

# КЕРАМИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ KNOWLES: СЕРИИ OPEN MODE И TANDEM

А. Филиппов<sup>1</sup>

УДК 621.319.4  
БАК 05.27.00

Компания Knowles выпускает керамические многослойные и однослойные конденсаторы нескольких серий, которые отличаются повышенной надежностью и устойчивостью к внешним воздействующим факторам. В третьем номере журнала "ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес" за 2017 год была описана серия многослойных конденсаторов StackiCap, позволяющая разработчикам радиоэлектронной аппаратуры оптимизировать массогабаритные показатели. В данной статье рассмотрим особенности серий Open Mode и Tandem, применение которых минимизирует вероятность отказа аппаратуры по причине короткого замыкания конденсаторов. Используемая при изготовлении этих компонентов технология FlexiCap позволяет дополнительно повысить устойчивость печатной платы и РЭА в целом к негативным термическим, вибрационным, ударным и изгибающим воздействиям.

**К**ак упоминалось в [1], к наиболее распространенным причинам отказа стандартного керамического конденсатора относятся трещины в теле конденсатора или отрыв контактного узла (рис.1). Это напрямую связано с чрезмерным изгибом печатной платы в процессе монтажа (пайки компонентов) или эксплуатации. Механические трещины в теле керамического конденсатора, в зависимости от степени тяжести, могут не вызывать неисправности во время изготовления РЭА. Однако со временем проникновение влаги в трещину приводит к снижению сопротивления изоляции, возможному диэлектрическому пробоя и, как следствие, отказу конденсатора в процессе эксплуатации РЭА. Наиболее часто фиксируется короткое замыкание конденсатора, в результате

чего может выйти из строя, например, микросхема или все устройство.



Рис.1. Отрыв контактного узла керамического конденсатора

<sup>1</sup> Компания "Радиант", руководитель отдела развития, phil@ranet.ru.

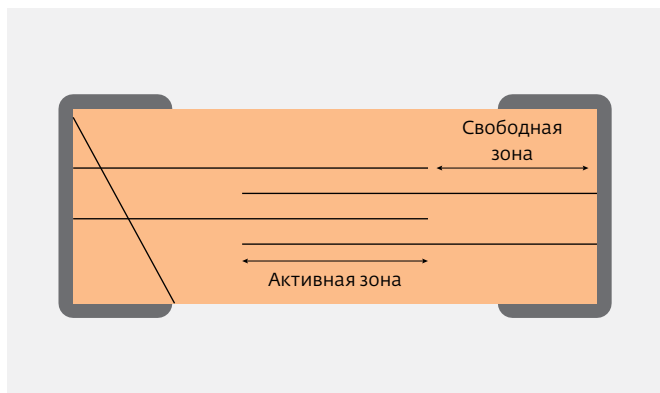


Рис.2. Конструкция конденсатора серии Open Mode

**СЕРИЯ OPEN MODE**

В конструкции конденсаторов серии Open Mode внутренние электроды выполнены с таким расчетом, чтобы трещина не повредила разноименные электроды (рис.2). Чаще всего трещина контактного узла локализуется в "свободной зоне" и не затрагивает зону перекрытия внутренних электродов ("активную зону"). Тем самым расширение зоны, свободной от внутреннего электрода, минимизирует возможность диэлектрического пробоя.

Благодаря использованию в конструкции контактного узла конденсатора Open Mode технологии интегрированного полимерного проводящего слоя FlexiCap,

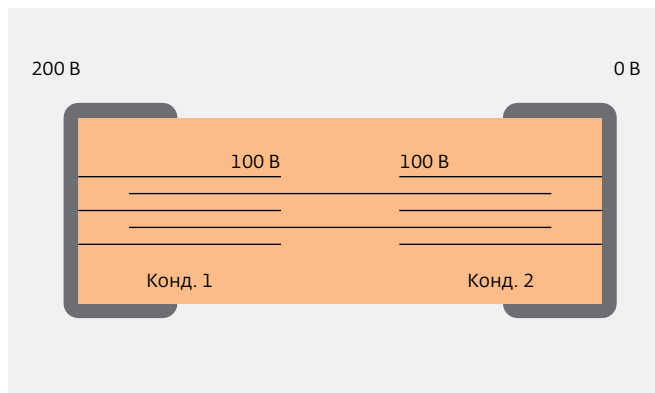


Рис.3. Пример конструкции конденсатора серии Tandem

керамические конденсаторы этой серии обладают высокой стойкостью к изгибу печатной платы. Кроме того, применение технологии FlexiCap позволяет минимизировать одну из распространенных причин отказа керамических конденсаторов – отрыв контактного узла [1].

Квалификационные испытания показали, что конденсаторы Open Mode сохраняют работоспособность при изгибе печатной платы в 10 мм.

Конденсаторы серии Open Mode, доступные в восьми типоразмерах, с диэлектриком X7R, рассчитаны на напряжения от 16 В до 1 кВ (табл.1).

Таблица 1. Керамические конденсаторы серии Open Mode

Напряжение	Типоразмеры							
	0603	0805	1206	1210	1808	1812	2220	2225
16 В	39 нФ	0,15 мкФ	0,1 мкФ	0,68 мкФ	0,68 мкФ	1,5 мкФ	3,3 мкФ	4,7 мкФ
25 В	33 нФ	0,12 мкФ	0,33 мкФ	0,56 мкФ	0,56 мкФ	1,2 мкФ	2,2 мкФ	3,9 мкФ
50/63 В	22 нФ	0,1 мкФ	0,22 мкФ	0,47 мкФ	0,47 мкФ	1,0 мкФ	1,5 мкФ	2,7 мкФ
100 В	6800 пФ	27 нФ	0,1 мкФ	0,22 мкФ	0,22 мкФ	0,68 мкФ	1,0 мкФ	1,8 мкФ
200/250 В	2700 пФ	15 нФ	68 нФ	0,1 мкФ	0,1 мкФ	0,33 мкФ	0,68 мкФ	1,0 мкФ
500 В		5600 пФ	39 нФ	68 нФ	68 нФ	0,18 мкФ	0,33 мкФ	0,39 мкФ
630 В			22 нФ	33 нФ	27 нФ	0,1 мкФ	0,18 мкФ	0,22 мкФ
1 кВ			6800 пФ	15 нФ	15 нФ	47 нФ	82 нФ	0,1 мкФ

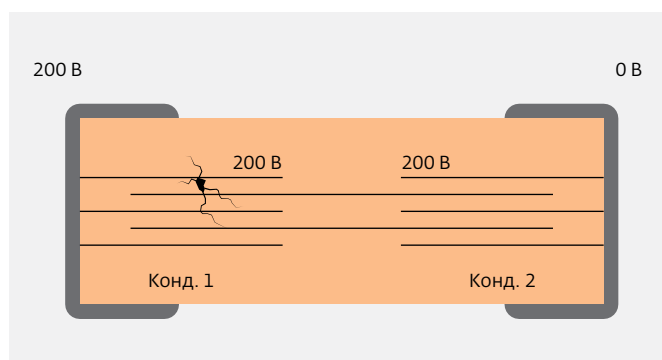


Рис.4. Отказ одной секции конденсатора Tandem

## СЕРИЯ TANDEM

В отличие от серии Open Mode в конденсаторах Tandem применено другое конструктивное решение, защищающее РЭА от последствий короткого замыкания. Фактически устройство серии Tandem – это два конденсатора, соединенные последовательно (рис.3). Такая особенность дает дополнительную возможность для минимизации площади монтажа на печатную плату. В исправном состоянии обе секции конденсатора работают в малонагруженном режиме – при напряжении  $0,5 \cdot U_{ном}$ , что значительно продлевает срок службы компонента.

Сочетание конструктивных особенностей позволяет исключить полное короткое замыкание конденсатора. Как показано на рис.4, в случае диэлектрического пробоя в левой секции не происходит полного замыкания конденсатора, поскольку средний электрод не связан с контактным узлом. Правая секция сохраняет свою работоспособность, конденсатор способен функционировать при напряжении  $U_{ном}$ .

Таблица 2. Керамические конденсаторы серии Tandem

Напряжение	Типоразмеры						
	0603	0805	1206	1210	1812	2220	2225
16 В	12 нФ	47 нФ	0,15 мкФ	0,27 мкФ	0,56 мкФ	1,2 мкФ	1,5 мкФ
25 В	10 нФ	39 нФ	0,12 мкФ	0,22 мкФ	0,47 мкФ	1,0 мкФ	1,2 мкФ
50/63 В	6800 пФ	33 нФ	0,1 мкФ	0,18 мкФ	0,39 мкФ	0,68 мкФ	1,0 мкФ
100 В	2200 пФ	10 нФ	47 нФ	82 нФ	0,22 мкФ	0,47 мкФ	0,68 мкФ
200/250 В	1000 пФ	4700 пФ	22 нФ	47 нФ	0,1 мкФ	0,22 мкФ	0,33 мкФ

В контактных узлах конденсаторов серии Tandem также применена технология FlexiCap. Чтобы оценить работоспособность конденсаторов Tandem с контактами FlexiCap, были проведены испытания на изгиб в соответствии с AEC Q-200 Rev C. Следует отметить, что конденсаторы сохранили работоспособность в полном объеме после теста с одним изгибом печатной платы (до 10 мм). После нескольких изгибов конденсаторы, демонтированные с тестовой печатной платы, были подвергнуты дальнейшим электрическим испытаниям. Все образцы показали снижение емкости, степень которой зависела от расположения трещин. Однако короткого замыкания конденсаторов зафиксировано не было.

Керамические конденсаторы серии Tandem, доступные в семи типоразмерах, с диэлектриком X7R, рассчитаны на напряжения от 16 до 250 В (табл.2).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Филиппов А. Конденсаторы StackiCap – новые возможности для радиоэлектронной аппаратуры // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2017. № 3.
2. AN0001 FlexiCap™ Termination, Issue 9. – <http://www.knowlescapacitors.com/syfer/en/gn/technical-info/application-notes>
3. AN0021 Tandem Capacitors. – <http://www.knowlescapacitors.com/File%20Library/Syfer/English/GlobalNavigation/Technical%20Info/Application%20Notes/an0021.pdf>
4. AN0022 Open Mode Capacitors. – <http://www.knowlescapacitors.com/File%20Library/Syfer/English/GlobalNavigation/Technical%20Info/Application%20Notes/an0022.pdf>