

Таблица 4. Параметры СПЭ кабелей напряжением 10 кВ с алюминиевыми жилами и значения коэффициентов a и b для построения экономических интервалов нагрузки

Площадь сечения, мм ²	r_0 , Ом/км	$K_{уд}$, тыс.руб РБ/км	$I_{доп}$, А	a , тыс. руб/км	b , тыс. руб /А ² ·км
АПвП – при прокладке в земле треугольником					
50	0,641	13 238	170	1 588,56	504,79
70	0,443	14 150	210	1 698,00	348,86
95	0,32	17 673	250	2 120,76	252,00
120	0,253	21 254	280	2 550,48	199,24
150	0,206	26 489	320	3 178,68	162,23
185	0,164	28 654	360	3 438,48	129,15
240	0,125	30 131	415	3 615,72	98,44
300	0,1	34 175	475	4 101,00	78,75
400	0,0778	43 079	540	5 169,48	61,27
500	0,0605	45 188	610	5 422,56	47,64
630	0,0464	57 452	680	6 894,24	36,54

Литература

1. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.Л. Файбисовича. – М.: ЭНАС, 2006.
2. Ополева, Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения. Справочник. – М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2006.
3. ПО «Энергокомплект». Каталог продукции. – Минск, 2007.
4. ОАО «Камкабель». Каталог продукции. – Пермь, 2007.
5. Прокладка силовых кабелей напряжением до 10 кВ в траншеях. Материалы для проектирования. – Минск: ОАО «Белсельэлектросетьстрой», 2004.

УДК 621.311

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И СТОИМОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ С МЕДНЫМИ ЖИЛАМИ С ПВХ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Перепечко А.В.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ФАДЕЕВА Г.А.

В последнее время на смену повсеместно используемым кабелям с бумажно-масляной изоляцией пришли кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена и поливинилхлоридной (ПВХ) изоляцией. Зарубежный опыт внедрения таких кабелей показал их преимущества: они более устойчивы к воздействию агрессивных почв, более экологичны и надежны в эксплуатации, коэффициент их повреждаемости сводится к минимуму.

Кабель ПвБШв (рисунок 1) предназначен для прокладки на напряжение до 35 кВ. Жила выполнена из мягкой медной проволоки. При сечении от 16 мм² жила выполняется многопроволочной секторной или сегментной формы. Изоляция выполнена из вулканизированного полиэтилена. У трех- и четырехжильных кабелей все жилы имеют одинаковое сечение или одну нулевую жилу меньшего сечения, а при сечении основных жил до 25 мм² кабели выполняются с заземляющей жилой. Поясная изоляция для кабелей на напряжение до 1 кВ включительно – ПЭТФ или ПВХ пленка, допускается изготовление кабелей без поясной изоляции при условии сохранения подвижности изолированных жил и возможности отделения без повреждений оболочки от изоляции.

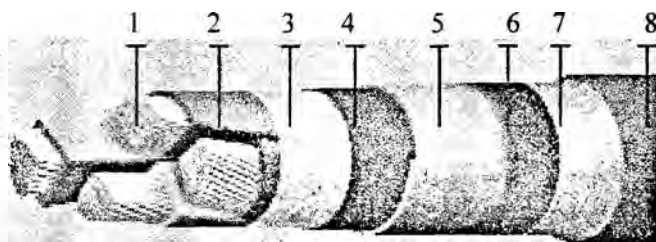


Рисунок 1. Общий вид кабеля ПвБШв: 1 – токонесущая жила; 2 – фазная изоляция; 3 – поясная изоляция; 4 – электропроводящий экран; 5 – металлический экран; 6 – броня; 7 – прослойка; 8 – оболочка

Бронированный кабель ВБШв (рисунок 2) рекомендуется для сооружения кабельных линий в городах. Изоляция выполнена из ПВХ пластиката. Жила – круглая из мягкой медной проволоки. При сечении от 16 мм^2 выполняется многопроволочной. При сечении 25 мм^2 и более жила выполняется секторной или сегментной формы. Сердечник – скрученный из двух, трех или четырех жил. Для трех- и четырехжильных кабелей выполняется со всеми жилами одного сечения или с одной нулевой жилой меньшего сечения, а при сечении основных жил до 16 мм^2 – с нулевой или заземляющей жилой. Поясная изоляция для кабелей на напряжение до 1 кВ включительно – ПЭТФ или ПВХ пленка. Броня изготовлена из двух спиральных оцинкованных лент. Прослойка – две ленты из ПЭТФ пленки, ПВХ пластиката или другого равноценного материала, наложенные с перекрытием. Оболочка выполнена из светотермостойкого ПВХ пластиката.

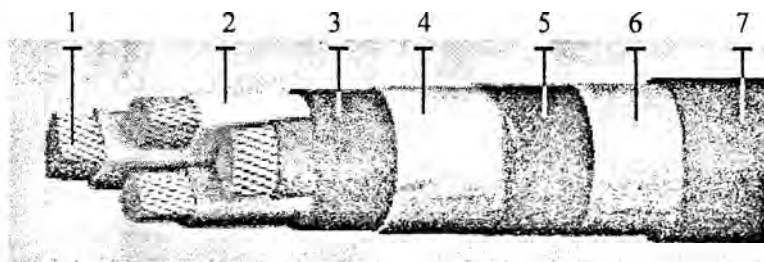


Рисунок 2. Общий вид кабеля ВБШв: 1 – токонесущая жила; 2 – фазная изоляция; 3 – поясная изоляция; 4 – металлический экран; 5 – броня; 6 – прослойка; 7 – оболочка

Кабель ВВГ (рисунок 3) также предназначен для стационарной прокладки на напряжение до 35 кВ. Жила – круглая из мягкой медной проволоки. При сечении от 16 мм^2 жила выполняется многопроволочной. При сечении 25 мм^2 и более жила имеет секторную или сегментную форму. Изоляция выполнена из ПВХ пластиката. Трех-, четырех- и пятижильные кабели выполняются со всеми жилами одного сечения или с одной нулевой жилой меньшего сечения, а при сечении основных жил до 16 мм^2 – с нулевой или заземляющей жилой. Поясная изоляция для кабелей на напряжение до 1 кВ

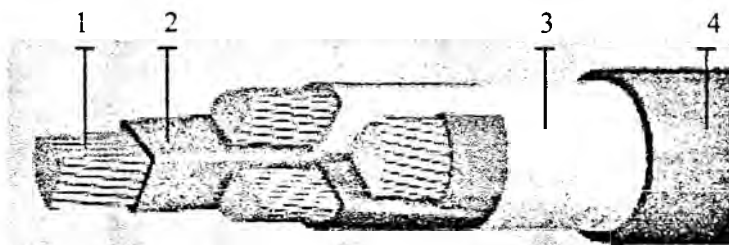


Рисунок 3. Общий вид кабеля ВВГ: 1 – токонесущая жила; 2 – фазная изоляция; 3 – поясная изоляция; 4 – оболочка

включительно – ПЭТФ или ПВХ пленка, допускается изготовление кабелей без поясной изоляции при условии сохранения подвижности изолированных жил и возможности отделения без повреждений оболочки от изоляции. Прослойка – две ленты из ПЭТФ пленки, ПВХ пластиката или другого равноценного материала, наложенные с перекрытием. Оболочка выполняется из светотермостойкого ПВХ пластиката.

Стоимостные показатели кабельных линий разных заводов-изготовителей, работающих в странах СНГ, были подвергнуты статистической обработке с целью получения зависимостей стоимости 1 км кабельной линии от сечения кабеля:

$$K_{уд} = a_0 + a_1 F + a_2 F^2,$$

где a_0, a_1, a_2 – расчетные коэффициенты;

F – площадь сечения кабеля, мм².

Полученные коэффициенты, указанные в таблице 1, позволяют определить стоимостные показатели кабельных линий с медными жилами. Коэффициенты рассчитаны на начало 2007 года в белорусских рублях.

Таблица 1. Коэффициенты для расчета стоимости 1 км кабельной линии напряжением до 1 кВ с медными жилами с ПВХ изоляцией

Марка кабеля	Количество жил	Диапазон площади сечения, мм ²	a_0 , тыс. руб/км	a_1 , тыс. руб/км·мм	a_2 , тыс. руб/км·мм ²
ПвБШв	1	25–240	1 609,93	359,22	–0,0750
	2	4–150	2 766,08	690,69	–0,0993
	3	4–240	2 776,69	1 024,51	–0,6358
	4	4–240	2 840,71	1 314,37	–0,1141
	5	4–240	3 373,34	1 655,29	–0,1125
ВБШв	1	25–240	1 302,19	356,87	–0,0547
	2	4–150	3 109,61	664,74	0,1883
	3	4–240	2 936,17	1 015,51	–0,0170
	4	4–240	2 959,49	1 294,72	–0,0315
	5	4–240	3 563,97	1 637,00	–0,0202
ВВГ	1	1,5–240	188,45	336,94	–0,0098
	2	1,5–150	650,51	621,51	0,1951
	3	1,5–240	667,49	953,51	0,0121
	3+1	1,5–240	1 435,11	1 115,63	0,1981
	4	1,5–240	796,51	1 272,08	0,0071
	5	1,5–240	1 047,94	1 639,65	0,0057

Сечения кабелей могут быть выбраны по экономическим соображениям или по допустимой потере напряжения и должны быть проверены в отношении предельно допустимого нагрева во всех режимах: нормальных, послеаварийных, ремонтных, временных. Во внутренних сетях промышленных предприятий, жилых и общественных зданий, где главным критерием является пожарная безопасность, выбор сечения проводников должен выполняться по длительно допустимому току нагрева. Кроме того, в соответствии с ПУЭ кабели должны проверяться по условию термической стойкости.

Для выполнения указанных расчетов необходима исходная информация о современных ПВХ кабелях, которая недостаточно представлена в справочной литературе.

Были систематизированы данные, необходимые для выполнения расчетов кабельных линий напряжением до 1 кВ с ПВХ изоляцией с медными жилами.

В таблице 2 показаны данные для одного из рассмотренных кабелей – ВВГ с тремя токоведущими жилами и нулевой жилой.

Таблица 2. Расчетные данные кабелей ВВГ напряжением до 1 кВ

Количество и номинальное сечение жил, мм ²	Удельное активное сопротивление r_0 , Ом/км	Длительно допустимый ток $I_{доп}$, А при прокладке		Допустимый ток односекундного КЗ $I_{доп}$, кА
		на воздухе	в земле	
3x1,5+1x1	12,1	21	28	0,17
3x1,5+1x1,5	12,1	21	28	0,17
3x2,5+1x1,5	7,56	28	37	0,27
3x4+1x2,5	4,7	37	48	0,43
3x6+1x2,5	3,11	49	58	0,65
3x6+1x4	3,11	49	58	0,65
3x10+1x4	1,83	66	77	1,09
3x10+1x6	1,83	66	77	1,09
3x16+1x6	1,15	87	100	1,74
3x16+1x10	1,15	87	100	1,74
3x25+1x10	0,727	115	130	2,78
3x25+1x16	0,727	115	130	2,78
3x35+1x16	0,524	141	158	3,86
3x50+1x16	0,387	177	192	5,23
3x50+1x25	0,387	177	192	5,23
3x70+1x25	0,268	226	237	7,54
3x70+1x35	0,268	226	237	7,54
3x95+1x35	0,193	274	280	10,48
3x95+1x50	0,193	274	280	10,48
3x120+1x35	0,153	321	321	13,21
3x120+1x70	0,153	321	321	13,21
3x150+1x50	0,124	370	363	16,3
3x150+1x70	0,124	370	363	16,3
3x185+1x95	0,0991	421	406	20,39
3x240+1x120	0,0754	499	468	28,8

Литература

1. ГОСТ 7399-97 22483-77, 839-80Е, 16442-80, 18409-73Е, 18410-73Е. Провода, шнуры, жилы, кабели.
2. ПО «Энергокомплект». Каталог продукции. – Минск, 2007.
3. ОАО «Камкабель». Каталог продукции. – Пермь, 2007.
4. Холдинг «Севкабель». Каталог продукции. – СПб., 2007.
5. Ополева, Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения. Справочник. – М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2006.
6. Прокладка силовых кабелей напряжением до 10 кВ в траншеях. Материалы для проектирования. – Минск: ОАО «Белсельэлектросетьстрой», 2004.