

## Пленочные конденсаторы специального применения

Валентин АРСЕНТЬЕВ  
VArsentyev@pec.spb.ru

**В статье рассматриваются различные серии высокотехнологичных пленочных конденсаторов (высокотемпературных, высокоемкостных), их особенности, а также область их применения.**

Как обеспечить максимальную защиту устройства в условиях агрессивной окружающей среды, где имеют место такие воздействия, как вибрация, высокая температура или удары? Вопросы подобного рода всегда стоят перед разработчиками. Ни для кого не секрет, что надежность работы любого электронного устройства напрямую зависит от качества применяемых компонентов. Один из вариантов решения данной проблемы — конструктивное расположение компонентов как можно дальше от источника воздействия. Но это не всегда представляется возможным, либо в силу конструктивных особенностей изделия, либо если рабочая температура достаточно высока. Нефтегазовая отрасль, автостроение (а конкретно — системы зажигания двигателей), геофизика, авиостроение — вот сферы, где проблема надежности компонентов стоит особенно остро.

На производстве высоконадежных пассивных компонентов специализируется небольшое число производителей. Их продукция, как правило, не является массовой и изготавливается под заказ. Современные подходы к разработке новых технологий производст-

ва пленочных конденсаторов сводятся к поиску диэлектрика, который будет одновременно обладать хорошими характеристиками по напряжению и температуре, иметь высокое качество металлизации электродов, должен быть создан на основе полимерного материала и, при этом, иметь очень небольшую толщину. Кроме того, важными аспектами являются и такие процессы, как нанесение металлизации, пайка, расширение списка материалов и способов их интеграции в сочетании с хорошими температурными и климатическими характеристиками.

Один из производителей, успешно решающих эти задачи, — это французская фирма Eurofarad, чьей основной продукцией, как нетрудно догадаться по названию, являются высокотехнологичные конденсаторы.

### Высокоемкостные конденсаторы

В ответ на требования рынка по минимизации размеров компонентов компания Eurofarad в 2007–2008 годах выпустила три новые серии высокоемкостных конденсаторов, области применения которых — космос, авиация и военная промышленность. Это высоконадежные пленочные конденсаторы со способностью к самовосстановлению и низким значением ESR (эквивалентное последовательное сопротивление).

Конденсаторы новой серии PM907, где используется полиэстер в качестве диэлектрика (metallised PET), имеют меньшие размеры по сравнению со своими «предшественниками». Большой диапазон рабочих напряжений (от 63 до 1250 В) и соответствие стандартам Military позволяет применять эти устройства в военной промышленности и в такой области, как авиационная бортовая электроника. Устройства серии PM907 производятся с разными типами выводов: 4-проводные радиальные, DIP и два варианта исполнения для поверхностного монтажа.

Серия PM948, выпущенная в 2008 году, так же успешна, как и серия PM94. Выгодно отличаясь от PM94 меньшими размерами, она имеет те же электрические параметры (то есть соответствует сертификату ESA/CNES — 500 циклов в температурном диапазоне

–55...+125 °C после монтажа на плату, 1000 термодинамических циклов согласно сертификации Airbus и т. д.). Эта серия пользуется огромной популярностью среди клиентов, качество и надежность компонентов для которых являются определяющими требованиями. Выпуск данной серии в исполнении для космоса планируется уже в 2009 году.

Третья серия, получившая обозначение KM947, была разработана на основе PPS-диэлектрика (поливинилсульфид), работает в температурном диапазоне –55...+155 °C и имеет широкий спектр рабочих напряжений. Уникальность конденсаторов этой серии — это малые размеры устройств и большое предельное напряжение при температуре 155 °C. Устройства этой серии выполняют с различными типами выводов, чтобы облегчить ее использование в военной и аэрокосмической отраслях. Сертификация данной серии планируется в 2009 году.

### Высокотемпературные конденсаторы

Максимально выдерживаемая температура для конденсатора напрямую зависит от типа диэлектрика и технологии изготовления корпуса. Наиболее устойчивы к воздействию высоких температур танталовые и керамические конденсаторы (+200 °C и выше), а наименее устойчивы — алюминиевые электролитические конденсаторы (+145 °C). Мы, однако, более подробно остановимся на пленочных конденсаторах.

Современные технологии позволяют изготавливать пленочные конденсаторы с верхней границей температурного диапазона до



Таблица. Рабочий диапазон температур конденсаторов в зависимости от материала диэлектрика

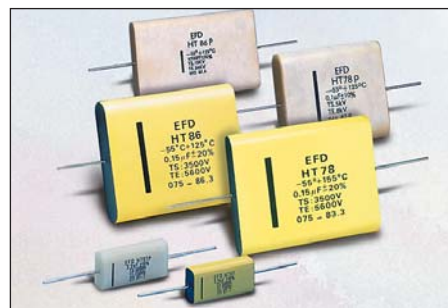
Типы диэлектрика	Рабочий диапазон температур, °C
Полипропилен (PP)	–55...+110
Поликарбонат (PC)	–55...+125
Полиэстер (PET)	–55...+125
Полиэстер (PEN)	–55...+125
Поливинилсульфид (PPS)	–55...+155
Тефлон (PTFE)	–55...+200
Пленочно-слодяные	–55...+200
Слодяные	–55...+200

200 °С (таблица). На рынке существует потребность в высокоемкостных высокотемпературных конденсаторах для источников питания в авиакосмической и нефтегазодобывающей отраслях. Существующий уровень развития технологий не позволяет решить эту задачу в полном объеме: сложность связана с толщиной диэлектрика или величиной пробивного напряжения. Тем не менее, производители заявили, что, опираясь на свои исследования, они смогут выпускать пленочные конденсаторы, работающие в диапазоне температур до +250 °С уже в ближайшее время.

Пленочные конденсаторы на основе поливинилсульфида имеют максимальную рабочую температуру +155 °С. Для других типов пленочных диэлектриков производитель может обеспечить электрические характеристики при температуре до +200 °С и даже выше. Например, конденсаторы на основе тефлона (PTFE) имеют очень низкий тангенс угла диэлектрических потерь и сопротивление изоляции во всем диапазоне рабочих температур. Тефлон обеспечивает высокую стабильность емкости в зависимости от изменения температуры. Такие характеристики позволяют применять эти конденсаторы для широкого спектра высокотемпературных применений. Особого внимания заслуживают серии тефлоновых конден-

саторов фирмы Eurofarad TA-72 и TM-72. Устройства обеих серий могут работать в диапазоне температур до +200 °С, при этом конденсаторы TA-72 имеют очень низкую диэлектрическую абсорбцию, а TM-72 обладают свойством самовосстановления при пробое. К недостаткам можно отнести узкий диапазон рабочих напряжений: от 160 до 400 В. Диапазон емкостей достаточно широк: от 470 пФ до 2,2 мкФ.

В отличие от предыдущих серий пленочнослюдяные конденсаторы HT78 являются не только высокотемпературными (до +155 °С), но и высоковольтными, с предельным рабочим напряжением до 10 В. В качестве диэлектрика в них используется пленка с частицами реконструированной слюды. У таких конденсаторов отсутствует зависимость приложенного напряжения от температуры, чем они выгодно отличаются от керамики, и минимальны изменения емкости и тангенса угла потерь во всем диапазоне рабочих температур. Устойчивость этих конденсаторов к вибрации, ударам и многократным перепадам температур делает их идеальными для применения, например, в геологоразведочных аппаратах и скважных погружных устройствах. На основе серии HT-78 по заказу компания может выпустить конденсаторы с верхним пределом температур до +200 °С и напряжением до 60 кВ.



Нижний предел рабочих температур стандартных компонентов рассмотренных серий составляет -55 °С.

### Заключение

Рынок пленочных конденсаторов крайне многообразен, однако следует отметить, что высококачественные компоненты специального применения, как правило, изготавливаются по требованию заказчика и редко попадают на широкий рынок. Хотя возможности производства высоконадежных конденсаторов достаточно широки, по-прежнему существует проблема подбора компонентов для применения в агрессивной среде или в условиях сильных воздействий. Автор надеется, что данная публикация поможет в ее решении. Выбор, как всегда, остается за заказчиком. ■