

Помехоподавляющие, снабберные, фильтрующие: пленочные конденсаторы Hongfa, Faratronic и JB Capacitors

2 июля



светотехника | потребительская электроника | универсальное применение | Hongfa | Faratronic | JB Capacitors | статья | пассивные ЭК и электромеханика | EMI | конденсаторы | пленочные конденсаторы | помехоподавляющие конденсаторы | снабберные конденсаторы

Константин Кузьминов (г. Заполярный)

*Не смотря на простоту исполнения и почтенный возраст технологии производства, пленочные конденсаторы до сих пор незаменимы в большинстве областей электроники. От их качества напрямую зависит работа самого устройства. Продукция китайских компаний **Hongfa**, **Faratronic** и **JB Capacitors** высоко ценится за свою надежность и отличается большим разнообразием моделей для различных областей применения.*

Резистор, индуктивность и конденсатор – это «три кита» среди пассивных компонентов, на которых построена электроника. Работоспособность устройств зависит от их качества и надежности не меньше, чем от полупроводниковых устройств, а значит, к выбору пассивных компонентов необходимо отнестись со всей ответственностью. Это несколько осложняется различными изменениями на рынке, связанными с уходом одних брендов и появлением других. Давайте вспомним различные свойства конденсаторов в зависимости от технологии изготовления и используемых материалов, а также рассмотрим аспекты, помогающие сделать выбор модели, оптимально подходящей для того или иного проекта.

Принцип работы конденсатора

Накапливать энергию конденсатору позволяет его достаточно простая конструкция: два плоских электрода (обкладки), изолированных друг от друга диэлектриком (рисунок 1).

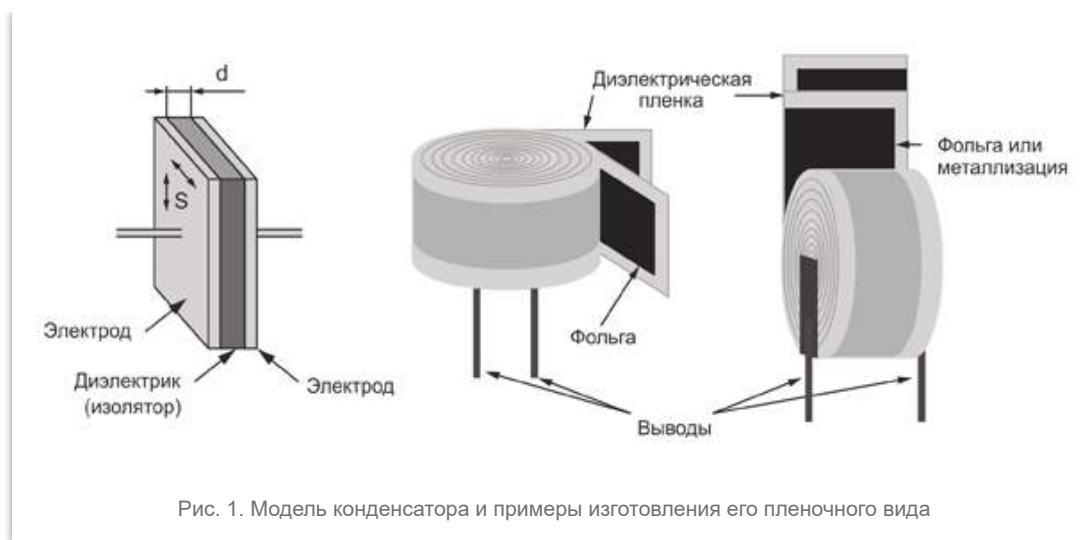


Рис. 1. Модель конденсатора и примеры изготовления его пленочного вида

Определить емкости конденсатора C достаточно просто (формула 1):

$$C = \frac{S \times \epsilon_a}{d}, \quad (1)$$

где:

- S – площадь электродов;
- d – расстояние между ними;
- ϵ_a – абсолютная диэлектрическая проницаемость изолятора, которая в той или иной степени может изменяться в зависимости от рабочих условий: температуры, напряжения и частоты тока.

Например, некоторые типы диэлектриков керамических конденсаторов обладают сегнетоэлектрическим характером, что вызывает сильное уменьшение диэлектрической проницаемости с ростом приложенного напряжения, и, следовательно, снижение емкости конденсатора. Этот недостаток компенсируется крайне малыми размерами, что, несомненно, для компактных приложений будет существенным плюсом. Кроме того, на конденсатор оказывают влияние колебания температуры и частота приложенного напряжения. Различные характеристики и требования к конденсаторам породили множество вариантов их конструкций и технологий изготовления. В некоторых вариантах в качестве изолятора используется пластиковая пленка (таблица 1), что и дало наименование их виду – пленочные конденсаторы.

Основными преимуществами пленочных конденсаторов являются малые значения эквивалентных последовательных сопротивления (ESR) и индуктивности (ESL), диэлектрической абсорбции и низкого теплового коэффициента емкости (ТКЕ), что гарантирует стабильность параметров при различных условиях работы. Технология изготовления и применяемые материалы позволяют получить высокие значения номинального напряжения и сопротивления изоляции при высокой нагрузочной способности и надежности эксплуатации. Кроме того, комбинация слоев диэлектрика и электродов может иметь несколько вариантов, что позволяет получить те или иные свойства конденсатора. На рисунке 1 показаны два самых обычных варианта исполнения, отличающихся различной индуктивностью: несколько большей в центре рисунка и меньшей справа. Обычно пленочный конденсатор изготавливается методом намотки ленты из металлизированной пластиковой пленки (или отдельных слоев металлической фольги и диэлектрика), но существует и технология ламинирования, когда собирается многоуровневая конструкция из отдельных прямоугольных слоев, а затем прессуется.

Отличные характеристики и относительная простота изготовления позволяют пленочным конденсаторам, в том числе блокировочным и балластным, уже много десятилетий уверенно занимать свои позиции в различных областях применения, таких как:

- аналого-цифровые преобразователи;

- частотоподающие цепи и фильтры;
- пиковые детекторы напряжения;
- цепи температурной компенсации;
- фильтры для подавления дифференциальных и синфазных помех (конденсаторы X- и Y-классов);
- снабберы;
- импульсные преобразователи напряжения;
- различные высоковольтные приложения.

Существенным ограничением применения пленочных конденсаторов является их размер, который в свою очередь вызывает изменение габаритов устройства, а также влияет на технологию монтажа: она в большинстве случаев сквозная.

Таблица 1. Виды материалов для пластиковой пленки диэлектрика конденсатора

Материал	Особенности	Доля на рынке
Полиэтилентерефталат (PET, также может называться полиэфиром или полиэстером)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Устойчивость к высоким и низким температурам (широкий диапазон рабочих температур) ▪ Высокая диэлектрическая проницаемость, позволяющая достичь хорошего соотношения габаритов конденсатора к его емкости ▪ Отличные свойства самовосстановления ▪ Высокая стабильность ▪ Низкая стоимость 	> 90%
Полипропилен (PP)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Высокое сопротивление изоляции ▪ Очень хорошая стабильность ▪ Отличные показатели самовосстановления ▪ Хорошая частотная характеристика ▪ Очень низкая диэлектрическая абсорбция ▪ Несколько меньшая термостойкость 	
Полиэтиленнафталат (PEN)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Хорошая термостойкость ▪ ТКЕ хуже чем у PP и PPS 	< 10%
Полифениленсульфид (PPS)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Хорошая термостойкость ▪ Отличный ТКЕ ▪ Высокая стоимость 	
Политетрафторэтилен (PTFE, фторопласт)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Очень высокая термостойкость ▪ ТКЕ несколько хуже чем у PP ▪ Значительные габариты 	

Пленочные конденсаторы существуют в том числе с диэлектриком из полистирола и поликарбоната, однако в настоящее время их производство практически отсутствует. Конденсаторы на основе PEN, PPS и PTFE занимают очень небольшую часть рынка. Наиболее популярными являются полиэфирные и полипропиленовые.

Основные характеристики пленочных конденсаторов

Компания **Faratronic**, продукция которой будет рассмотрена далее, приводит в своей технической документации на конденсаторы более трех десятков различных параметров. Основными являются емкость и рабочее напряжение. Именно они присутствуют в маркировке на компоненте. Однако в зависимости от условий

эксплуатации и области применений, необходимо учитывать большее число характеристик и конструктивных особенностей.

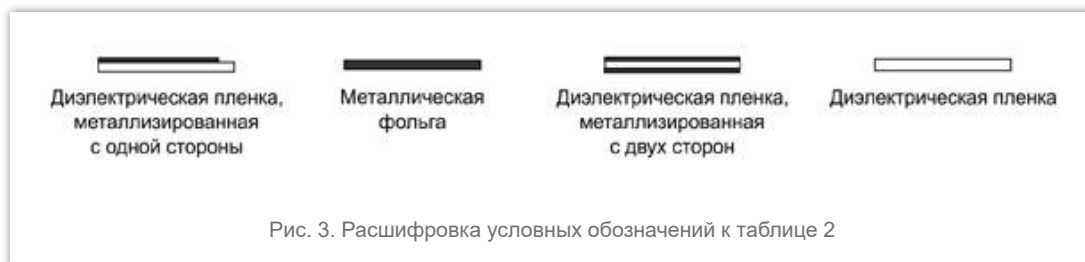
Номинальное (рабочее) напряжение конденсатора – это максимальное значение напряжения, при котором компонент может безопасно эксплуатироваться во всем заявленном температурном диапазоне. Рабочее напряжение определено электрической прочностью диэлектрика, на которую влияют материал, толщина и качество его изготовления, и отрицательно зависит от температуры (уменьшается с нагревом). Номинальное напряжение конденсаторов может быть указано отдельно для переменного и постоянного токов. Его увеличение достигается за счет изменения параметров диэлектрика, а также зависит от технологий изготовления, а именно добавления промежуточных обкладок таким образом, чтобы фактически образовалась цепь последовательно соединенных конденсаторов (рисунок 2). Однако емкость при этом уменьшается в той же степени.



В таблице 2 показаны еще несколько вариантов комбинации диэлектрика и электродов, применяемых компанией Faratronics при производстве пленочных конденсаторов, и наименования семейств, выполненных по этим технологиям. Расшифровка условных обозначений показана на рисунке 3.

Таблица 2. Варианты чередования слоев диэлектрика с различными видами и формами электродов пленочных конденсаторов производства компании Faratronics

C24 (CL23B), C25 (CL25), C21 (CL21), C20 (CL20), C22 (CL21X), C23 (CL23), C30 (CBB20), C28, C92, C31 (CBB21/A/B), C57, C42 (МКР62), C44 (МКР64), C4V	C14 (CBB81)	C21 (CL21), C31 (CBB21), C26 (МКТ61), C29	C13 (CBB13)	C4B, C45 (МКР65), C4H, C43 (МКР63)
				—
	C82 (ММКР82)	C82 (ММКР82), C84 (ММКР84)	C84 (ММКР84)	



Превышение значения номинального напряжения приводит к электрическому пробою конденсатора. Однако отличительной способностью пленочных конденсаторов, электроды которых выполнены методом осаждения на пленку диэлектрика металла из газообразной фазы, является самовосстановление после пробоя. Изолированное состояние восстанавливается в результате мгновенного окисления участка пробитого электрода. Повысить надежность позволяет и технология нанесения электродного слоя не равномерно, а

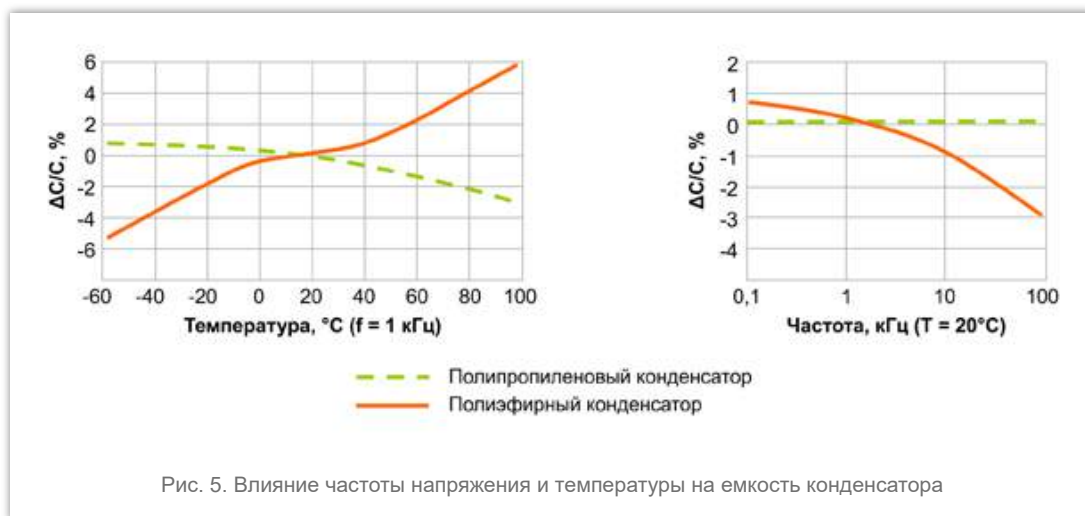
отдельными участками, соединенными между собой тонкими полосками-перемычками (рисунок 4). При пробое они разрушаются и отключают поврежденную область.



К выходу конденсатора из строя может привести не только перенапряжение, но и слишком высокая скорость нарастания (dV/dT) импульсного напряжения.

Тепловой коэффициент емкости (ТКЕ) определяет, как изменяется емкость конденсатора при повышении или понижении его температуры. В зависимости от материала пленки, температурный коэффициент может быть отрицательным, положительным либо незначительным. Последний вариант может достигаться за счет использования как PPS, так и комбинаций различных материалов, компенсирующих друг друга.

Частотные характеристики так же, как и температурный коэффициент, оказывают влияние на емкость конденсатора. На рисунке 5 показан сравнительные графики ТКЕ и частотных характеристик полиэфирных и полипропиленовых конденсаторов.



Частота напряжения влияет не только на емкость. Высокочастотный ток и пульсации приводят к саморазогреву конденсатора на $5...10^{\circ}\text{C}$, что сужает диапазон максимально допустимой температуры эксплуатации. Нагрев связан с потерями мощности из-за неидеального отношения активной мощности конденсатора к реактивной, которое выражается через **тангенс угла диэлектрических потерь** ($\text{tg}\delta$ или $\text{tan}\delta$). Чем он ниже, тем меньше потеря энергии и, соответственно, нагрев. Повышение частоты тока увеличивает $\text{tg}\delta$, для полипропиленовых конденсаторов эта зависимость наименее выражена (рисунок 6).

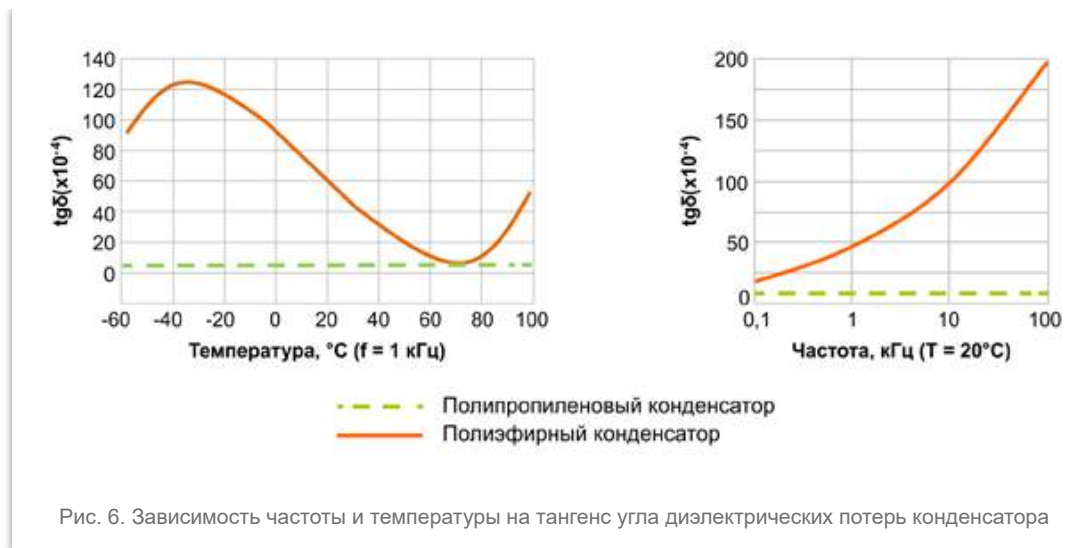


Рис. 6. Зависимость частоты и температуры на тангенс угла диэлектрических потерь конденсатора

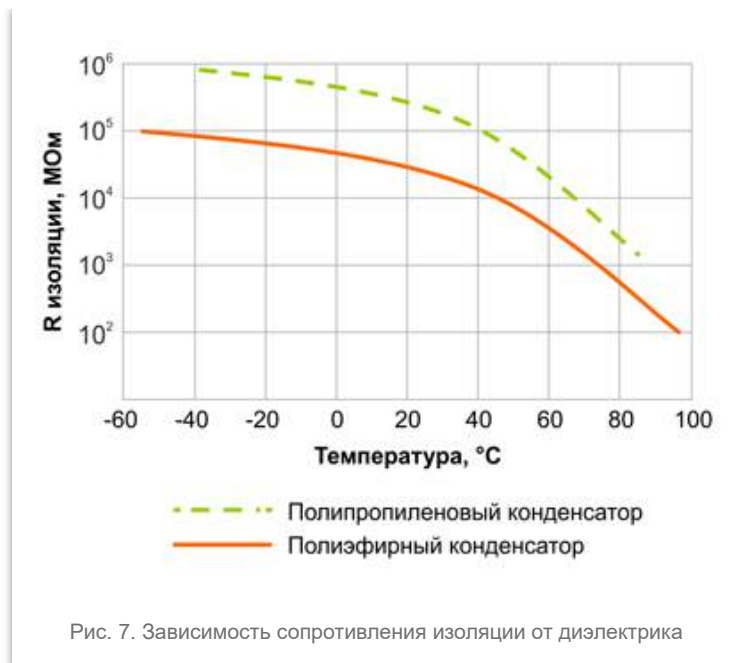
В большинстве случаев именно $\text{tg}\delta$ указывается как параметр, характеризующий потери в пленочном конденсаторе, в отличие от ESR для электролитических.

Глядя на графики, изображенные на рисунках 5 и 6, можно сделать вывод, что полипропиленовый конденсатор значительно лучше полиэфирного, однако это не совсем так. Конденсаторы этих типов вполне справедливо делят рынок поровну между собой, так же, как преимущества и недостатки (таблица 3).

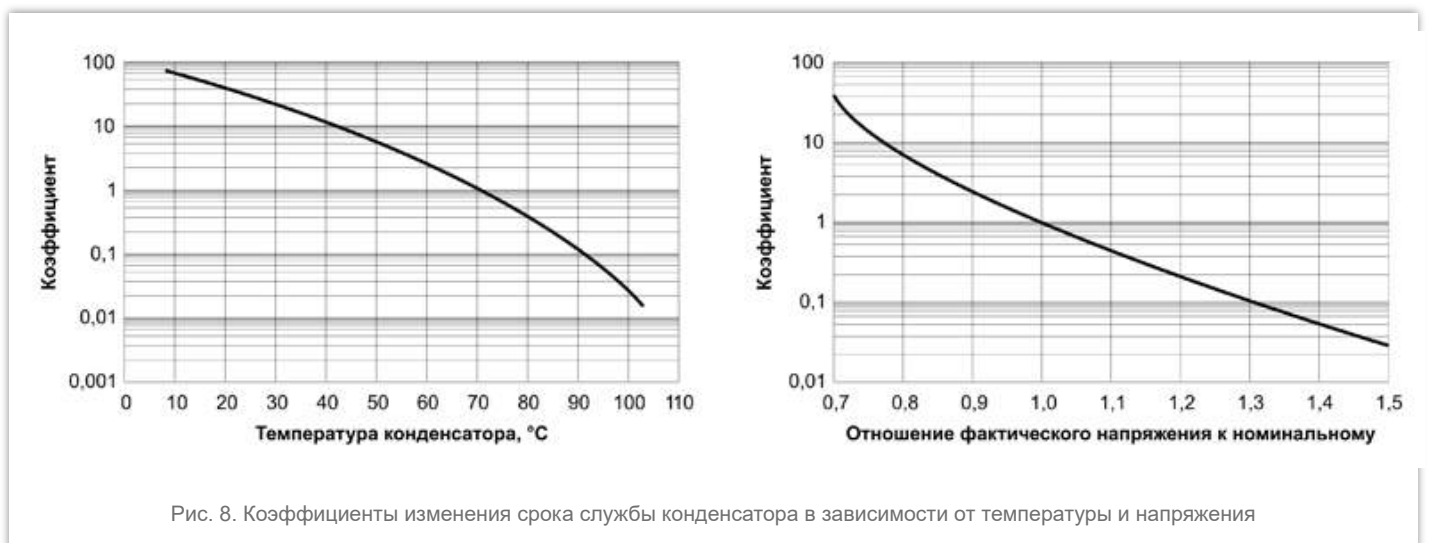
Таблица 3. Сравнение конденсаторов PET и PP

Свойство	Полиэфирный конденсатор (PET)	Полипропиленовый конденсатор (PP)
Способность работать при повышенной температуре	+	-
ТКЕ	-	+
$\text{tg}\delta$	-	+
Напряжение пробоя переменного тока	-	+
Габариты	+	-
Стоимость	+	-

Изменение температуры влияет и на сопротивление диэлектрика (рисунок 7), в результате чего меняется значение тока утечки. Как правило, сопротивление изоляции применяется к конденсаторам с малой емкостью (менее 0,33 мкФ) Для конденсаторов с большей емкостью используется понятие постоянной времени, выраженной в секундах и являющейся произведением значений сопротивления изоляции и емкости.



В процессе эксплуатации конденсатора происходит его старение. Накопление влаги и усадка материалов приводят к некоторой деградации, в частности, начинаются изменения коэффициента диэлектрических потерь и сопротивления изоляции. Для минимизации этого в некоторых случаях используется более герметичный корпус. При номинальном постоянном напряжении и температуре 70°C ожидаемый срок службы пленочного конденсатора составляет около 100 000 часов (по данным компании Faratron). С помощью графиков, изображенных на рисунке 8, можно примерно оценить срок жизни пленочного конденсатора при различных условиях эксплуатации.



Если предположить, что конденсатор будет эксплуатироваться при температуре 60°C и с напряжением 80% от номинального значения, ожидаемый срок его службы возрастет в 20 раз. И даже с учетом того, что подобные расчеты могут быть неточными, срок службы пленочного конденсатора многократно превышает вероятное время существования устройства, в котором он используется. В то же время превышение температуры и напряжения может существенно ограничить срок работы конденсатора вплоть до нескольких часов, если взять худшие значения из вышеприведенных графиков.

Однако если качество изготовления конденсаторов неудовлетворительно, например, контроль за наличием примесей в пленке диэлектрика недостаточен, прогнозировать надежную работу и ожидаемые параметры конденсатора вряд ли возможно даже с учетом всех вышеприведенных факторов. Поэтому выбор производителя компонентов не менее важен, чем подбор самого компонента. Компания **КОМПЭЛ** тщательно

подходит к возможности сотрудничества с тем или иным производителем и предлагает продукцию лучших из них.

Ассортимент конденсаторов Faratronic

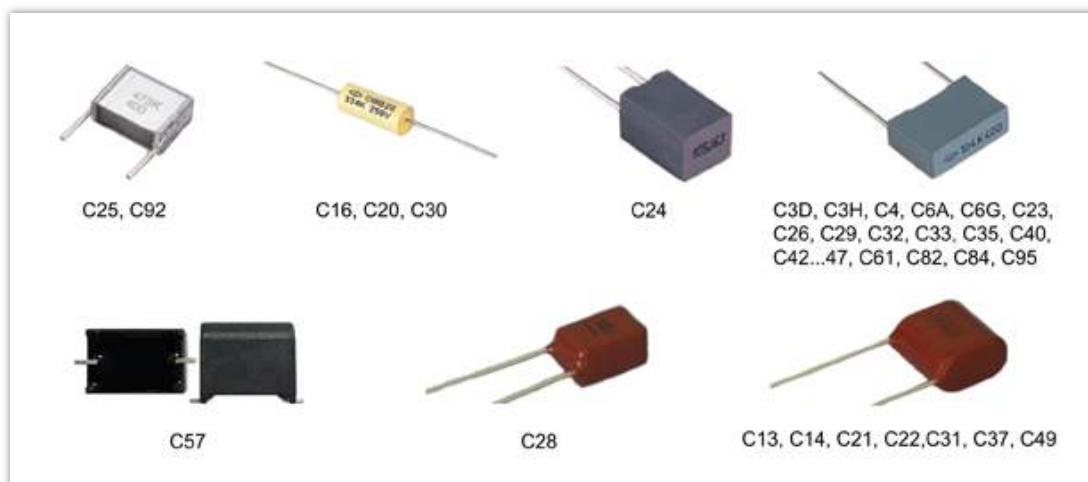
Сегодня китайская **Xiamen Faratronic** является ведущим мировым производителем пленочных конденсаторов. Это одна из старейших компаний, которая начала свою деятельность в 1955 году. При этом пленочные конденсаторы и металлизированная пленка являются практически единственными продуктами Faratronic. Компания является поставщиком для производителей промышленной и бытовой электроники, солнечных и ветровых электростанций, автотранспорта, освещения и других направлений промышленности. На рисунке 8 показано статистическое распределение пленочных конденсаторов Faratronic по областям применения.



Научно-исследовательский центр и производственные мощности Faratronic являются одними из самых больших в мире среди производителей данной продукции. Это позволяет компании предлагать клиентам широчайший ассортимент пленочных конденсаторов для установки на печатную плату (PCB) и шасси.

Конденсаторы Faratronic для установки на печатную плату (рисунок 10):

- общего применения (таблица 4);
- помехоподавляющие: X-, Y- и прочие фильтры для сети переменного тока (таблица 5);
- понижающие напряжение: емкостные делители, балластные цепи (таблица 6);
- прецизионные (таблица 7);
- снабберные (таблица 8);
- сглаживающие, постоянного тока, или DC-Link (таблица 9);
- для электродвигателей переменного тока (таблица 10).



Сокращения, используемые в таблицах 4...10:

- МП – металлизированная пленка;
- Ф – фольга;
- БИН – безиндуктивный (обычно безиндуктивная намотка);
- ЛК – ламинированная (многоуровневая) конструкция;
- РЕТ – полиэтилентерефталат (полиэфир, полиэстер);
- ВоРЕТ – майлар (лавсан);
- РР – полипропилен;
- РЕН – полиэтиленнафталат;
- THV – Temperature humidity bias, или стабильность параметров при тяжелых температурных условиях и влажности.

Таблица 4. Пленочные конденсаторы Faratronics общего применения для установки на PCB

Наименование	Рабочее напряжение, В	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, ном., °С	Характеристики	Материал и особенности корпуса
Полиэтиленнафталатные					
C92	250, 450, 630, 1000	0,001...0,22	-55...150 (125)	ЛК, высокая надежность. Выдерживают значительные импульсы тока. Широко применяются в освещении, например, в мощных люминесцентных и автомобильных HID-лампах, импульсных цепях постоянного тока (высокотемпературный режим).	Без корпуса
Полиэтилентерефталатные (полиэфирные, полиэстерные)					
C57	450	0,001...1	-40...105 (85)	МП, БИН, стабильность параметров не зависит от условий эксплуатации. Надежность благодаря эффекту самовосстановления. Отсутствие пьезоэлектрического эффекта. Пайка оплавлением. Низкая стоимость. Предназначены в качестве накопительных конденсаторов импульсных источников питания, электронных балластов, инверторов.	SMD-монтаж, пластик (UL94 V-0)
C20 (CL20)	50, 63, 100, 250, 400, 630, 1000	0,001...10	-55...105 (85)	МП, БИН, небольшой размер, малый вес, отличные показатели самовосстановления. Подходят для блокировочных и развязывающих (байпасных) цепей и связи.	Полиэфир + эпоксидный компаунд, аксиальные выводы
C21 (CL21)	50, 63, 100, 250, 400, 630, 1000, 1250	0,01...10	-55...105 (85)	МП, БИН, широкий диапазон емкости, небольшой размер и легкий вес. Длительный срок службы благодаря эффекту самовосстановления. Подходят для блокировочных и байпасных цепей постоянного тока, а также сигналов VHF-диапазона. Широко используются в фильтрах и	Огнестойкий эпоксидный компаунд (C22 – UL94 V-0)

C22 (CL21X)	250, 400/450, 520, 630,			импульсных схемах. C22 рекомендуется использовать только в цепях блокировки или фильтров постоянного тока: напряжение, подаваемое на конденсаторы, должно иметь пульсации одной полярности.	
C23 (CL23)	63, 100, 160, 250 400, 630, 1000	0,001...47	-55...105 (85)	МП, БИН, высокая надежность. Подходят для блокировочных, развязывающих и цепей связи в импульсных, логических, времязадающих, генераторных схемах.	Пластик, герметичная заливка эпоксидным компаундом (UL94 V-0)
C24 (CL23B)	50/63, 100, 250, 400, 500, 630, 700	0,001...2,2	-55...125 (85)	МП, ЛК, высокое dv/dt. Подходят для блокировочных, развязывающих и цепей связи в импульсных, логических схемах,	Эпоксидный компаунд (UL94 V-0)
C28	50, 63, 100, 250	0,01...3,3	-55...105 (85)	люминесцентных лампах, инверторов для ЖК-мониторов, супрессоров двигателей постоянного тока.	
C25 (CL25)	63, 100, 250, 400, 630, 1000	0,001...10	-55...125 (85)	МП, ЛК, способность выдерживать значительные импульсы. Применяются в импульсных цепях постоянного тока, преобразователях импульсных источников питания, электронных балластах, компактных люминесцентных лампах.	Без корпуса
Полипропиленовые					
C13 (CBV13)	100, 160, 200, 250, 400, 630, 800	0,001...0,1	-40...105 (85)	Ф, БИН, отличные частотные и температурные характеристики, очень малые потери даже на высокой частоте. Широко используются в высокочастотных, импульсных и цепях постоянного тока.	Эпоксидный компаунд (UL94 V-0)
C14 (CBV81)	630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500	0,001... 0,036	-40...105 (85)	Ф + МП, БИН, отрицательный ТКЕ, малые саморазогрев и потери. Применяются в силовых и высоковольтных импульсных цепях, а также в электронных балластах.	
C30 (CBV20)	100/160, 250, 400, 630, 1000, 1250	0,001...10	(85)	МП, БИН, отличное самовосстановление. Используются в таких устройствах, как цепи температурной компенсации, синхронизации, генераторы, корректоры коэффициента мощности. Применимы в качестве развязывающих конденсаторов в импульсных источниках питания.	Полиэфир + эпоксидный компаунд, аксиальные выводы
C31 (CBV21)	100, 250, 400, 630, 1000, 1250	0,001...3,3	-40...105 (85)	МП, малые саморазогрев и потери. Подходят для импульсных, высокочастотных, силовых цепей, а также схем S-коррекции мониторов.	Эпоксидный компаунд (UL94 V-0)
C32 (МКР21)	160 (~90), 250 (~160), 400 (~220), 630 (~250), 1000	0,00056...15	-55...105 (85)	МП, малые саморазогрев и потери. Подходят для импульсных, высокочастотных, цепей постоянного и переменного тока, схем S-коррекции мониторов.	Пластик, герметичная заливка эпоксидным

	(~400), 1600 (~600), 2000 (~700)				компаундом (UL94 V-0)
C33 (МКР23)	400, 500, 600, 700, 900	0,00047... 0,15	-55...125 (105)	МП, низкие потери на высокой частоте, малый саморазогрев, высокая рабочая температура. Подходят для импульсных высоковольтных и высокочастотных силовых приложений переменного тока, а также освещения (электронный балласт и E-HID).	Эпоксидный компаунд (UL94 V-0)
C35 (МКР25)	450, 520, 630	0,022...22	-55...105 (85)	МП, отличные электрические характеристики. Рекомендуется использовать только в цепях блокировки или фильтров постоянного тока: напряжение, подаваемое на конденсаторы, должно иметь пульсации одной полярности. Подходят в качестве накопительных конденсаторов импульсных источников питания, в цепях постоянного тока электронных балластов, инверторов, корректоров коэффициента мощности.	
C37	450, 520, 630	0,027...18	-55...105 (85)	Двухсторонняя МП, отрицательный ТКЕ, малые саморазогрев и потери. Широко используются в высоковольтных, высокочастотных и импульсных цепях, электронных балластах и компактных люминесцентных лампах, снабженных цепях симисторов (C82) и автомобильных лампах (C84).	Пластик, герметичная заливка эпоксидным компаундом
C82 (ММКР82)	250, 400, 630, 1000, 1600, 2000	0,00022... 3,9	-40...105 (75 для АС, 85 для DC)		
C84 (ММКР84)	~250 (630), ~300 (800), ~400 (1000), ~500 (1600), ~700 (2000), ~900 (2500)	0,001...0,12	-40...105 (85)		

Таблица 5. Помехоподавляющие пленочные конденсаторы Faratronics для установки на PCB, применяемые в сетях переменного тока

Наименование	Рабочее напряжение, В	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, ном., °С	Характеристики	Материал и особенности корпуса
C26 (МКТ61)	~305 (560)	0,01...2,2	-40...105	PP, МП, класс X2, миниатюрная версия. Характеризуются отличной стабильностью емкости в жестких условиях окружающей среды, таких как высокая влажность и температура.	Пластик, заливка эпоксидным компаундом
C4B	~305 (560)	0,01...25	-40...110	PP, МП, класс X2. Устойчивы к перенапряжению.	
C4H	~350 (630)	0,01...20			
C4N	~400 (750)	0,01...10	-40...110		
C4V	~305/~275 (630)	0,01...6,8	-40...125		
C4R (МКР62+R)	~305 (630)	0,22...10	-40...110	PP, МП, класс X2. Имеют интегрированный	

				параллельный разрядный резистор сопротивлением 0,47...20 МОм.
C40 (МКР61R)	~300	0,1...1	-40...85	PP, МП, класс X2. Имеют интегрированный последовательный резистор сопротивлением 0,01...1000 Ом. Обладают хорошим шумоподавлением, поглощением всплесков и демпфированием
C42 (МКР62)	~305/~275 (630)	0,001...25	-40...110	PP, МП, класс X2. Устойчивы к перенапряжению.
	~305/~275 (560)	0,033...0,47		Миниатюрная версия.
C42(W) (МКР62)	~305/~275	0,01...15	-40...110	PP, МП, класс X2. THV – устойчивость к повышенной влажности.
C42(Z) (МКР62)	~305/~275	0,15...8,2		C42(Z) – миниатюрная версия.
C44 (МКР64)	~330 (760)	0,01...15	-40...110	PP, МП, класс X1. Не подходят для балластных цепей.
C45 (МКР65)	~480/~440 (1000)	0,001...10	-40...110	PP, МП, класс X1. Устойчивы к перенапряжению, имеют компактный размер.
C46 (МКР66)	~760 (1500)	0,001...2,2		
C43 (МКР63)	~305 (1000)	0,001...1	-40...110	PP, МП. Устойчивы к перенапряжению. Широко используются для заземления источников питания, синфазных фильтров, подключения антенн и других решений, связанных с защитой от помех. <ul style="list-style-type: none"> ▪ C43 – класс Y2 ▪ C47 – класс Y1
C47 (МКР67)	~440/~500 (1500)	0,00047...0,1		
C6A	~180 (300)	4...60	-40...105 (85)	PP, МП, самовосстановление. Подходят для выходного фильтра переменного тока малой мощности, например, ИБП или инвертора солнечных панелей с фильтром LCL.
	~250 (475)	1...40		
	~300 (560)	1...28		
	~350 (600)	0,33...27		

Таблица 6. Пленочные конденсаторы Faratronic для понижения напряжения (емкостные делители, балластные цепи) с установкой на PCB

Наименование	Рабочее напряжение, В	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, ном., °С	Характеристики	Материал и особенности корпуса
--------------	-----------------------	--	---------------------------------------	----------------	--------------------------------

C29	~275 (450)	0,033...10	-55...105 (85)	МП, РР (C29 – РЕТ). Специально разработаны для работы с сетью переменного тока 100...240 В, например, в счетчиках энергии, светодиодных драйверах и так далее. Имеют хорошие показатели самовосстановления, выдерживают перенапряжение. Отличаются длительной стабильностью емкости и стойкостью ко влажной среде (кроме C49).	Пластик, заливка эпоксидным компаундом
	~300 (560)	0,022...10			
C32 (E)	~230 (400)	0,033...4,7	-55...105 (85)		
	~250 (560)	0,01...4			
	~300/~275 (630)	0,01...2,2			
C42 (E) (МКР62)	~305	0,01...2,2	-40...110		
C49 (СВВ62)	~160 (250)	0,22...2,2	-40...85 (85)		Огнестойкий эпоксидный компаунд (UL94 V-0)
	~230 (400)	0,033...4,7			
	~250 (560)	0,01...4			
	~300/~275 (630)	0,1...1			

Таблица 7. Прецизионные пленочные конденсаторы Faratronic для установки на РСВ

Наименование	Рабочее напряжение, В	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, ном., °С	Характеристики	Материал и особенности корпуса
C31 (P) (СВВ21)	63; 100	0,001...0,1	(85)	МП, РР, малый ТКЕ, хорошая стабильность емкости. Подходят для времязадающих цепей, LC-фильтров, генераторов, высокочастотных и высокостабильных приложений. Допуск $\pm 1\% \dots \pm 3\%$	Огнестойкий эпоксидный компаунд

Таблица 8. Снабберные пленочные конденсаторы Faratronic для установки на РСВ

Наименование	Рабочее напряжение, В	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, ном., °С	Характеристики	Материал и особенности корпуса
C16	630...3000	0,0068...10	-40...105	МП, РР, отличные показатели самовосстановления, малые саморазогрев и потери. Широко используются в высоковольтных и высокочастотных цепях. Специально сконструированы как снабберы IGBT-ключей.	Полиэфир, аксиальные выводы (одиночные или сдвоенные)
C3H	630...3000	0,047...9	-40...85		Пластик, заливка эпоксидным компаундом

Таблица 9. Пленочные конденсаторы Faratronic, сглаживающие, постоянного тока (DC-Link), установка на РСВ

Наименование	Рабочее напряжение, В	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, ном., °С	Характеристики	Материал и особенности корпуса
--------------	-----------------------	--	---------------------------------------	----------------	--------------------------------

C3D	500, 600, 800, 900, 1000, 1100, 1200	0,68...140	-40... 105(85)	Сегментированная МП, способность выдерживать значительные пульсации тока. Обладают свойством самовосстановления, низкими ESR и ESL. Применяются в качестве сглаживающих фильтров постоянного тока в частотных преобразователях, промышленных и высококачественных источниках питания, солнечных инверторах и подобном. <ul style="list-style-type: none"> ■ C3D(R) – узкий невысокий корпус ■ C3D(V) – автомобильная электроника 	Пластик, заливка эпоксидным компаундом; несколько вариантов количества выводов: 2, 4 или 6 (UL94 V-0)
C3D (R)	500, 700, 1000, 1200	1,5...100			
C3D (V)	450...1000	1...160			
C3L	500...1500	5,8...290	-40...85	Способны выдерживать значительные пульсации тока, обладают низкими ESR и ESL. Используются для замены электролитических конденсаторов в инверторах солнечных панелей (малой и средней мощности) и кондиционеров, в сварочных аппаратах и драйверах электродвигателей.	Пластик, цилиндр, радиальные выводы
C95	450	4...20	-40...125	Сегментированная МП, возможность работы с высоким среднеквадратичным током, непрерывная работа при 125°C. Рекомендуются для автомобильных приложений, ОВС, WPT, DC/DC-преобразователей.	Пластик, заливка эпоксидным компаундом (UL94 V-0)

Таблица 10. Пленочные конденсаторы Faratronic для электродвигателей переменного тока, установка на PCB

Семейство	Рабочее напряжение, В AC	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Характеристики	Материал и особенности корпуса
C6G	450	0,1...10	Сегментированная МП, PP, самовосстановление, хорошие показатели эффективности и надежности. Класс безопасности S3. Применяются для работы с однофазными двигателями переменного тока 50/60 Гц.	Пластик, заливка эпоксидным компаундом; есть вариант с креплением на шасси и ножевыми выводами
C61 (CBV61)	250	0,1...20	МП, PP, самовосстановление, хорошие показатели эффективности и надежности. Класс безопасности S0. Применяются для работы с однофазными двигателями переменного тока 50/60 Гц.	
	300/350	0,5...20		
	450, 500	0,1...9,5		

Конденсаторы Faratronic для установки на шасси (рисунок 11):

- импульсные (таблица 11);

- сглаживающие, постоянного тока, или DC-Link (таблица 12);
- для 1- и 3-фазных фильтров и корректоров коэффициента мощности (ККМ) сетей переменного тока (таблица 13);
- снабберные (таблица 14);
- для электродвигателей переменного тока (таблица 15);
- для светильников на газоразрядных лампах (таблица 16).



Рис. 11. Внешний вид пленочных конденсаторов Faratronic для установки на шасси

Таблица 11. Импульсные пленочные конденсаторы Faratronic для установки на шасси

Наименование	Рабочее напряжение, В	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, °С	Характеристики	Материал и особенности корпуса
C3S	1800...2600	54...182	-20...55	PP, МП, высокие плотность энергии и рабочий ток, длительный срок службы.	Пластик, цилиндр, проводные выводы

Таблица 12. Пленочные конденсаторы Faratronic для установки на шасси: сглаживающие и постоянного тока (DC-Link)

Наименование	Рабочее напряжение, В	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, °С	Характеристики	Материал и особенности корпуса
C3B	600...4000	24...5600	-40...85	МП, низкие значения ESR и ESL, самовосстановление. Выдерживают значительные пульсации тока, могут заменить электролитические конденсаторы. Используются	Алюминий, цилиндр, заливка компаундом; выводы в виде резьбовых

				в инверторах ветровой и солнечной энергии, транспорте (EV или HEV), сварочных аппаратах, лифтах, драйверах двигателей.	отверстий или шпилек
	600...1500	110...3400		Миниатюрная версия, рекомендуется для применения в инверторах солнечных электростанций.	
C3N	680	18000	-40...85	Заказной продукт. Особенности и применение аналогичны C3B.	Алюминий, параллелепипед, заполнен компаундом; три пары резьбовых отверстий или лепестковые выводы
C3E	2000...6000	100...6000	-40...70	Сегментированная МП, низкие значения ESR и ESL, высокий среднеквадратичный ток, самовосстановление, наличие предохранительного клапана давления. Два исполнения: <ul style="list-style-type: none"> ▪ один конденсатор (2-выводной корпус); ▪ два последовательных конденсатора с общим выводом (3-выводной корпус). <p>Применяются в частотных преобразователях, тяговых инверторах, ветрогенераторах, подстанциях.</p>	Нержавеющая сталь, параллелепипед, герметизация эпоксидным компаундом, выводы в виде резьбовых шпилек (2 или 3)
C3V	500...1500	51...1100	-40...105	МП, малые ESL (менее 8 нГн) и ESR. Выдерживают высокое среднеквадратичное значение тока. Обладают свойством самовосстановления. Рекомендуются для высокочастотных инверторов.	Пластик, цилиндр, заполнен огнеупорным компаундом, выводы – резьбовое отверстие
C36	450	330; 750; 850	-40...105	Заказной продукт. МП, малые ESL и ESR. Выдерживают сильные пульсации тока, обладают свойством самовосстановления. Подходят для электро- или гибридного транспорта.	Пластик, параллелепипед, заполнен компаундом; лепестковые выводы с отверстием
	800	730			

Таблица 13. Пленочные конденсаторы Faratronic с установкой на шасси для 1- и 3-фазных фильтров и корректоров коэффициента мощности (ККМ) сетей переменного тока

Наименование	Рабочее напряжение, В AC	Диапазон возможных значений	Диапазон рабочих	Характеристики	Материал и особенности корпуса
--------------	--------------------------	-----------------------------	------------------	----------------	--------------------------------

C6S (1-фазный фильтр)	250...850	10...600	температур, °C (ном.) -40...85(70)	МП, РР, отличные показатели самовосстановления. Могут выдерживать высокие гармонические и импульсные значения тока и напряжения. Предохранитель от избыточного давления предотвращает взрыв. Отсутствие риска утечки. Однофазный вариант подходит для схем фильтров переменного тока в силовой электронике и бесперебойных источниках питания. Трехфазный – для коррекции коэффициента мощности, фильтров LCL, солнечной и ветроэнергетики. Вариант для ККМ имеет две топологии:	Металл, цилиндр; выводы в виде:
C6S (3-фазный фильтр)	230...850	8...330	-40...85(70)		
C6S (ККМ)	440...525	50...330	-40...85		
C6M (1-фазный фильтр, ножевые контакты)	250...500	10...150	-40...85 (70)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ звезда; ▪ треугольник. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ резьбовых шпилек; клеммной колодки (только для трехфазного фильтра и ККМ); ▪ ножевых разъемов (только для одного из вариантов С6М). <p>Семейство С6S – сухого типа, С6М – масляного (UL94 V-0)</p>
C6M (1-фазный фильтр, винтовые контакты)	250...850	10...600	Конденсаторы С6М в исполнении с ножевыми контактами выдерживают нейтральный соляной туман (5%-раствор NaCl) в течение 96 часов.		
C6D	250...3300	3×25, 3х, 3×200, 3×640	-40...85	Заказной продукт. Используются в фильтрах инверторов ветровых и солнечных электростанций, а также во вспомогательном оборудовании железнодорожного транспорта	Параллелепипед, сухой тип, заказная конструкция
C65(A) (3-фазный фильтр)	500	3×50; 3×66; 3×75	-40...70	Самовосстановление, высокая стабильность параметров и надежность, взрывобезопасное исполнение. Раздельная конструкция позволяет обеспечить лучшее охлаждение и устойчивость к тепловым ударам. Применяются в ККМ.	Металл, сборка из трех цилиндров, выводы в виде резьбовых шпилек
	690	15×3; 20×3; 22×3			

C67 (3-фазный фильтр)	230...850	3×8... 3×330	-40...85 (70)	МП, РР, отличные характеристики самовосстановления. Предохранитель от избыточного давления. Предназначены для ККМ, фильтров LCL, солнечной и ветроэнергетики, а также других приложений.	Металл, цилиндр, масляный тип; выводы: <ul style="list-style-type: none"> ▪ резьбовые шпильки; ▪ клеммная колодка; ▪ ножевые.
-----------------------------	-----------	-----------------	---------------	--	---

Таблица 14. Пленочные конденсаторы Faratron с установкой на шасси для снабберных цепей

Наименование	Рабочее напряжение, В	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, °С	Характеристики	Материал и особенности корпуса
C3T	1400...3500	0,68...4,7	-40...85	Самовосстановление. Предохранитель от избыточного давления предотвращает взрыв. Предназначены для снабберных цепей импульсных высоковольтных и высокочастотных приложений.	Алюминий, цилиндр, масляный тип; выводы в виде резьбовых шпилек с керамической изоляция
C38	630...3000	0,047...9	-40...85	Малые саморазогрев и потери. Широко используются в высоковольтных и высокочастотных цепях. Специально сконструированы как снабберы IGBT-ключей.	Пластик, параллелепипед, заполнен компаундом; лепестковые выводы с отверстиями, несколько конфигураций
C3G	1400...4000	0,1...1	-40...85	Малые саморазогрев и потери, наличие ESR и ESL. Выдерживают значительные пульсации, среднеквадратичный ток. Обладают свойством самовосстановления. Подходят для применения в качестве высоковольтного и сильноточного снаббера.	Цилиндр, заливка компаундом; варианты исполнения: <ul style="list-style-type: none"> ▪ пластик, ножевые выводы; ▪ алюминий, выводы в виде резьбовых отверстий или шпилек.
C3K	700...9000	0,01...5	-40...85	Малые саморазогрев и потери, наличие ESR и ESL. Выдерживают значительные пульсации, среднеквадратичный ток. Обладают свойством самовосстановления. Подходят для	Пластик, цилиндр, заполнение компаундом, аксиальное расположение выводов в виде резьбовых

				высоковольтных и сильноточных приложений, ГТО-тиристорных ключей.	отверстий или шпилек
--	--	--	--	---	----------------------

Таблица 15. Пленочные конденсаторы Faratronic с установкой на шасси для электродвигателей переменного тока

Наименование	Рабочее напряжение, В АС	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Характеристики	Материал и особенности корпуса
C6G (СВВ61-S3)	450	0,1...10	Сегментированная МП, РР, самовосстановление, хорошие показатели эффективности и надежности. Класс безопасности S3. Применяются для работы с однофазным двигателем переменного тока 50/60 Гц.	Пластик, параллелепипед, заливка эпоксидным компаундом; ножевые выводы; есть вариант с креплением на печатную плату
C61 (СВВ61)	250	0,1...20	МП, РР, самовосстановление, хорошие показатели эффективности и надежности. Класс безопасности S0. Применяются для работы с однофазным двигателем переменного тока 50/60 Гц.	
	300/350	0,5...20		
	450, 500	0,1...9,5		
C65 (СВВ65)	450	5...85	МП, самовосстановление, хорошие показатели эффективности и надежности. Класс безопасности S2. Применяются для работы с однофазным двигателем переменного тока 50/60 Гц.	Алюминий, цилиндр, ножевые выводы

Таблица 16. Пленочные конденсаторы Faratronic с установкой на шасси для светильников на газоразрядных лампах

Семейство	Рабочее напряжение, В АС	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, ном., °С	Характеристики	Материал и особенности корпуса
C6B	280, 300, 400, 480, 540, 600	4...100	90	МП, РР, взрывозащищенная конструкция. Разработаны специально для газоразрядных ламп (ртутных высокого давления, натриевых и металлогалогенных), используются для ККМ трансформаторов и магнитных балластов. ■ С6B и С6С – разрядные резисторы сопротивлением 270...820 кОм.	Алюминий, цилиндр, ножевые выводы
C6C	280, 300, 400, 480, 540, 580	1...75	90 (опционально 100)		Алюминий, сплюснутый цилиндр, ножевые вывод.
C62 (СВВ60L)	250	2...50	85		Пластик или алюминий, цилиндр, выводы в виде клеммной колодки
C63 (СВВ60Н)	200, 240, 280, 300, 400	5...75	105		Пластик, цилиндр, ножевые или проводные выводы
C64 (СВВ60М)	240, 280, 330, 350, 400		100		

Пленочные конденсаторы Hongfa

Китайская компания **Hongfa Technology** начала свою деятельность в 1984 году и стала первой в КНР компанией, сертифицированной в соответствии UL в области электроники. Hongfa имеет собственные научный центр и лабораторию, а штат превышает 15 тысяч сотрудников. В отличие от Faratronic, компания производит несколько видов продукции и больше известна своими электромеханическими реле. Ассортимент пленочных конденсаторов представлен компонентами следующих категорий:

- общего применения для установки на печатную плату (рисунок 12) с изготовлением на основе полиэфирной и полипропиленовой пленок (таблица 17);
- для силовой электроники с установкой на печатную плату или шасси (рисунок 13).



Таблица 17. Пленочные конденсаторы Hongfa общего применения для установки на PCB

Наименование	Рабочее напряжение, В	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, ном., °С	Характеристики	Материал и особенности корпуса
Полиэтилентерефталатные (полиэфирные, полиэстерные)					
HCL20	63, 100, 250, 400, 630, 1000	0,001...10	-40...105 (85)	МП, БИН, малый размер и отличные показатели самовосстановления. Применяются в качестве байпасных, блокировочных и разделительных конденсаторов.	Полиэфир + эпоксидный компаунд, аксиальные выводы
HCL21	50, 63, 100, 250, 400, 450, 630, 1000, 1250	0,001...10	-55...105 (85)	МП, БИН, широкий диапазон емкости, небольшой размер и легкий вес. Самовосстановление. Подходят для блокировочных, байпасных цепей постоянного тока и сигналов VHF-диапазона, широко применяются в фильтрах и слаботочных импульсных цепях постоянного тока.	Огнестойкий эпоксидный компаунд (UL94 V-0 только для HCL21X)
HCL21X	250, 400, 450, 520, 630	0,01...8,2		МП, БИН, малый размер и отличные показатели самовосстановления. Применяются в качестве накопительных конденсаторов в импульсных преобразователях и ККМ.	
HCL23	63, 100, 160, 250, 400, 630, 1000	0,001...47	-55...105 (85)	МП, БИН, высокая надежность. Применяются в качестве байпасных, блокировочных и разделительных конденсаторов в импульсных, времязадающих и генераторных схемах.	Пластик, герметичная заливка эпоксидным компаундом (UL94 V-0)
Полипропиленовые					

HCBB22	100, 250, 400, 450, 630, 1000,	0,001...4,7	-40...105 (85)	МП, БИН, малые саморазогрев и потери, самовосстановление. Подходят для высокочастотных и силовых цепей, схем S-коррекции мониторов.	
HCBB81	630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000	0,001...0,1	-40...105 (85)	Ф + МП, БИН, устойчивость к высоким напряжениям и импульсным токам, малый саморазогрев и хорошее рассеивание тепла. Применяются в высокочастотных, высоковольтных и силовых импульсных цепях, а также в электронных балластах.	Эпоксидный компаунд (UL94 V-0)
HCBB13	100, 160, 250, 400, 450, 630, 1000	0,00068... 0,15	-40...105 (85)	МП, БИН, малые потери на высоких частотах, стабильность ТКЕ, сильная устойчивость к перегрузкам по току и долгий срок службы. Широко применяются в высокочастотных и импульсных цепях телевизоров, мониторов, ламп и балластов.	
HCBB20	100/160, 250, 400, 630, 1000, 1250	0,001...20	-40...85 (85)	МП, БИН, малый размер, отличные показатели самовосстановления. Подходят для схем температурной компенсации, применяются в качестве накопительных конденсаторов для импульсных преобразователей и ККМ.	Полиэфир + эпоксидный компаунд, аксиальные выводы
HMMKP82	~180 (250), ~250 (400), ~400 (630), ~600 (1000), ~650 (1600), ~700 (2000)	0,00068... 3,9	-40...105 (75 для АС, 85 для DC)	Двухсторонняя МП, отрицательный ТКЕ, малые саморазогрев и потери. Широко используются в высоковольтных, высокочастотных, резонансных и импульсных цепях.	Пластик, герметичная заливка эпоксидным компаундом
HMKP21	~90 (160), ~160 (250), ~220 (400), ~250 (630), ~400 (1000), ~600 (1600), ~700 (2000)	0,00056...15	-55...105 (85)	МП, низкие потери на высокой частоте, малый саморазогрев. Подходят для высокочастотных и импульсных цепей переменного/ постоянного тока, S-коррекции мониторов и телевизоров.	Пластик, герметичная заливка эпоксидным компаундом (UL94 V-0)
HMKP25	450, 520, 630	0,022...22	-40...105 (85)	МП, низкие потери на высокой частоте. Применяются в качестве конденсаторов промежуточной цепи для импульсных DC/DC-преобразователей, электронных балластов, фильтров постоянного тока и ККМ.	

Пленочные конденсаторы Hongfa для силовой электроники:

- помехоподавляющие X- и Y-конденсаторы (таблица 18);
- для понижения напряжения (деления) последовательным включением в сеть переменного тока (таблица 19);
- фазосдвигающие для однофазных электродвигателей (таблица 20);
- сглаживающие (DC-Link) в цепях постоянного тока (таблица 21);
- снабберные для силовых ключей (таблица 22);
- для AC-фильтров сетей переменного тока (таблица 23).



Рис. 13. Внешний вид пленочных конденсаторов Hongfa для силовой электроники

Таблица 18. Помехоподавительные пленочные конденсаторы Hongfa для сети переменного тока

Наименование	Рабочее напряжение, В	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, ном., °С	Характеристики	Материал и особенности корпуса
HCX1	~330	0,01...6,8	-40...110	PP, МП, способны выдерживать перенапряжение и самовосстанавливаться. Имеют высокие изоляционные характеристики. ■ HCX1 – класс X1 ■ HCY2 – класс Y2 ■ HCBB62X2 – класс X2	Пластик, заливка эпоксидным компаундом (рисунок 10); установка на PCB
	~440, ~480, ~530	0,001...5,6			
HCY2	~300	0,001...5,6			
HCBB62X2	~275, ~305, ~310, ~350	0,001...25			
	~275, ~310	0,027...8,2			
HCBB62-X2T	~275, ~310	0,022...25	ТНВ-исполнение HCBB62X2 (устойчивы к высокой влажности), соответствуют AEC-Q200		
	~275 (560)	0,1...25			
	~310 (630)	0,1...20			

Таблица 19. Пленочные конденсаторы Hongfa для понижения напряжения (емкостные делители, балластные цепи)

Наименование	Рабочее напряжение, В AC	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, °C	Характеристики	Материал и особенности корпуса
HCBB62-X2R	275, 310	0,01...2,2	-40...110	МП, РР. Класс Х2. Разработаны специально для работы с сетью переменного тока 100...240 В, например, в счетчиках энергии, светодиодных драйверах и так далее. Имеют отличные показатели стабильности емкости, самовосстановления и влагостойкости. Выдерживают перенапряжение.	Пластик, заливка эпоксидным компаундом (рисунок 10); установка на РСВ

Таблица 20. Пленочные конденсаторы Hongfa для электродвигателей переменного тока

Наименование	Рабочее напряжение, В AC	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, °C	Характеристики	Материал и особенности корпуса
HCBB60	250...500	1...100	-40...70, -40...85	МП, РР, самовосстановление, хорошие показатели эффективности и надежности. Применяются для работы с однофазным двигателем переменного тока 50/60 Гц. <ul style="list-style-type: none"> ■ HCBB60, HCBB61 – класс безопасности S0 ■ HCBB60S, HCBB61S – S3 ■ HCBB65 – антивзрывная конструкция, класс безопасности S2 	Пластик, цилиндр, заливка эпоксидным компаундом, провода или ножевые выводы; установка на шасси
HCBB60S		1...60			Пластик, параллелепипед, заливка эпоксидным компаундом; есть варианты с установкой на РСВ или с креплением на шасси, ножевые выводы или провода (HCBB61S)
HCBB61		0,5...45			Алюминий, цилиндр, ножевые выводы или провода; установка на шасси.
HCBB61S					
HCBB65	250...450	1...85	-40...85		

Таблица 21. Сглаживающие пленочные конденсаторы постоянного тока (DC—Link) производства Hongfa

Наименование	Рабочее напряжение, В	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, °C	Характеристики	Материал и особенности корпуса
HCDA	600...4000	20...5500	-40...85 ($\varnothing \leq 116$ мм) -40...80 ($\varnothing = 136$ мм)	МП, низкие значения ESR и ESL, самовосстановление. Выдерживают значительные пульсации тока, могут	Алюминий, цилиндр, установка на шасси, заливка

				заменить электролитические конденсаторы.	компаундом (сухой тип); выводы в виде резьбовых отверстий или шпилек (рисунок 11)
HCDB	500...1500	0,6...140	-40...105 (85)	МП, РР, отличные электрические характеристики	Пластик, параллелепипед, заливка эпоксидным компаундом; установка на РСВ (UL94 V-0)

Таблица 22. Пленочные конденсаторы Hongfa с установкой на шасси для снабберных цепей

Наименование	Рабочее напряжение, В	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, ном., °С	Характеристики	Материал и особенности корпуса
HCSA			-40...105 (85)	МП, РР, отличное самовосстановление, малые саморазогрев и потери, отличные электрические характеристики. Подходят для IGBT-ключей.	Полиэфир, аксиальные выводы; установка на РСВ (рисунок 11)
HCSB	630...2500	0,047...10			Пластик, параллелепипед, заливка эпоксидным компаундом; установка на РСВ (UL94 V-0)
HCSC			-40...85	Малые саморазогрев и потери, отличные электрические характеристики. Подходят для IGBT-ключей	Пластик, параллелепипед, заливка эпоксидным компаундом; лепестковые выводы; установка на шасси (UL94 V-0)

Таблица 23. Пленочные конденсаторы Hongfa для AC-фильтров сетей переменного тока

Наименование	Рабочее напряжение, В AC	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, ном., °С	Характеристики	Материал и особенности корпуса
HCAA	250...600	20...600	40...85	Низкие ESR и ESL, способность выдерживать высокие среднеквадратичный ток и пиковое напряжение. Самовосстановление.	Металл, цилиндр, сухой тип, выводы в виде резьбовых шпилек или

HCAC			Отличные показатели стабильной эффективности и надежности.	отверстий; установка на шасси
HCAB			<ul style="list-style-type: none"> HCAB – сухой тип HCAC – масляный тип, взрывозащищенная конструкция 	
HCAB (T)	0,33...60	-40...105 (85)	МП, РР, отличные электрические характеристики.	Пластик, параллелепипед, заливка эпоксидным компаундом; установка на PCB
			<ul style="list-style-type: none"> HCAB (T) – ТНВ-вариант 	

Если внимательно изучить номенклатуру конденсаторов Faratronic и Hongfa, то можно заметить некоторые совпадения в наименованиях семейств. И это не случайно: данные конденсаторы схожи не только по названиям, но и по электрическим характеристикам, а также областям применения.

Продукция JB CAPACITORS

Китайская компания **JB Capacitors** была создана в 1980 году на острове Тайвань, но через несколько лет производственные, административные, научно-исследовательские мощности и отделы разработки были перемещены на материк. Как и Faratronic, JB Capacitors специализируется только на конденсаторах, но не ограничивается пленочными. В ее номенклатуре присутствуют керамические, электролитические, триммерные и танталовые конденсаторы, суперконденсаторы и варисторы. Пленочные конденсаторы компания выпускала изначально, а в 2015 году открыла производство конденсаторов для High-End-аудиоаппаратуры.

Внешний вид конденсаторов JB Capacitors для установки на печатную плату показан на рисунке 14. В устройствах общего назначения используются металлизированные пленки:

- полиэфирная (таблица 24);
- полипропиленовая (таблица 25).



Таблица 24. Пленочные металлизированные полиэфирные конденсаторы JB Capacitors общего назначения

Наименование	Рабочее напряжение, В	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, ном., °С	Характеристики	Материал и особенности корпуса
JFA	100, 250, 400, 630, 1000, 1200	0,001...0,22	-40...85	Хорошая репутация среди производителей бытовой и промышленной электроники. Оптимальны для автоматической установки благодаря небольшому размеру и легкому весу.	Эпоксидный компаунд
JFB	100, 250, 400, 630	0,01...6,8	-40...85	БИН, высокая надежность благодаря возможности самовосстановления, влагостойкость. Применяются в фильтрах, блокировочных цепях постоянного тока и оборудовании связи.	Эпоксидный компаунд
JFC	~250	0,01...1,5	-40...85	БИН, высокие влагостойкость, надежность и способность к самовосстановлению, стабильность емкости. Рекомендуются для использования в высокочастотных цепях. Возможно изготовление по особой спецификации. Конкурентоспособная стоимость.	Эпоксидный компаунд (есть огнестойкое исполнение)
JFD	63, 100, 160, 250, 400, 630	0,001...2,2	-40...85	БИН, высокая надежность.	Пластик, параллелепипед, заливка эпоксидным компаундом
JFE	50/63, 100, 250, 400, 630	0,001...3,3	-40...85	БИН, низкий коэффициент диссипации, отличные показатели самовосстановления и надежности.	Эпоксидный компаунд
JFF	50/63/100, 250, 400, 630	0,001...2,2	85	Миниатюрный размер, термостойкое восковое уплотнение, хорошие изоляционные характеристики. Низкий коэффициент рассеивания, хорошие показатели стабильности и надежности, самовосстановление. Широко используются в различных импульсных и цепях постоянного тока устройств связи, радиотелевидения и подобных решений.	Пластик, параллелепипед, заливка эпоксидным компаундом
JFH	100	0,001...2,2	-55...85	БИН, малый размер, RoHS.	Эпоксидный компаунд
JFG (JFGA)	100, 250, 400, 630	0,033...68	-40...105	Высокая термостойкость и надежность, малый объем, хорошие показатели самовосстановления. Основное применение: приборы, цепи	Полиэфир + эпоксидный компаунд, цилиндр,

				постоянного и переменного тока бытового оборудования, разделения частот акустических систем.	аксиальные выводы
JFJ	63, 100, 250, 400, 500, 630	0,001...1	-55...105 (85)	ЛК, высокая способность dv/dt, небольшой размер.	Пластик, параллелепипед, заливка эпоксидным компаундом

Таблица 25. Пленочные металлизированные полипропиленовые конденсаторы JB Capacitors общего назначения

Наименование	Рабочее напряжение, В	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, ном., °С	Характеристики	Материал и особенности корпуса
JFQ	1000, 1400/1600, 2000	0,00022... 3,9	-40...105 (85 – DC, 75 – AC)	Малые потери и саморазогрев, отрицательный ТКЕ. Широко используются в высоковольтных, высокочастотных и импульсных цепях.	Пластик, параллелепипед, заливка эпоксидным компаундом
JFQD	630, 1600, 2000	0,001... 0,068	-40...85	<ul style="list-style-type: none"> JFQD – двухсторонняя металлизированная пленка 	
JFM	250, 400, 630	0,0047... 3,9	-40...85	Низкие потери, высокая способность dv/dt, надежность при больших токах.	
JFMM	100, 250, 400, 630, 1000	0,001...1		Самовосстановление, высокая стабильность емкости и длительный срок службы. Влаго- и огнестойкость.	
JFP	1000, 1250, 1600, 2000	0,001... 0,15	-40...85	Линейный отрицательный ТКЕ. Идеально подходят для применения в высоковольтных цепях переменного тока, например, отклоняющих цепях ЭЛТ, RF-генераторах, формирователях импульсов (PFN, pulse-forming network).	Огнестойкий эпоксидный компаунд
JFL	100, 250, 400, 630	0,01...10	-40...85	БИН, низкий коэффициент диссипации, устойчивый к температурным и частотным характеристикам. Превосходные показатели самовосстановления. Высокая влагостойкость. Рекомендуются для высокочастотных цепей, таких как компенсационная схема с S-образной кривой.	Эпоксидный компаунд
JFLM	100, 250, 400, 630, 1000	0,001... 0,33			

В таблицах 26 и 25 приведены несколько семейств пленочных конденсаторов производства компании JB Capacitors (рисунок 15). Они предназначены для использования в первичной сети 100...240 В AC в для понижения напряжения путем последовательного включения, а также в качестве компонентов X- и Y-фильтров.



Рис. 15. Внешний вид пленочных конденсаторов JB Capacitors для работы с сетью переменного тока

Таблица 26. Пленочные металлизированные полипропиленовые конденсаторы JB Capacitors для понижения напряжения (емкостные делители, балластные цепи)

Наименование	Рабочее напряжение, В	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, ном., °С	Характеристики	Материал и особенности корпуса
JFLA		0,01...4,7	-40...85 (85)	БИН, хорошие показатели самовосстановления. Выдерживают перенапряжение, отличаются длительной стабильностью емкости. Влаго- и огнестойкие. Подходят для понижения напряжения (последовательного подключения) сети 100...240 В AC в счетчиках электроэнергии, LED-драйверах небольшой мощности, панелях управления небольшими бытовыми электроприборами (электрочайниками, кофемашинами, приборами для укладки волос и так далее), термостатах. Широко используются в резонансных LC-цепях и высокочастотных силовых приложениях.	Огнестойкий эпоксидный компаунд (UL94 V-0)
JFMA	~160 (400), ~230 (400), ~250 (630), ~275/~300 (630)	0,1...4,7	-40...105 (105)	<ul style="list-style-type: none"> JFZA – класс X2 	Пластик, параллелепипед, заливка эпоксидным компаундом
JFZA	~310	0,0022...2,2	-40...110		

Таблица 27. Помехоподавительные пленочные конденсаторы JB Capacitors для сети переменного тока

Наименование	Рабочее напряжение,	Диапазон возможных	Диапазон рабочих	Характеристики	Материал и особенности
--------------	---------------------	--------------------	------------------	----------------	------------------------

	В	значений емкости, мкФ	температур, ном., °С		корпуса
JFT	~300, ~440	0,0022...4,7	-55...105	БИН, РР, хорошие показатели самовосстановления. Выдерживают перенапряжение. Широко используются в X-фильтрах сети переменного тока. <ul style="list-style-type: none"> ■ JFT – класс X1 ■ JFV, JFZ, JFZB, JFW, JFWT – класс X2 ■ JFWT – ТНВ-вариант JFW 	Пластик, параллелепипед, заливка эпоксидным компаундом (UL94 V-0 для JFV, JFW, JFZ)
JFV	~275 (388), ~305, ~310	0,001...2,2	-40...110		
JFZ	~310	0,0047...2,2			
JFZB		0,0022...2,2			
JFW	~310	0,0047...10			
JFWT					

Для запуска и работы однофазных двигателей переменного тока компания JB Capacitors предлагает семейство пленочных конденсаторов **JFS** различной конструкции (рисунок 16). В таблице 28 в скобках дополнительно даны наименования, схожие с аналогами производства компаний Faratronic и Hongfa.



Рис. 16. Внешний вид пленочных конденсаторов JB Capacitors для электродвигателей переменного тока

Таблица 28. Пленочные конденсаторы JB Capacitors для электродвигателей переменного тока

Наименование	Рабочее напряжение, В AC	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, °C	Характеристики	Материал и особенности корпуса
JFS-5...9/B/C/D (CBV61)	250, 450	1...20	-40...85	Малая диссипация, большое значение сопротивления изолятора, хорошая способность восстановления. Выдерживают ударные токи, имеют большую нагрузочную способность. Высокие безопасность и надежность. Подходят для 1-фазных двигателей переменного тока.	Пластик, параллелепипед, заливка эпоксидным компаундом; установка на PCB (JFS-5/6) или на шасси, с ножевыми выводами (JFS-B/C/D) либо проводами (JFS-7/8/9)
JFS-10...21 (CBV60)	250, 450	1...100			Пластик, цилиндр, установка на шасси; ножевые выводы (JFS-10/12...15/19/20) или провод (JFS-11/16...18/21)
JFS-22...24 (CBV65)	370, 450	1...100			Алюминий, цилиндр, установка на шасси, ножевые выводы
JFS-25/26 (CBV65)	450	20+1,5...80+5			

Среди конденсаторов JB Capacitors для силовой электроники есть высоковольтное семейство **JFS-30**, внешний вид которого показан на рисунке 17. Эти конденсаторы способны надежно и стабильно работать с высоким напряжением (до 3 кВ) переменного тока в течение длительного времени. Они применяются в промышленности, микроволновых печах и так далее. Композитная диэлектрическая структура JFS-30, полученная методом масляной иммерсии, обеспечивает малые диэлектрические потери и высокую точность емкости, диапазон которой составляет 0,5...1,4 мкФ. Рабочая температура находится в пределах -10...85°C.



Рис. 17. Пленочный конденсатор JFS-30

Также JB Capacitors выпускает ряд семейств конденсаторов для High-End-аудиоаппаратуры (таблица 29). Среди их достоинств можно отметить не только высокое качество, но и внешний вид, положительно сказывающийся на дизайне устройств (рисунок 18).

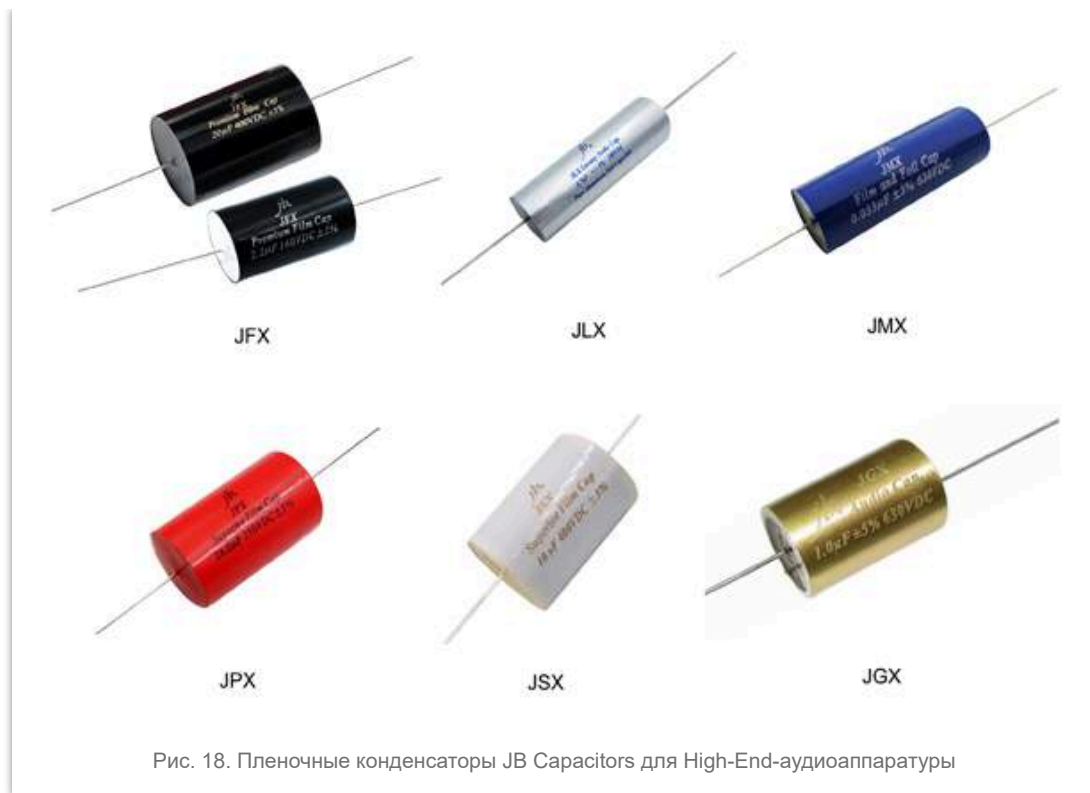


Таблица 29. Пленочные полипропиленовые конденсаторы JB Capacitors для аудиоаппаратуры

Наименование	Рабочее напряжение, В	Диапазон возможных значений емкости, мкФ	Диапазон рабочих температур, °С	Характеристики	Материал и особенности корпуса
JFX	250, 450, 630	0,047...100	-55...85	<p>Очень низкие коэффициенты диэлектрической абсорбции, диссипации, ESR и ESL. Точность $\pm 3\%$, $\pm 5\%$.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ JMX и JLX – Ф (алюминий) + МП ▪ JGX – медный позолоченный корпус с лазерной гравировкой. 	Пластик + эпоксидный компаунд, аксиальные выводы; установка на PCB
JSX		0,1...100			
JMX	630	0,01...0,47			
JLX	100, 200	1...100			
JPX	250, 400, 630	0,1...100			
JGX	250, 630	0,047...47	-40...85		

Первые пленочные конденсаторы появились в середине XX века практически одновременно с основанием компании Faratronic. Несмотря на такой внушительный «возраст», а также на появление новых технологий производства и материалов, обычные пленочные конденсаторы практически не сдают своих позиций, их востребованность не уменьшается. Эти простые компоненты используются в большинстве областей электроники, и от них зависит надежность работы невероятного разнообразия устройств. Продукция компаний Faratronic, Hongfa и JB Capacitors, представленная в статье – это не только еще несколько вариантов конденсаторов, поставки которых гарантированы в нынешних условиях рынка, но и залог качественной, надежной и долговечной работы оборудования.