

# СЕРДЕЧНИКИ ИЗ МАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Магнитные материалы применяются для изготовления индуктивных элементов радиоэлектронной аппаратуры - трансформаторов, дросселей, катушек, магнитных головок, преобразователей, устройств согласования и симметрирования антенн, датчиков температуры, магнитных экранов и др.

Металлические магнитные материалы обладают наивысшими значениями магнитной проницаемости ( $\mu_n$  до  $10^5$ ), магнитной индукцией насыщения и температурной стабильностью, но имеют низкое удельное сопротивление ( $\rho < 10^{-8}$  Ом\*м), что приводит к резкому возрастанию вихревых токов и снижению параметров при повышении частот.

Ферриты и магнитодиэлектрики являются магнитными материалами с менее высокой, чем у металлов магнитной проницаемостью ( $\mu_n$  до  $5 \cdot 10^4$ ) и магнитной индукцией насыщения, но с значительно более высоким удельным сопротивлением ( $\rho \sim 10^{14}$  Ом\*м).

По значению коэрцитивной силы эти материалы делятся на магнитомягкие ( $H_C \sim 5$  А/м), имеющие самое широкое применение, и магнитотвердые ( $H_C$  до  $3 \cdot 10^5$  А/м), используемые в магнитных системах громкоговорителей, гистерезисных двигателей, устройств магнитной записи и др.

## ФЕРРИТОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Ферриты - это соединения двойных окислов железа и одно-двухвалентных металлов (никеля, цинка, марганца, бария, лития и др.), обладающие свойствами ферромагнетизма. Технология их изготовления позволяет получать материалы с различными заданными параметрам, что наряду с высокими электромагнитными параметрами и простотой изготовления деталей из ферритов обусловило их применение практически во всех областях электроники.

Марки магнитных ферритов	1000НМ, 1500НМ, 2000НМ, 3000НМ, 100НН, 400НН, 400НН1, 600НН, 1000НН, 2000НН	700НМ, 1000НМ3, 1500НМ-1, 1500НМ3, 2000НМ1, 7ВН, 20ВН, 50ВН, 100ВН, 150ВН	4000НМ, 6000НМ1, 6000НМ1, 10000НМ, 2000НМ	2500НМС1, 3000НМС	300НН1, 350НН1, 350НН1, 450НН1, 1000НН1, 1100НН1, 1100НН1	100ВНП, 350ВНП, 55ВНП, 60ВНП, 65ВНП, 90ВНП, 150ВНП, 200ВНП, 300ВНП	50ВНС, 90ВНС, 200ВНС, 300ВНС	500МТ, 500НТ, 500НТ1, 1000НТ, 1000НТ1, 2000НТ, 1000МТ, 2000МТ, 5000МТ	800НН, 1200НН, 1200НН1, 1200НН2, 1200НН3	200ВНП, 800ВНП
Свойства	Высокие $\mu_n$ и $t_{gr}$ . Для слабых и сильных магнитных полей на частотах до 30МГц.	Термостабильные ферриты с высокими $\mu_n$ и добротностью.	Высокая $\mu_n$ .	Малый $t_{gr}$ в сильных электромагнитных полях, повышенная $\mu_n$ при высоких температурах.	Повышенное значение и температурная стабильность импульсной магнитной проницаемости.	Повышенный коэффициент перестройки по частоте, малый $t_{gr}$ на частотах до 250МГц.	Малые $t_{gr}$ и амплитудная нестабильность магнитной проницаемости, высокое значение $T_k$ .	Высокая механическая прочность и ионосоустойчивость, однородная структура, высокие электромагнитные параметры.	Прямая пропорциональная зависимость $\mu_n$ от окружающей температуры.	Высокое значение магнитных потерь в достаточно широкой полосе частот.
Применение	Сердечники для бытовой и специальной РЗА и аппаратуры проводной дальней связи.	Кольцевые, стержневые и броневые сердечники и сердечники для антенн.	Сердечники для трансформаторов, делителей напряжения, преобразователей и др.	Сердечники для телевизионной аппаратуры - ТВС, импульсных трансформаторов, преобразователей постоянного напряжения.	Кольцевые и стержневые сердечники импульсных трансформаторов.	Сердечники для перестраиваемых контуров РЗА.	Стержневые, кольцевые сердечники для широкополосных согласующих трансформаторов.	Сердечники для магнитных головок.	Сердечники для бесконтактных датчиков температуры.	Для магнитного экранирования и поглощения радиопомех.

Высокие частоты - частоты более 5 МГц

Слабые поля - напряженность которых на порядок меньше коэрцитивной силы магнитомягкого материала.

Сильные поля - поля, при которых значение магнитной индукции более 0,05-0,1 Тл

Характеристики:

$\mu_n$  - начальная магнитная проницаемость;

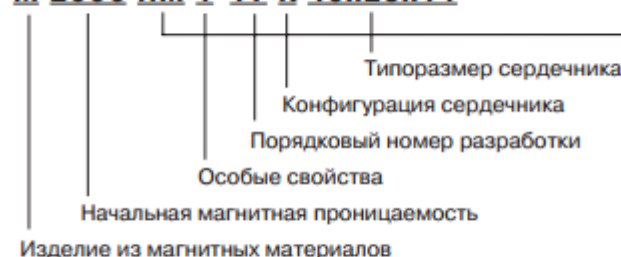
$T_k$  - температура Кюри;

$t_{gr}$  - тангенс угла магнитных потерь;

$H_c$  - коэрцитивная сила.

## СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЙ ФЕРРИТОВЫХ СЕРДЕЧНИКОВ

**M 2000 NM 1-17 K 40x25x11**



НМ	Марганец-цинковые НЧ для слабых магнитных полей	ВНП	Никель-цинковые ВЧ радиопоглощающие	СЧ	СВЧ полукристаллические <sup>2</sup>
НН	Никель-цинковые НЧ для слабых магнитных полей	ВВФ	Барий-кобальтовые ВЧ со структурой ферросплава	СЧК	СВЧ монокристаллические <sup>2</sup>
ННП	Никель-цинковые НЧ для перестройки частоты	ННС	Никель-цинковые НЧ для сильных магнитных полей	СЧА	СВЧ анизотропные полукристаллические <sup>2</sup>
МТ	Марганец-цинковые твердые	НМС	Марганец-цинковые НЧ для сильных магнитных полей	АФМК	Антиферромагнетики монокристаллические <sup>2</sup>
НТ	Никель-цинковые твердые	ВНС	Никель-цинковые ВЧ для сильных магнитных полей	БИ	Бариевые изотропные <sup>2</sup>
МК	Марганец-цинковые монокристаллические	НМИ	Марганец-цинковые НЧ для импульсных полей <sup>1</sup>	БА	Бариевые анизотропные <sup>2</sup>
ВН	Никель-цинковые ВЧ для слабых магнитных полей	ННИ	Никель-цинковые НЧ для импульсных полей <sup>1</sup>	СИ	Стронциевые изотропные <sup>2</sup>
ВЛ	Литий-цинковые ВЧ для слабых магнитных полей	ВНИ	Никель-цинковые ВЧ для импульсных полей <sup>1</sup>	СА	Стронциевые анизотропные <sup>2</sup>
ВНП	Никелевые и никель-цинковые для перестройки частоты	ВЛИ	Литий-цинковые ВЧ для импульсных полей <sup>1</sup>	КА	Кобальтовые анизотропные <sup>2</sup>

<sup>1</sup> - импульсная магнитная проницаемость;

<sup>2</sup> - первоначальная длина волны, для которой применяется материал;

<sup>3</sup> - максимальное значение произведения остаточной индукции на коэрцитивную силу, а после обозначения марки феррита - значение коэрцитивной силы намагниченности.

Для отмеченных в таблице материалов вместо начальной магнитной проницаемости в обозначении изделия указывается:

## МАГНИТОДИЭЛЕКТРИКИ

К магнитодиэлектрикам относятся композиционные материалы, изготовленные из смеси порошкообразного ферромагнетика с изоляционным связующим материалом и именуемые по типу входящего ферромагнетика - альсиферовый (рабочая частота до 20 МГц), карбонильный (до 100 МГц) и молибден-пермаллоевый (до 0,3 МГц).

Благодаря высоким значениям удельного сопротивления и температуры Кюри магнитодиэлектрики обладают высокой временной и температурной стабильностью магнитной проницаемости и частоты перемагничивания и применяются в индуктивных элементах фильтров, многозвенных линий задержки, линий многоканальной проводной связи, радиоаппаратуре, там где необходимо обеспечение высокой стабильности и надежности устройств.

## СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЙ СЕРДЕЧНИКОВ ИЗ МАГНИТНЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

**М П К 140-4 КП 24x13x7**

Изделие из магнитных материалов  
Наличие температурной компенсации  
Начальная магнитная проницаемость  
Порядковый номер разработки  
Конфигурация сердечника  
Типоразмер

<sup>1</sup> - Вместо начальной магнитной проницаемости в обозначении указана рабочая частота.

Наименование магнитодиэлектрика	
ТЧ	Тонально-частотный состав
ВЧ	Высокочастотный состав
П	Прессованный Мо-пермаллой
Р	Карбонильное железо для радиоаппаратуры <sup>1</sup>
ПС	Карбонильное железо для аппаратуры электросвязи <sup>1</sup>

## ТИПЫ СЕРДЕЧНИКОВ



### КОЛЬЦЕВЫЕ СЕРДЕЧНИКИ

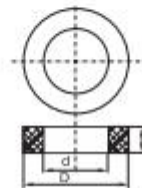
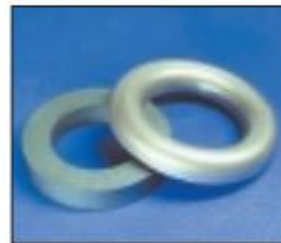
**Применение:** в импульсных, согласующих, симметрирующих и широкополосных трансформаторах, линейных фильтрах, катушках индуктивности, дросселях и трансформаторах вторичных источников питания.

**Свойства:** обеспечивает необходимое напряжение при малой потребляемой мощности с минимальными потерями на рассеяние, дешев в изготовлении, возможно одновременное использование нескольких сердечников с вертикальной сборкой.

#### КОНФИГУРАЦИИ

ШИФР	Размеры в обозначении	Наименование сердечника
К	DxHh	Кольцевой

Выпускается большой ряд типоразмеров с D от 3 до 180 мм. Имеются модели со скругленными кромками и с защитным покрытием.



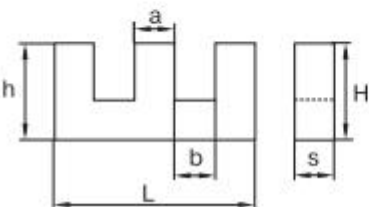
Индуктивность катушки на кольцевом сердечнике можно рассчитать по формуле:

$$L = \mu \omega^2 h(D-d)/2500(D+d)$$

### Ш-ОБРАЗНЫЕ СЕРДЕЧНИКИ

**Применение:** в трансформаторах статических преобразователей постоянного напряжения, строчных трансформаторах и др РЗА в диапазоне 1-100 кГц.

**Свойства:** обеспечивает наибольшее полное сопротивление в параллельной схеме на нижней частоте рабочего диапазона при минимальном количестве витков в обмотке, что предотвращает дополнительные потери, вызванные собственной емкостью, а также уменьшает индуктивность рассеяния.



Выпускаются ШП-образные сердечники с зазором для снижения влияния подмагничивающего поля и расширения рабочего диапазона частот, а также низкопрофильные сердечники типа Ш и ШП для изготовления малогабаритных микромодульных источников питания с частотой до 1 МГц.

#### КОНФИГУРАЦИИ

ШИФР	Размеры в обозн.	Наименование сердечника
Ш	axs	Ш-образный
ШП	axs	Ш-образный замкнутый



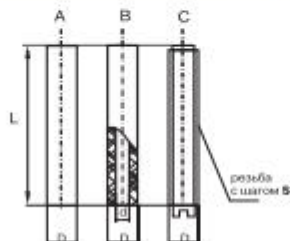
#### ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ

Типоразмер Ш ax, мм	Размер, мм				Эффект. длина пути маг. линии l <sub>эф</sub> , мм	Эффект. площадь попер. сеч. S <sub>эф</sub> , мм <sup>2</sup>
	L	H	h	b		
Ш2.5x2.5	10	5	3.2	2.5	21,5	7,63
Ш3x3	12	6	4	2.5	26,4	10,5
Ш4x4	16	8	5.2	3.2	34,5	19,3
Ш5x5	20	10	6.5	4.0	43,1	30
Ш6x6	24	12	8	5.0	52,9	42,4
Ш7x7	30	15	9.5	6.0	62,9	62
Ш8x8	32	16	11.5	7.5	75,2	69,2
Ш12x15	42	21	15	9.0	96,7	180
Ш12x20	42	32.5	15	9.0	96,7	240
Ш20x28	65	32.5	22	12	144	577

## СТЕРЖНЕВЫЕ СЕРДЕЧНИКИ

**Применение:** в качестве элементов подстройки, в ВЧ-дресселях, антеннах (400НН, 150ВЧ).

**Свойства:** технологичны.



### КОНФИГУРАЦИИ

ШИФР	Размеры в обозначении	Наименование сердечника
С	DxL	Стержневой (А)
ПС	DxL	Стержневой подстроечный (А)
Т	DxdxL	Трубчатый (В)
ПТ	DxdxL	Трубчатый подстроечный (В)
ПР	DxSxL	Резьбовой подстроечный (С)

Размеры и тип подстроечных стержневых сердечников указываются в технических характеристиках основного сердечника.

## МНОГООТВЕРСТНЫЕ СЕРДЕЧНИКИ

**Применение:** в разветвителях, ответвителях, сумматорах, высокочастотных фильтрах кабельных сетей и аппаратуры приема и обработки телевизионного сигнала.

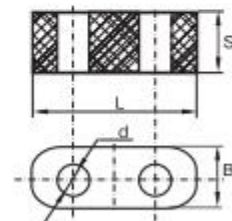
**Свойства:** обеспечивают необходимое напряжение при малой потребляемой мощности с минимальными потерями на рассеяние, технологически эффективны для суммирования и разделения сигнала.



### КОНФИГУРАЦИИ

ШИФР	Размеры в обозначении	Наименование сердечника
Tr	LxBxS d-n	n-отверстный

Производятся сердечники эллиптические и цилиндрические с количеством отверстий 2, 4, 6 и более.



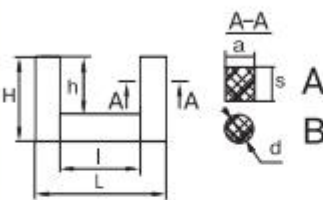
## П-ОБРАЗНЫЕ СЕРДЕЧНИКИ

**Применение:**

в импульсных трансформаторах, в выходных трансформаторах строчной развертки.

**Свойства:**

обладая высокой магнитной проницаемостью, обеспечивает необходимое напряжение при малой потребляемой мощности.



### КОНФИГУРАЦИИ

ШИФР	Размеры в обозн.	Наименование сердечника
пп	l x a x s	П-образный (А)
ппп	l x a x s	П-образный замкнутый
пк	l x d	П-образный круглого сечения диаметром d (В)
пкп	l x d	П-образный замкнутый круглого сечения диаметром d

**Исключение:** в сердечнике ТВС кинескопа с углом отклонения 70° первый размер - "53" указывает ширину S.

### ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ

Типоразмер	Размер, мм					Эффект. длина пути маг. линии, lэф, см	Эффект. площадь попер. сеч., Sэф, см²
	d(a)	L	H	l	h		
ПК20X16	16	50	30	20	15	16	1,82
ПК26X13	13	51	21	26	11	12,8	1,11
ПК30X16	16	60	30	30	20	16,5	1,82
ПК38X14	14	65	34	38	19	18,7	1,37
ПК40X16	16	70	33	40	20	19,9	1,71
ПК40X18	18	74	36	40	20	20,8	2,32
ПК48X20	20	86	46	48	28	26	2,89
ПП24X15X15	15	54	33	24	19	17,2	1,67

## БРОНЕВЫЕ И ЧАШЕЧНЫЕ СЕРДЕЧНИКИ

Собираются из 2 чашек и стержня подстройки индуктивности

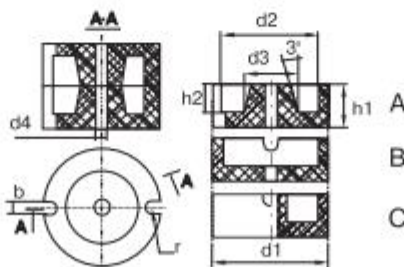
**Применение:** универсально.

**Свойства:** высокая добротность в заданной полосе частот, низкий вносимый коэффициент нелинейных искажений, отсутствие полей рассеяния, возможность подстройки, малые габариты.



### КОНФИГУРАЦИИ

ШИФР	Размеры в обозначении	Наименование сердечника
Б Ч	d1	Броневой цилиндрический Чашка к сердечнику Б (А)
БЧ	d1x2h1(a, б)	Чашечный с 2 верт. сквозными пазами а - с 1 верт. сквозным пазом б - с 2 horiz. закругленными пазами Чашка к сердечнику БЧ (В)
Ч	d1xh1(a, б)	Чашка к сердечнику БЧ (В)
СБ ЧГ ЧР	d1 или d1x2h1 d1 или d1xh1 d1 или d1xh1	Броневой чашечный "Гладкая чашка" к СБ "Гладкая чашка" к СБ "Гладкая чашка" к СБ с резьбой (С)



### ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ

Типоразмер	Размер, мм					
	d1	d2	d3	d4	h1	h2
Ч6	6,6	5	2,8	1,0	2,7	1,8
Ч9	9,3	7,5	3,9	2,0	2,7	1,8
Ч11	11,3	9,0	4,7	2,0	3,3	2,2
Ч14	14,4	11,6	6,0	3,0	4,2	2,8
Ч18	18,4	14,9	7,6	3,0	5,3	3,6
Ч22	22,0	17,9	9,4	4,4	6,8	4,6
Ч26	26,0	21,2	11,5	5,4	8,1	5,5
Ч30	30,5	25,0	13,5	5,4	9,5	6,5
Ч36	36,2	29,9	16,2	5,4	11,0	7,3
Ч42	43,1	35,6	17,7	5,4	14,9	10,1
Ч48	48,7	39,5	20,4	7,3	15,9	10,3