

# Конденсаторы постоянной емкости от компании Suntan

В сложившихся условиях ограничения поставок в Россию зарубежных электронных компонентов особенно актуальным становится сотрудничество с производителями, чьи компоненты позволяют решать задачи отечественных разработчиков. Одним из них является Гонконгская компания Suntan Technology Company Limited (далее Suntan), основанная в 1978 г. и в настоящее время располагающая четырьмя заводами на территории Китая с более чем полутора тысячами рабочих мест.

Наряду с другими электронными компонентами компания производит широкий ассортимент конденсаторов постоянной емкости, краткий обзор которых приведен в этой статье.

Александр ПЕСКИН

Компания заботится об экологии, и ее изделия соответствуют директиве RoHS, ограничивающей содержание вредных веществ, а также нормам CE. Компания имеет сертификат по стандарту управления качеством ISO 9001 2015 (ГОСТ Р ИСО 9001-2015).

Suntan производит конденсаторы постоянной емкости следующих видов [1]: керамические, пленочные, танталовые, слюдяные, суперконденсаторы (золотые), алюминиевые электролитические и др.

## Керамические конденсаторы

Керамические конденсаторы – самый массовый вид конденсаторов, что обусловлено простотой их производства и пригодностью для автоматизированного монтажа.

Конденсаторы имеют широкий диапазон типоразмеров и емкостей (от менее 1 пФ до 1000 мкФ), небольшие габариты при относительно низкой цене, способны очень быстро накапливать заряд и так же быстро его отдавать. Для их работы характерна цикличность данного процесса. Величина накапливаемого электричества и периоды циклов зарядки–разрядки зависят от параметров и типа конденсатора.

Керамические конденсаторы относятся к конденсаторам с неорганическим диэлектриком, выполненным с использованием соединений на основе циркония, диоксида титана, титанатов или ниобатов. Для инженера важна классификация диэлектриков по признаку температурной стабильности, для оценки которой используется показатель ТКЕ.

В зарубежной системе классификации используется деление керамических конденсаторов на три класса:

- класс 1: точные термостабильные конденсаторы с практически линейной зависимостью ТКЕ от температуры;
- класс 2: конденсаторы с меньшей температурной стабильностью, но, в основном, с большей объемной емкостью;
- класс 3 (устаревшие): так называемые барьерные керамические конденсаторы, имеющие очень высокую диэлектрическую проницаемость и потому более высокую объемную емкость, чем конденсаторы класса 2. У этих конденсаторов – худшие электрические характеристики, в том числе меньше точность и стабильность.

Для обозначения диэлектриков керамических конденсаторов за рубежом используются два стандарта: IEC/EN 60384-8/21 и EIA RS-198 (табл. 1).

Согласно стандарту EIA RS-198, керамические конденсаторы класса 2 различаются по диапазону рабочей температуры и допустимому изменению емкости (табл. 2).

Примеры обозначения типов диэлектриков: X7R – емкость изменяется на  $\pm 15\%$  в диапазоне  $-55...125\text{ }^\circ\text{C}$ ; Y5V – емкость может измениться на 22 или  $-82\%$  в диапазоне  $-30...85\text{ }^\circ\text{C}$ .

Компания Suntan выпускает керамические конденсаторы разных типов: дисковые, высоковольтные, многослойные, конденсаторы мини-типа и др. Рассмотрим их.

**Дисковые конденсаторы TS15** (рис. 1) рассчитаны на номинальное рабочее постоянное напряжение 500 В, предназначены для работы в

Таблица 1. Типы диэлектрика и величина ТКЕ

Тип диэлектрика (согласно IEC/EN 60384-8/21)	Тип диэлектрика (согласно EIA RS-198)	ТКЕ ( $10^{-6}/^\circ\text{C}$ )	Допустимое отклонение ТКЕ на градус ( $10^{-6}/^\circ\text{C}$ )
NPO, SL*	COG	0	$\pm 30$
P100	M7G	100	$\pm 30$
N33	H2G	-33	$\pm 30$
N75	L2G	-75	$\pm 30$
N150	P2H	-150	$\pm 60$
N220	R2H	-220	$\pm 60$
N330	S2H	-330	$\pm 60$
N470	T2H	-470	$\pm 60$
N750	U2J	-750	$\pm 120$
N1000	Q3K	-1000	$\pm 250$
N1500	P3K	-1500	$\pm 250$

\* ТКЕ  $\times 10^{-6}/^\circ\text{C} = -1000...350$ .

Таблица 2. Обозначения керамических конденсаторов по диапазону рабочей температуры и допустимому изменению емкости

Нижняя рабочая температура (первый индекс), $^\circ\text{C}$	Верхняя рабочая температура (цифровой индекс), $^\circ\text{C}$	Допустимое изменение емкости в температурном диапазоне (третий индекс), %
X = -55 Y = -30 Z = 10	2 = +45 4 = +65 5 = +85 6 = +105 7 = +125 8 = +150 9 = +200	A = $\pm 1,0$ B = $\pm 1,5$ C = $\pm 2,2$ D = $\pm 3,3$ E = $\pm 4,7$ F = $\pm 7,5$ P = $\pm 10$ R = $\pm 15$ S = $\pm 22$ T = +22, -33 U = +22, -56 V = +22, -82

диапазоне рабочей температуры  $-40...85\text{ }^{\circ}\text{C}$  с температурной компенсацией класса 1, имеют линейный ТКЕ, высокую стабильность и малые потери в широком диапазоне частоты.

Температурная характеристика соответствует следующим типам диэлектрика (керамики): SL, NPO, Y5P, Y5U, Y5V.

Сопротивление изоляции IR для типов диэлектрика SL, NPO  $\geq 10000\text{ МОм}$ , для типов Y5P, Y5U, Y5V  $\geq 4000\text{ МОм}$ .

Коэффициент рассеивания DF в зависимости от типа диэлектрика: SL, NPO  $\leq 0,15\%$ ; Y5P, Y5U, Y5V  $\leq 2,5\%$ .

Выдерживаемое напряжение:  $1,5\text{ кВ} + 500\text{ В DC}$ .

На рис. 2 и в табл. 3 приведены габаритные и установочные размеры конденсаторов TS15.

В этой же таблице приведены значения номинальных емкостей в зависимости от используемых типов диэлектрика.

**Высоковольтные конденсаторы TS16** выпускаются в диапазоне номинальной емкости  $100\text{--}10000\text{ пФ}$  и в диапазоне номинального рабочего напряжения  $1\text{--}15\text{ кВ DC}$ . Они предназначены для работы в диапазоне рабочей температуры  $-25...85\text{ }^{\circ}\text{C}$ , обеспечивают стабильность и высокую надежность готовых изделий.

Коэффициент рассеивания DF в зависимости от типа диэлектрика: SL, YL, NPO  $\leq 0,5\%$ ; Y5P, Y5U, Y5V, Y5T  $\leq 2,5\%$ ; Y5R  $\leq 0,2\%$ .

Сопротивление изоляции в зависимости от типа диэлектрика: SL, YL, NPO  $\geq 10\text{ ГОм}$ ; Y5R, Y5P, Y5U, Y5V, Y5T  $\geq 4000\text{ МОм}$ .

Компания прежде выпускала также высоковольтные конденсаторы TS16L с низким коэффициентом рассеивания и высоковольтные мини-конденсаторы TS16M.

**Многослойные (моно) конденсаторы TS17** рассчитаны на номинальное рабочее напряжение  $25, 50$  и  $100\text{ В DC}$  и имеют широкий диапазон емкости  $1\text{ пФ}...14,7\text{ мкФ}$  в зависимости от типа диэлектрика. Изготовлены с использованием влагостойкого и ударопрочного эпоксидного покрытия. Могут по-

**Таблица 3.** Величины габаритных и установочных размеров конденсаторов TS15, а также значения номинальных емкостей в зависимости от типов диэлектрика

Y5P ( $\pm 10\%$ )	Y5U ( $\pm 20\%$ )	Y5V ( $\pm 20\%$ , 80/-20%)	SL ( $\pm 10\%$ )	NPO ( $\pm 0,5\text{ пФ}$ , $\pm 10\%$ )	Размеры, мм			
					D	P	T	d
100–1500 пФ	1000–2200 пФ	2700–4700 пФ	12–100 пФ	0,5–22 пФ	6,5	5,0	3,0	0,5
–	2700–4700 пФ	6800 пФ	–	–	7,5			
2200–2700 пФ	5600–6800 пФ	6800–0,01 мкФ	–	–	8,5			
3300 пФ	0,01 мкФ	0,015 мкФ	–	–	10,5			
4700 пФ	–	0,02–0,022 мкФ	–	–	11,5	7,5	3,5	0,6
0,01 мкФ	–	–	–	–	15,5			
–	–	0,047 мкФ	–	–	18,0			

ставляться как россыпью, так и вклеенными в ленты и рулоны для автоматической вставки в печатную плату. Выводы допускают изгиб для монтажа.

Конденсаторы имеют конструктивное исполнение радиального и осевого типа (рис. 3). В радиальном исполнении выпускаются в трех формах: b, C1 и C3.

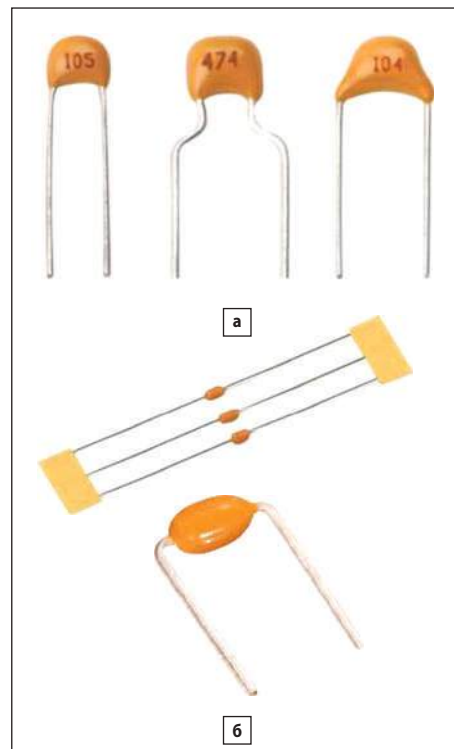
Эти компоненты находят широкое применение в компьютерах, телекоммуникационных устройствах, промышленном и контрольно-измерительном оборудовании и т.д.

**Многослойные конденсаторы с чипом (SMD) TS18** имеют конструкцию в виде «многослойного пирога», в котором на керамический диэлектрик нанесены внутренний и внешний электроды, а торцы (выводы) имеют покрытия из никеля и олова.

Конденсаторы выпускаются в диапазоне номинальной емкости  $0,1\text{ пФ}...100\text{ мкФ}$  с допуском  $\pm 0,1\text{ пФ}...80/-20\%$ , имеют диэлектрик типов NPO, X7R, Y5V, Z5U и рассчитаны на постоянное номинальное рабочее напряжение  $4; 6; 6,3; 10; 25$  и  $50\text{ В}$ .

Конденсаторы типоразмеров 0402, 0603, 0805, 1206, 1210, 1812, 2220 упакованы в ленту, смотанную в катушку.

**Высоковольтные многослойные конденсаторы с чипом (SMD) TS18H** широко используются в аналоговых и цифровых модемах,



**Рис. 3.** Внешний вид конденсаторов TS17: а) радиального типа форм b, C1 и C3; б) осевого типа

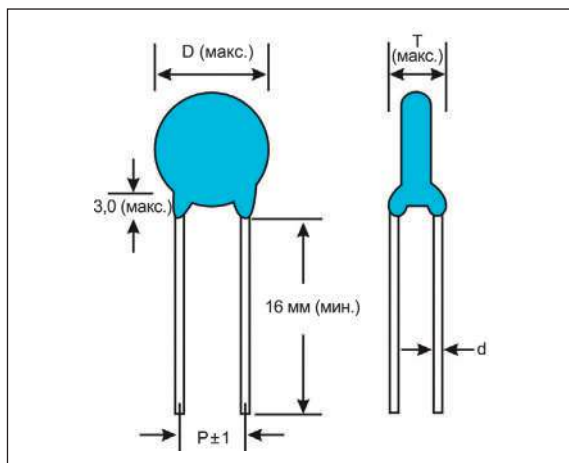
интерфейсах LAN/WAN, цепях балласта освещения, умножителях напряжения, DC/DC-преобразователях, инверторах задней подсветки и т.д.

Они отличаются монолитной конструкцией, небольшими размерами, высоким выдерживаемым напряжением и низким коэффициентом рассеивания DF, обладают широким диапазоном емкости  $0,2\text{ пФ}...4,7\text{ мкФ}$ , могут работать при высоком рабочем напряжении (в диапазоне  $100\text{--}2000\text{ В}$ ), имеют хорошую паяемость и подходят для волновой и ручной пайки, а также пайки оплавлением.

**Многослойные ВЧ-конденсаторы с высокой добротностью и малым ESR (MLCC SMD) TS18Q** предназначены для поверхностного монтажа в гибридных интегральных и печатных схемах, работающих на частоте до  $3\text{ ГГц}$ . Обладают высокими надежностью



**Рис. 1.** Внешний вид конденсатора TS15



**Рис. 2.** Габаритные и установочные размеры конденсаторов TS15

Таблица 4. Основные параметры керамических конденсаторов

Параметр	Тип				
	TS15	TS16	TS17	TS18	TS18H
Диапазон номинальной емкости	0,5 пФ ... 0,047 мкФ	100–10000 пФ	1 пФ ... 14,7 мкФ	0,1 пФ ... 100 мкФ	0,2 пФ ... 4,7 мкФ
Номинальное рабочее напряжение, В	500	1000–6000	25; 50; 100	4; 6; 6,3; 10; 25; 50	100; 200; 250; 500; 630; 1000; 2000
Коэффициент рассеивания DF, %	≤ 0,15; ≤ 2,5*	≤ 0,2; ≤ 0,5; ≤ 2,5*	≤ 0,15; ≤ 3,5; ≤ 5*	–	–
Диапазон рабочей температуры, °С	–40...85	–25...85	–55...125; –25...85; –10...85*	–55...125; –55...105; –55...85; –30...85*	–55...125; –55...105; –55...85; –30...85*

\* В зависимости от типа диэлектрика.

и добротностью, а также малыми потерями и эквивалентным последовательным сопротивлением (ESR).

Основные параметры некоторых керамических конденсаторов сведены в табл. 4.

### Пленочные конденсаторы

Конденсаторы этого вида широко применяются в цепях постоянного и переменного тока в бытовой технике, промышленном, цифровом и автомобильном оборудовании, в частоторазделяющих цепях акустических систем, то есть везде, где требуется обеспечить высокую надежность изделия и длительный срок его службы.

Главным достоинством пленочных конденсаторов является их защитная функция самовосстановления после локального пробоя.

Конденсаторы отличаются как материалом используемой в конструкции пленки, так и типоразмером корпусов. В настоящее время компания выпускает широкий спектр конденсаторов из полиэстеровой (майларовой), металлизированной полиэфирной, полипропиленовой и других видов пленки, в циклоидальных и овальных стандартных, а также в миниатюрных корпусах:

- TS01 – из полиэстеровой (майларовой) пленки;
- TS02 – из металлизированной полиэстеровой пленки;
- TS02A – из металлизированной полиэфирной пленки AC-MFA;
- TS02B – из металлизированной полиэфирной пленки Vox-MEC;
- TS03 – миниатюрные из металлизированной полиэфирной пленки;
- TS03Q – субминиатюрные металлизированные из полиэфирной пленки;
- TS04A – аксиально-циклоидальные из металлизированной полиэфирной пленки;
- TS04B – аксиально-плоско-овальные из металлизированной полиэфирной пленки;
- TS04C – аксиально-циклоидальные из металлизированной полипропиленовой пленки;
- TS04D – аксиально-плоско-овальные из металлизированной полипропиленовой пленки;

- TS05 – из металлизированной полиэфирной пленки Mini Box;
- TS05N – из металлизированной многослойной полиэфирной пленки без покрытия;
- TS05S – из металлизированной полиэфирной пленки в виде штабелированной мини-коробки;
- TS07 – из металлизированной полипропиленовой пленки MPP;
- TS07S – Mini из металлизированной полипропиленовой пленки;
- TS07A – Mini Box из металлизированной полипропиленовой пленки;
- TS07B – коробчатые из металлизированной полипропиленовой пленки MPP;
- TS08S – из металлизированной полипропиленовой пленки, рассчитанные на 275 В AC (класс X2);
- TS08V, TS08H, TS08HT, TS08A – из металлизированной полипропиленовой пленки, рассчитанные на 310 В AC (класс X2);
- TS09 – высоковольтные из металлизированной полипропиленовой пленки;
- TS09B – высоковольтные коробчатые из металлизированной полипропиленовой пленки;
- TS09Q – двусторонние высоковольтные коробчатые из металлизированной полипропиленовой пленки и т.д.

Поскольку ассортимент конденсаторов из пластиковой пленки очень широк, рассмотрим только некоторые их типы.

**Конденсаторы из полиэстеровой (майларовой) пленки TS01** (рис. 4) находят применение в бытовой и промышленной электронике. Благодаря небольшим габаритам и малому весу, они оптимальны для автоматической установки, а для высокой термостойкости, влагостойкости и стойкости к растворителям их покрывают эпоксидной смолой.

Конденсаторы работают в диапазоне температуры –40...85 °С, номинальное постоянное напряжение составляет 100, 250, 400, 630, 1000, 1200 В, диапазон номинальной емкости: 0,001–0,22 мкФ с допуском ±5, ±10 и ±20%.

**Конденсаторы из металлизированной полиэстеровой пленки TS02** (рис. 5) неиндуктивные, имеют высокую надежность

благодаря самовосстановлению и высокой термостойкостью, влагостойкостью и стойкостью к растворителям благодаря покрытию эпоксидной смолой погружением.

Конденсаторы выпускаются на номинальные постоянные напряжения 100, 250, 400, 630 В. Диапазон номинальной емкости составляет 0,01–6,8 мкФ с допуском ±5, ±10 и ±20%.

**Аксиально-циклоидальные конденсаторы из металлизированной полиэфирной пленки TS04A** (рис. 6) герметизированы огнестойким пластиком и эпоксидной смолой. Обладают высокой надежностью, термостойкостью и хорошими свойствами самовосстановления. Используются, в основном, в цепях постоянного и переменного тока бытовой техники, а также в частоторазделяющих цепях акустических систем.

Конденсаторы выпускаются на номинальные постоянные напряжения 100, 250, 400, 630 В, диапазон номинальной емкости составляет от 0,033 до 68 мкФ с допуском ±5 и ±10%.

Основные параметры некоторых пленочных конденсаторов сведены в табл. 5.

К категории пленочных относятся и конденсаторы, предназначенные для запуска и работы электродвигателей. Они оптимизированы для больших пусковых токов и имеют крайне низкий коэффициент рассеивания (менее 0,004).

Компания Suntan предлагает большой выбор рабочих и пусковых конденсаторов электродвигателей переменного тока: СВВ61 – коробчатой формы в пластиковом корпусе (TS11-B~D, TS11-5~7, TS11-9); СВВ60 – цилиндрической формы в пластиковом корпусе (TS11-10~21); СВВ65 – цилиндрической формы в алюминиевом корпусе (TS11-22~26); CH85 – для микроволновых печей (TS11-30); CD60 (пусковые) – цилиндрической формы в алюминиевом корпусе (TS13D3-CD60).



Рис. 4. Внешний вид конденсатора TS01



Рис. 5. Внешний вид конденсатора TS02

Все они характеризуются высокой надежностью, хорошим самовосстановлением, малым коэффициентом рассеивания DF и высоким сопротивлением изоляции IR.

Рассмотрим для примера **конденсаторы типа TS11-10~21** (рис. 7).

Они выпускаются на номинальное напряжение 250 и 450 В DC в диапазоне номинальной емкости 1–100 мкФ с допуском  $\pm 5$  и  $\pm 10\%$ .

В качестве диэлектрика в этих конденсаторах используется металлизированная полипропиленовая пленка, а корпус наполнен антипиреновой эпоксидной смолой.

Наиболее широко такие конденсаторы применяются в водяных насосах, чистящих и стиральных машинах, воздушных компрессорах и т.д.

### Танталовые конденсаторы

В производимый компанией ассортимент входят конденсаторы, изготовленные в чиповом SMD-исполнении, методом погружения, полимерные, гибридные и т.д.

**Конденсаторы типа TS19** (рис. 8) изготавливаются методом погружения, герметизированы, влагостойки, имеют покрытие огнестойким эпоксидным порошком желтого цвета с лазерной маркировкой.

Эти компоненты находят применение в телевизорах, видеокамерах, компьютерах, телефонных системах коммутации, приборах и счетчиках.

Конденсаторы выпускаются на номинальное напряжение 4–50 В DC; диапазон номинальной емкости составляет 0,47–680 мкФ с допуском  $\pm 5$ ,  $\pm 10$  и  $\pm 20\%$ .

**Конденсаторы в чиповом исполнении (SMD) типа TS20** характеризуются высокой надежностью, продолжительным сроком службы, стабильными электрическими характеристиками и высоким объемным КПД.

Типовые области их применения: цепи развязки и фильтрации в промышленных и автомобильных устройствах, DC/DC-преобразователи, портативная электроника (мобильные телефоны, ноутбуки и т.д.), телекоммуникационные устройства (базовые станции) и т.д.

В основе конструкции используется эпоксидная формованная капсула с твердым

электролитом. Выпускаются в литом корпусе в шести кодах EIA (Electronic Industries Association), совместимы со всем популярным автоматическим оборудованием «больших объемов».

Конденсаторы рассчитаны на номинальное напряжение 4–50 В DC; диапазон номинальной емкости составляет 0,1–470 мкФ с допуском  $\pm 5$ ,  $\pm 10$  и  $\pm 20\%$ .

Модификациями конденсаторов TS20 являются компоненты TS20L, характеризующиеся малым ESR, и TS20S с очень малым ESR.

**Конденсаторы типа TS25** обладают гетерополярностью, стабильными электрическими характеристиками, высокой надежностью, максимальной плотностью емкости и энергии.

Конденсаторы TS25 выпускаются в 13-ти модификациях. Рассмотрим одну из них – TS25-01 (рис. 9).

Они изготавливаются в герметичном цилиндрическом радиально-выводном корпусе (в виде таблетки) диаметром 22 мм и высотой 8 мм, рассчитаны на номинальное напряжение 10–125 В DC в диапазоне номинальной емкости 600–8000 мкФ с допуском  $\pm 5$  и  $\pm 10\%$ . Эквивалентное последовательное сопротивление составляет 0,3–0,6 Ом в зависимости от номинального напряжения.

На базе этих конденсаторов можно строить целые батареи в импульсных схемах преобразования энергии и цепях, выполняющих функции фильтрации и хранения энергии.

**Гибридные конденсаторы типа TS26** – аксиальные, трубчатые, полярные, с изоляционной втулкой, в металлическом корпусе с изоляционным рукавом выпускаются в трех модификациях: TS26-1, TS26-2, TS26-3. Первый из них (рис. 10) имеет 9 модификаций габаритов корпуса, а два других – по 6.

Особенностью гибридных конденсаторов является то, что они обеспечивают очень высокую плотность энергии и высокую мощность в устройствах. Они намного меньше и легче, чем традиционные танталовые «мокрые» и чиповые, алюминиевые электролитические или керамические конденсаторы. В них использование диэлектрика обеспечивает работу отдельных ячеек при более высо-



Рис. 6. Внешний вид конденсатора TS04A



Рис. 7. Внешний вид конденсатора TS11-10~21



Рис. 8. Внешний вид конденсаторов TS19



Рис. 9. Внешний вид конденсатора TS25-01



Рис. 10. Внешний вид конденсатора TS26-01

ком напряжению; при этом последовательное соединение ячеек не требуется.

ESR одноячеечных гибридных конденсаторов намного ниже, чем у других конденсаторов с аналогичным номинальным напряжением. Поскольку в результате постоянная времени очень мала (менее 1 мс), эти гибридные конденсаторы хорошо подходят для высокоскоростных приложений.

Основные параметры некоторых танталовых конденсаторов сведены в табл. 6.

Таблица 5. Основные параметры пленочных конденсаторов

Параметр	Тип					
	TS01	TS02	TS04A	TS05	TS07	TS09
Диапазон номинальной емкости, мкФ	0,001–0,22	0,01–6,8	0,33–68	0,001–2,2	0,01–8,2	0,001–0,15
Номинальное рабочее напряжение, В	100; 250; 400; 630; 1000; 1200	100; 250; 400; 630	100; 250; 400; 630	50; 63; 100; 250; 400; 630	100; 250; 400; 630	1000; 1250; 1500; 1600; 2000
Коэффициент рассеивания DF, %	≤ 0,1	≤ 0,01	≤ 0,008; ≤ 0,010; ≤ 0,013*	≤ 0,8	≤ 0,01	≤ 0,1
Диапазон рабочей температуры, °C	–40...85	–40...85	–40...105	–40...85	–40...85	–40...85

\* В зависимости от емкости.



Рис. 11. Внешний вид конденсатора TS23



Рис. 12. Внешний вид конденсаторов TS12



Рис. 13. Внешний вид конденсатора TS13AE

## Слюдяные конденсаторы

Слюда – один из старейших диэлектрических минеральных материалов, используемых в производстве конденсаторов с высокой электрической, механической и химической стабильностью. Поскольку природная слюда содержит множество сторонних материалов, включая железо, натрий, оксид железа, литий и др., при изготовлении конденсаторов ее тщательно проверяют и отбирают, что несколько увеличивает производственные затраты.

Конденсаторы из посеребренной слюды, в которых используются ее пластины и листы, покрытые с обеих сторон наплавленным металлом, имеют высокую добротность, не зависящую от частоты, благодаря чему слюдяные конденсаторы идеально подходят для высокочастотных и радиочастотных приложений.

Стабильность обеспечивается еще и тем, что между пластинами слюды отсутствуют воздушные зазоры, которые могли бы повлиять на размеры и, соответственно, изменить емкость. Сборка залита эпоксидной смолой, а герметичный корпус исключает риск окисления или коррозии пластин и соединений.

В качестве примера рассмотрим **конденсаторы типа TS23** (рис. 11), обладающие высокой стабильностью, надежностью и влагостойкостью.

Эти конденсаторы рассчитаны на номинальные напряжения 50, 100, 300 и 500 В DC;

Таблица 6. Основные параметры танталовых конденсаторов

Параметр	Тип			
	TS19	TS20	TS25-01	TS26-01
Диапазон номинальной емкости, мкФ	0,47–680	0,1–470	160–8000	1–1200
Номинальное рабочее напряжение, В	4; 6,3; 10; 16; 20; 25; 35; 40; 50	4; 6,3; 10; 16; 20; 25; 35; 50	10; 16; 25; 35; 50; 63; 80; 100; 110; 125	6,3; 10; 16; 40; 50; 63; 75; 100; 125
Коэффициент рассеивания DF, %	6–16*	6–14*	–	–
Диапазон рабочей температуры, °C	–55...125			

\* В зависимости от емкости и температуры.

Таблица 7. Ассортимент конденсаторов типа TS12

Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, Ф	Размер корпуса, мм (диаметр×высота)	
		стандартный	миниатюрный
5,5	0,047	13,5×7,5	–
	0,1	13,5×7,5; 13,5×9,5	–
	0,22	13,5×7,5; 13,5×9,5	–
	0,33	13,5×7,5	–
	0,47	21,5×8,0; 21,5×9,5	–
	0,68	21,5×9,5	–
	1,0	21,5×8,0; 21,5×9,5	–
	0,047	–	11,5×13; 11,5×5,0
	0,1	–	11,5×13; 11,5×5,0
	0,22	–	11,5×13; 11,5×5,0
6,3	0,33	–	11,5×13; 11,5×5,0
	1,0	–	19×20,5
	0,047	13,5×9,5	–
	0,1	13,5×9,5	–
	0,22	21,5×9,5	–
	0,33	21,5×9,5	–
	1,0	21,5×9,5	–

диапазон номинальной емкости составляет 1–100000 пФ с допуском  $\pm 0,5$ ;  $\pm 1$ ;  $\pm 2$ ;  $\pm 5$  и  $\sim 20\%$ . Предельная рабочая температура достигает 150 °C.

## Суперконденсаторы (золотые конденсаторы)

К этому виду относятся двухслойные конденсаторы с низкой утечкой (EDLCs), называемые также электрохимическими конденсаторами, накопительные конденсаторы, конденсаторы с последовательной структурой, ультраконденсаторы комбинированного типа и т.д. Благодаря небольшим размерам, большим емкостям (до 5 Ф) и быстрой зарядке эти компоненты все чаще используются в силовых цепях, нанотехнологиях, экологических проектах, гибридных электромобилях, цепях выравнивания нагрузки и т.д.

В качестве примера рассмотрим **двухслойные конденсаторы типа TS12** (рис. 12).

Эти конденсаторы малогабаритны, обладают очень большой емкостью и отлично удерживают заряд. Они выпускаются в цилиндрических корпусах (табл. 7) с номинальным напряжением 5,5 и 6,3 В DC в диапазоне номинальной емкости 0,047–1 Ф. Диапазон рабочей температуры составляет  $-25...70$  °C, а ESR находится в пределах 30–120 Ом в зависимости от емкости конденсатора.

Двухслойные конденсаторы находят применение в микрокомпьютерах, узлах оперативной памяти, тюнерах, телевизорах, телефонных аппаратах и другой аппаратуре.

## Алюминиевые электролитические конденсаторы

Компания Suntan производит следующие электролитические конденсаторы: аксиальные, радиальные, SMD-конденсаторы, полимерные твердотельные, а также защелкивающегося, винтового типов и с наконечниками (типа LUG).

Электролитические конденсаторы находят широкое применение для фильтрации в источниках питания оборудования (плоских дисплеях, DVD-рекордерах, автомобильных навигационных системах и т.д.).

В качестве примера рассмотрим аксиальные **конденсаторы типа TS13AE** (рис. 13).

Они выпускаются в широком диапазоне номинального напряжения 6,3–450 В в диапазоне номинальной емкости 1–10000 мкФ с допуском  $\pm 10$  и  $\pm 20\%$ . Диапазон рабочей температуры составляет  $-40...85$  °C, а коэффициент рассеивания DF изменяется в пределах 0,08–0,24% в зависимости от номинального напряжения. ■

## Литература

1. <https://www.suntan.com.hk/products.html>.