

Гибридные полимерные конденсаторы компании CAPXON

Никита НОСУЛЬ,
passive@macrogroup.ru

Настоящая статья представляет собой краткий обзор параметров гибридных конденсаторов компании CAPXON. Приводятся их некоторые основные параметры, подробнее описываются новые серии конденсаторов. Как видно, конденсаторы не уступают аналогам известных зарубежных компаний, продукция которых ныне отсутствует на российском рынке.

Введение

Тайваньская компания CAPXON была основана в 1980 г. Более 40 лет она выпускает электролитические конденсаторы. В производственной линейке компании можно найти конденсаторы с жидким электролитом, с полимерной пленкой и гибридные конденсаторы, сочетающие жидкий электролит и полимерную пленку. В этой статье мы расскажем о гибридных конденсаторах. Спрос на них довольно высок – уже в 2013 г. компания ежемесячно производила свыше 100 млн шт. конденсаторов этого типа.

Компания CAPXON имеет ряд сертификатов Международной организации ISO. Значительная часть продукции компании соответствует жестким требованиям стандартов AEC Q200 и IATF 16949 для автомобильной электроники. Кроме того, производятся конденсаторы, стойкие к повышенным вибрационным нагрузкам. У этих компонентов расширенный диапазон рабочей температуры от $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ и до $150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Помимо конденсаторов для жестких условий эксплуатации в производственной линейке компании имеются экономичные конденсаторы с ограниченным диапазоном рабочей температуры, не сертифицированные по стандартам AEC Q200 и IATF 16949.

Особенности гибридных конденсаторов

Гибридные электролитические конденсаторы, сочетающие жидкий электролит и проводящие полимеры, взяли за редким исключением лучшее от данных конденсаторов. В них удалось снизить эквивалентное последовательное сопротивление (ESR) по сравнению с конденсаторами с жидким электролитом и уменьшить токи утечки в сравнении с конденсаторами с твердым электролитом.

Последним они уступают в низкотемпературных приложениях при уменьшении температуры ниже $-30\text{...}-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, когда сопротивление ESR гибридных конденсаторов резко возрастает. Электрический заряд гибридных конденсаторов (произведение номинальной емкости на максимальное напряжение, CV) меньше, чем у конденсаторов с жидким электролитом. Заметим, что низкое сопротивление

ESR позволяет увеличить максимально допустимый ток пульсаций. Табл. 1, в которой сравниваются конденсаторы разных типов производства компании CAPXON, наглядно отражает достоинства каждого типа этих компонентов. К табличным данным добавим еще одно достоинство гибридных конденсаторов – способность работать при высокой влажности.

Схематично устройство гибридного конденсатора показано на рис. 1. Одним из важных преимуществ гибридных конденсаторов является стабильность параметров, которые мало зависят от условий эксплуатации. Например, сопротивление ESR мало изменяется во всем диапазоне частот, также мало подвержена изменению и емкость конденсатора. На рис. 2 показаны частотные зависимости емкости электролитического конденсатора с жидким электролитом и гибридного конденсатора.

У электролитических конденсаторов одним из самых важных параметров является срок службы. Срок службы гибридного конденсатора можно оценить при помощи формулы (1):

$$L_A = L_0 \times 2^{\frac{T_{0\text{Max}} - T_S}{10}}, \quad (1)$$

где L_A – ожидаемый срок службы; L_0 – срок службы, приводимый в документации изготовителя при максимальных значениях температуры, напряжения, тока пульсации; $T_{0\text{Max}}$ – максимальная допустимая температура; T_S – температура поверхности конденсатора при эксплуатации.

Из (1) следует, что снижение температуры на $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ приводит к увеличению срока службы в два раза. В табл. 2 приведены результаты этого несложного подсчета для гибридного конденсатора со сроком службы 7000 ч при температуре $105\text{ }^{\circ}\text{C}$. Заметим, что нагрев конденсатора происходит за счет мощности рассеяния, выделяемой на его сопротивлении ESR ($P = I^2 \cdot \text{ESR}$). При необходимости максимально продлить срок службы гибридного конденсатора рекомендуется предпочесть конденсатор большего размера, при этом

Таблица 1. Параметры конденсаторов различных типов производства компании CAPXON

Тип конденсатора	Наименование конденсатора	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	Размер, мм	ESR, мОм	Ток утечки, мкА	Номинальный ток пульсации, мА	Диапазон рабочей температуры, $^{\circ}\text{C}$	Срок службы при максимальных параметрах, ч
с жидким электролитом	GF271M016F115A	16	270	8×11,5	120	43	600	$-55\text{...}105$	3000
гибридный	AS271M016F090P	16	270	8×9	26	43,2	2000	$-55\text{...}105$	7000
с проводящим полимером	PL271M016F115P	16	270	8×11,5	9	9	5600	$-55\text{...}105$	2000

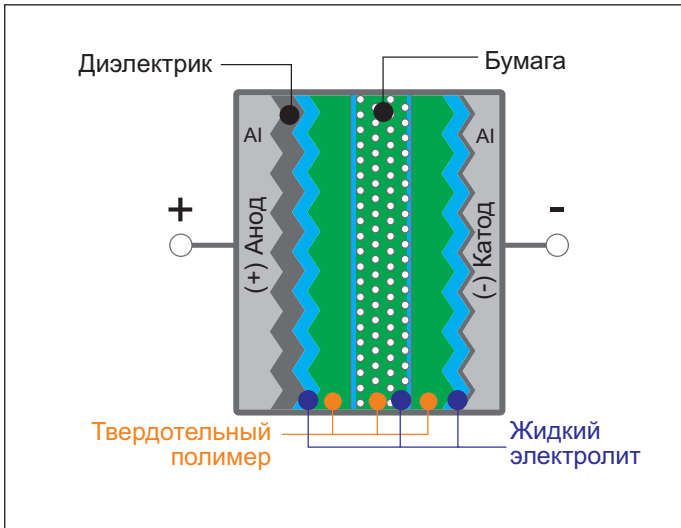


Рис. 1. Устройство гибридного конденсатора

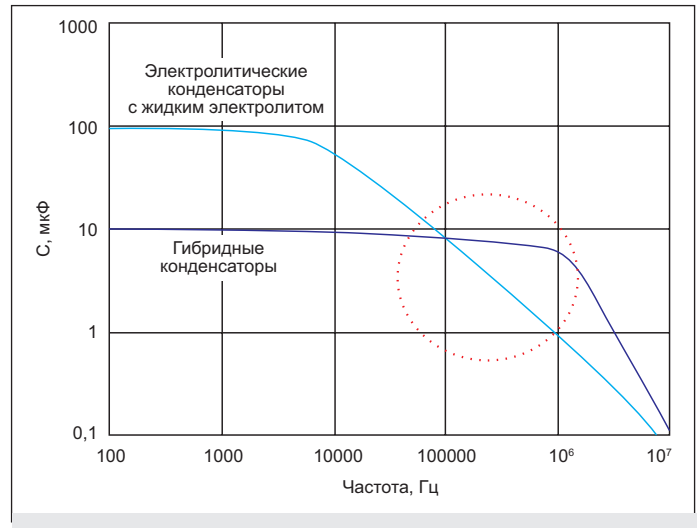


Рис. 2. Зависимость емкости электролитического конденсатора с жидким электролитом и гибридного конденсатора от частоты

увеличивается площадь его поверхности и улучшается теплообмен с внешней средой.

Таблица 2. Срок службы конденсатора в зависимости от температуры

Температура, °С	105	95	85	75	65
Срок службы, ч	7000	14000	28000	56000	112000

Основные сведения о гибридных конденсаторах компании CAPXON

Компания производит гибридные конденсаторы в SMD-исполнении (рис. 3) и с радиальными выводами (рис. 4). Производственная линейка SMD-конденсаторов насчитывает семь серий для жестких условий эксплуатации, в том числе для автомобильной электроники, и три серии экономичных конденсаторов, не предназначенных для такой эксплуатации.

В производственную линейку конденсаторов с радиальными выводами входят шесть серий для жестких условий эксплуатации, в том числе для автомобильной электроники, и две серии экономичных конденсаторов для стандартных условий работы.

В состав каждой серии входит 20–30 модификаций конденсаторов. В общей сложности компания производит конденсаторы с несколькими сотнями наименований. Поскольку рассказать обо всех



Рис. 3. Внешний вид конденсаторов в SMD-исполнении



Рис. 4. Внешний вид конденсаторов с радиальными выводами

конденсаторах и даже отдельно обо всех сериях в рамках журнальной статьи невозможно, мы вначале дадим обобщающий «портрет» производимой продукции. В табл. 3 представлены некоторые основные параметры конденсаторов в SMD-исполнении, а в табл. 4 – конденсаторов с радиальными выводами.

Как следует из представленных таблиц, в производственной линейке компании можно найти конденсаторы для работы практически для всех типов условий эксплуатации. Даже для промышленных условий, в которых срок службы изделия превышает 15 лет, можно выбрать конденсатор со сроком службы 10 000 ч при максимальной температуре в 150 °С. В этом случае при рабочей температуре на 40 °С ниже максимальной его срок службы превысит 18 лет.

Таблица 3. Основные параметры конденсаторов в SMD-исполнении

Серия	AEC Q200	Повышенная вибростойкость	Низкое сопротивление ESR	Очень низкое сопротивление ESR	Очень компактные	Диапазон рабочей температуры, °С	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	Срок службы, ч*
AA	+	+	+	–	–	–55...105	16–200	10–1500	5000–10000
AC	+	+	+	–	–	–55...125	16–100	10–1500	4000
AB	+	+	+	+	+	–55...125	25–35	33–680	4000
AN	+	+	+	–	–	–55...135	16–100	10–820	4000
AU	+	+	–	+	–	–55...135	25–100	22–680	4000
AR	+	+	+	–	–	–55...145	16–80	22–560	2000
AP	+	+	+	–	–	–55...150	16–80	22–560	1000
YA**	–	–	+	–	–	–55...105	16–100	10–1500	10000
YC	–	–	+	–	–	–55...125	16–100	10–1500	4000
YB	–	–	+	+	+	–55...125	25–35	33–680	4000

* При максимальной температуре.

** Экономичные серии.

Таблица 4. Основные параметры конденсаторов с радиальными выводами

Серия	AEC Q200	Повышенная вибростойкость	Низкое сопротивление ESR	Очень низкое сопротивление ESR	Очень компактные	Диапазон рабочей температуры, °C	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	Срок службы, ч*
AS	+	–	+	–	–	–55...105	16–400	1,2–1500	2000–10000
AT	+	–	+	–	–	–55...125	16–100	8,2–1500	2000–4000
AK	+	–	+	–	–	–55...135	16–100	8,2–560	2000–3000
AE	+	–	–	+	–	–55...135	25–100	22–680	4000
AL	+	–	+	–	–	–55...145	16–80	8,2–560	2000
AM	+	–	+	–	–	–55...150	16–80	8,2–560	1000
YS**	–	–	+	–	–	–55...105	16–100	10–1500	5000–10000
YT**	–	–	+	–	–	–55...125	16–100	10–1500	2000–4000

* При максимальной температуре.

** Экономичные серии.

Таблица 5. Основные параметры конденсаторов новых серий

Серия	Тип конденсатора	AEC Q200	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	Сопротивление ESR, мОм****	Номинальный ток пульсации, mA (СКЗ)	Диапазон рабочей температуры, °C	Срок службы, ч*
AU	SMD	+	25–100	22–680	8–25	(3600–5800)/(2500–4000)**	–55...135	4000
YA	SMD	–	16–100	10–1500	11–120	900–5000***	–55...105	10000
AE	с радиальными выводами	+	25–100	22–680	8–25	(3600–5800)/(2500–4000)**	–55...135	4000
YS	с радиальными выводами	–	16–100	8,2–1500	12–100	1060–5200***	–55...105	10000

* При максимальной температуре.

** В числителе указаны значения при 125 °C, а в знаменателе – при 135 °C.

*** При 105 °C.

**** При 20 °C и 100 кГц.

Напомним, что срок службы (Endurance) определяется при максимально допустимой температуре, когда к конденсатору подведено рабочее напряжение и через него протекают рабочие токи пульсации. При этом в течение срока службы емкость конденсатора не должна измениться более чем на 30 % от начального значения, тангенс угла потерь и сопротивление ESR не должны увеличиться более чем в два раза; кроме того, ток утечки не должен превысить указанное в документации значение.

Для того, чтобы дать несколько большее представление о конденсаторах компании, немного подробнее рассмотрим некоторые новинки. Как и в предыдущем случае, мы

представим основные параметры конденсаторов в табличном виде (табл. 5). Заметим, что номинальный ток пульсации различен для разных диапазонов частот. Например, при частоте 100–120 Гц ток пульсации должен быть в 10 раз меньше, чем при частоте свыше 100 кГц. Коэффициенты, на которые следует умножать номинальный ток пульсации при разных частотах, приведены в документации на конденсаторы.

Малые значения сопротивления ESR и относительно большие номинальные токи пульсации на частотах свыше 50–100 кГц позволяют использовать конденсаторы компании CAPXON в силовых преобразователях. В [1] приводится подробный тепловой рас-

чет, опираясь на который, можно вычислить температуру поверхности конденсатора и его внутреннюю температуру. Однако для убедительности мы воспользуемся приближенным сравнительным методом.

Площадь поверхности 2-Вт резистора типа С2-33 составляет примерно 500 мм²; при этом, как известно из практики, при рассеиваемой мощности 0,2–0,3 Вт он лишь незначительно нагревается. Возьмем для сравнения конденсатор с радиальными выводами AE681M025G160PTA. Его площадь поверхности составляет 502 мм² при номинальном токе 5,8 А, при 125 °C и сопротивлении ESR = 8 мОм. Максимальная мощность рассеяния составит 5,82 · 8 = 269 мВт. Таким

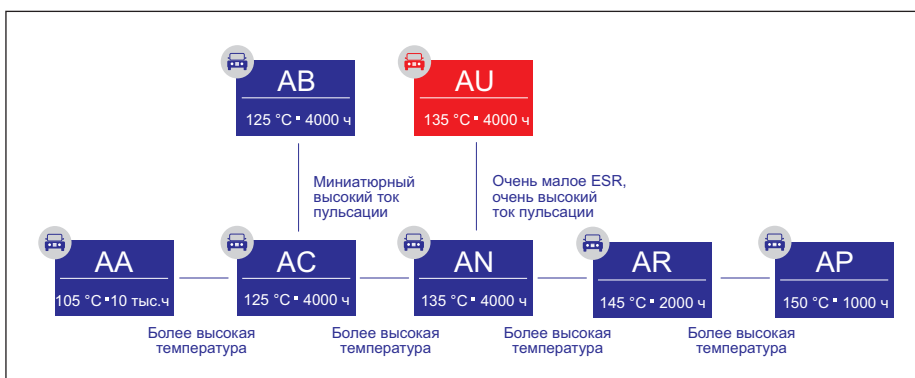


Рис. 5. Место в производственной линейке конденсаторов серии AU

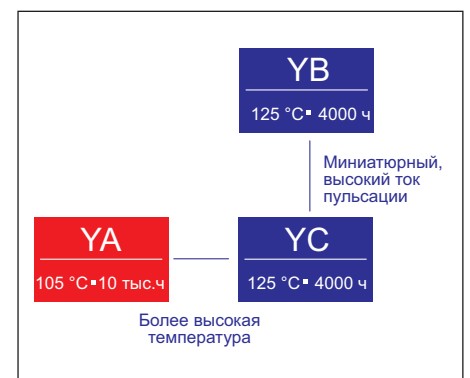


Рис. 6. Место в производственной линейке конденсаторов серии YA

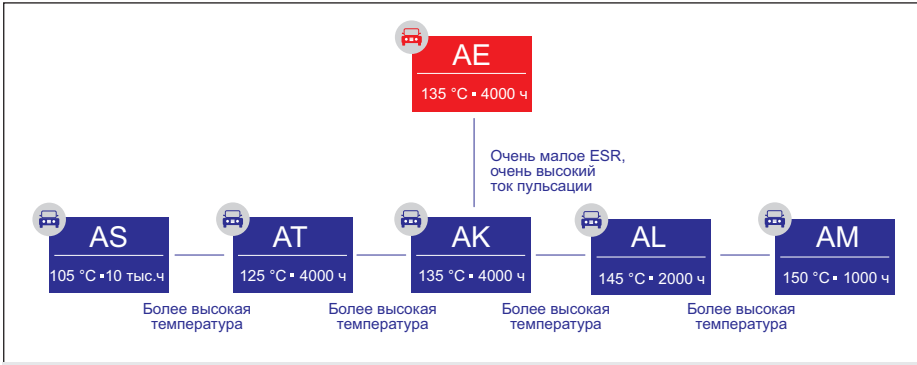


Рис. 7. Место конденсаторов серии AE в производственной линейке

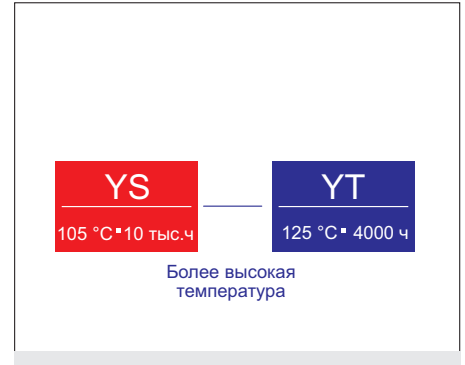


Рис. 8. Место конденсаторов серии YS в производственной линейке

образом, при корректной конструкции изделия, когда не нарушен теплообмен, нагрев конденсатора значительно, на несколько десятков градусов ниже максимально допустимой температуры 135 °С. Соответственно возрастет срок его службы.

Разумеется, приведенный расчет носит оценочный характер и не может заменить точные вычисления, но такой способ часто использу-

ется для первичной оценки возможности нагрева. В заключение приведем рис. 5–8, на которых показано место новых серий конденсаторов в производственной линейке компании.

Литература

1. Lifetime compendium // <https://www.capxongroup.com>.

НОВОСТИ

Микроконтроллеры на ядре RISC-V с поддержкой Wi-Fi 6 от GigaDevice

Компания GigaDevice анонсировала выпуск серии микроконтроллеров, поддерживающих Wi-Fi 6 и Bluetooth LE 5.2 — GD32VW553. На данный момент серия состоит из восьми моделей.

Микроконтроллеры серии могут найти широкое применение в таких областях, как системы «умного» дома, промышленного «Интернета вещей», разработка сетевых шлюзов.

Для обеспечения эффективности соединения и высокой скорости вычислений в реальном времени серия GD32VW553 построена на ядре RISC-V с максимальной тактовой частотой 160 МГц. Дополнительно в серии предусмотрена возможность аппаратного ускорения, модуль плавающей запятой двойной точности, а также возможность работать с широким набором интерфейсов.

Встроенный 2,4-ГГц Wi-Fi 6 RF-модуль соответствует стандарту IEEE 802.11ax и обратно совместим со стандартом IEEE 802.11b/g/n, обеспечивая также совместимость с различными сетевыми окружениями. Он поддерживает OFDMA, предоставляя возможность использовать канал для множества устройств одновременно, что позволяет передавать на 60% больше данных по сравнению с Wi-Fi 4.

Встроенный модуль Bluetooth LE 5.2 RF способен увеличить дистанцию, на которой обеспечивается соединение, улучшить пропускную способность и обеспечить дополнительную безопасность, при этом снизив энергопотребление. Модуль обеспечивает скорость передачи данных до 2 Мбит/с.

Микроконтроллеры серии GD32VW553 оснащены флэш-памятью объемом до 4 Мбайт, 320 кбайт SRAM и настраиваемым кэшем объемом



до 32 кбайт, а также богатым набором интерфейсов, включая 3xU(S)ART, 2xI²C, 1xSPI, 1xQSPI и до 29xGPIO. Можно также выделить 2x32-разрядных таймера общего назначения, 2 x 16-разрядных таймера общего назначения, 4x16-разрядных базовых таймера, продвинутый 1xPWM таймер и 1x12-разрядный АЦП. Рабочее напряжение варьируется в пределах 1,8–3,6 В, а верхняя граница рабочего температурного диапазона составляет +105 °С, расширяя возможности применения микроконтроллеров представленной серии.

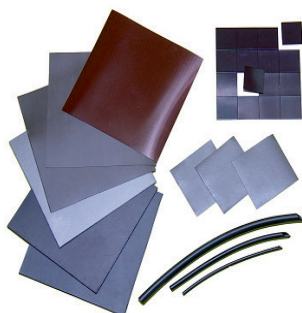
<https://macrogroup.ru/>

Москва, 105275
ул. Уткина Дом 40

ООО ТЕХНО

Тел.:(495)673-06-73
<http://www.techno.ru>
e-mail:ywg@techno.ru

**Электромагнитная совместимость
Эластичные поглотители радиоволн**



Материалы серии **EXSOB** применяются для поглощения паразитных радиочастотных сигналов и помех, подавления эффекта «стоячих волн», производимых при работе радиоэлектронных компонентов и узлов, создающих проблемы по ЭМС внутри корпусов и блоков аппаратуры в широком диапазоне частот.

Защита от радиочастотных помех для этого семейства поглотителей нормирована в диапазонах частот от **300 МГц до 6 ГГц**.

ПЛАТЫ ПЕЧАТНЫЕ
опытное и серийное производство,
проектирование, монтаж

**КОНТРАКТНАЯ РАЗРАБОТКА
И ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОНИКИ**

ООО «Вектор Технолоджи»
194044, Санкт-Петербург
Чугунная ул., д. 20
www.vectechspb.ru
E-mail: vectechspb@yandex.ru
(812) 329-38-01