

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ КАБЕЛИ

(старых типов)

В настоящее время найти технические характеристики современных типов высокочастотных кабелей просто. А вот на кабели 50-х – 60-х годов такие характеристики найти проблематично. В настоящее время у запасливых ветеранов и молодых радиолюбителей, которым досталось «наследство», имеется много старых ВЧ-кабелей. Использовать такие кабели можно после предварительного измерения (доступным радиолюбителю методом) основных характеристик, так как после длительного естественного старения кабеля его технические характеристики могут отличаться от паспортных.

Наиболее часто встречаются высокочастотные кабели коаксиального (концентрического) типа. Однопроводный коаксиальный кабель состоит из внутреннего провода, вокруг которого имеется изоляция с малыми потерями на высоких частотах. Поверх изоляции концентрически по отношению к внутреннему проводу расположен второй провод, который обычно выполняется в виде оплетки из тонкого медного провода. Коаксиальные кабели не создают внешнего магнитного поля и в них отсутствуют потери на вихревые токи.

Существуют и двухпроводные высокочастотные кабели с параллельными или скрученными проводами с экраном или без него. Существуют еще ленточные кабели, которые имеют два параллельных провода, находящихся в пластмассовой изоляции на фиксированном расстоянии друг от друга.

Латинской буквой D обозначают внутренний диаметр внешнего провода коаксиального кабеля или внутренний диаметр экрана двухпроводного высокочастотного кабеля. Буквой d обозначают диаметр внутреннего провода коаксиального или двухпроводного кабеля. Погонное омическое сопротивление кабеля обозначается буквой R (ом/м), погонная емкость — C (ф/м) и погонная индуктивность L (гн/м). Если известны геометрические размеры и материал изоляции кабеля, можно вычислить его волновое сопротивление Z . Для коаксиального кабеля:

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{138}{\sqrt{\varepsilon}} \lg \frac{D}{d} \text{ (ом)}$$

Для двухпроводного кабеля:

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{276}{\sqrt{\varepsilon}} \lg \frac{2a}{d} \frac{D^2 - a^2}{D^2 + a^2} \text{ (ом)}$$

где ε — диэлектрическая проницаемость изоляции кабеля, a — расстояние между центрами проводов двухпроводного кабеля.

Электрические характеристики коаксиальных кабелей

Марка кабеля	Емкость пф	Волновое сопротивление ом	Затухание миллинепер м при частоте. Мгц					Рабочее напряжение. кв
			10	100	300	1000	3000	
РК-1	66	77	3,5	13	23	46	100	3,0
РК-2	55	92	2,5	10	7	38	78	4,5
РК-3	68	75	2,0	8	15	30	60	5,5
РК-4	68	75	2,0	8	15	30	60	5,6
РК-6	96	52	1,9	6,3	14	31	67	4,5
РК-12	96	62	5,2	19,1 ¹	—	—	—	2
РК-19	96	52	6,5	23	37	69	130	1
РК-20	158	75	2,5	10	17,5	38	78	1
РК-28	96	52	2,5	10	17	—	—	1,5
РК-29	100	60	3,5	13	23	46	100	1,5
РК-31	85	70	6,3	21,5	—	—	—	5

РК-44	82	70	8	20 ¹	—	—	—	5
РК-45	112	52	7,2	18 ¹	—	—	—	8
РК-46	78	75	9	20 ²	—	—	—	1
РК-47	96	52	2,5	10	17	38	78	1
РК-48	100	50	2,0	8	15	—	—	2
РК-49	7Р	72	4	15	26	53	103	1
РК-50	25	157	—	10 ¹	—	—	—	—

Примечание: 1) Затухание при частоте 30 МГц.

2) Затухание при частоте 50 МГц.



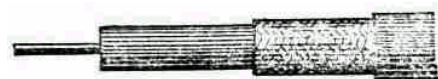
Коаксиальный кабель с комбинированной воздушно пластмассовой изоляцией. Одножильный внутренний провод, внешняя оплетка из медной проволоки, защитное покрытие из пластмассы (РК-50).



Коаксиальный кабель с одножильным внутренним проводом, со сплошной изоляцией, в свинцовой оболочке (РК-4).



Коаксиальный кабель с многожильным внутренним проводом, со сплошной изоляцией, обратным проводом в виде оплетки из медной проволоки и в оболочке из пластмассы или резины (РК-6, РК-12, РК-20, РК-31, РК-47, РК-48, РК-49).



Коаксиальный кабель с одножильным внутренним проводом, со сплошной изоляцией и обратным проводом в виде оплетки из медной проволоки. Внешняя оболочка из пластмассы (РК-1. РК-2. РК-3 и РК-19).



Коаксиальный кабель со сплошной изоляцией и обратным проводом в виде двойной оплетки из медной проволоки и в оболочке из хлопчатобумажной пряжи (РК-44 и РК-45).



Коаксиальный кабель с одножильным внутренним проводом, со сплошной изоляцией из резины, оплетка выполнена из медного провода, внешняя оболочка отсутствует (РК-46).

Высокочастотные кабели коаксиального типа со сплошной изоляцией из резины (конструктивные данные)

Марка кабеля	Внутренний		Диаметр по изо	Внешний провод		Защитная оболочка		Расчетный
	конструкция	диаметр		тип ¹	диаметр, мм	тип ¹	диаметр, мм	
РК-44	1X0,68	0,68	5,4	ЛМД	6,6	0—4	8,0±0,4	132
РК-45	1X1,68	1,68	7,3	ЛМД	8,5	0—4	9,9±0,5	204
РК-31	7X0,26	0,78	5,4	ЛМО	6,6	0—3	0,2±0,4	122
РК-46	7x0,26	0,78	6,0	ЛМО	6,8±0,3			90
РК-12	7x0,26	1,40	8 7	ЛМО	9,3	0—3	14,5±0,7	292
	11x0,30							

Примечание: 1) ЛМО — Оплетка из медной луженой проволоки диаметром 0,15—0,20 мм. ЛМД—Двойная оплетка из медной луженой проволоки диаметром 0,15—0,20 мм. 0—3 — Оболочка из резины 0—4 — Оболочка из хлопчатобумажной пряжи.

Погонная емкость коаксиального кабеля:

$$C = \frac{\varepsilon}{181n \frac{D}{d}} (\text{мкф} / \text{м})$$

Погонная емкость двухпроводного кабеля:

$$C = \frac{\varepsilon}{41n \frac{2a}{d} \cdot \frac{D^2 - a^2}{D^2 + a^2}} (\text{мкф} / \text{м})$$

Коаксиальные кабели со сплошной изоляцией обозначаются маркой РК с цифрой порядкового номера (РК-1 и т. д.). Коаксиальные кабели с комбинированной изоляцией (с продольными воздушными каналами в изоляции) обозначаются также маркой РК с добавлением порядкового номера и РКМ с дробным обозначением, где в числителе указан диаметр внутреннего провода, в знаменателе диаметр по изоляции. Двухпроводные кабели со сплошной изоляцией обозначаются маркой РД с добавлением порядкового номера (РД-13 и т. д.). Ленточные кабели обозначаются буквами КАТВ.

Внутренний провод высокочастотных кабелей изготавливается из медной одножильной или многожильной проволоки. Допускается изготовление внутреннего провода из биметаллического провода и провода с большим удельным сопротивлением, в тех случаях, когда требуется получить кабель с большим затуханием. Внешний провод коаксиального кабеля в большинстве случаев выполняется в виде оплетки из медной проволоки диаметром 0,15—0,3 мм. Некоторые марки кабеля имеют двойную оплетку. При двухпроводном кабеле внешняя оплетка играет роль экрана.

Внешний провод высокочастотных кабелей для стационарных установок и кабелей для больших мощностей изготавливается из медной ленты, которая наматывается поверх изоляции.

В некоторых случаях внешний провод изготавливается из свинца, выполняющего одновременно роль защитной оболочки кабеля. В некоторых случаях медный провод центральной жилы и внешняя оплетка изготавливаются из луженого провода, причем лужение производится чистым оловом.

В качестве изоляции между внутренним проводом кабеля и оплеткой используется пластмасса, обладающая малой диэлектрической проницаемостью и небольшим углом

диэлектрических потерь. Для кабелей, используемых на относительно невысоких частотах, в качестве изоляции применяется специальная резина.

Кроме сплошной изоляции из пластмассы и резины используется комбинированная воздушно-пластмассовая изоляция, применяемая в кабелях с малой погонной емкостью и большим волновым сопротивлением. Воздушно-пластмассовая изоляция образуется из пластмассового каркаса с воздушными каналами, либо применением колпачков и шайб из высокочастотной пластмассы или керамики, надеваемых на внутренний провод кабеля.

Кабели с комбинированной изоляцией имеют относительно малую механическую прочность и применяются поэтому в стационарных установках.

Защитные (внешние) оболочки высокочастотных кабелей изготавливаются из высокочастотной пластмассы, хлорвинилового пластиката, резины, хлопчатобумажной пряжи, свинца и оцинкованной проволоки. Последняя применяется в случаях, когда к кабелю предъявляются особые требования по механической прочности. Основные электрические и конструктивные данные наиболее распространенных высокочастотных кабелей приведены в таблицах.

Высокочастотные коаксиальные кабеля с комбинированной воздушно-пластмассовой изоляцией (конструктивные данные)

Марка кабеля	Внутренний провод		Диаметр	Внешний провод		Оболочка		Расчетные
	Констру- кция	диаметр, мм	по изо- ляции, мм	тип ⁸	диаметр, мм	тип ³	диаметр, мм	вес. кг/км
РК-50	1X0,30	0,30	6,2	МО	6,8	0—2	8,8	80
РК-ТЗ-150	1X0,71	0,71	13,5	МО	14,3	0—6	16,7	1800
ТЗ—75	1x2,6	2,60	10,0	МО	10,8	0—5	16,0	990
ДЦВ	1X5,5	5,5	20,0 ¹	ПЛ	24,5	0-3	28,7	1338
						0—6	29,9	
РКК-25/15	(1+6+12)	8,0	28,0 ²	ПО	29,7	0—5	34,2	7985
	1,1					0—6	35,4	
РКМ-15/15	(1+6+12+	10,0	36,0 ¹	ПО	38,3	0-5	42,8	5043
	+18)1,4					0—6	44,0	

Примечание: 1) Колпачки из высокочастотной пластмассы. 2) Колпачки из высокочастотного фарфора. 3) МО—оплетка из медной проволоки. ПО—обмотка из плоской проволоки (ленты) с бандажной латунной или стальной лентой. ПЛ—профилированная лента корытного типа. 0—2 — оболочка из полихлорвинилового пластиката. 0—5 — свинцовая оболочка. 0—6 — оплетка из стальной оцинкованной проволоки.

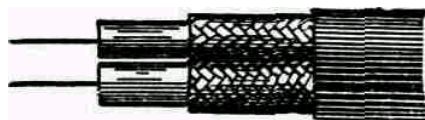


Коаксиальный кабель с изоляцией из пластмассовых колпачков с внутренним многожильным проводом и обратным проводом из медных плоских проводников (РКМ-15/15).

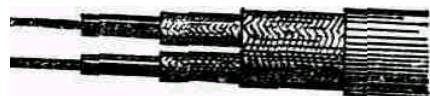
Высокочастотные кабели концентрического типа со сплошной изоляцией из пластмассы (конструктивные данные)

Марка кабеля	Внутренний провод		Диаметр по изоляции, мм	Внешний провод		Защитная оболочка		Расчетный вес, кг/км
	конструкция	диаметр, мм		тип'	диаметр, мм	тип'	диаметр, мм	
РК-19	1X0,68	0,68	—2,4	МО	3,0	0—2	4,2	39,0
РК-1	1X0,68	0,68	4,6	МО	5,2	0—2	7,3	89,0
РК-2	1X0,68	0,68	6,8	МО	7,4	0-2	9,6	136
РК-29	1x1,37	1,37	4,8	МД	6,0	0—2	9,8	180
РК-3	1X1,37	1,37	9,0	МО	9,6	0—2	13,0	227
РК-4	1X1,37	1,37	9,0	МО	11,0	0-5	11,0	455
РК-49	7X0,26	0,78	4,2	МО	4,8	0-2	6,3	82
РК-20	7x0,37	1,11	7,2	МО	7 8	0—2	10,4	160
РК-47	7X0,71	2,13	7,3	МО	7,9	0—2	10,3	172
РК-28	7X0,71	2,13	7,3	МД	7,9	0—2	11,4	239
РК-6	7x0,85	2,55	9,2	МО	9,8	0—2	12,4	231
РК-48	7x1,03	3,09	10,5	МО	11,1	0-2	13,5	291
РК-5 23	1X5,0	5,0	23,0	П	24,6	0—2	29,3	1556
						0—6	31,0	

Примечание: 1) МО — оплетка из медной проволоки диаметром 0,15 мм МД — двойная оплетка из медной проволоки диаметром 0,15 мм. П — обмотка из плоских проволок. О—2 — оболочка из поли хлорвинилового пластика. О—5 — оболочка из свинца. О—6 — оплетка стальной проволокой.



Двухпроводный кабель (двух коаксиальный) в общем экране и оболочке из пластмассы (РД-15 и РД-16).



Двухпроводный (двухкоаксиальный) кабель в оболочке из пластмассы или свинца. Внутренние провода многожильные (РД-26).



Двухпроводный кабель из скрученных проводов с индивидуальной изоляцией, в оболочке из пластмассы (РД-14 и РД-18).



Двухпроводный кабель из скрученных проводов в экране, в оболочке из пластмассы (РД-13).

Электрические характеристики высокочастотных двухпроводных кабелей

Марка кабеля	Емкость $nф м$	Волновое сопротивление $ом$	Затухание, неп/м, для частот			Рабочее напряжение, $кв$
			38—40 $Мгц$	144—146 $Мгц$	420—425 $Мгц$	
РД-13	58	85	0,0110	0,022	0,040	1
РД-14	40	130	0,0045	0,010	0,018	4,5
РД-15	34	150	0,0056	0,013	0,023	4,5
РД-16	25	200	0,0056	0,013	0,023	4,5
РД-17	50	100	0,0045	0,010	0,018	4,5
РД-18	45	100	0,0110	0,022	0,040	1,5
РД-26	25	200	0,0056	0,013	0,023	3,0
КАТВ	13	300	0,0018	0,0034	0,006	

Высокочастотные двухпроводные кабели со сплошной изоляцией из пластмассы (конструктивные данные)

Марка кабеля	Диаметр внутреннего провода	Диаметр изоляции, $мм$	Положение жил ²	Экран		Оболочка		Расчетный вес, $кг/км$
				тип ³	размеры, $мм$,	тип ³	размеры, $мм$	
РД-26	0,68	6,7'	П	МО	7,3X14,6	0—5	9,9X17,4	840,0
РД-16	0,68	6,8'	П	МО	8,0X16,0	0-2	10,8X18,4	359
РД-15	1,11	7,0'	П	МО	8,2X16,4	0—2	10,0x18,8	380
РД-18	0,79	1,8	С	—	—	0—2	6,6	52
РД-13	0,79	1,8	С	МД	5,7	0—2	7,3	126
РД-14	2,55	6,95	С	—	—	0—2	15,5	285
РД-17	2,55	6,15	С	МО	13,7	0—2	16,5	396

Примечание: 1) Поверх изоляции каждой жилы имеется оплетка из медной проволоки. 2) П — параллельное размещение жил в кабеле. С — отдельные жилы скручены вместе. 3) МО — оплетка из медной проволоки диаметром 0,15—0,20 мм. МД — двойная оплетка из медной проволоки диаметром 0,15—0,20 мм. 0—2 — оболочка из полихлорвинилового пластика. 0—5 — оболочка из свинца.

Н. Г. Жирло
(UA6AB)