

Пробой танталовых конденсаторов

Пробой танталовых конденсаторов (breakdown) связан с резким возрастанием токов утечки («leakage current») [2]. Как и все конденсаторы, танталовые конденсаторы имеют токи утечки. Величина их мала и постоянна, но их наличие все равно необходимо учитывать. Так, например, во времязадающих цепях ток заряда конденсатора должен превышать ток утечки как минимум в 10 раз. Например, при заряде 47 мкФ конденсатора через резистор 100 кОм напряжением 5 В ток утечки не должен превышать 5 мкА во всем рабочем диапазоне температур.

Возрастание тока утечки связано с пробоем диэлектрика (Ta_2O_5). Механизм пробоя достаточно хорошо изучен. Диэлектрик, изначально имеющий аморфную структуру, на отдельных участках поверхности кристаллизуется под действием различных факторов (температура, высокое напряжение). Кристаллический пентаоксид тантала является проводящим материалом, что приводит к резкому возрастанию токов утечки (рисунок 3).

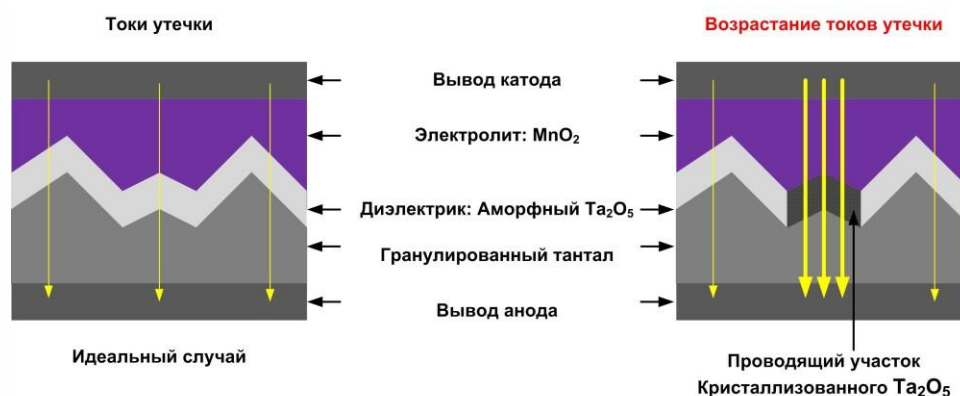
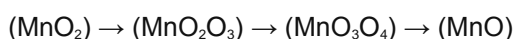


Рисунок 3 – Возрастание токов утечки при кристаллизации диэлектрика

Если пробой произошел при приложении высокого напряжения и высоких температур, то реакция может быстро распространиться на всю поверхность диэлектрика – лавинообразный эффект («avalanche effect»). Степень распространения лавинообразного эффекта может быть различной. Поэтому и степень повреждений варьируется от относительно маленьких «выгоревших» точек до зигзагообразных выжженных участков на поверхности диэлектрика, при этом возможно даже повреждение танталовой основы и металлических контактов.

Если площадь кристаллизации диэлектрика не велика, может проявиться эффект самовосстановления («healing effect»). В этом случае ток, протекающий через кристаллизованный диэлектрик, вызывает его перегрев, что приводит к химическим преобразованиям в структуре электролита (MnO_2). Эти преобразования происходят в следующем порядке:



Уровень перегрева определяет степень превращения. Первое превращение (MnO_2) \rightarrow (MnO_2O_3) требует разогрева до 530°C , а последнее происходит при 1000°C . Каждое следующее преобразование приводит к появлению оксида с меньшим значением проводимости, чем у предыдущего. В результате проводящий кристаллический участок оказывается изолированным непроводящим оксидом марганца (рисунок 4).

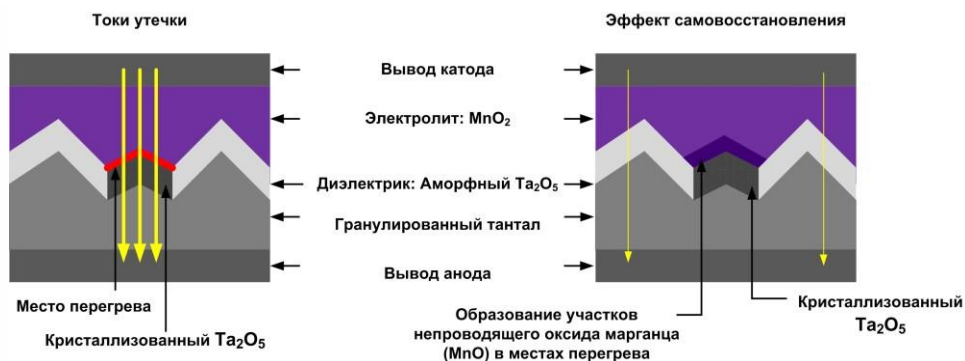


Рисунок 4 – Эффект самовосстановления ("healing effect")

Кроме пробоя, возникающего в процессе неграмотной эксплуатации, возможно нарушение целостности диэлектрика из-за различных дефектов, возникших в процессе производства и транспортировки [2]. Существует несколько основных видов дефектов.

- Механические дефекты диэлектрика.
- Примеси и включения в диэлектрике.
- Участки кристаллического диэлектрика, возникшие при производстве.

Механические дефекты могут быть двух видов. Первый вид дефектов возникает при повреждении слоя диэлектрика после того, как он был выращен на металлической подложке. Это может произойти, например, при ударе структуры конденсатора о твердую поверхность.

Второй вид механических дефектов возникнет при формировании слоя электролита (MnO_2). Дело в том, что восстановление MnO_2 из солей марганца представляет собой достаточно бурную реакцию с образованием пара, выделением газов и тепла. Так как структура поверхности танталового анода пористая, то внутри пор на поверхность диэлектрика оказывается давление. Совместное действие теплового удара и давления газов внутри малых пор может вызвать повреждение диэлектрика.

Дефекты, связанные с примесями возникают из-за наличия на поверхности тантала различных включений (примесей или загрязнений). Такими примесями могут быть: углерод и металлы (железо, кальций и др.). При отсутствии поверхностных включений слой диэлектрика будет равномерным. Однако при наличии загрязнений образования оксида тантала в этих местах не будет (так как в этих местах не будет достаточного количества тантала). При большой толщине наращиваемого диэлектрика эти места будут зарастиваться оксидом, но толщина его будет ниже, чем во всей структуре в целом (рисунок 5).

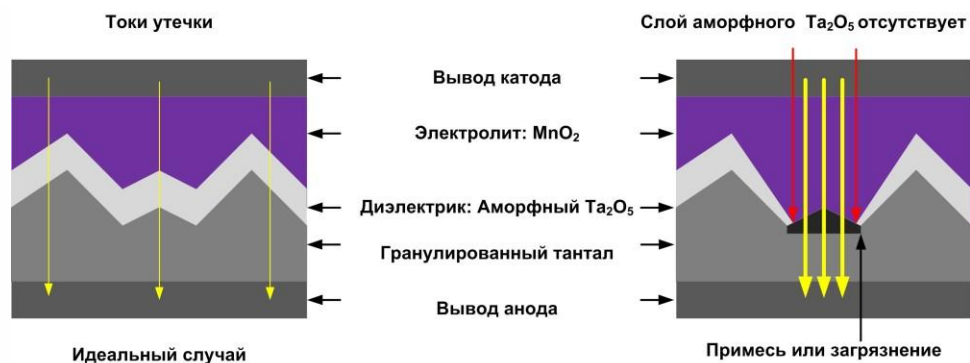


Рисунок 5 – Нарушение слоя диэлектрика при наличии загрязнений на аноде

Наличие кристаллических вкраплений в слое аморфного оксида тантала (Ta_2O_5) является третьей причиной нарушения слоя диэлектрика при производстве. Кристаллизация может происходить по ряду причин: материал или концентрация электролита не соответствует требованиям, несоблюдение температурного режима, наличие примесей в исходных материалах. Кроме того, кристаллизация может возникать при избытке кислорода в среде при создании танталового анода (этот процесс, как говорилось выше, должен проходить в условиях глубокого вакуума). При наличии кислорода на поверхности танталового анода возникают пирамидальные слои кристаллического оксида тантала. Как было сказано выше эти участки являются проводящими. Именно поэтому производители танталового порошка прикладывают большие усилия, чтобы минимизировать количество кислорода в порошке, прежде чем поставлять его производителю конденсаторов. В свою очередь производитель конденсаторов старается максимально контролировать параметры спекания анода.

Таким образом, качество, надежность и срок службы во многом определяется еще на этапе производства. Чем более ответственно производитель конденсаторов следит за выполнением технологии изготовления и качеством материалов, тем надежнее будет итоговый продукт.

Следующим важным этапом, определяющим срок службы конденсаторов, является правильный расчет рабочих режимов: определение допустимых уровней токов и напряжений. Для этого расчета необходимо определить основные параметры танталовых конденсаторов и их особенности.

Особенности монтажа танталовых конденсаторов

Нанесение паяльной пасты. Рекомендованная толщина паяльной пасты составляет 0.178 ± 0.025 мм. Не смотря на то, что особых требований к паяльной пасте не предъявляется, необходимо помнить, что флюс, используемый в пасте должен достаточно эффективно удалять окислы с контактных площадок, для эффективного растекания пасты и тепла при пайке. На практике этого добиваются подбором оптимального режима пайки. Обычно для улучшения удаления окислов стадию предпрогрева увеличивают [1].

Установка и позиционирование конденсаторов. Твердотельные танталовые чип-конденсаторы имеют общепринятую систему маркировки, которая включает обозначение емкости, номинального напряжения и полярности (рисунок 10). В случае корпусов типа **B, C, D, E, V** используется полная версия маркировки. В случае корпуса **A** используется сокращенная маркировка, в которой вместо значения напряжения приводится буквенный код. Маркировка может иметь дополнительные поля: код даты, индивидуальный код (логотип) производителя, дополнительная маркировка исполнения [1].



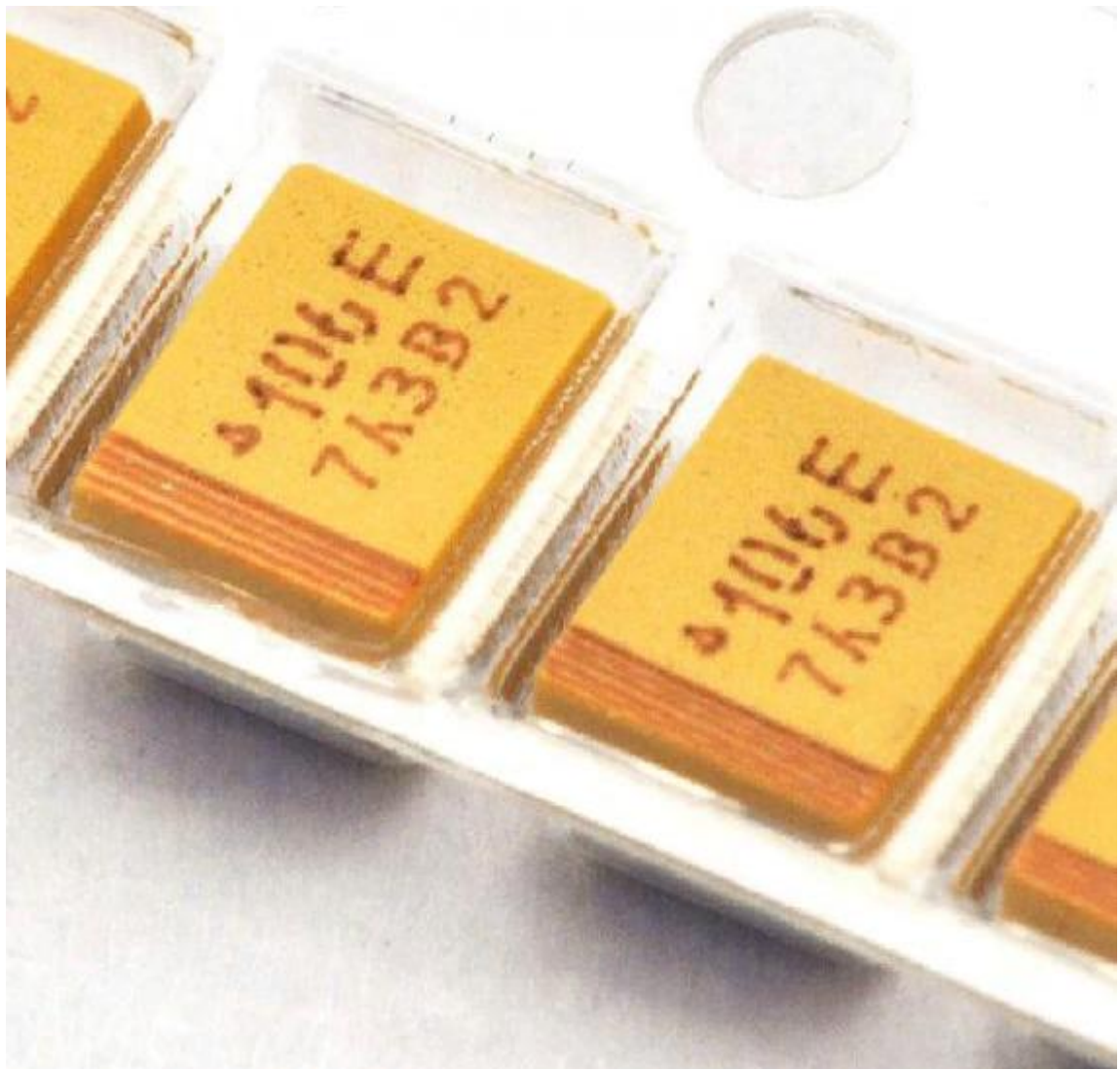
Рисунок 10 – Маркировка танталовых чип-конденсаторов Vishay

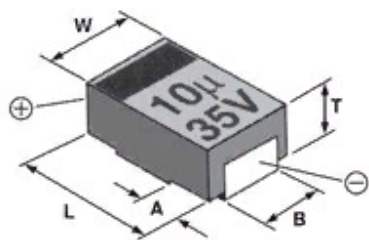
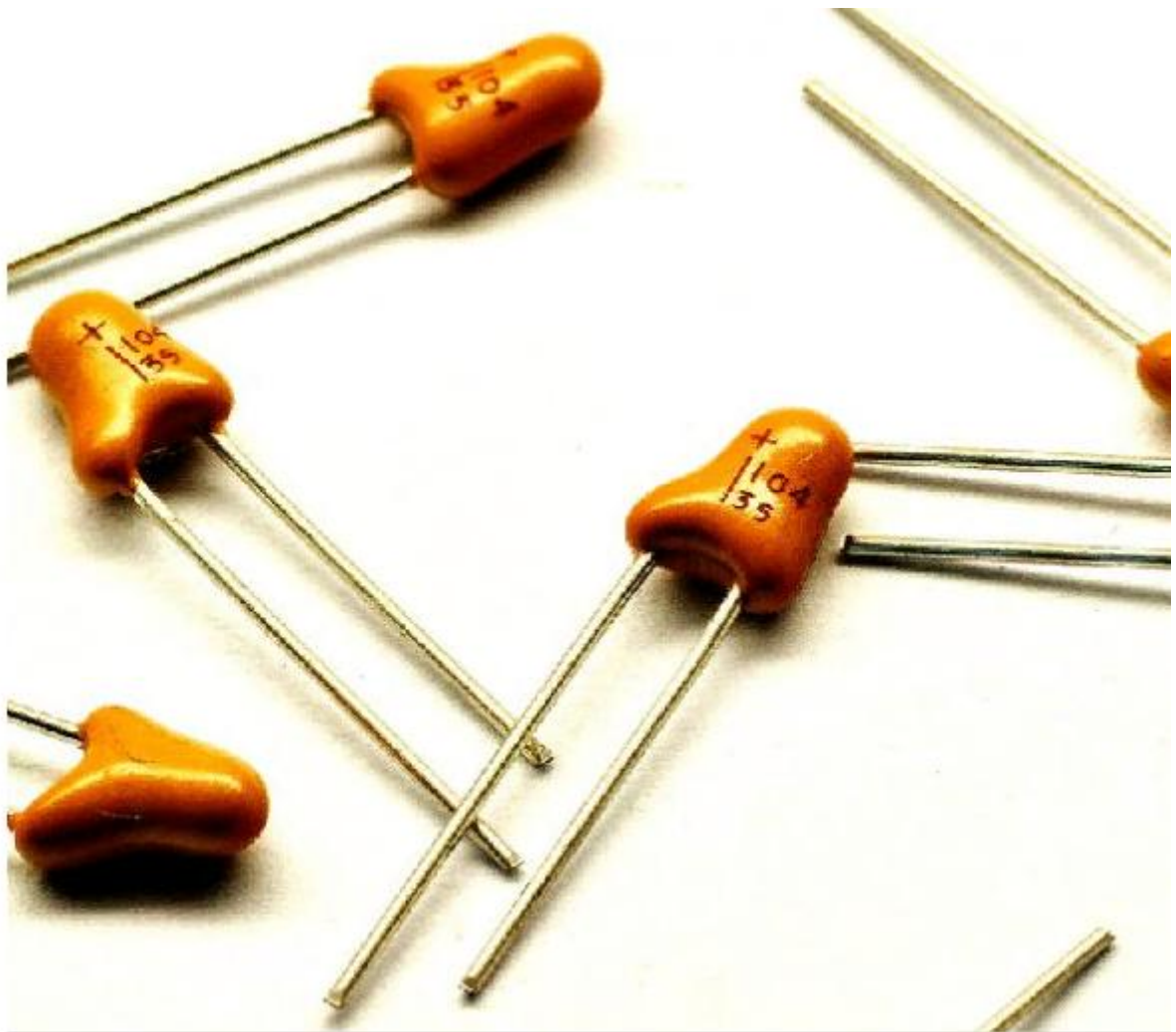
Установка конденсаторов стандартных типоразмеров на платы может производиться как вручную, так и с использованием автоматизированных систем. Особых ограничений на тип автоматизированного оборудования, как правило, не предъявляется.

Пайка. Пайка танталовых конденсаторов возможна практически любым из общепринятых способов: вручную, в конвекционных печах, в инфракрасных печах, пайка волной. Однако стоит понимать, что при необходимости придерживаться тех способов, которые позволяют придерживаться рекомендуемого температурного режима (рисунок 11, таблица 8). Рекомендуемый температурный режим пайки предполагает предпрогрев со скоростью нарастания температуры, не превышающей 3°C /с [1].

Недостатки устройств выражаются в поляризации, токсичности и дороговизне. Танталовые конденсаторы могут взорваться или течь, если будут подвержены слишком большому напряжению или обратному напряжению. В отличие от неполяризованного конденсатора, поляризованный может быть разрушен обратным напряжением и поэтому не должен использоваться в чистых цепях переменного тока без защитных диодов.

Источник: <https://elquanta.ru/teoriya/tantalovye-kondensatory.html>



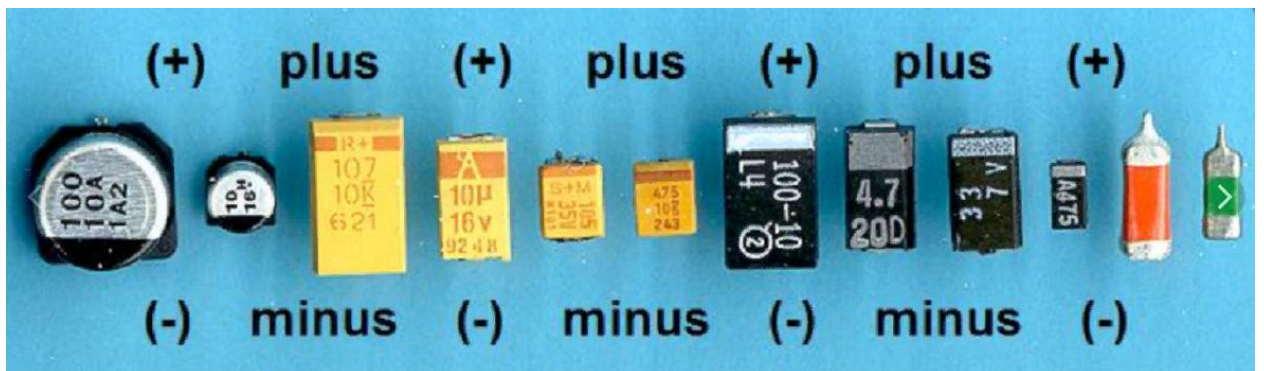


Тип корпуса	Размер, мм				
	L	W	T	B	A
A	3.2	1.6	1.6	1.2	0.8
B	3.5	2.8	1.9	2.2	0.8
C	6.0	3.2	2.5	2.2	1.3
D	7.3	4.3	2.8	2.4	1.3

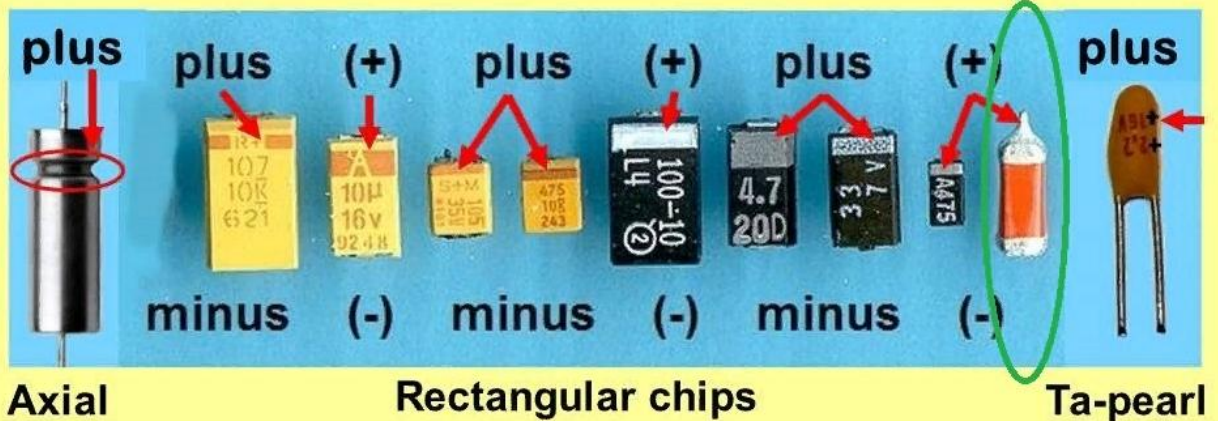
ответить

+3 ▲ ▼ 🤖 gorzo1 338 дней назад

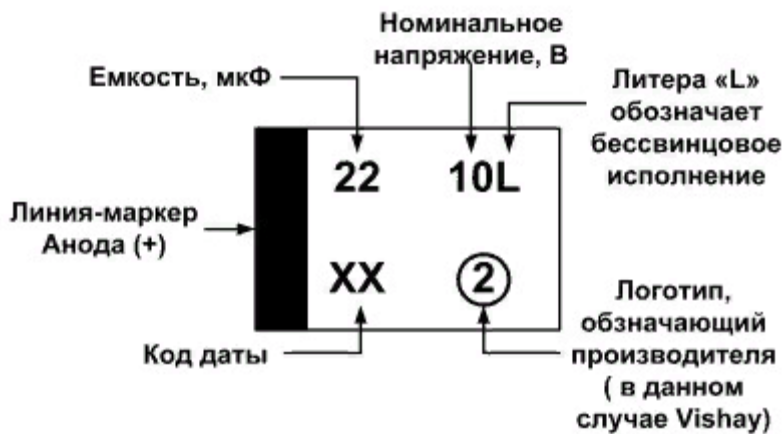
Короче, после долгих переговоров выяснилось, что мы "сами виноваты" - все кондеры выбирались исходя из обычного принципа: рабочее напряжение = напряжение в цепи +30%. Т.е. 12В цепь - 16В кондер, и т.п. Оказалось, к танталу это неприменимо! Там коэффициент - минимум 2. Нигде, естественно, это не написано. И, опять же, естественно, представители производителя делали вид, что это общеизвестные истины.



Aluminum and tantalum electrolytic capacitors with **solid** electrolyte

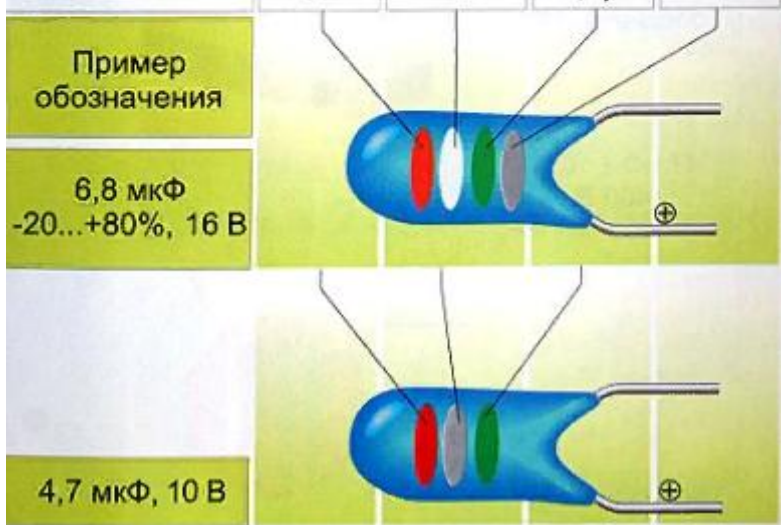


Маркировка корпусов типа B, C, D, E, V



Конденсаторы. Электролитические танталовые

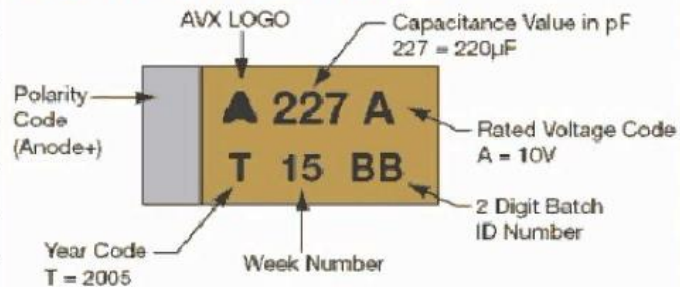
Цвет полосы (точки)	Напряжение, В	Номинал	Множитель	Допуск
Золотой	1,6	82		
Серебряный	2,5	68		
Черный	4	10	1pF	± 20%
Коричневый	6,3	12	10pF	
Красный	10	15	100pF	
Оранжевый	16	18	1nF	
Желтый	40	22	10nF	
Зеленый	20/25	27	100nF	
Голубой	30/32	33	1µF	
Фиолетовый		39	10µF	-20...+50%
Серый	3,2	47	0,01pF	-20...+80%
Белый	63	56	0,1pF	± 10%



AVX 贴片钽电容标识

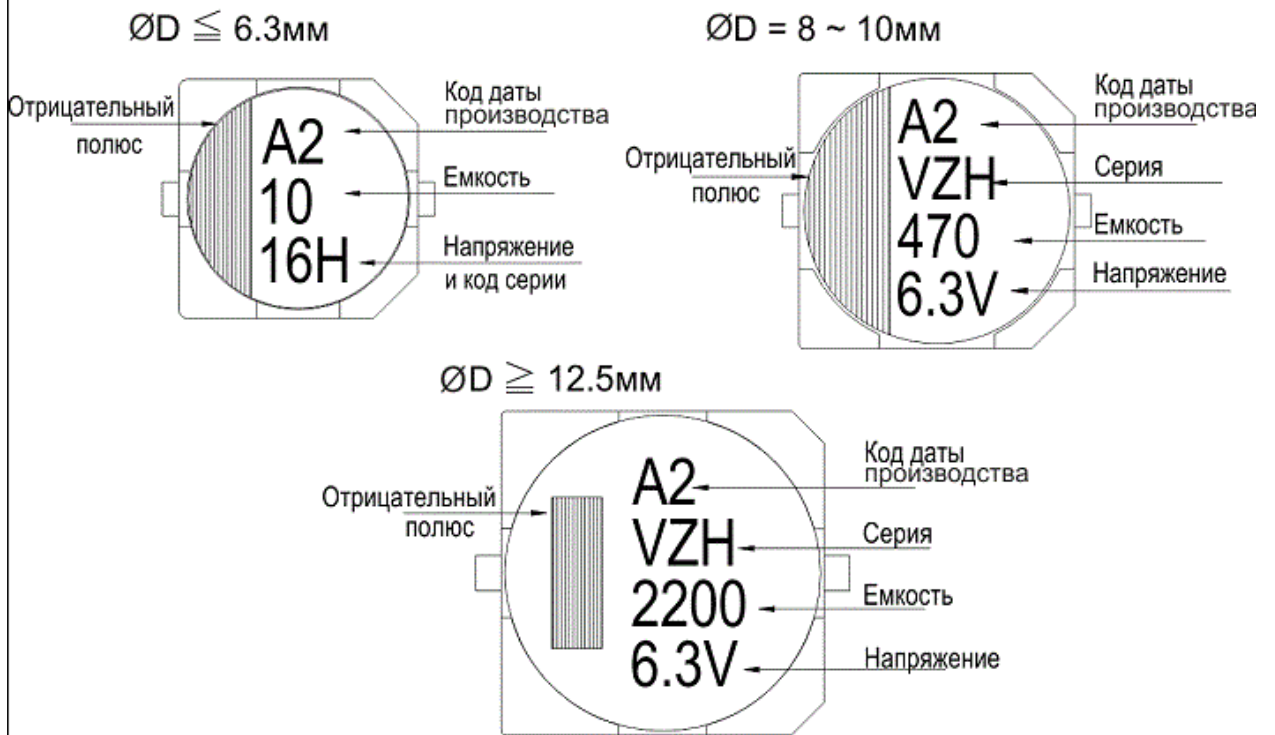
年份	年份代码
Year	Year Code
2000	M
2001	N
2002	P
2003	R
2004	S
2005	T
2006	U
2007	Y

TAJ, TRJ, TPS, TPM & TCJ – A, B, C, D, E, S, T, V, W, Y and X CASE:



电压代码	额定电压 V(85° C)
Voltage Code	Rated Voltage
F	2.5
G	4
L	6.3
A	10
C	16
D	20
E	25
V	35
T	50

Маркировка



Значение цифры

Множитель



