

Конденсаторы

Классификация конденсаторов

1. По назначению

1.1. Общего назначения

- а) высокочастотные
- б) низкочастотные

1.2. Специального назначения

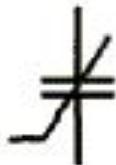
- а) высоковольтные
- б) помехоподавляющие
- в) импульсные
- г) дозиметрические
- д) вариконды (нелинейные конденсаторы)
- е) ионисторы, литий-ионные

2. По характеру изменения емкости

2.1. Постоянной емкости  

2.2. Переменной емкости 

2.3. Подстроечные 

2.4. Нелинейные 

3. По виду диэлектрика

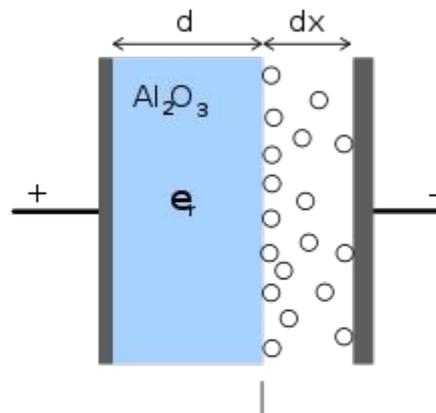
3.1. С твердым неорганическим диэлектриком
(# стеклянные (стеклоэмалевые, стеклокерамические, стеклоплёночные), слюдяные, керамические, тонкослойные из неорганических плёнок).



3.2. С твердым органическим диэлектриком
(# бумажные, металобумажные, плёночные, бумажноплёночные, тонкослойные)

3.3. Электролитические и оксидно-полупроводниковые

В качестве диэлектрика используется оксидный слой на металлическом аноде. Вторая обкладка (катод) — это или электролит (в электролитических конденсаторах), или слой полупроводника (в оксидно-полупроводниковых), нанесённый непосредственно на оксидный слой. Анод изготавливается, в зависимости от типа конденсатора, из Al, Nb или Ta фольги или спеченного порошка.



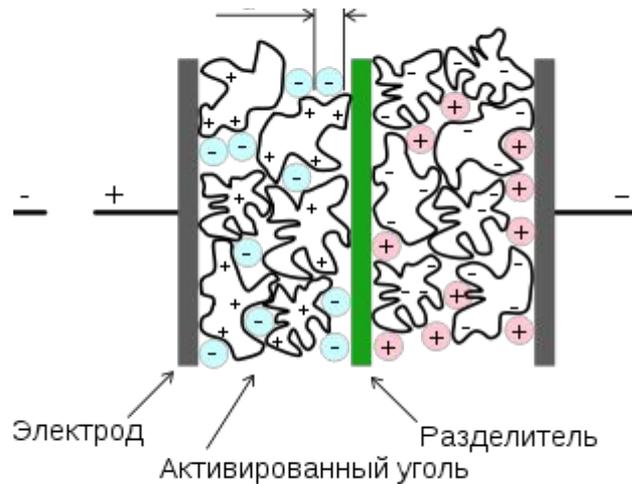
3.4. Твердотельные конденсаторы - вместо традиционного жидкого электролита используется специальный токопроводящий органический полимер или полимеризованный органический полупроводник.

3.5. Вакуумные - используются для мощных высоковольтных радиочастотных задач, таких как индукционный нагрев, где даже малые потери приводят к чрезмерному нагреву самого конденсатора.



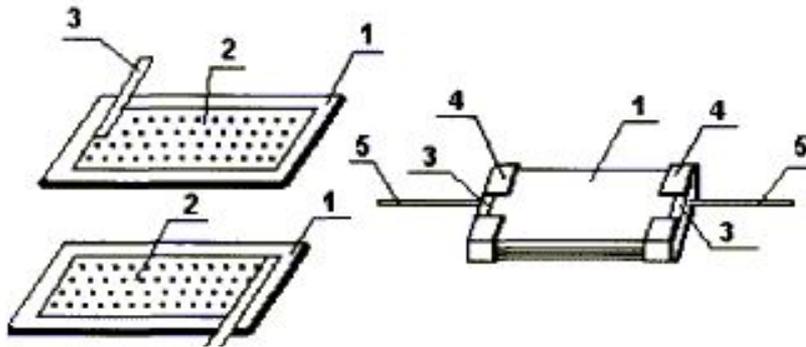
3.6. С газообразным диэлектриком – диэлектрики: воздух, элегаз, азот, фреон.

- 3.7. Конденсаторы с двойным диэлектрическим слоем (ионисторы или суперконденсаторы, литий-ионные) – обладают очень высокой емкостью ~ 1Ф.



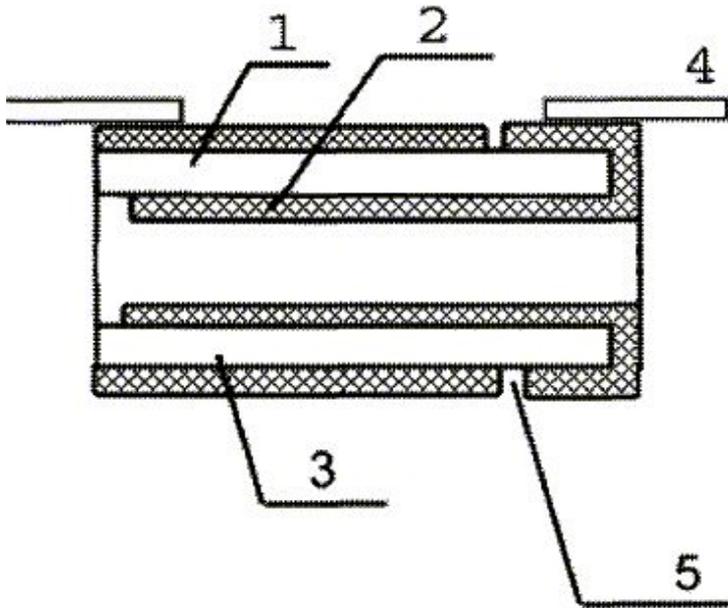
Конструкция конденсаторов

- Пакетная конструкция - применяется в слюдяных, стеклоэмалевых, стеклокерамических и некоторых типах керамических конденсаторов и представляет собой пакет диэлектрических пластин толщиной около 0,04 мм, на которые напылены металлизированные обкладки.



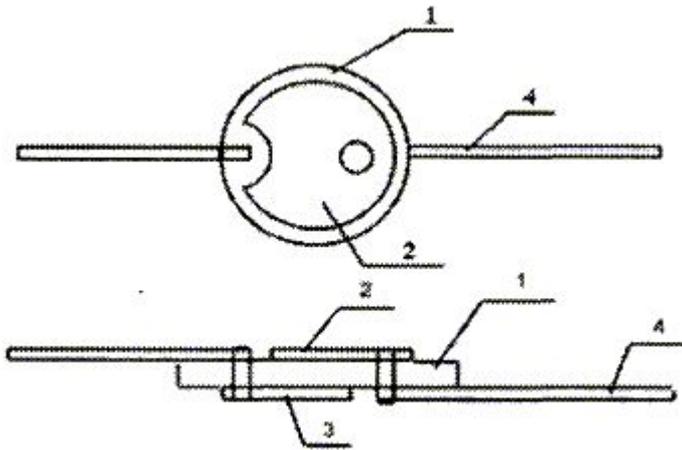
$$C = 0,0885 \frac{\epsilon S}{d} (n - 1)$$

- **Трубчатая конструкция** - характерна для высокочастотных трубчатых конденсаторов и представляет собой керамическую трубку 1 с толщиной стенок около 0,25 мм, на внутреннюю и внешнюю поверхность которой методом вжигания нанесены серебряные обкладки 2 и 3. Для присоединения гибких проволочных выводов 4 внутреннюю обкладку выводят на внешнюю поверхность трубки и создают между ней и внешней обкладкой изолирующий поясок 5, снаружи на трубку наносится защитная пленка из изоляционного вещества.



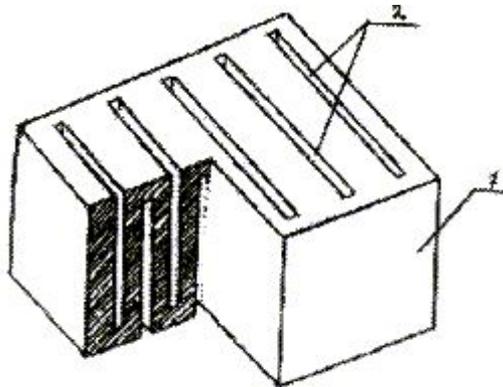
$$C = 0,241 \frac{\epsilon l}{\lg \frac{D_2}{D_1}}$$

- Дисковая конструкция - характерна для высокочастотных керамических конденсаторов: на керамический диск 1 с двух сторон вжигаются серебряные обкладки 2 и 3, к которым присоединяются гибкие выводы 4.

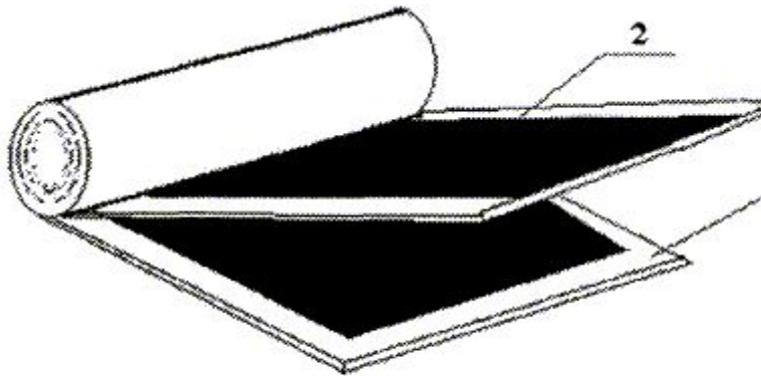


$$C = 0,0885 \frac{\epsilon S}{d}$$

- **Литая секционированная** - характерна для монолитных многослойных керамических конденсаторов. Изготавливают путем литья горячей керамики, в результате которого получают керамическую заготовку 1 с толщиной стенок около 100 мкм и прорезями (пазами) 2 между ними, толщина которых порядка 130-150 мкм. Затем эта заготовка окунается в серебряную пасту, которая заполняет пазы, после чего осуществляют вжигание серебра в керамику.

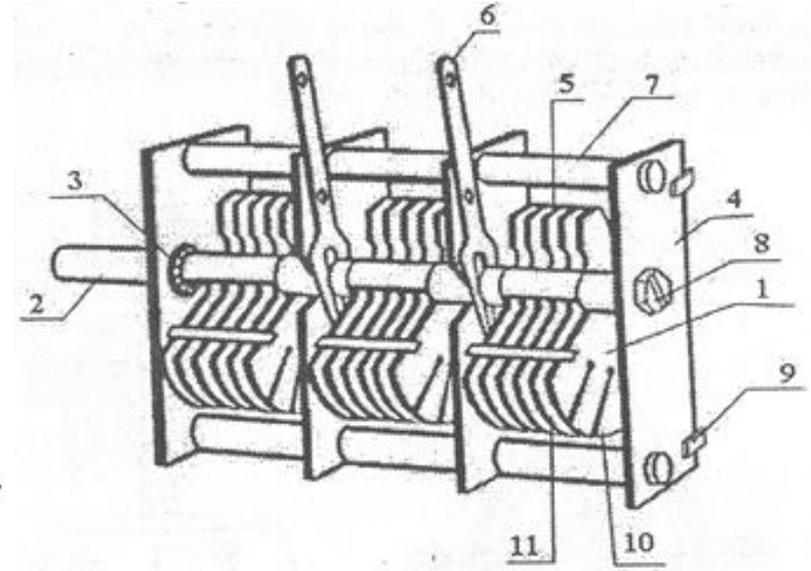
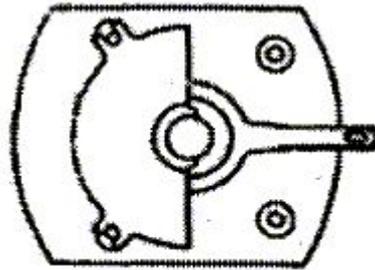
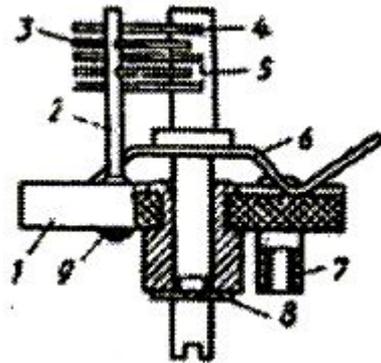
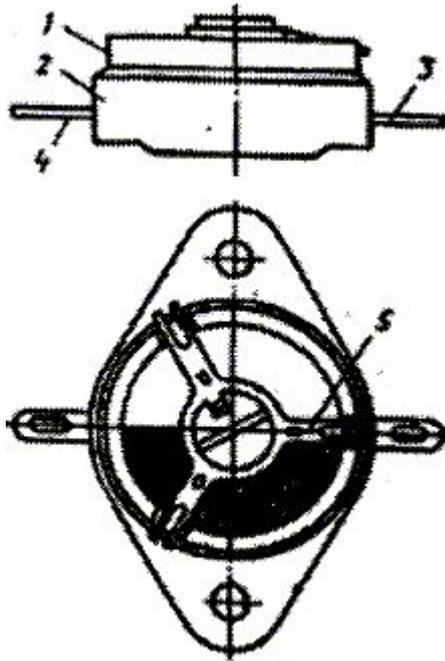


- **Рулонная конструкция** - характерна для бумажных пленочных низкочастотных конденсаторов, обладающих большой емкостью. Бумажный конденсатор образуется путем свертывания в рулон бумажной ленты 1 толщиной около 5-6 мкм и ленты из металлической фольги 2 толщиной около 10-20 мкм. В металlobумажных конденсаторах вместо фольги применяется тонкая металлическая пленка толщиной менее 1 мкм, нанесенная на бумажную ленту.



$$C = 0,1768 \frac{\epsilon b l}{d}$$

- Переменной емкости и подстроечные



Параметры конденсаторов

- Номинальная емкость $C_{ном}$ – емкость конденсатора согласно техническим условиям \pm допуск.

Определяет величину электрического заряда, накапливаемого на обкладках при напряжении в 1 В.

- * Стандартную шкалу емкостей и допусков см. в теме «Резисторы»

- Номинальное напряжение $U_{ном}$ – напряжение, при котором конденсатор может работать в заданных условиях в течение срока службы с сохранением своих параметров.

В случае превышения $U_{ном}$ может возникнуть необратимый пробой конденсатора.

* При повышении температуры $U_{ном}$ снижается!

Для повышения надежности рабочее напряжение конденсатора выбирают меньше номинального!

- Тангенс угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg} \delta$ – характеризует активные потери энергии в конденсаторе.

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{P_{\text{акт}}}{P_{\text{реакт}}}$$

- $\frac{1}{\operatorname{tg} \delta} = Q$ добротность конденсатора

- Температурный коэффициент емкости (для линейных конденсаторов)

$$TKE = \frac{\Delta C}{C_0 \Delta T^\circ}$$

Группы ТКЕ

Обозначение группы	Значение ТКЕ ($10^{-6} 1/С^{\circ}$)
П100 (120)	+100 (+120)
П60	+60
П33	+33
.....	
МП0	~0
М33	-33
М47	-47
.....	

- Допускаемое изменение емкости для нелинейных (сегнетоэлектрических) конденсаторов.

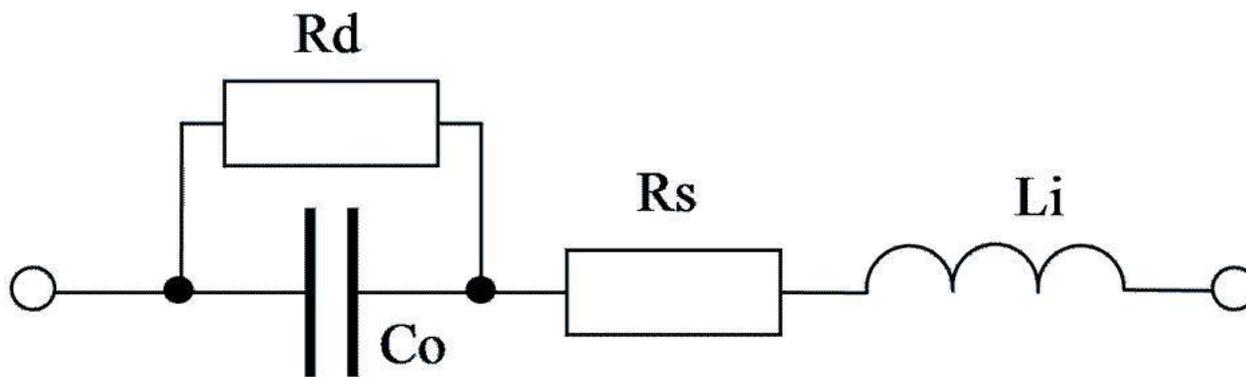
Обозначение группы	Допускаемое изменение емкости при $t =$ от -60 C° до $+ 85\text{ C}^\circ$ (%)
H10	+/-10
H20	+/- 20
H30	+/-30
H70	+80/-70
H90	+50/-90

- Коэффициент старения – характеризует стабильность параметров во времени.

$$\beta = \frac{\Delta C}{C_0 \Delta t}$$

Паразитные параметры конденсаторов

- Схема замещения конденсатора



- R_d – сопротивление изоляции. $R_d = U / I_{ут}$

* постоянная времени - время за которое напряжение на обкладках уменьшается в e раз.

$$\tau = R_d \cdot C_0$$

R_s – эквивалентное последовательное сопротивление.
Обусловлено сопротивлением обкладок. Зависит от частоты! Вследствие скин-эффекта.

L_i – эквивалентная последовательная индуктивность.
Обусловлена собственной индуктивностью обкладок и выводов.

Обозначения конденсаторов

- Подклассы конденсаторов:

К – конденсаторы постоянной емкости;

КП – конденсаторы переменной емкости;

КТ – подстроечные конденсаторы.

- Группы конденсаторов (обозначаются цифрами)

Группа	Тип	Группа	Тип
K10	Керамические низковольтные <1600 В	K42	Бумажные металлизированные
K15	Керамические высоковольтные >1600 В	K50	Оксидно- электролитические
K21	Стеклянные	K51	Танталовые, ниобиевые
K22	Стеклокерамические	K52	Объемно-пористые
K26	Тонкопленочные	K53	Оксидно- полупроводниковые
K31	Слюдяные маломощные	K60	Воздушные
K32	Слюдяные мощные	K61	Вакуумные
K40	Бумажные, фольговые до 2 кВ	K70 (71)	Полистирольные
K41	Бумажные, фольговые свыше 2 кВ	

- Группы подстроечных конденсаторов и конденсаторов переменной емкости (КТ и КП):
- 1 – вакуумные;
- 2 – воздушные;
- 3 – с газообразным диэлектриком;
- 4 – с твердым диэлектриком.

КТ4-28 – подстроечный конденсатор с твердым диэлектриком.

Особенности конденсаторов разных типов

Задание

- По обозначениям на корпусе конденсатора определить его параметры и свойства.