

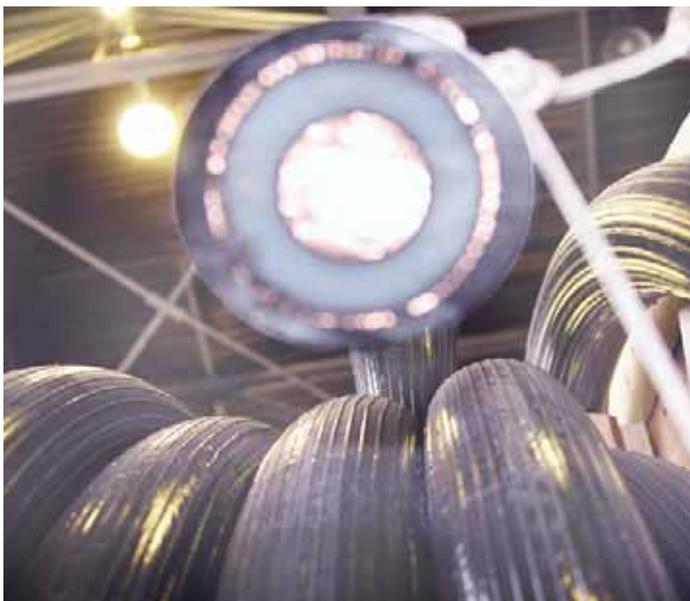


Силовые кабели и кабельные системы
10-220 кВ

Современные решения в области
силовых кабелей

Силовые кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена	2
Технология производства	3
АББ Москабель — пионер в производстве СПЭ-кабелей в России	4
Основные виды продукции и услуг	5
Маркировка	6
Кабели с СПЭ-изоляцией на напряжение 6-35 кВ	7
Сравнительные характеристики	
Преимущества	
Общее описание	
Технические характеристики	
Нагрузочная способность	
Токи короткого замыкания	
Электрические характеристики	
Условия прокладки и испытания	
Вместимость кабельных барабанов	
Кабели с СПЭ-изоляцией на напряжение 110-220 кВ	19
Сравнительные характеристики	
Преимущества	
Общее описание	
Технические характеристики	
Нагрузочная способность	
Токи короткого замыкания	
Электрические характеристики	
Условия прокладки и испытания	
Кабельные линии с СПЭ-изоляцией на напряжение 330-500 кВ	26

Силовые кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена



Кабели 10-35 кВ и 110-220 кВ широко используются для передачи и распределения электроэнергии, особенно в крупных городах и на промышленных предприятиях, где уровень энергопотребления и плотности нагрузки чрезвычайно высоки. Хотя основные требования, предъявляемые к кабелям (надежность, функциональность, низкие затраты на эксплуатацию), просты и очевидны, они должны безукоризненно выполняться, так как их нарушение ведет к значительным финансовым потерям.

Кабели должны служить долгие годы, постоянно обеспечивая потребителя достаточной электрической мощностью. В отличие от кабелей с бумажной пропитанной или маслонаполненной изоляцией, применение которых ограничивается с каждым годом, кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена (российское обозначение — СПЭ, английское — XLPE, немецкое — VDE, шведское — PEX) в полной мере отвечают этому требованию. Благодаря своей конструкции, современной технологии изготовления и совершенным материалам кабели среднего и высокого напряжения с СПЭ-изоляцией обладают наилучшими электрическими и механическими свойствами и самым длительным сроком службы среди других типов кабеля, выпускаемых серийно.

Срок службы кабеля 110 кВ без пробоев составляет как минимум 50 лет. По пропускной способности эти кабели значительно превосходят кабели с бумажной и маслонаполненной изоляцией: по международным стандартам кабель рассчитан на работу в длительно допустимом режиме при температуре жилы 90°C, а в послеаварийном режиме и при более высокой температуре, в то время как бумажно-масляные кабели допускают нагрев лишь до 70°C.

Достоинством кабеля с СПЭ-изоляцией является его экологическая безопасность. Отсутствие жидких включений обеспечивает сохранение чистоты окружающей среды, что позволяет прокладывать кабель на любых объектах и эксплуатировать кабельные линии практически без обслуживания.

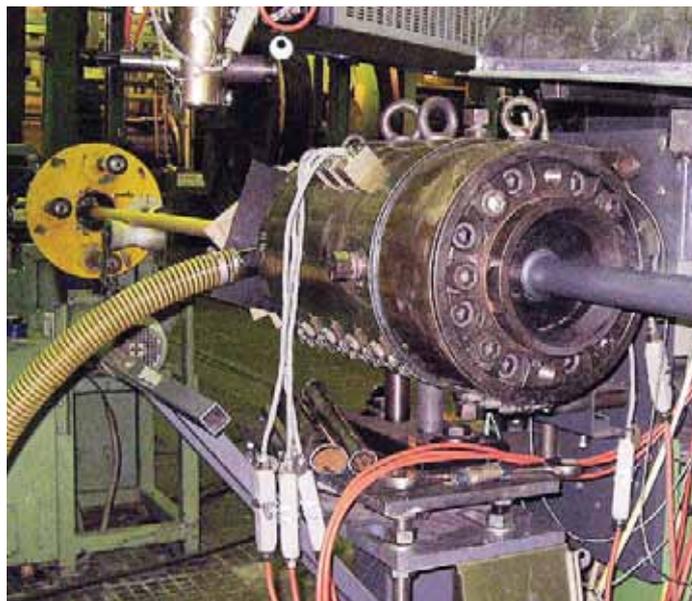
Благодаря преимущественно одножильной конструкции, кабель значительно легче прокладывать и монтировать, даже в самых тяжелых условиях. Прокладка кабеля может вестись при температуре до -20°C.



Технология создания кабельной изоляции из сшитого полиэтилена появилась в 70-х годах XX века. Сшивка — создание пространственной решетки за счет образования продольно-поперечных связей между макромолекулами полимера. По сочетанию физических и электрических свойств, сшитый полиэтилен идеально подходит для изоляции кабелей среднего, высокого и сверхвысокого напряжения.

В настоящее время существует две технологии изготовления СПЭ-кабелей: пероксидносшиваемый и силанольносшиваемый. Их принципиальное отличие заключается в реагенте, при помощи которого происходит процесс вулканизации (сшивки).

При силанольной технологии сшивание происходит во влажной среде при температуре 80-90°C с применением силанов. По современной пероксидной технологии процесс вулканизации полиэтиленовой изоляции производится химическим способом в среде нейтрального газа при давлении 8-9 атмосфер и температуре 285-400°C с использованием пероксида дикумила. В результате химической реакции изменяется молекулярная структура полиэтилена и образуются новые межмолекулярные связи, что и приводит к изменению электрических и механических свойств вещества.



При высокой температуре сшивка происходит равномерно по всей толщине изоляции. При использовании альтернативной силановой сшивки невозможно обеспечить необходимую равномерность сшивки при увеличении толщины изоляции, так как данный метод не предполагает применения высоких температуры и давления.

Необходимо подчеркнуть, что изоляция и электропроводящие экраны накладываются в процессе тройной экструзии, после чего происходит одновременная сшивка всех трех слоев. Такая технология обеспечивает хорошую адгезию между экранами и изоляцией, а так же отсутствие газовых включений в изоляции и на границе с экранами, что дает стабильность электрических характеристик кабеля в процессе эксплуатации.

Преимущества усовершенствованной конструкции и современной технологии производства кабелей с СПЭ-изоляцией обусловили его повсеместное применение в развитых странах и заметное сокращение использования других типов кабеля.

Например, среди кабелей среднего напряжения кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена занимают 80-85% рынка в США и Канаде, 95% — в Германии и Дании, 100% — в Японии, Финляндии, Швеции и Франции.

В энергетике России кабели с СПЭ-изоляцией также получают все большее распространение. Их преимущества перед традиционными кабелями у большинства специалистов уже не вызывают сомнений.

АББ Москабель — пионер в производстве СПЭ-кабелей в России

Цель предприятия АББ Москабель — внедрение новейших технологий в области производства силовых кабелей. Обеспечивая высокое качество продукции и услуг мы помогаем нашим заказчикам быть более конкурентоспособными и снижать негативное воздействие на окружающую среду.

В 1996 году международный концерн АББ (Asea Brown Boveri), объединяющий около 120.000 сотрудников более чем в 100 странах, начал производство кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена в России на предприятии "АББ Москабель".

В своей работе компания уделяет много внимания развитию и совершенствованию технологий, которые обеспечивают высокое качество выпускаемых изделий. Для изоляции кабелей используются только лучшие материалы ведущих мировых производителей. Это пероксидосшиваемые полиэтилены — триингостойкий (ТСПЭ) и сополимерный (ССПЭ).

Высокая квалификация сотрудников компании и использование качественных исходных материалов позволяет выпускать продукцию, соответствующую передовым российским и международным стандартам и не уступающую западно-европейским аналогам. Постоянный контроль на всех этапах работы, от выбора кабеля и арматуры на стадии проектирования до ввода кабельной линии в строй, позволяет компании наиболее полно удовлетворять все возрастающие требования заказчика к современным кабельным линиям. На предприятии освоен системный подход к обеспечению международных стандартов качества. Большое внимание уделяется экологическим аспектам производства. Успехи АББ Москабель по созданию и внедрению систем качества и управления природопользованием были отмечены крупнейшей независимой европейской сертификационной компанией TÜV CERT, которая выдала предприятию сертификаты соответствия требованиям стандартов ISO 9001 и ISO 14001.



Основные виды продукции и услуг

Основной сферой деятельности АББ Москабель является производство кабеля напряжением 6 кВ, 10 кВ (6/10 — для сетей с заземленной нейтралью, 10/10 — для сетей с изолированной нейтралью), 15 кВ, 20 кВ, 35 кВ, 110 кВ и 220 кВ.

Все кабели по конструкции, техническим характеристикам и эксплуатационным свойствам соответствуют международному стандарту МЭК 60502-2, а также сертифицированы в российских системах сертификации ГОСТ Р и в области пожарной безопасности.

Кроме кабеля на напряжение 10-220 кВ наша компания предлагает:

- кабельные линии "под ключ", включая шеф-монтаж, монтаж и обучение персонала заказчика монтажу оборудования;
- кабельную арматуру среднего и высокого напряжения;
- поставку кабельных линий 330-500 кВ с СПЭ-изоляцией производства АББ;
- техническую поддержку на всех этапах сотрудничества.

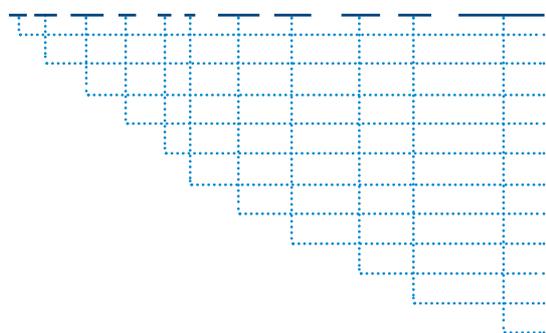


Маркировка

Материал жилы	Без обозначения	Медная жила, напр. ПвП 1х95/16-10 кВ
	А	Алюминиевая жила, напр. АПвП 1х95/16-10 кВ
	гж	Герметизация жилы, напр. АПвП 1х120(гж)/35-10 кВ
Материал изоляции	Пв	Изоляция из сшитого (вулканизированного) полиэтилена, напр. ПвВ 1х95/16-10 кВ
Оболочка	П	Оболочка из полиэтилена, напр., АПвП 1х150/25-10 кВ
	Пу	Для 10 кВ усиленная оболочка увеличенной толщины из полиэтилена Для 110 кВ усиленная оболочка из полиэтилена с ребрами жесткости, напр., АПвПу 1х150/25-10 кВ
	Пнг-НГ	Оболочка из композиции полиэтилена, не содержащей галогенов напр., АПвПнг-НГ 1х240/35-10 кВ
	В	Оболочка из ПВХ пластиката, напр., АПвВ 1х185/35-10 кВ
	Внг-А(В)	Оболочка из ПВХ пластиката пониженной горючести с индексом: А — нераспространение горения по кат. А; В — нераспространение горения по кат. В; напр., АПвВнг-В 1х185/35-10 кВ
	Внг-LS	Оболочка из ПВХ пластиката пониженной горючести, с пониженным дымо- и газовыделением напр., АПвВнг-LS 1х240/35-10 кВ
	Г (после обозначения оболочки)	Продольная герметизация экрана водоблокирующими лентами, напр., АПвПг 1х185/35-10 кВ
	2г	Двойная герметизация: алюмополимерная лента, сваренная с оболочкой, для защиты от проникновения влаги в сочетании с продольной герметизацией водоблокирующими лентами, напр., АПвП2г 1х300/50-110 кВ
	ов (после обозначения экрана)	Оптические волокна в стальных трубках, встроенные в медный экран, напр., ПвПу2г 1х1000(гж)/265ов-110 кВ

Пример обозначения*:

АПвВнг2г-А 1х630(гж)/185(ов)-64/110



- Алюминиевая жила
- СПЭ-изоляция
- Оболочка из ПВХ пластиката пониженной горючести
- Двойная герметизация
- Категория по нераспространению горения
- Число жил
- Сечение жилы
- Герметизация жилы
- Сечение экрана
- Встроенные оптические волокна
- Номинальное напряжение

* Конструкция и маркировка кабеля могут быть изменены при внедрении новых решений.

Кабели с СПЭ-изоляцией на напряжение 6-35 кВ

Сравнительные характеристики	Кабель с СПЭ-изоляцией 6-35 кВ	Кабель с бумажной изоляцией	
		10 кВ	20-35 кВ
Длительно допустимая температура, °С	90	70	65
Допустимый нагрев в аварийном режиме, °С	130	90	65
Предельно допустимая температура при протекании тока КЗ, °С	250	200	130
Температура при прокладке без предварительного подогрева, не ниже, °С	-20	0	0
Относительная диэлектрическая проницаемость ϵ при 20°С	2,4	4,0	4,0
Коэффициент диэлектрических потерь $\operatorname{tg} \delta$ при 20°С	0,001	0,008	0,008
Разница уровней на трассе прокладки, м	не ограничено	15	15

Основными преимуществами кабеля с СПЭ-изоляцией являются:

- большая пропускная способность за счет увеличения допустимой температуры жилы (допустимые токи нагрузки в зависимости от условий прокладки на 15-30% больше, чем у кабеля с бумажной изоляцией);
- высокий ток термической устойчивости при коротком замыкании, что особенно важно, когда сечение кабеля выбрано только на основании номинального тока короткого замыкания;
- низкий вес, меньший диаметр и радиус изгиба, что обеспечивает легкость прокладки кабеля, как в кабельных сооружениях, так и в земле на сложных трассах;
- возможность вести прокладку кабеля при температуре до -20°С без предварительного подогрева, благодаря использованию полимерных материалов для изоляции и оболочки;
- низкая удельная повреждаемость (практика применения кабеля с СПЭ-изоляцией показывает, что она как минимум на 1-2 порядка ниже, чем у кабеля с бумажно-пропитанной изоляцией);
- отсутствие каких-либо жидких компонентов (масел), благодаря которому уменьшается время и снижается стоимость прокладки и монтажа;
- однофазная конструкция, позволяющая изготавливать кабель с жилой сечением до 1200 мм², оптимальным для передачи большой мощности;
- большие строительные длины — до 2000-4000 м.

Учитывая также, что основным видом повреждений на одножильном кабеле является однофазное замыкание, можно утверждать, что затраты на ремонт значительно сокращаются.

Твердая изоляция дает огромные преимущества при прокладке на местности с большими наклонами, возвышенностями и на пересеченной местности, то есть на трассах с большой разницей уровней, в вертикальных и наклонных коллекторах.

ПвП, ПвПу, ПвПг, ПвП2г, ПвПу2г, ПвПнг-НФ
ПвВ, ПвВнг, ПвВнг2г, ПвВнг-LS
АПвП, АПвПу, АПвПг, АПвП2г, АПвПу2г, АПвПнг-НФ
АПвВ, АПвВнг, АПвВнг2г, АПвВнг-LS



Конструкция

Кабель с СПЭ-изоляцией напряжением 10, 20 и 35 кВ состоит из круглой медной или алюминиевой многопроволочной жилы, полупроводящего слоя по жиле, изоляции из сшитого полиэтилена, электропроводящего слоя по изоляции, электропроводящей ленты, экрана из медных проволок и медной ленты, разделительного слоя, полиэтиленовой оболочки из полиэтилена повышенной твердости, оболочки из ПВХ пластиката пониженной горючести, либо ПВХ пластиката пониженной горючести с пониженным дымо- и газовыделением или из безгалогеновой композиции полиэтилена.

Для обеспечения продольной герметизации экрана вместо электропроводящей ленты может использоваться водоблокирующая электропроводящая лента, а вместо разделительного слоя — слой из водоблокирующей ленты.

Кабели с индексом "2г" помимо продольной герметизации экрана имеют оболочку из алюмополимерной ленты, сваренной с полиэтиленовой или ПВХ оболочкой. Такая конструкция создает эффективный диффузионный барьер, препятствующий проникновению паров воды, а наружная оболочка из черного полиэтилена служит как механическая защита.

Область применения

Кабели ПвП, АПвП, ПвПу, АПвПу используются для прокладки в земле (ПвПу и АПвПу — на сложных участках трасс), а также на воздухе при условии обеспечения мер противопожарной защиты. Кабели с продольной герметизацией — для прокладки в грунтах с повышенной влажностью и в сырых, частично затопляемых помещениях.

Кабели ПвВ, АПвВ, ПвВнг, АПвВнг применяются для прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях (ПвВнг и АПвВнг — применяются при групповой прокладке), а также для прокладки в сухих грунтах.

Кабели ПвВнг-LS, АПвВнг-LS предназначены для стационарной групповой прокладки на воздухе, в кабельных сооружениях и помещениях, в которых установлены определенные требования по плотности дыма при пожаре.

Кабели ПвВнг-НФ АПвВнг-НФ применяются при стационарной прокладке в электрических установках общественных и промышленных сооружениях, где есть требования по ограничению воздействия коррозионно-активных газов.

Технические характеристики кабеля на напряжение 10 кВ *

S ном.	мм ²	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800	1000	1200
S экр.**	мм ²	16	16	16	16	25	25	25	25	35	35	35	35	35	50
Толщина изоляции	мм	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Толщина оболочки	мм	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,7	2,7	2,9	2,9
D внеш.***	мм	27,4	29,1	30,8	32,3	33,5	35,4	37,6	39,9	42,9	45,9	49,8	54	58,2	63,4
Вес прибр.*** алюм. жила медн. жила	кг/км	689 999	784 1217	891 1479	994 1737	1189 2117	1329 2473	1529 3014	1746 3602	2173 4647	2512 5606	2981 6894	3543 8492	4210 10397	5152 12781
Мин. радиус изгиба	см	42	44	47	49	51	53	57	60	65	69	75	81	87	95
Доп. усилия тяжения алюм. жила медн. жила	кН	1,5 2,5	2,1 3,5	2,85 4,75	3,60 6,00	4,50 7,50	5,55 9,25	7,20 12,0	9,00 15,0	12,0 20,0	15,0 25,0	18,9 31,5	24,0 40,0	30,0 50,0	36,0 60,0
Макс. поставка одной длиной****	м	11760	10380	9150	8550	7810	7090	6410	5810	5270	4760	4290	3790	3410	3050
Длит. доп. ток в земле***  медн. алюм.	A	223 173	273 212	326 253	370 288	414 322	467 365	540 423	607 477	683 543	768 618	858 702	947 788	1026 871	1060 920
Длит. доп. ток в земле***  медн. алюм.	A	231 180	282 220	336 262	379 296	421 331	472 373	542 431	606 484	662 540	736 609	814 683	889 759	957 833	945 846
Длит. доп. ток в возд.***  медн. алюм.	A	259 201	322 250	391 304	450 350	509 396	581 454	683 535	782 614	899 715	1030 829	1175 959	1327 1102	1452 1230	1541 1334
Длит. доп. ток в возд.***  медн. алюм.	A	301 234	374 292	454 355	522 409	582 458	662 525	771 615	875 702	969 796	1090 909	1222 1036	1355 1170	1497 1308	1501 1351

* Все данные таблицы приведены для сетей категории А и В (по МЭК 60183).

** Приведено минимальное сечение экрана. Сечение экрана выбирается по условиям протекания тока короткого замыкания.

*** Вес, внешний диаметр и длительно допустимые токи кабеля даны для марок ПвП и АПвП с минимальным сечением экрана. При выборе большего сечения экрана длительно допустимые токи уменьшаются из-за увеличения потерь в экране.

**** Отклонение от значений максимальной поставки одной длиной составляет ± 1%.

Технические характеристики кабеля на напряжение 20 кВ

S ном.	мм ²	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800	1000	1200
S экр.*	мм ²	16	16	16	16	25	25	25	25	35	35	35	35	35	50
Толщина изоляции	мм	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Толщина оболочки	мм	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,7	2,7	2,9	2,9	2,9
D внеш.**	мм	31,6	33,3	34,9	36,4	37,7	39,6	41,8	44,1	47,5	50,5	54,0	58,6	62,4	67,6
Вес прибр.** алюм. жила медн. жила	кг/км	849 1158	953 1386	1073 1660	1185 1927	1386 2314	1537 2681	1751 3236	1981 3838	2455 4930	2815 5908	3277 7192	3899 8848	4557 10744	5568 13197
Мин. радиус изгиба	см	48	50	52	55	57	60	63	66	72	76	81	88	94	101
Доп. усилия тяжения алюм. жила медн. жила	кН	1,5 2,5	2,1 3,5	2,85 4,75	3,60 6,00	4,50 7,50	5,55 9,25	7,20 12,0	9,00 15,0	12,0 20,0	15,0 25,0	18,9 31,5	24,0 40,0	30,0 50,0	36,0 60,0
Макс. поставка одной длиной***	м	8380	7500	6670	6250	5770	5260	4790	4370	3990	3620	3260	2910	2640	2370
Длит. доп. ток в земле** 	медн. алюм.	A 224 174	A 274 213	A 327 254	A 371 289	A 416 323	A 469 366	A 542 424	A 610 479	A 687 545	A 774 621	A 869 706	A 961 794	A 1040 879	A 1073 928
Длит. доп. ток в земле** 	медн. алюм.	A 231 180	A 282 220	A 337 262	A 382 298	A 423 332	A 474 374	A 545 432	A 609 485	A 667 543	A 742 612	A 823 688	A 900 765	A 966 839	A 953 852
Длит. доп. ток в возд.** 	медн. алюм.	A 261 203	A 325 252	A 394 306	A 453 352	A 512 398	A 585 457	A 687 537	A 786 616	A 903 717	A 1036 830	A 1182 960	A 1336 1104	A 1468 1236	A 1555 1340
Длит. доп. ток в возд.** 	медн. алюм.	A 298 232	A 371 289	A 450 351	A 517 404	A 577 454	A 657 519	A 764 608	A 868 694	A 965 788	A 1088 902	A 1221 1028	A 1359 1165	A 1500 1304	A 1509 1352

* Приведено минимальное сечение экрана. Сечение экрана выбирается по условиям протекания тока короткого замыкания.

** Вес, внешний диаметр и длительно допустимые токи кабеля даны для марок ПвП и АПвП с минимальным сечением экрана. При выборе большего сечения экрана длительно допустимые токи уменьшаются из-за увеличения потерь в экране.

*** Отклонение от значений максимальной поставки одной длиной составляет $\pm 1\%$.

Технические характеристики кабеля на напряжение 35 кВ

S ном.	мм ²	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800	1000	1200
S экр.*	мм ²	16	16	16	16	25	25	25	25	35	35	35	35	35	50
Толщина изоляции	мм	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Толщина оболочки	мм	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,7	2,7	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
D внеш.**	мм	38,2	39,9	41,6	43,1	44,7	46,7	49,3	51,6	55,0	58,0	61,4	65,6	69,4	74,6
Вес прибр.** алюм. жила медн. жила	кг/км	1171 1480	1293 1726	1428 2016	1556 2298	1770 2698	1948 3093	2214 3699	2470 4326	2980 5455	3371 6465	3863 7781	4495 9445	5162 11379	6324 13953
Мин. радиус изгиба	см	57	59	63	65	67	70	74	78	83	87	92	99	104	112
Доп. усилия тяжения алюм. жила медн. жила	кН	1,5 2,5	2,1 3,5	2,85 4,75	3,60 6,0	4,50 7,50	5,55 9,25	7,20 12,0	9,0 15,0	12,0 20,0	15,0 25,0	18,9 31,5	24,0 40,0	30,0 50,0	36,0 60,0
Макс. поставка одной длиной***	м	7690	6990	6290	5950	5520	5100	4670	4350	3950	3610	3280	2510	2700	2430
Длит. доп. ток в земле**  медн. алюм.	A	224 174	274 213	327 254	371 289	416 323	469 366	542 424	610 479	687 545	774 621	869 706	961 794	1040 879	1091 939
Длит. доп. ток в земле**  медн. алюм.	A	231 180	282 220	337 262	382 298	423 332	474 374	545 432	609 485	667 543	742 612	823 688	900 765	966 839	965 861
Длит. доп. ток в возд.**  медн. алюм.	A	261 203	325 252	394 306	453 352	512 398	585 457	687 537	786 616	903 717	1036 830	1182 960	1336 1104	1468 1236	1572 1346
Длит. доп. ток в возд.**  медн. алюм.	A	298 232	371 289	450 351	517 404	577 454	657 519	764 608	868 694	965 788	1088 902	1221 1028	1359 1165	1500 1304	1520 1352

* Приведено минимальное сечение экрана. Сечение экрана выбирается по условиям протекания тока короткого замыкания.

** Вес, внешний диаметр и длительно допустимые токи кабеля даны для марок ПвП и АПвП с минимальным сечением экрана. При выборе большего сечения экрана длительно допустимые токи уменьшаются из-за увеличения потерь в экране.

*** Отклонение от значений максимальной поставки одной длиной составляет $\pm 1\%$.

Нагрузочная способность



Нагрузочная способность кабелей среднего напряжения рассчитывается при следующих условиях:

при прокладке в земле

фактор нагрузки	1,0
глубина прокладки	0,7 м
термическое сопротивление грунта	1,2 К·м/Вт
t° окружающей среды	15°C
t° жилы	90°C

при прокладке на воздухе

фактор нагрузки	1,0
t° окружающей среды	25°C
t° жилы	90°C

В условиях эксплуатации длительно допустимые токи для каждой кабельной линии устанавливаются с учетом конкретных условий. При других расчетных температурах окружающей среды необходимо применять поправочные коэффициенты, указанные в таблице ниже.

При расположении одножильных кабелей треугольником кабели прокладываются вплотную. При расположении одножильных кабелей в плоскости расстояние между кабелями "в свету" равно диаметру кабеля.

Поправочные коэффициенты на температуру окружающей среды

Температура, °C	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
В земле	1,13	1,10	1,06	1,03	1,00	0,97	0,93	0,89	0,86	0,82	0,77	0,73
В воздухе	1,21	1,18	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

Поправочные коэффициенты на удельное сопротивление грунта

Удельное термическое сопротивление грунта, К·м/Вт	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5
Поправочный коэффициент	1,13	1,05	1,00	0,93	0,85	0,8

Поправочные коэффициенты на глубину прокладки

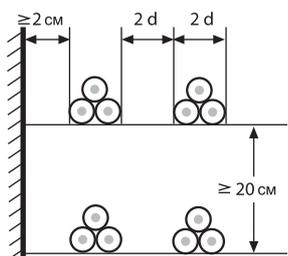
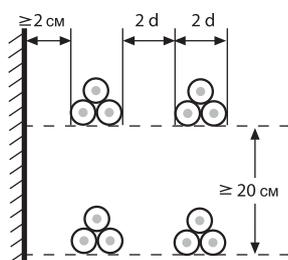
Глубина прокладки, м	0,50	0,70	0,90	1,00	1,20	1,50
Поправочный коэффициент	1,05	1,00	0,96	0,95	0,93	0,90

Поправочные коэффициенты на количество работающих кабелей, расположенных в одной плоскости рядом в земле в трубах и без труб, применяются в том случае, когда участок кабельной линии между точками заземления частично проложен в трубах при следующих условиях:

- кабели проложены треугольником на большей части участка;
- трубы проложены в плоскости;
- длина проложенная в трубах, составляет менее 10% участка между точками заземления;
- каждый кабель в отдельной трубе;
- диаметр трубы в два раза больше диаметра кабеля.

Поправочные коэффициенты на проложенные рядом кабели 6, 10, 15, 20 и 35 кВ

Кабели, частично проложенные в отдельных трубах	0,94
Кабели в отдельных трубах в плоскости	0,90
Одножильные кабели, проложенные треугольником в общей трубе	0,90



Поправочные коэффициенты на количество работающих рядом кабелей

Расстояние между кабелями в свету, мм	Число кабельных линий, шт.				
	2	3	4	5	6
100	0,76	0,67	0,59	0,55	0,51
200	0,81	0,71	0,65	0,61	0,49
400	0,85	0,77	0,72	0,69	0,66

Поправочные коэффициенты при прокладке кабелей в треугольник в воздухе

Количество полок	Число кабелей/систем на полке		
	1	2	3
на полках из решетчатого материала			
1	1,00	0,98	0,96
2	1,00	0,95	0,93
3	1,00	0,94	0,92
4-6	1,00	0,93	0,90
на полках из листового материала			
1	0,95	0,90	0,88
2	0,90	0,85	0,83
3	0,88	0,83	0,81
4-6	0,86	0,81	0,79

Токи короткого замыкания

Для всех видов кабеля и сечений ток короткого замыкания (КЗ) вычисляется исходя из нижеприведенных условий:

температура жилы

до короткого замыкания 90°C
после короткого замыкания 250°C

температура экрана

до короткого замыкания 70°C
после короткого замыкания 350°C

Допустимый односекундный ток КЗ по жиле, кА

Сечение жилы, мм ²	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800	1000	1200
медная жила	7,15	10,0	13,6	17,2	21,5	26,5	34,3	42,9	57,2	71,5	90,1	114,4	143,0	172,8
алюмин. жила	4,7	6,6	8,9	11,3	14,2	17,5	22,7	28,2	37,6	47,0	59,2	75,2	93,9	114,3

Допустимый односекундный ток КЗ по экрану

Сечение экрана*, мм ²	16	25	35	50	70
1-сек. ток КЗ экрана, кА	3,3	5,1	7,1	10,2	14,2

* Значения допустимых 1-сек. токов КЗ для других сечений экрана рассчитываются по запросу.

Для продолжительности короткого замыкания, отличающейся от 1 секунды, значения тока короткого замыкания, указанные в таблицах, необходимо умножить на поправочный коэффициент:

$$K = 1/\sqrt{t},$$

где t — продолжительность КЗ, сек.

Электрические характеристики

Сопротивление жилы постоянному току при 20°C не менее, Ом/км

Номинальное сечение жилы, мм ²	медная жила	алюминиевая жила
50	0,3870	0,6410
70	0,2680	0,4430
95	0,1930	0,3200
120	0,1530	0,2530
150	0,1240	0,2060
185	0,0991	0,1640
240	0,0754	0,1250
300	0,0601	0,1000
400	0,0470	0,0778
500	0,0366	0,0605
630	0,0280	0,0464
800	0,0221	0,0367
1000	0,0176	0,0291
1200	0,0151	0,0247

Сопротивление жилы при температуре, отличной от 20°C, вычисляется по формуле:

$$R_{\tau} = R_{20} \cdot (234,5 + \tau) / 254,5 \text{ для медной жилы,}$$

$$R_{\tau} = R_{20} \cdot (228 + \tau) / 254,5 \text{ для алюминиевой жилы,}$$

где τ — температура жилы, °C,

R_{20} — сопротивление жилы при 20°C, Ом/км,

R_{τ} — сопротивление жилы при τ °C, Ом/км.

Емкость кабеля для различных уровней напряжения, мкФ/км

Напряжение, кВ	Сечение жилы, мм ²													
	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800	1000	1200
6	0,300	0,340	0,390	0,420	0,450	0,500	0,560	0,610	0,620	0,670	0,750	0,840	0,930	1,040
6/10	0,255	0,289	0,328	0,351	0,384	0,423	0,468	0,516	0,569	0,630	0,700	0,792	0,880	0,983
10/10	0,226	0,254	0,288	0,307	0,336	0,370	0,410	0,450	0,493	0,550	0,610	0,680	0,757	0,845
15	0,207	0,230	0,262	0,280	0,305	0,325	0,369	0,405	0,445	0,492	0,548	0,615	0,680	0,759
20	0,179	0,200	0,225	0,240	0,260	0,285	0,313	0,343	0,376	0,414	0,460	0,515	0,568	0,633
35	0,130	0,143	0,159	0,168	0,181	0,196	0,214	0,230	0,253	0,277	0,305	0,399	0,371	0,411

Значения тока утечки для различных уровней напряжения, А/км

Напряжение, кВ	Сечение жилы, мм ²													
	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800	1000	1200
6	0,305	0,348	0,381	0,414	0,446	0,490	0,555	0,599	0,609	0,675	0,773	0,871	0,969	1,068
10	0,435	0,490	0,544	0,580	0,635	0,689	0,780	0,852	0,961	1,070	1,215	1,378	1,524	1,780
15	0,560	0,630	0,710	0,780	0,830	0,910	1,010	1,100	1,230	1,360	1,490	1,670	1,850	2,060
20	0,617	0,689	0,762	0,834	0,943	0,979	1,052	1,161	1,270	1,415	1,560	1,778	1,959	2,290
35	0,889	1,016	1,143	1,206	1,270	1,397	1,524	1,651	1,841	2,031	2,222	2,539	2,857	2,610

Индуктивное сопротивление жилы при частоте 50 Гц*, Ом/км

Номинальное сечение жилы, мм ²	6/10**кВ		20**кВ		35**кВ	
						
50	0,204	0,127	0,219	0,143	0,231	0,156
70	0,196	0,119	0,210	0,134	0,222	0,146
95	0,189	0,112	0,203	0,127	0,214	0,139
120	0,184	0,108	0,198	0,122	0,209	0,133
150	0,179	0,103	0,192	0,116	0,203	0,127
185	0,175	0,099	0,188	0,112	0,198	0,122
240	0,170	0,094	0,183	0,107	0,193	0,117
300	0,167	0,091	0,179	0,103	0,189	0,113
400	0,165	0,088	0,173	0,097	0,182	0,106
500	0,161	0,085	0,169	0,093	0,178	0,102
630	0,159	0,083	0,166	0,090	0,174	0,098
800	0,157	0,081	0,163	0,087	0,170	0,094
1000	0,154	0,079	0,159	0,083	0,166	0,090
1200	0,152	0,076	0,156	0,080	0,162	0,087

Расчет индуктивных сопротивлений выполнен при расположении кабелей треугольником вплотную и плоскостью, с расстоянием в свету между кабелями, равным диаметру кабеля.

* значения индуктивности рассчитаны с учетом заземления экрана с 2-х сторон.

** значения индуктивного сопротивления для других классов напряжения и другого расположения рассчитываются по запросу.

Условия прокладки и испытания после прокладки

При прокладке кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена радиус изгиба не должен быть менее $15xD$, где D — наружный диаметр кабеля. При монтаже с использованием специального шаблона допускается минимальный радиус изгиба $7,5xD$.

При прокладке кабеля чулком или за жилу усилия тяжения не должны превышать следующие значения:

$F=Sx50$ Н/мм² — для медной жилы,

$F=Sx30$ Н/мм² — для алюминиевой жилы,

где S — общее сечение жил в мм².

Температура окружающей среды при прокладке не должна быть ниже:

-15°C — для кабелей с оболочкой из ПВХ- пластиката;

-20°C — для кабелей с оболочкой из полиэтилена.

При более низкой температуре кабель должен быть подогрет перед прокладкой.

Это достигается при хранении кабеля в теплом помещении (около 20°C) в течение 48 часов или с помощью специального оборудования.

После прокладки и монтажа рекомендуется провести испытания переменным напряжением частотой 0,1 Гц в течение 15 минут для кабеля 6 кВ — 18 кВ, для кабеля 10 кВ — 30 кВ, для кабеля 15 кВ — 45 кВ, для кабеля 20 кВ — 60 кВ, для кабеля 35 кВ — 105 кВ. Допускается испытание переменным напряжением промышленной частоты в течение 24 часов для кабеля 6 кВ — 3,6 кВ, для кабеля 10 кВ — 6 кВ, для кабеля 15 кВ — 8,7 кВ, для кабеля 20 кВ — 12 кВ, для кабеля 35 кВ — 20 кВ.

По согласованию с заводом изготовителем допускается испытание кабелей после прокладки напряжением постоянного тока $4U_0$ в течение 15 мин.

Оболочка кабеля должна быть испытана постоянным напряжением 10 кВ, приложенным между металлическим экраном и заземлителем в течение не менее 1 минуты.

Профилактических испытаний завод-изготовитель не требует.



Вместительность кабельных барабанов

Строительная длина СПЭ-кабеля, м

Наружный диаметр кабеля, мм	Строительная длина кабеля, м		
	22Д	24Д	25Д
26	2405	4566	6593
27	2230	4234	6113
28	2073	3937	5685
29	1933	3670	5299
30	1806	3430	4952
31	1692	3212	4638
32	1587	3014	4352
33	1493	2835	4092
34	1406	2670	3855
35	1327	2520	3638
36	1254	2382	3439
37	1187	2255	3255
38	1126	2138	3086
39	1069	2029	2930
40	1016	1929	2785
41	967	1836	2651
42	922	1750	2526
43	879	1669	2410
44	840	1594	2302
45	803	1524	2201
46	768	1459	2106
47	736	1397	2018
48	706	1340	1934
49	677	1286	1856
50	650	1235	1783
51	625	1187	1713
52	601	1142	1648
53	579	1099	1587
54	557	1059	1528
55	537	1020	1473
56	518	984	1421
57	500	950	1372
58	483	918	1325
59	467	887	1280
60	452	857	1238
61	437	830	1198
62	423	803	1159
63	410	778	1123
64	397	754	1088
65	385	731	1055
66	373	709	1023
67	362	688	993
68	352	668	964
69	341	648	936
70	332	630	910

В таблице приведены строительные длины СПЭ-кабеля 6, 10, 15, 20 и 35 кВ, помещающиеся на стандартных деревянных барабанах.

Строительные длины могут быть увеличены по согласованию с заказчиком с использованием барабанов большей емкости. При этом может возникнуть необходимость использования специальных кабелевозов, а также надо помнить о регулирующих правилах перевозки негабаритных грузов.

Кабели с СПЭ изоляцией на напряжение 110-220 кВ



Сравнительные характеристики	Кабель с СПЭ-изоляцией	Масло-наполненный кабель высокого давления
Длительно допустимая температура, °С	90	85
Допустимый нагрев в аварийном режиме, °С	130	90
Предельно допустимая температура при протекании тока КЗ, °С	250	200
Плотность 1-сек. тока КЗ, А/мм ² — медная жила — алюминиевая жила	144 93	101 67
Относительная диэлектрическая проницаемость ϵ при 20°С	2,4	3,3
Коэффициент диэлектрических потерь $\text{tg } \delta$ при 20°С	0,001	0,004

Основными преимуществами кабеля с СПЭ-изоляцией являются:

- большая пропускная способность за счет увеличения допустимой температуры жилы;
- высокий ток термической устойчивости при коротком замыкании, что особенно важно в случае, когда сечение кабеля выбрано только на основании номинального тока короткого замыкания;
- низкий вес, меньший диаметр и, вследствие этого, легкость прокладки как в кабельных сооружениях, так и в земле на сложных трассах;
- твердая изоляция, дающая огромные преимущества при прокладке на местности с большими наклонами, возвышенностями и на пересеченной местности, то есть на трассах с большой разницей уровней, за счет отсутствия эффекта стекания массы;
- отсутствие жидкости (масла) под давлением и, следовательно, дорогостоящего подпитывающего оборудования, что ведет к значительному уменьшению эксплуатационных расходов, упрощению монтажного оборудования, сокращению времени и стоимости работ по прокладке и монтажу;
- возможность быстрого ремонта в случае пробоя;
- отсутствие утечек масла и опасности загрязнения окружающей среды при повреждении оболочек.

ПвП, ПвПу, ПвПг, ПвП2г, ПвПу2г, ПвПнг-НФ
ПвВнг, ПвВнг2г, ПвВнг-LS
АПвП, АПвПу, АПвПг, АПвП2г, АПвПу2г, АПвПнг-НФ
АПвВнг, АПвВнг2г, АПвВнг-LS



Конструкция

Кабель с СПЭ-изоляцией напряжением 110-220 кВ состоит из круглой многопроволочной медной или алюминиевой жилы, полупроводящего слоя по жиле, изоляции из сшитого полиэтилена, полупроводящего слоя по изоляции, полупроводящей ленты, экрана из медных проволок и медной ленты, полупроводящей ленты, оболочки из полиэтилена или ПВХ пластиката.

На жилу накладывается экструдированный экран из полупроводящего материала, изоляция и полупроводящий экран по изоляции, связанные между собой. Толщина изоляции зависит от диаметра жилы.

Металлический экран состоит из медных проволок и спирально наложенной поверх них медной ленты. Сечение экрана выбирается по условию протекания токов короткого замыкания.

Для обеспечения продольной герметизации в кабелях с индексом "г" используется слой водонабухающего материала. При контакте с водой этот слой разбухает и формирует продольный барьер, предотвращая таким образом распространение влаги при повреждении наружной оболочки.

Кабели с индексом "2г" помимо продольной герметизации экрана, имеют оболочку из алюмополимерной ленты, сваренной с полиэтиленовой оболочкой. Такая конструкция создает эффективный диффузионный барьер, препятствующий проникновению паров воды, а наружная оболочка из черного полиэтилена служит как механическая защита.

Кабели с индексом "у" имеют усиленную полиэтиленовую оболочку с продольными ребрами жесткости, предназначенными для предотвращения повреждений оболочки при прокладке на сложных участках кабельных трасс.

По требованию заказчика производится кабель 110-220 кВ со встроенным оптоволоконном для измерения температуры по всей длине кабеля и передачи любых сигналов.

Технические характеристики кабеля на напряжение 110 кВ

S ном.	мм ²	185	240	300	350	400	500	630	800	1000	1200
S экр.*	мм ²	35	35	35	35	35	35	35	35	35	50
Толщина изоляции	мм	16,0	16,0	16,0	16,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Толщина оболочки	мм	3,0	3,0	3,2	3,4	3,4	3,4	3,6	3,6	3,8	4,0
D внеш.	мм	64	66	69	70	70	73	77	81	85	91
Вес пригл.** алюм. жила медн. жила	кг/км	3400 4560	3700 5180	4000 5870	4230 6390	4290 6760	4830 7930	5410 9310	6140 11090	7316 13699	8422 16081
Мин. радиус изгиба	см	96	99	104	105	105	109	116	122	128	137
Доп. усилия тяжения алюм. жила медн. жила	кН	5,55 9,25	7,20 12,00	9,00 15,00	10,5 17,5	12,0 20,00	15,0 25,0	18,9 31,5	24,0 40,0	30,0 50,0	36,0 60,0
Сопротивление постоянному току медн. жила алюм. жила	Ом/км	0,0991 0,1640	0,0754 0,1250	0,0601 0,1000	0,0543 0,0890	0,0470 0,0778	0,0366 0,0605	0,0280 0,0464	0,0221 0,0367	0,0176 0,0291	0,0151 0,0247
Индуктивность***	мГн/км	0,4627	0,4439	0,4289	0,4209	0,4057	0,39	0,3781	0,363	0,351	0,339
Емкость	мкФ/км	0,1364	0,1468	0,1575	0,1639	0,179	0,1936	0,209	0,2296	0,25	0,27
Длит. доп. ток в земле****  медн. алюм.	A	500 395	575 455	650 515	715 560	755 600	840 675	935 760	1030 850	1125 935	1184 1009
Длит. доп. ток в земле  медн. алюм.	A	451 366	507 416	556 461	581 486	611 514	667 572	724 631	777 690	869 782	1028 910
Длит. доп. ток в возд.*****  медн. алюм.	A	600 480	690 555	775 630	835 680	895 735	995 825	1115 935	1245 1060	1370 1185	1494 1317
Длит. доп. ток в возд.  медн. алюм.	A	624 494	725 576	820 656	871 702	938 758	1065 872	1204 999	1352 1139	1485 1275	1533 1344

* Сечение экрана выбирается исходя из условий протекания токов КЗ и может быть увеличено.

** Вес дан для кабелей марок с полиэтиленовой оболочкой и основным сечением экрана.

*** Расчет сделан при прокладке кабелей треугольником вплотную и заземлением экрана с двух сторон.

**** Токи рассчитаны для глубины прокладки 1,5 м, удельного термического сопротивления грунта 1,20 К·м/Вт, и коэффициента нагрузки $K_n = 0,8$.

***** Токи рассчитаны при прокладке в воздухе и расположении в плоскости, расстояние между фазами кабеля — диаметр в свету, воздействия солнечной радиации нет, двухстороннее заземление.

Технические характеристики кабеля на напряжение 220 кВ

S ном.	мм ²	400	500	630	800	1000	1200	1600	2000
S экр.*	мм ²	265	265	265	265	265	265	265	265
Толщина изоляции	мм	24,0	24,0	24,0	24,0	22,0	22,0	22,0	22,0
Толщина оболочки	мм	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
D внеш.	мм	92,3	95,3	98,9	105,4	106,1	108,9	119,7	122,7
Вес пригл.**									
алюм. жила	кг/км	9158	9739	10463	11630	11999	12834	14960	16352
медн. жила		11685	12899	14445	16670	18269	20934	25074	28899
Мин. радиус изгиба	см	138	142	148	158	159	163	179	184
Доп. усилия тяжения									
алюм. жила	кН	16	20	25,2	32	40	48	64	80
медн. жила		28	35	44,1	56	70	84	112	140
Сопротивление постоянному току									
медн. жила	Ом/км	0,0470	0,0366	0,0280	0,0221	0,0176	0,0151	0,0113	0,0090
алюм. жила		0,0778	0,0605	0,4640	0,0367	0,0291	0,0247	0,0186	0,0149
Индуктивность***	мГн/км	0,254	0,236	0,219	0,203	0,18	0,167	0,152	0,139
Емкость	мкФ/км	0,133	0,143	0,154	0,174	0,199	0,22	0,24	0,26
Длит. доп. ток в земле****									
 медн.	A	638	711	785	868	938	986	1072	1133
алюм.		519	585	657	731	803	858	948	1018
Длит. доп. ток в земле									
 медн.	A	620	670	725	774	812	862	910	940
алюм.		521	572	631	686	734	782	841	883
Длит. доп. ток в возд.*****									
 медн.	A	800	908	1031	1160	1281	1380	1547	1669
алюм.		641	734	841	955	1071	1174	1339	1464
Длит. доп. ток в возд.									
 медн.	A	796	884	977	1063	1136	1232	1327	1393
алюм.		658	743	836	927	1013	1101	1211	1295

* Сечение экрана выбирается исходя из условий протекания токов КЗ и может быть увеличено.

** Вес дан для кабелей марок с полиэтиленовой оболочкой и основным сечением экрана.

*** Расчет сделан при прокладке кабелей треугольником вплотную и заземлением экрана с двух сторон.

**** Токи рассчитаны для глубины прокладки 1,5 м, удельного термического сопротивления грунта 1,20 К·м/Вт, и коэффициента нагрузки $K_n = 0,8$.

***** Токи рассчитаны при прокладке в воздухе и расположении в плоскости, расстояние между фазами кабеля — диаметр в свету, воздействия солнечной радиации нет, двухстороннее заземление.

Нагрузочная способность

Нагрузочная способность кабелей высокого напряжения рассчитывается при следующих условиях:

при прокладке в земле

фактор нагрузки	0,8
глубина прокладки	1,5 м
термическое сопротивление грунта	1,2 К·м/Вт
t° окружающей среды	15°C
t° жилы	90°C

при прокладке на воздухе

фактор нагрузки	1,0
t° окружающей среды	25°C
t° жилы	90°C
заземление экрана	с обоих концов

При прокладке в земле треугольником кабели прокладываются вплотную. При прокладке кабелей треугольником на воздухе рекомендуемое расстояние

между кабелями в свету 25 см. При расположении одножильных кабелей в плоскости рекомендуемое расстояние между осями кабелей — 16 см.

Поправочные коэффициенты на глубину прокладки

Глубина прокладки, м	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
Поправочный коэффициент	1,08	1,05	1,03	1,01	1,00	0,98	0,97	0,96	0,94



Токи короткого замыкания

Для всех видов кабеля и сечений ток КЗ вычисляется исходя из нижеприведенных условий:

температура жилы

до короткого замыкания 90°C
после короткого замыкания 250°C

температура экрана

до короткого замыкания 70°C
после короткого замыкания 350°C

Кабель с СПЭ-изоляцией может подвергаться перегрузкам с температурой свыше 90°C. При этом отдельные аварийные перегрузки не повлияют значительно на срок службы кабеля.

Допустимые односекундные токи КЗ по жиле и экрану не должны превышать приведенных в таблицах.

Допустимый односекундный ток КЗ по жиле, кА

Сечение жилы, мм ²	185	240	300	350	400	500	630	800	1000	1200	1600	2000
медная жила	26,5	34,3	42,9	50,1	57,2	71,5	90,1	114,4	143,0	172,8	230,0	288,0
алюмин. жила	17,5	22,7	28,2	33,1	37,6	47,0	59,2	75,2	93,9	114,3	152,0	190,0

Допустимый односекундный ток КЗ по экрану

Сечение экрана, мм ²	35	50	70	95	120	150	185	210	240	265
1-сек. ток КЗ экрана, кА	7,1	10,15	14,21	19,29	24,36	30,45	37,56	42,63	48,72	53,8

В случае короткого замыкания, помимо нагрева, возникают динамические усилия между фазами кабеля, значения которых могут достигать больших величин. Эти динамические усилия необходимо учитывать при выборе способа крепления кабеля.

Условия прокладки и испытания после прокладки



При прокладке кабеля с СПЭ-изоляцией напряжением 110-220 кВ радиус изгиба не должен быть менее $15xD$, где D — наружный диаметр кабеля. При использовании специального шаблона и предварительном нагреве кабеля минимальный радиус изгиба кабеля также должен быть не менее $15xD$.

При прокладке кабеля чулком или за жилу усилия тяжения не должны превышать следующие значения:

$F=Sx70$ Н/мм² — для медной жилы,

$F=Sx40$ Н/мм² — для алюминиевой жилы,

где S — сечение жилы в мм².

При прокладке кабелей температура должна быть не ниже -5°C . При условии предварительного подогрева кабеля допускается прокладка при температуре:

-15°C — для кабелей с оболочкой из ПВХ-пластиката;

-20°C — для кабелей с оболочкой из полиэтилена.

После монтажа проводятся испытания на кабельной линии и смонтированной на ней арматуре.

Каждая фаза кабельной линии 110 кВ должна пройти испытание переменным напряжением 64 кВ, частотой 50 Гц. Каждая фаза кабельной линии 220 кВ должна пройти испытание переменным напряжением 180 кВ, частотой в диапазоне от 20 до 300 Гц. Продолжительность испытания — по согласованию с заводом-изготовителем.

Оболочка кабеля должна быть испытана постоянным напряжением 10 кВ, приложенным между металлическим экраном и заземлителем в течение 1 мин.

Кабельные линии с СПЭ-изоляцией на напряжение 330-500 кВ



К настоящему времени уже смонтировано и пущено в строй большое количество кабельных линий напряжением 330-500 кВ и получен положительный опыт их эксплуатации. Кабели с СПЭ-изоляцией напряжением 400 кВ успешно применяются в Европе.

Заметным шагом вперед было производство и поставка двух кабельных линий напряжением 525 кВ для гидроэлектростанции Дачаошан, провинция Юньань, Китай. Почти 2,5 км СПЭ-кабеля напряжением 525 кВ соединили 6 генераторов с элегазовой подстанцией. Примечательно, что частично кабели проложены вертикально в шахте глубиной 145 м, что возможно только для кабеля с СПЭ-изоляцией. В России кабель напряжением 500 кВ с СПЭ-изоляцией был впервые применен при строительстве Бурейской ГЭС для присоединения 3 блока к элегазовой подстанции 500 кВ. Кабель с СПЭ-изоляцией сечением 800 мм² был проложен одной строительной длиной, около 900 м, включая вертикальную шахту 115 м.

Для кабеля 330-500 кВ применяется хорошо зарекомендовавшая себя конструкция, аналогичная используемой для 110-220 кВ, качество и надежность которой доказано 30-летней практикой.

Многие крупные города во всем мире сталкиваются со сложной проблемой — необходимостью передачи постоянно увеличивающегося объема электроэнергии по уже полностью загруженным кабельным линиям. Применение воздушных линий электропередач в черте города неприемлемо по экологическим и территориальным причинам. Именно этим обусловлено повышение уровня напряжения и применение кабелей сверхвысокого напряжения.

Кабельная жила изготавливается уплотненной и герметизированной, а при сечении более 1000-1200 мм² может изготавливаться сегментированной для уменьшения поверхностного эффекта. Максимальное сечение жилы может составлять 2500 мм². Изоляция и электропроводящие слои накладываются и сшиваются вместе в процессе тройной экструзии.

Применяемая технология обеспечивает как гладкую поверхность перехода между электропроводящими слоями и изоляцией, так и отсутствие включений и полостей в изоляции. Медный экран герметизирован с помощью водоблокирующего материала. Для надежной защиты кабеля от влаги и внешних механических воздействий применяется оболочка с радиальной герметизацией. Такая оболочка состоит из алюминиевой ленты, покрытой сополимером и сваренной с внешним слоем из полиэтилена повышенной твердости. Поверх внешней оболочки может накладываться слой, защищающий кабель от возгорания, или электропроводящий слой для облегчения испытаний оболочки.

Все кабели комплектуются соответствующей арматурой, включая концевые муфты наружной установки, муфты для ввода в элегазовые КРУ и трансформаторы, соединительные муфты.

АББ ведет проект от начала до конца, обеспечивая полный комплекс услуг — от консультаций по выбору марки кабеля до установки арматуры и окончательных испытаний полностью смонтированной линии. Высоквалифицированный персонал поможет найти оптимальное решение Вашей задачи.





Лист заказа высоковольтной продукции

* Обязательная информация

Название проекта * _____ Заказчик * _____
Город * _____ Проектант * _____
Условия поставки * _____ Предполагаемая дата поставки * _____
Особые условия _____

Техническая информация

Ном. напряжение U *, кВ _____ Нагрузочная способность *, А/МВА _____
Жила * _____ медь/алюм. _____ Макс. ток КЗ на землю *, кА _____
Сечение *, мм² _____ Время срабатывания _____
Количество цепей * _____ 2-ой степени защиты *, с _____
Макс. ток КЗ *, кА _____ Продольная герметизация * _____ да/нет _____
Длительность макс. тока КЗ *, с _____ Поперечная герметизация* _____ да/нет _____
Длина трассы *, м _____ Строительные длины, м _____
Особые требования к конструкции кабеля _____

Данные по прокладке

Тип расположения: в плоскости/треугольником * _____
Расстояние между параллельными цепями *, мм _____
Заземление экрана (с двух сторон, с одной стороны, транспозиция) * _____

Прокладка в земле *
- глубина прокладки, м _____
- температура почвы, °С _____
- термическое сопротивление, К·м/В _____
- наличие пересечений в трубах $\ell \geq 10$ м _____

Прокладка на воздухе *
- солнечная радиация _____ да/нет _____
- t_{\max} окр. воздуха, °С _____

Прокладка в лотках*
- ширина/высота лотков, мм/мм _____
- заполненные/незаполненные _____

Арматура

Соединительные муфты
тип/количество _____
в т.ч.
- для транспозиции экрана _____
- для соединения оптоволоконна
и транспозиции экрана _____

Концевые муфты
тип/количество _____
изолятор _____ фарфор/силикон _____
цвет изолятора _____ коричневый/серый _____

Другая арматура _____

Услуги

шеф-надзор АББ за прокладкой монтаж АББ шеф-монтаж АББ

Наименование компании _____ Тел./факс _____

Контактное лицо _____ e-mail _____



АББ Москабель

Системы для электроэнергетики

111024, г. Москва

ул. 2-я Кабельная, д. 2, а/я 130

тел.: +7 (495) 956 6699

факс: +7 (495) 234 3294

e-mail: moskabel@ru.abb.com

www.abb.ru

Для информации:

Мы оставляем за собой право вносить технические изменения или исправления в данный каталог без уведомления. При заказе оборудования действительны только согласованные данные.

АББ не несет ни какой ответственности за возможные ошибки или потери информации в данном каталоге.

Все права на данный документ, как в части текста, так и в части иллюстраций принадлежат АББ. Воспроизведение — полное или частичное — без письменного разрешения АББ запрещается.