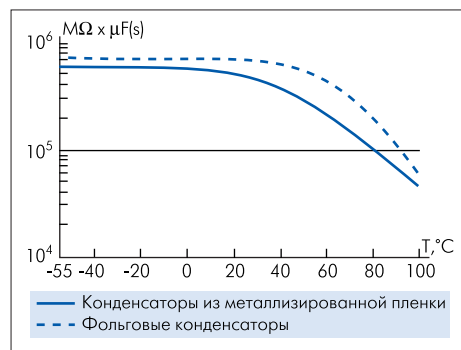
**Таблица 3. Примеры применения пленочных конденсаторов (окончание)**

Применение	Схема включения	Временная диаграмма	Основные характеристики конденсатора	Тип конденсатора
Гашение импульсных помех в цепях питания			Большие токи. Высокая скорость изменения напряжения	Полипропиленовые: Snubber FKP, Snubber MKP (Wima). Полиэтилентерефталатные: K73-49, K73П-3
Бестрансформаторные источники питания			Высокое номинальное напряжение	Полиэстровые: MKS4 (Wima). K71-4, K71-5, K71-7
Генераторы			Стабильная емкость. Низкие диэлектрические потери	Полипропиленовые: FKP2, FKP3, MKP2, MKP4 (Wima). K78-28, K78-31. Смешанный диэлектрик: MKM, FKM (Wima)
Термостабильные цепи			Высокая термостабильность	Смешанный диэлектрик: MKM, FKM (Wima)
Фильтры			Стабильная емкость. Низкая паразитная индуктивность.	Полипропиленовые: FKP2, FKP3, MKP2, MKP4 (Wima). K78-28, K78-31. Смешанный диэлектрик: MKM, FKM (Wima)
			Низкие диэлектрические потери	
Настройка обратным ходом в телевизорах			Высокая скорость изменения напряжения. Низкие диэлектрические потери	Полипропиленовые: FKP1, MKP10 (Wima). K78-28, K78-31
S-коррекция в телевизорах			Высокая скорость изменения напряжения. Низкие диэлектрические потери	Полипропиленовые: MKP10, MKP4 (Wima). K78-28, K78-31

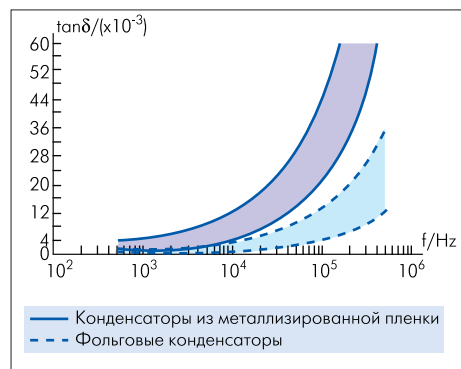
**Примечание.** VAC – Вольт по переменному току; without RFI cap. – без ВЧ-конденсатора; C<sub>x</sub>, C<sub>y</sub> applied – используются C<sub>x</sub>, C<sub>y</sub>; Line O/P Trans – Линейный O/P трансформатор; Vert Coils – Вертикальная обмотка.



**Рис.5. Температурная зависимость емкости конденсаторов с полипропиленовым диэлектриком**



**Рис.6. Температурная зависимость сопротивления конденсаторов с полипропиленовым диэлектриком**



**Рис.7. Температурная зависимость тангенса угла диэлектрических потерь конденсаторов с полипропиленовым диэлектриком**

Примеры применения пленочных конденсаторов приведены в табл.3.

**Полиэстровый диэлектрик** используется в недорогих разделительных, шунтирующих, блокировочных конденсаторах. Основные параметры конденсаторов с таким диэлектриком приведены на рис. 2–4.

**Полипропиленовый диэлектрик** применяется в высокочастотных, импульсных, сильноточных конденсаторах, аудиотехнике Ni-End, обеспечивая отличную достоверность звука, в фильтрах радиопомех. Характеристики конденсаторов на основе этого диэлектрика приведены в рис. 5–7.

**Конденсаторы на основе смешанного диэлектрика** в определенной степени сочетают недостатки первых двух типов, поэтому их применение ограничено термостабильными цепями и в приборах, к термостабильности которых предъявляются высокие требования: фильтры, схемы "запоминания" напряжения, времязадающие и балансировочные цепи. Размах колебаний емкости в рабочем диапазоне температур не превышает 3%, для фольговых конденсаторов – 1%.

Пленочные конденсаторы фирмы Wima представлены на российском рынке дистрибьютором – компанией "Золотой шар ТМ" (<http://www.zolshar.ru>). Широкая сеть представительств позволяет компании поставлять компоненты практически во все регионы России и ближние зарубежье. Отечественные пленочные конденсаторы могут поставляться компанией "Золотой шар ТМ" с приемкой заказчика. **Тел.: (095) 234-01-10. Факс: (095) 956-33-46.**

#### ЛИТЕРАТУРА

Гудков С. Конденсаторы с низким ESR. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2002, N 1, с.24.

Журявлев С. П. Деформационные характеристики полипропиленовой пленки и термостабильность конденсаторной изоляции на ее основе. – Электротехника, 2002, N 11.

Сайты: Северо-задонского конденсаторного завода, [home.tula.net/skz](http://home.tula.net/skz); ООО "Элмер" [www.elmer.ru](http://www.elmer.ru); фирмы Wima [www.wima.com](http://www.wima.com)