

## 4. ПРИНЦИПЫ ОБОЗНАЧЕНИЯ И МАРКИРОВКА КОНДЕНСАТОРОВ

### 4.1. МАРКИРОВКА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОНДЕНСАТОРОВ

В настоящее время в радиоэлектронной аппаратуре применяются конденсаторы, которые могут иметь маркировку двух видов: новую маркировку в соответствии с действующим ГОСТ 1968 года и маркировку, действующую до 1968 года. При изучении принципов обозначения конденсаторов (как и для резисторов) необходимо различать следующие понятия.

1. Полное условное обозначение конденсатора - содержит всю информацию о конденсаторе (тип, основные характеристики, дату изготовления и т.д.) и приводится только в нормативно-технической документации предприятия-изготовителя.

2. Маркировка конденсатора - содержит информацию о типе и наиболее важных параметрах конденсатора и указывается непосредственно на его корпусе.

**Полное условное обозначение конденсаторов по ГОСТ 1968 года** для постоянных конденсаторов включает в себя сокращённое обозначение типа конденсатора, значение номинальной ёмкости, буквенное обозначение единицы измерения (пФ, нФ, мкФ), значение допуска в процентах, рабочее напряжение, группу по температурному коэффициенту ёмкости (если данный тип конденсатора маркируется по этому параметру) и обозначение документа на поставку в нормативно-технической документации предприятия-изготовителя.

**П р и м е ч а н и е.** Для переменных и подстроечных конденсаторов допуск не указывается, а обозначаются минимальное и максимальное значения ёмкости конденсатора, т.е. указывается диапазон изменения ёмкости.

**П р и м е р** полного обозначения постоянного конденсатора:

K22-15 6,8 нФ  $\pm 10\%$  1000В М750 ОЖО. 468. 249 ТУ – стеклокерамический конденсатор с регистрационным номером 15, с номинальной ёмкостью 6,8 нФ, допуском  $\pm 10\%$ , номинальным рабочим напряжением 1000 В, ТКЕ =  $-750 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$  и с обозначением документа на поставку в нормативно-технической документации – ОЖО.468.249 ТУ.

**Маркировка конденсаторов по ГОСТ 1968 года** содержит: сокращённое обозначение типа конденсатора, обозначения номинальной ёмкости, допуска, номинального напряжения, ТКЕ (для конденсаторов, которые маркируются по этому параметру) и дату изготовления. В зависимости от размеров конденсаторов могут использоваться полные или сокращённые (кодированные) обозначения номинальной ёмкости и допуска.

Табл. 4.1. Кодированное обозначение номинальных емкостей конденсаторов

Буква	П	Н	М
Множитель	$10^{-12}$	$10^{-9}$	$10^{-6}$

Полное обозначение номинальной ёмкости конденсатора состоит из значения номинальной ёмкости (числа) и обозначения единицы измерения ёмкости (пФ, нФ, мкФ).

**П р и м е р ы:** 47 пФ; 6,8 нФ; 0,33 мкФ.

Кодированное обозначение номинальной ёмкости (табл. 4.1) состоит из числа (от двух до трёх цифр) и буквы русского алфавита. Буква кода (как и для резисторов) выполняет двойную функцию: во-первых, обозначает множитель, на который надо умножить число, а во-вторых, определяет положение запятой при наличии десятичных знаков.

**П р и м е р ы:** 47П; 6Н8; М33.

Полное обозначение допуска номинальной ёмкости конденсатора маркируется в процентах, а кодированное обозначение допуска - буквой русского алфавита (табл. 4.2).

**П р и м е р ы** полного обозначения номинальной ёмкости и допуска конденсатора: 47 пФ  $\pm 1\%$ ; 6,8 нФ  $\pm 5\%$ ; 0,33 мкФ  $\pm 10\%$ .

**П р и м е р ы** кодированного обозначения номинальной ёмкости и допуска конденсатора: 47ПР; 6Н8И; М33С.

Сокращённое обозначение типа конденсатора включает три элемента.

Первый элемент - буква или сочетание букв, обозначающих подкласс конденсаторов: К - конденсаторы постоянной ёмкости; КП – конденсаторы переменные; КТ - конденсаторы подстроечные; КН - конденсаторы нелинейные (вариконды).

Второй элемент - одна или две цифры, первая из которых характеризует вид используемого в конденсаторе диэлектрика, а вторая может обозначать конкретный тип диэлектрика, номинальное рабочее напряжение или другие конструктивные особенности конденсатора (табл. 4.3).

Табл. 4.2. Кодированное обозначение допусков конденсаторов

Полное обозначение	$\pm 0,5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$
Кодированное обозначение	Д	Р	Л	И	С	В

Табл. 4.3. Цифровые обозначения типов конденсаторов

Тип конденсатора	Цифровое обозначение
Переменные	1 - вакуумные; 2 – воздушные; 3 – с газообразным диэлектриком; 4 – с твёрдым диэлектриком; 5 – с жидким диэлектриком
Керамические	10 - на номинальное напряжение < 1600 В; 15 - на номинальное напряжение > 1600 В
На основе стекла	20 - кварцевые; 21 - стеклянные; 22 - стеклокерамические; 23 - стеклоэмалевые
Слюдяные	31 - малой ёмкости; 32 - большой ёмкости
Бумажные	40 - на номинальное напряжение < 1600 В с фольговыми обкладками; 41 - на номинальное напряжение > 1600 В с фольговыми обкладками; 42 – с металлизированными обкладками
Оксидные	50 – алюминиевые фольговые; 51 - танталовые, ниобиевые фольговые; 52 - танталовые объёмно-пористые; 53 - алюминиевые, ниобиевые оксидно-полупроводниковые; 54 - оксидно-металлические
Газонаполненные	60 - воздушные; 61 - вакуумные
С диэлектриком из органических плёнок	70 - полистирольные с фольговыми обкладками; 71 - полистирольные с металлизированными обкладками; 72 - фторопластовые; 73 - лавсановые с металлизированными обкладками; 74 - лавсановые с фольговыми обкладками; 75 - с комбинированным диэлектриком; 76 - лакоплёночные

Третий элемент - порядковый номер разработки данного конденсатора (между вторым и третьим элементами ставится дефис).

Пример: К22-15 - конденсатор постоянной ёмкости, стеклокерамический, регистрационный номер 15.

Керамические, стеклянные и стеклокерамические конденсаторы маркируются по ТКЕ (при линейной зависимости ёмкости от температуры) или по допустимому изменению ёмкости (при нелинейной зависимости ёмкости от температуры) двумя способами: буквенно-цифровым кодом и цветным кодом (табл. 4.4 и 4.5).

При буквенно-цифровом коде в начале маркировки ставится буква (или сочетание букв), а затем число (от двух до четырёх цифр). При этом буквы имеют следующую расшифровку: П - положительное значение ТКЕ с размерностью  $10^{-6} 1/^{\circ}\text{C}$ ; М - отрицательное значение ТКЕ с размерностью  $10^{-6} 1/^{\circ}\text{C}$ ; МП0 – ТКЕ близкий к нулю; Н - ненормированное значение изменения ёмкости в %.

Маркировка цветным кодом производится, как правило, в том случае, когда конденсатор имеет малые размеры (миниатюрный) и на его корпусе нет места для полной маркировки.

Следует отметить, что 2-й вариант цветного кода применяют для маркировки группы конденсаторов, цвет покрытия которых не соответствует цвету, указанному в 1-м варианте кода. При этом цвет покрытия корпуса конденсатора может быть любой, кроме цвета 1-го и 2-

го маркировочных знаков. Площадь 1-го маркировочного знака делается в два раза больше площади 2-го маркировочного знака.

Табл. 4.4. Маркировка конденсаторов по ТКЕ

Значение ТКЕ, $10^{-6} \cdot 1/^{\circ}\text{C}$	Условное обозначение				
	буквами и цифрами	цветным кодом			
		1-й вариант		2-й вариант	
		Цвет покрытия корпуса	Цвет маркировочного знака	Цвет 1-го маркировочного знака	Цвет 2-го маркировочного знака
+120	П120	Синий	Без знака	Синий	Синий
+100	П100	Синий	Чёрный	Синий	Чёрный
+33	П33	Серый	Без знака	Серый	Серый
0	МПО	Голубой	Чёрный	Голубой	Чёрный
-33	М33	Голубой	Коричневый	Голубой	Коричневый
-47	М47	Голубой	Без знака	Голубой	Голубой
-75	М75	Голубой	Красный	Голубой	Красный
-150	М150	Красный	Оранжевый	Красный	Оранжевый
-220	М220	Красный	Жёлтый	Красный	Жёлтый
-330	М330	Красный	Зелёный	Красный	Зелёный
-470	М470	Красный	Синий	Красный	Синий
-750	М750	Красный	Без знака	Красный	Красный
-1500	М1500	Зелёный	Без знака	Зелёный	Зелёный
-2200	М2200	Зелёный	Жёлтый	Зелёный	Жёлтый

Табл. 4.5. Маркировка конденсаторов по допустимому изменению ёмкости

Значение допустимого изменения ёмкости, %	Условное обозначение				
	буквами и цифрами	цветным кодом			
		1-й вариант		2-й вариант	
		Цвет покрытия корпуса	Цвет маркировочного знака	Цвет 1-го маркировочного знака	Цвет 2-го маркировочного знака
$\pm 10$	H10	Оранжевый	Чёрный	Оранжевый	Чёрный
$\pm 20$	H20	Оранжевый	Красный	Оранжевый	Красный
$\pm 30$	H30	Оранжевый	Зелёный	Оранжевый	Зелёный
-50	H50	Оранжевый	Синий	Оранжевый	Синий
-70	H70	Оранжевый	Без знака	Оранжевый	Оранжевый
-90	H90	Оранжевый	Без знака	Оранжевый	Белый

Пр и м е р ы полной и кодированной маркировки конденсаторов:

K22-5 6,8 нФ  $\pm 10\%$  1000В M750 1298 – полная маркировка;

K22-5 6Н8С 1000 В M750 1298 – кодированная маркировка;

6Н8С •• (две красные точки) – маркировка цветным кодом – стеклокерамический конденсатор с регистрационным номером 5, номинальной ёмкостью 6,8 нФ, допуском  $\pm 10\%$ , номинальным напряжением 1000 В, ТКЕ =  $-750 \cdot 10^{-6} 1/^{\circ}\text{C}$ , изготовленный в декабре 1998 года.

## 4.2. ОСОБЕННОСТИ МАРКИРОВКИ КОНДЕНСАТОРОВ

1. В маркировке малогабаритных конденсаторов могут отсутствовать обозначения: типа конденсатора, номинального напряжения и даты изготовления (например, 6Н8С M750).

2. В маркировке миниатюрных конденсаторов могут также отсутствовать обозначения ТКЕ и допуска. Значение номинальной ёмкости конденсатора маркируется обязательно (например, 6Н8).

3. В случае отсутствия в маркировке единиц измерения номинальной ёмкости конденсатора необходимо знать, что для оксидных конденсаторов единицами измерения являются мкФ, а для остальных типов конденсаторов – пФ (например, для оксидных конденсаторов –  $4,7 \pm 10\%$ ; для остальных типов конденсаторов –  $3300 \pm 10\%$ ).

4. В маркировке переменных и подстроечных конденсаторов обязательно указываются пределы изменения ёмкости (минимальное и максимальное значение ёмкости) в пФ (например, для переменных конденсаторов – 10/495; для подстроечных конденсаторов – 8/30).

5. Кроме маркировки основных параметров и даты изготовления, на корпусе конденсатора, как правило, указывается фирменный знак предприятия-изготовителя (заводское клеймо), например:  $\diamond$ ; ВЗР (Воронежский завод радиодеталей) и т.д.

**Маркировка конденсаторов, действующая до 1968 года.** Сокращённое обозначение типов конденсаторов в соответствии с данной маркировкой включает от двух до четырёх букв, характеризующих тип диэлектрика, особенности конструкции или назначение (табл. 4.6) и число, определяющее порядковый номер разработки (регистрации) данного конденсатора.

П р и м е р. КМ-4 - конденсатор керамический монолитный с номером разработки 4.

Составные элементы маркировки таких конденсаторов и её особенности те же, что у маркировки конденсаторов по ГОСТ 1968 года. Отличием является лишь сокращённое обозначение типа конденсатора.

П р и м е р ы полной и кодированной маркировки конденсаторов:

КМ-4 6,8 нФ  $\pm 10\%$  1000В М750 1298 – полная маркировка;

КМ-4 6Н8С 1000В М750 1298 – кодированная маркировка – конденсатор керамический монолитный с регистрационным номером 4, номинальной ёмкостью 6,8 нФ, допуском  $\pm 10\%$ , номинальным напряжением 1000 В,  $TKE = -750 \cdot 10^{-6} 1/^\circ C$ , изготовлен в декабре 1998 года.

П р и м е р маркировки подстроечного конденсатора:

КПК 8/30 – конденсатор подстроечный керамический с диапазоном изменения ёмкости от 8 до 30 пФ.

Табл. 4.6. Кодированное обозначение типов конденсаторов

Обозначение	Тип конденсатора
КД	Керамические дисковые
КМ	Керамические монолитные
КТ	Керамические трубчатые
КЛС	Керамические литые секционные
СГМ	Слюдяные герметизированные малогабаритные
БМ	Бумажные малогабаритные
БМТ	Бумажные малогабаритные теплостойкие
МБГ	Металлобумажные герметизированные
МБМ	Металлобумажные малогабаритные
ФТ	Фторопластовые теплостойкие
ЭТО	Электролитические танталовые опрессованные
ЭМ	Электролитические малогабаритные
КПК	Конденсаторы подстроечные керамические

#### 4.3. ОСОБЕННОСТИ МАРКИРОВКИ ЗАРУБЕЖНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ

Особенностью маркировки зарубежных конденсаторов (как и зарубежных резисторов) является отсутствие единой системы обозначений. Многие зарубежные фирмы, изготавливающие конденсаторы, вводят свои собственные системы обозначений и маркировки конденсаторов.

Однако в маркировке основных параметров конденсаторов (таких, как номинальная ёмкость и температурный коэффициент ёмкости) прослеживаются некоторые закономерности. В частности, на корпусах миниатюрных конденсаторов (как и при маркировке на корпусах миниатюрных отечественных конденсаторов) обязательно

обозначается номинальная ёмкость данного конденсатора и значение его температурного коэффициента ёмкости (если данный конденсатор маркируется по ТКЕ). Причем, значение ТКЕ маркируется, как правило, одной заглавной буквой латинского алфавита (А, N и др.).

Маркировку значений номинальных ёмкостей конденсаторов (как и маркировку номинальных сопротивлений зарубежных резисторов) можно условно разделить на две группы: маркировку значений номиналов до 10 пФ и маркировку свыше 10 пФ.

**Маркировка зарубежных конденсаторов с номинальной ёмкостью до 10 пФ.** При маркировке зарубежных конденсаторов с номинальной ёмкостью до 10 пФ используется прописная буква латинского алфавита – р, которая выполняет двойную функцию: обозначает значение номинальной ёмкости конденсатора в единицах измерения "пФ" и играет роль запятой. Допуск в маркировке конденсатора может обозначаться или не обозначаться. Если допуск обозначен, то он указан сразу после маркировки номинальной ёмкости заглавной буквой латинского алфавита (наиболее распространена буква К, что соответствует допуску  $\pm 10\%$ ).

**П р и м е р ы** маркировки номинальной ёмкости зарубежных конденсаторов:

2p2 – номинальная ёмкость конденсатора составляет 2,2 пФ; 1p0 – номинальная ёмкость 1,0 пФ; 4p7 – номинальная ёмкость 4,7 пФ; 4p7K – номинальная ёмкость 4,7 пФ, допуск  $\pm 10\%$ .

**Маркировка зарубежных конденсаторов с номинальной ёмкостью свыше 10 пФ** выполняется тремя цифрами. Первые две цифры обозначают численное значение номинальной ёмкости, а третья цифра – показатель степени n числа 10, т.е. множитель  $10^n$ , где n – любое целое число от 0 до 5.

При таких показателях степени n могут маркироваться конденсаторы в широком диапазоне номинальных значений: от 10 пФ до 9,9 мкФ.

Особое внимание следует уделить маркировке номинальных значений ёмкостей конденсаторов в пределах от 10 до 99 пФ (т.е. при n = 0). Так, например, число 100 будет обозначать значение номинальной ёмкости  $C = 10 \times 100 = 10$  пФ, а не 100 пФ; а число 990 означает:  $C = 99 \times 100 = 99$  пФ, а не 990 пФ.

**П р и м е р ы** маркировки номинальной ёмкости зарубежных конденсаторов:

110 – номинальная ёмкость конденсатора составляет 11 пФ; 361 – номинальная ёмкость 360 пФ; 472 – номинальная ёмкость 4700 пФ или 4,7 нФ; 683 – номинальная ёмкость 68 000 пФ или 68 нФ; 224 – номинальная ёмкость 220 000 пФ или 220 нФ; 155 – номинальная ёмкость 1 500 000 пФ или 1,5 мкФ.

#### 4.4 ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ КОНДЕНСАТОРОВ

Понятие работоспособности конденсаторов подразумевает лишь то, что между его выводами отсутствует короткое замыкание или обрыв, так как определить значения его основных параметров с помощью сервисного прибора в режиме измерения сопротивления не представляется возможным.

Мультиметры позволяют выполнить следующие измерения и операции.

1. Определить работоспособность оксидного конденсатора, т.е. визуально проконтролировать процесс его заряда в течение первых нескольких секунд после подключения к нему измерительного прибора.

(Определить таким образом работоспособность обычных (неоксидных) конденсаторов визуально невозможно, так как их ёмкость на несколько порядков меньше и время заряда составляет лишь десятки микросекунд).

2. Определить наличие или отсутствие пробоя диэлектрика у неоксидных конденсаторов (пробой диэлектрика соответствует наличие короткого замыкания между выводами конденсатора).

(Определить наличие обрыва между выводами у неоксидных конденсаторов не представляется возможным, потому что сопротивление изоляции у них составляет сотни мегаом, что для любого измерительного прибора равнозначно разрыву цепи, т.е.  $R \approx \infty$ . Однако этот вид неисправности у конденсаторов встречается крайне редко, поэтому при отсутствии пробоя диэлектрика неоксидный конденсатор можно считать работоспособным).

Принцип определения работоспособности оксидных конденсаторов. При подаче постоянного напряжения (в сервисных приборах для измерения сопротивления используется именно постоянное напряжение) конденсатор начинает заряжаться. Для оксидных конденсаторов (ёмкость которых может достигать сотен и даже тысяч микрофарад) время заряда составляет единицы секунд ( $t = 1 \dots 10$  с), причём, чем больше значение ёмкости, тем больше время заряда.

В первый момент времени конденсатор для постоянного тока представляет собой короткое замыкание, а значит ток заряда мгновенно (скачком) станет максимальным, а затем будет плавно уменьшаться до нуля. Это соответствует резкому изменению значения сопротивления мультиметра до минимального значения ( $R_c \rightarrow 0$ ), а затем достаточно плавному изменению до максимального (очень большого) значения сопротивления ( $R_c \rightarrow \infty$ ).

С помощью цифрового измерительного прибора заряд конденсатора с малой ёмкостью "увидеть" невозможно, так как быстрое изменение цифр на экране индикатора приводит к тому, что цифровой индикатор начинает просто "мерцать".

Определение работоспособности неоксидных конденсаторов. Для обычных (неоксидных) конденсаторов C2 и C3 с помощью цифрового мультиметра можно определить лишь только наличие или отсутствие пробоя диэлектрика.

Для этого необходимо:

1. Перевести переключатель пределов измерения сопротивления в соответствующее положение и подсоединить цифровой прибор с помощью соединительных проводов к выводам конденсатора.

2. Определить по шкале цифрового индикатора значение сопротивления между выводами данного конденсатора и занести это значение в табл. 5.1.

Если значение сопротивления  $R = 0$ , то у данного конденсатора имеет место пробой диэлектрика. Если значение сопротивления  $R = \infty$  (т.е. горит символ "1"), то у данного конденсатора пробоя диэлектрика нет, а следовательно, его можно считать работоспособным.