

Кабельные системы с изоляцией из сшитого полиэтилена

Руководство пользователя



Кабельные системы с изоляцией из сшитого полиэтилена

	Стр.		Стр.
Введение	3	Кабельные барабаны	14
Кабели с СПЭ-изоляцией – конструкция, монтаж и испытания ..	4	Размеры и вес деревянных барабанов	15
СПЭ-кабель		Размеры и вес металлических барабанов	
Арматура для СПЭ-кабелей		Большие и специальные барабаны	
Монтаж СПЭ-кабелей	5	Испытания СПЭ-кабелей	
Испытания кабельных систем		Условия прокладки	
Стандарты	6	Минимальный радиус изгиба	
МЭК		Максимальное усилие тяжения	
CENELEC		Конструкция кабеля	16
ICEA		Жилы	
Стандарты ISO		Стандарты МЭК и ISEA	
Способы прокладки	7	Герметизация жилы	
Расположение треугольником и в плоскости		Изоляция	
Заземление металлических экранов		Полупроводящий слой по жиле	
Нагрузочные характеристики	8	Изоляция	17
Длительно допустимый ток для трехжильного кабеля ...		Полупроводящий слой по изоляции	
Длительно допустимый ток для одножильного кабеля 9		Металлический экран	
Поправочные коэффициенты	11	Медный проволочный экран, стандартная конструкция .	
Поправочный коэффициент на сечение экрана		Медный проволочный экран с герметизацией	
Поправочные коэффициенты при прокладке в земле		Свинцовая оболочка	
Поправочный коэффициент при прокладке в земле в		Медный ленточный экран	
трубах	12	Неметаллическая наружная оболочка	18
Поправочный коэффициент при прокладке на воздухе		Наружный полупроводящий слой	
Пример использования поправочных коэффициентов		Наружный слой, не распространяющий горение	
Перегрузка		Противопожарные свойства	
Токи короткого замыкания		Технические характеристики СПЭ-кабелей	19
Максимальные токи короткого замыкания по		Расчетные формулы	26
термической стойкости	13	Техническая поддержка	27
Динамические силы при токах короткого замыкания		Лист заказа	28

Чтобы убедиться в том, что у вас новейшее издание данной брошюры, посетите веб-сайт www.abb.com/cables

Системы кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена

Введение

Соединения, которым можно доверять

Компания АББ производит силовые кабели для прокладки в земле, на воздухе и под водой на самые высокие напряжения.

Помимо этого мы изготавливаем соответствующие соединительные и концевые муфты, а также другую арматуру для всех видов кабелей. Эти изделия полностью совместимы. Таким образом, мы знаем, что соединяем.

Опыт, на который можно положиться

Мы обладаем большим опытом осуществления кабельных проектов во всем мире с охватом всех стадий – от планирования до пусконаладочных работ, включая проектирование, прокладку, монтаж кабелей и испытания после прокладки. Немногие производители кабелей имеют такие длительные традиции работы в области высоких напряжений, как АББ. Первую поставку кабеля мы осуществили в 1883 году, а к 1970 году освоили технику изготовления кабелей с трехслойной экструдированной изоляцией из сшитого ПЭ. В начале 70-х годов мы приступили к поставкам кабелей на напряжение свыше 100 кВ, а наш первый кабель из сшитого ПЭ на напряжение 245 кВ был сдан в эксплуатацию в 1978 году. С того времени АББ поставила свыше 6000 км кабелей с изоляцией из сшитого ПЭ на напряжение свыше 100 кВ. Это опыт, на который вы можете положиться.

Научно-исследовательские разработки

АББ всегда была пионером в области высоких напряжений. Во многих областях мы были первыми, у нас есть мировые рекорды. Но нет коротких путей к успеху.



Для сохранения наших позиций требуется проведение исследований и инновационных разработок с использованием богатого опыта, накопленного за многие годы. Одна из движущих сил нашей исследовательской работы – стремление удовлетворить новые и постоянно растущие требования со стороны электротехнической промышленности и развивающегося рынка электроэнергетики. Сегодня мы ставим перед собой задачи, решения которых потребуются нашим заказчикам завтра.

Линии изготовления по заказу

У нас опыт и умение находятся в тесном содружестве. Мы производим кабели уже в течение 120 с лишним лет и с самого начала мы – одни из ведущих производителей. Наши заводы – в числе самых современных во всем мире, наша передовая система обеспечения качества ничего не оставляет на волю случая. Каждый миллиметр кабеля должен быть совершенным. Мы проектируем и изготавливаем кабели по международным стандартам и/или согласно спецификациям наших заказчиков.

В данной брошюре в основном представлены кабельные системы с СПЭ-изоляцией для прокладки в земле и на воздухе.



Кабели с СПЭ-изоляцией – конструкция, монтаж и испытания

СПЭ-кабель

Одно- и трехжильные кабели с изоляцией из СПЭ включают в себя следующие элементы:

- Жилы
 - Медные или алюминиевые скрученные уплотненные жилы
 - Медные секторные жилы
 - Медные или алюминиевые профильные жилы
 - Продольная герметизация жилы
- Система изоляции из сшитого ПЭ с тройной экструзией и сухой полимеризацией
- Металлический экран
 - Медный проволочный экран
 - Медный ленточный экран
 - Поперечная герметизация экрана
 - Алюмополимерная лента
 - Меднополимерная лента
 - Свинцовая оболочка
 - Продольная герметизация экрана
- Неметаллическая наружная оболочка
 - полиэтилен
 - ПВХ пластикат
 - Безгалогенный материал, не распространяющий горение
 - Токопроводящий слой, экструдированный поверх оболочки для ее специальной проверки
- Броня
 - Однопроволочная броня
 - Двухпроволочная броня



Арматура для СПЭ-кабелей

Номенклатура кабельной арматуры для систем кабелей с СПЭ-изоляцией производства компании АББ:

- Прямые соединительные муфты и муфты со встроенным устройством для транспозиции экрана
- Переходные муфты для соединений кабелей с СПЭ-изоляцией с маслонаполненными кабелями
- Наружные концевые муфты с фарфоровыми и силиконовыми изоляторами
- Экранированные съемные кабельные наконечники для переключающих устройств и трансформаторов
- Концевые муфты для присоединения к трансформаторам и КРУЭ
- Устройства для заземления и транспозиции
- Системы датчиков распределения температуры
- встроенный оптоволоконный кабель для контроля и передачи данных, вместо отдельно прокладываемого такого же кабеля. Особенно удобен для трехжильных подводных кабелей.

Более подробная информация о нашей кабельной арматуре содержится на сайте www.abb.com



Монтаж СПЭ-кабелей

Монтаж кабельных систем в основном заключается в подготовке траншеи, протягивании кабеля, закреплении кабеля и монтажа арматуры. Дипломированные монтажники АББ квалифицировано выполняют работу, необходимую для обеспечения надежной работы кабельной системы.

АББ имеет большой положительный опыт применения различных технологий монтажа, включая прокладку непосредственно в грунте, в трубах, шахтах, лотках, туннелях, подводную прокладку, а также применения таких технологий как направленное бурение, поддомкрачивание труб и т.д.



Испытание кабельных систем с СПЭ-изоляцией

Стандартные периодические испытания, испытания на образцах, типовые испытания и испытания после прокладки, как правило, проводятся в соответствии со стандартами МЭК. Также могут применяться и другие международные и национальные стандарты по соглашению между производителем и заказчиком.

Периодические испытания кабельных систем с СПЭ-изоляцией и арматуры

- Измерение уровня частичных разрядов.
- Высоковольтные испытания параметров изоляции
- Электрические испытания наружной оболочки, если таковые требуются
- Визуальная проверка

Испытания на образцах

Испытания на образцах проводят с периодичностью, требуемой соответствующими стандартами МЭК.

- Проверка жилы
- Проверка электрического сопротивления жилы
- Проверка геометрических параметров жилы
- Определение емкостных характеристик кабеля
- Проверка степени полимеризации изоляционных материалов
- Электрические испытания

Испытания после прокладки

- Испытание наружной оболочки постоянным током
- Испытание изоляции переменным напряжением



Стандарты

Кабель с СПЭ-изоляцией производства АББ полностью отвечает требованиям, установленным международными и национальными стандартами. Некоторые из них перечислены ниже.

МЭК

Стандарты МЭК на системы кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена входят в число многих других принятых стандартов. Считается, что стандарты МЭК выражают согласованное мнение различных стран.

В число наиболее часто используемых стандартов входят:

МЭК 60228

Жилы изолированных кабелей.

МЭК 60827

Электрические кабели. Расчет номинального тока.

МЭК 60332

Испытания на электрических кабелях в условиях пожара.

МЭК 60502

Силовые кабели с экструдированной изоляцией и арматура к ним на номинальные напряжения от 1 кВ ($U_m = 1,2$ кВ) до 30 кВ ($U_m = 36$ кВ).

МЭК 60840

Силовые кабели с экструдированной изоляцией и арматура к ним на номинальные напряжения свыше 30 кВ ($U_m = 36$ кВ) до 150 кВ ($U_m = 170$ кВ). Методы испытания и требования.

МЭК 60853

Расчет циклических и аварийных значений тока в кабелях.

МЭК 61443

Предельно допустимая температура при коротких замыканиях электрических кабелей на номинальные напряжения свыше 30 кВ ($U_m = 36$ кВ)

МЭК 62067

Силовые кабели с экструдированной изоляцией и арматура к ним на номинальное напряжение свыше 150 кВ ($U_m = 170$ кВ) до 500 кВ ($U_m = 550$ кВ). Методы испытаний и требования.

CENELEC

В Европе стандарты на кабель издаются CENELEC (Европейским комитетом по стандартизации в области электротехники). Как правило, эти стандарты являются внедрением спецификаций МЭК. В зависимости

от национальных условий могут встречаться особенности конструкций.

HD 620

Распределительные кабели с экструдированной изоляцией на номинальные напряжения от 3,6/6 (7,2 кВ) до 20,8/36 (42) кВ включительно.

HD 632

Силовые кабели с экструдированной изоляцией и арматура к ним на номинальное напряжение свыше 36 кВ ($U_m = 42$ кВ) до 150 кВ ($U_m = 170$ кВ). Часть 1 – Общие требования к испытаниям.

Часть 1 основана на МЭК 60840 и строго следует требованиям этого стандарта.

В HD 632 добавлен ряд дополнительных частей и подразделов, применяемых в особых условиях, которые могут отличаться в различных странах Европы.

ICEA

Требования на кабели в Северной Америке часто устанавливаются в соответствии с ICEA (Ассоциация инженеров по изолированным кабелям)

S-97-682

Стандарт на экранированные силовые кабели для энергоснабжения на номинальное напряжение 5-46 кВ.

Стандарты ИСО

АББ имеет хорошо разработанную систему качества и управления природопользования, которая ставит на первое место потребности и желания заказчиков. Наша система соответствует требованиям ИСО 9001 и ИСО 14001 и сертифицирована Международным бюро проверки качества.

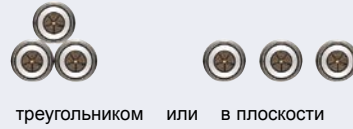
Сертификат качества ISO 14001 и ISO 9001



Способы прокладки

Расположение треугольником и в плоскости

Группу кабелей с СПЭ-изоляцией можно расположить треугольником или в плоскости. Выбор зависит от ряда факторов: метода заземления экрана, сечения жил и имеющегося в наличии места для монтажа.

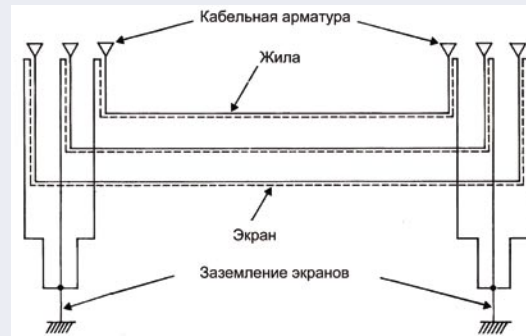


Заземление металлических экранов

При проектировании кабельной системы могут быть выбраны различные методы заземления металлических оболочек. Ниже приводятся обычные методы заземления:

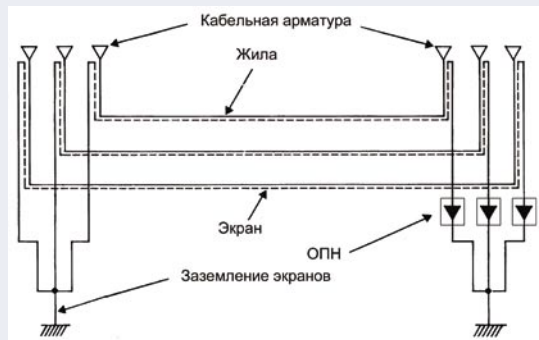
Заземление с обеих сторон

Система с заземлением с обеих сторон представляет собой контур для протекания емкостных токов в нормальных условиях. Это вызывает потери в экране, что уменьшает пропускную способность системы по току. Эти потери меньше в кабелях, проложенных треугольником по сравнению с кабелями, проложенных в плоскости.



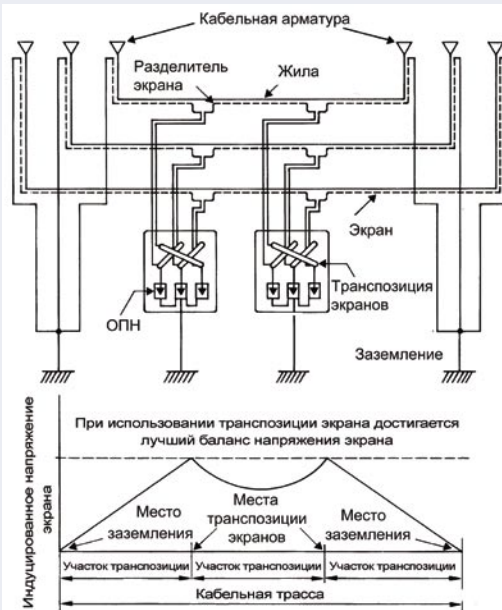
Заземление с одной стороны

Система с заземлением с одной стороны представляет собой разомкнутый контур, не позволяющий протекание емкостных токов. В этом случае между экранами прилегающих фаз кабельной линии и между экраном и землей индуцируется напряжение, но ток при этом не протекает. Это индуцированное напряжение пропорционально длине кабеля и току. Заземление с одной стороны может применяться только на небольших участках кабельной линии, так как допустимое напряжение на экране ограничивает длину.



Заземление с транспозицией экранов

Система с транспозицией экранов представляет собой электрически непрерывный контур, проходящий от одного конечного заземления до другого. При этом контур разделен на секции, которые соединены перекрестно. Это позволяет устранить протекание емкостных токов по экрану. Максимальное индуцированное напряжение появляется в устройствах транспозиции экранов. Этот метод обеспечивает такую же пропускную способность по току, как и при заземлении с одной стороны, но при этом протяженность кабельной линии может быть длиннее. Этот метод требует установки разделителей экранов и дополнительных устройств транспозиции.



Нагрузочные характеристики

Кабели с изоляцией из сшитого ПЭ должны иметь жилы с сечением, адекватным требованиям системы по пропускной способности. Потери энергии можно сократить путем увеличения сечения жил.

Потери под нагрузкой в основном составляют омические потери в проводнике и металлическом экране. Непрерывная нагрузка на кабели с СПЭ-изоляцией может прилагаться вплоть до температуры проводника 90°C. Однако лучше ограничить рабочую температуру примерно 65°C, чтобы иметь запас по нагрузке, уменьшить потери и избежать возможной термической нестабильности вследствие высушивания прилегающей почвы.

Диэлектрические потери в СПЭ-изоляции происходят также и без нагрузки. Эти потери зависят от приложенного рабочего напряжения и должны учитываться при напряжениях свыше 100 кВ.

Диэлектрические потери в кабелях с СПЭ-изоляцией меньше чем в кабелях с изоляцией из этилпропиленовой резины.

В таблице 1 приведены длительно допустимые токи для трехжильного кабеля, а в таблицах 2-5 – для одножильного кабеля. Расчет длительно допустимых токов производится согласно МЭК 60287 при соблюдении следующих условий:

- Один многожильный кабель или одна трехфазная группа одножильных кабелей
- Температура грунта 20°C
- Температура окружающего воздуха 35°C
- Глубина прокладки L 1.0 м
- Расстояние «s» между осями кабелей, проложенными в плоскости 70 мм + D_e
- Термическое сопротивление грунта 1.0 Км/Вт

Поправочные коэффициенты для одножильных кабелей приведены в таблицах 6-14.

Длительно допустимый ток для трехжильного кабеля, А

Таблица 1

Сечение жилы мм ²	Номинальное напряжение до 220 кВ							
	Алюминиевая жила				Медная жила			
	В земле		В воздухе		В земле		В воздухе	
	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C
16	74	89	60	82	96	115	78	105
25	95	115	80	110	120	145	105	140
35	115	135	97	130	145	175	125	170
50	135	160	120	165	175	210	155	210
70	165	195	145	195	210	250	185	250
95	195	230	170	230	250	300	220	290
120	220	265	200	270	285	340	255	345
150	245	295	225	300	315	380	285	390
185	280	335	255	345	355	430	325	440
240	320	385	300	400	410	495	380	515
300	365	435	335	455	460	555	430	580
400	410	490	385	525	515	625	490	680
500	465	560	445	610	580	700	560	780
630	525	635	510	705	640	785	635	890
800	585	715	585	810	705	865	715	1000
1000	645	785	655	915	755	935	785	1100

Длительно допустимый ток для одножильных кабелей, А

Таблица 2

Номинальное напряжение 10-70 кВ, алюминиевая жила - сечение экрана 25 или 35 мм ²																
Площадь сечения жилы	Кабели, проложенные в земле								Кабели, проложенные в воздухе							
	в плоскости ●●●				треугольником ●●				в плоскости ●●●				треугольником ●●			
	Транспозиция экранов		Заземление с двух сторон		Транспозиция экранов		Заземление с двух сторон		Транспозиция экранов		Заземление с двух сторон		Транспозиция экранов		Заземление с двух сторон	
мм ²	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C
95	220	265	215	260	210	250	210	250	230	310	225	305	200	270	200	270
120	250	300	245	295	235	285	240	285	265	355	260	350	230	310	230	315
150	280	335	270	325	265	320	265	320	305	410	290	395	260	355	260	355
185	320	380	300	365	300	360	300	360	350	470	330	445	300	405	300	405
240	370	445	345	420	350	420	350	420	410	555	380	520	355	480	350	480
300	420	500	385	465	395	475	390	470	475	640	430	590	405	550	400	550
400	480	575	430	520	455	545	445	540	555	745	490	675	470	645	465	635
500	550	660	480	585	520	620	505	610	645	870	555	765	550	750	540	735
630	630	755	530	650	590	710	570	690	750	1020	630	870	635	870	620	850
800	710	855	580	710	665	805	640	775	870	1180	700	975	730	1005	705	975
1000	795	960	625	775	740	895	700	855	995	1350	770	1080	830	1140	795	1100
1200	860	1040	660	815	795	965	750	915	1095	1490	820	1155	905	1245	855	1190
1400	920	1115	685	855	845	1030	790	965	1190	1620	870	1225	975	1345	915	1275
1600	970	1175	710	885	890	1080	820	1005	1265	1730	905	1285	1030	1425	965	1350
2000	1060	1285	745	930	960	1170	875	1075	1410	1930	965	1380	1135	1575	1050	1470

Таблица 3

Номинальное напряжение 10-70 кВ, медная жила – сечение экрана 25 или 35 мм ² , сегментная жила сечением 1200 мм ² и больше																
Площадь сечения жилы	Кабели, проложенные в земле								Кабели, проложенные в воздухе							
	в плоскости ●●●				треугольником ●●				в плоскости ●●●				треугольником ●●			
	Транспозиция экранов		Заземление с двух сторон		Транспозиция экранов		Заземление с двух сторон		Транспозиция экранов		Заземление с двух сторон		Транспозиция экранов		Заземление с двух сторон	
мм ²	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C
95	285	340	275	330	270	320	270	325	295	400	285	390	255	350	255	350
120	325	380	310	370	305	365	305	365	340	460	325	440	295	400	295	400
150	360	435	340	410	345	410	340	410	390	525	360	495	335	455	335	455
185	410	490	375	455	385	465	385	460	445	600	405	555	385	520	380	520
240	475	570	425	515	450	540	440	530	525	710	465	640	450	615	445	610
300	535	645	465	570	505	610	495	600	605	820	520	720	515	705	505	695
400	610	735	515	630	575	690	560	675	705	955	585	815	595	815	580	800
500	695	835	565	695	650	785	625	760	815	1105	655	910	690	945	665	915
630	790	950	615	760	735	885	695	845	945	1285	725	1015	790	1085	755	1045
800	885	1070	660	820	815	990	765	930	1080	1470	795	1120	895	1225	845	1175
1000	975	1180	700	870	890	1080	820	1005	1215	1660	855	1215	995	1375	930	1295
1200	1130	1365	755	945	1060	1280	930	1145	1450	1965	955	1360	1215	1670	1090	1520
1400	1220	1475	785	985	1140	1380	980	1210	1590	2160	1010	1440	1325	1825	1170	1640
1600	1300	1570	810	1015	1205	1465	1025	1265	1720	2340	1055	1510	1420	1960	1240	1740
2000	1425	1730	840	1060	1315	1600	1085	1345	1915	2620	1110	1595	1570	2175	1335	1885

Таблица 4

Номинальное напряжение 110-500 кВ, алюминиевая жила – сечение экрана 95 мм ²																
Площадь сечения жилы	Кабели, проложенные в земле								Кабели, проложенные в воздухе							
	в плоскости ●●●				треугольником ●●●				в плоскости ●●●				треугольником ●●●			
	Транспозиция экранов		Заземление с двух сторон		Транспозиция экранов		Заземление с двух сторон		Транспозиция экранов		Заземление с двух сторон		Транспозиция экранов		Заземление с двух сторон	
мм ²	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C
300	415	495	365	445	395	475	385	460	465	625	415	565	410	550	400	540
400	470	565	410	500	450	540	435	525	535	715	470	640	475	640	460	625
500	540	645	455	555	515	620	490	595	620	835	530	725	550	745	530	720
630	620	740	500	610	590	710	550	670	730	975	595	820	640	865	605	830
800	700	845	540	665	670	805	610	745	840	1130	660	910	735	995	685	940
1000	785	950	585	720	745	900	670	820	960	1295	720	1005	830	1135	765	1055
1200	850	1025	610	755	805	970	710	870	1055	1420	765	1070	905	1235	825	1140
1400	910	1100	635	785	855	1040	745	915	1140	1545	805	1125	975	1335	880	1220
1600	960	1165	655	815	900	1095	775	955	1220	1650	835	1170	1035	1420	925	1285
2000	1050	1275	685	855	975	1190	820	1015	1355	1840	885	1250	1140	1570	1000	1395

Таблица 5

Номинальное напряжение 110-500 кВ, медная жила – сечение экрана 95 мм ² , сегментная жила сечением 1200 мм ² и больше																
Площадь сечения жилы	Кабели, проложенные в земле								Кабели, проложенные в воздухе							
	в плоскости ●●●				треугольником ●●●				в плоскости ●●●				треугольником ●●●			
	Транспозиция экранов		Заземление с двух сторон		Транспозиция экранов		Заземление с двух сторон		Транспозиция экранов		Заземление с двух сторон		Транспозиция экранов		Заземление с двух сторон	
мм ²	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C
300	530	640	440	535	505	610	480	580	600	805	500	685	525	710	500	685
400	600	720	485	595	575	690	540	650	680	915	565	775	605	820	575	785
500	685	825	530	650	655	785	600	730	790	1060	625	860	695	945	650	895
630	780	940	570	705	740	890	660	810	915	1235	685	950	800	1085	735	1010
800	870	1055	610	755	825	995	720	885	1045	1415	745	1040	905	1235	815	1130
1000	960	1165	645	800	900	1095	770	950	1175	1590	800	1125	1005	1380	895	1245
1200	1115	1345	690	860	1060	1280	855	1055	1395	1880	880	1240	1210	1650	1025	1425
1400	1205	1455	715	890	1145	1385	895	1110	1530	2065	920	1300	1320	1800	1090	1525
1600	1280	1550	735	920	1215	1470	930	1155	1655	2235	960	1355	1420	1940	1150	1615
2000	1410	1705	765	955	1320	1605	980	1220	1845	2500	1000	1425	1565	2145	1230	1740
2500	1540	1875	795	1000	1445	1755	1025	1285	2095	2845	1065	1515	1750	2410	1330	1890
3000	1640	1995	820	1025	1530	1865	1055	1330	2280	3105	1100	1575	1885	2600	1400	1990

Поправочные коэффициенты

Поправочный коэффициент на сечение экрана

Применяется к одножильным кабелям проложенным треугольником. Экраны имеют заземление с двух сторон. При заземлении с одной стороны или при транспозиции экранов поправочный коэффициент на сечение экрана не применяется.

Таблица 6 10-70 кВ, экран сечением 35 мм²

Поправочный коэффициент к таблицам 2 и 3								
Жила, мм ²		Медный экран, мм ²						
Al	Cu	25	35	50	95	150	240	300
300		1.00	1	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95
500	300	1.00	1	0.99	0.97	0.95	0.93	0.93
800	500	1.01	1	0.99	0.96	0.93	0.90	0.90
1200	630	1.01	1	0.99	0.95	0.92	0.89	0.88
2000	800	1.01	1	0.98	0.94	0.91	0.87	0.86
	1200	1.02	1	0.97	0.91	0.85	0.81	0.80
	2000	1.03	1	0.96	0.88	0.82	0.77	0.76
	3000	1.03	1	0.96	0.88	0.82	0.76	0.75

Таблица 7 110-500 кВ, экран сечением 95 мм²

Поправочный коэффициент к таблицам 4 и 5								
Жила, мм ²		Медный экран, мм ²						
Al	Cu	25	35	50	95	150	240	300
300		1.02	1.02	1.01	1	0.99	0.98	0.97
500	300	1.03	1.03	1.02	1	0.98	0.96	0.96
800	500	1.05	1.04	1.03	1	0.97	0.94	0.94
1200	630	1.06	1.05	1.04	1	0.97	0.93	0.92
2000	800	1.07	1.06	1.04	1	0.96	0.92	0.91
	1200	1.12	1.1	1.07	1	0.94	0.89	0.88
	2000	1.16	1.13	1.09	1	0.93	0.87	0.86
	3000	1.17	1.14	1.10	1	0.93	0.87	0.85

1 мм² медного экрана эквивалентен: 1,66 мм² алюминиевой оболочки
12,40 мм² свинцовой оболочки

Поправочные коэффициенты при прокладке в земле

Таблица 8

Поправочный коэффициент на глубину прокладки	
Глубина прокладки, м	Поправочный коэффициент
0.50	1.10
0.70	1.05
0.90	1.01
1.00	1.00
1.20	0.98
1.50	0.95

Таблица 9

Поправочный коэффициент на температуру грунта								
Температура жилы, °C	Температура почвы, °C							
	10	15	20	25	30	35	40	45
90	1.07	1.04	1	0.96	0.93	0.89	0.84	0.80
65	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.74	0.66

Таблица 10

Поправочный коэффициент на термическое удельное сопротивление грунта							
Терм. удельное сопротивление, км/Вт	0.7	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0
Поправочный коэффициент	1.14	1.00	0.93	0.84	0.74	0.67	0.61

Таблица 11

Поправочный коэффициент на межфазное расстояние Групповая прокладка в плоскости с транспозицией экранов или заземлением с одной стороны							
Межфазное расстояние, мм	D _e	D _e +70	200	250	300	350	400
Поправочный коэффициент	0.93	1	1.03	1.05	1.07	1.08	1.10

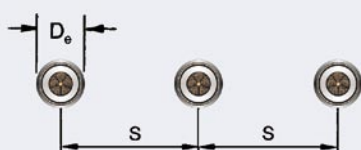
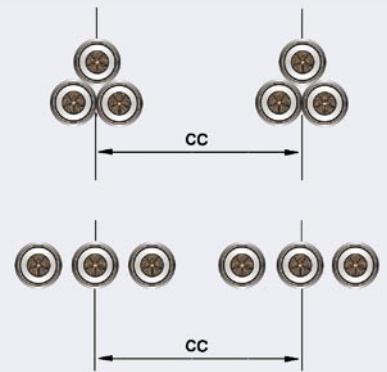


Таблица 12

Поправочный коэффициент для групповой прокладки кабелей в земле Один трехжильный кабель эквивалентен трем одножильным кабелям									
Расстояние СС между группами, мм	Число групп								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	1	0.76	0.67	0.59	0.55	0.51	0.49	0.47	0.46
200	1	0.81	0.71	0.65	0.61	0.49	0.56	0.53	0.52
400	1	0.85	0.77	0.72	0.69	0.66	0.64	0.63	0.62
600	1	0.88	0.81	0.77	0.74	0.72	0.71	0.70	0.69
800	1	0.90	0.84	0.81	0.79	0.77	0.76	0.75	0.75
2000	1	0.96	0.93	0.92	0.91	0.91	0.91	0.90	0,90



Поправочный коэффициент на кабели, проложенные в трубах в земле

Поправочный коэффициент для одножильных кабелей, частично проложенных в отдельных трубах, применяется только тогда, когда участок кабельной линии между точками заземления экрана 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.

Таблица 13

Поправочный коэффициент для кабелей, проложенных в трубах в земле			
Одножильные кабели, частично проложенные в отдельных трубах	Одножильные кабели в отдельных трубах	Одножильные кабели в общей трубе	Трехжильный кабель в трубе
0.94	0.90	0.90	0.90

Поправочный коэффициент на кабели, проложенные в воздухе

Таблица 14

Поправочный коэффициент на температуру окружающего воздуха											
Температура воздуха, °С	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Поправочный коэффициент	1.28	1.24	1.19	1.15	1.10	1.05	1.0	0.95	0.89	0.83	0.77

Пример применения поправочных коэффициентов

Две группы кабелей с СПЭ-изоляцией на напряжение 60 кВ с алюминиевыми жилами 1x500/150 мм², проложенные в земле треугольником. Экраны заземлены с двух сторон, температура жилы 90°C. В таблице 2 приводится номинальный ток 610 А без поправки.

	Таблица	Поправочный коэффициент
Ном. ток	610 А	2
Площадь экрана	150 мм ²	6
Глубина прокладки	1,5 м	8
Температура грунта	30°C	9
Термическое удельное сопротивление	1,5 км/Вт	10
Расстояние между группами (2 группы)	400 мм	12

Скорректированный ном. ток на группу

$$610 \times 0.95 \times 0.95 \times 0.93 \times 0.84 \times 0.85 = 365 \text{ А}$$

Следует отметить, что поправочные коэффициенты дают хорошие ориентировочные данные при проектировании будущих цепей. Как только будет определена конфигурация цепи, следует провести точный расчет.

Перегрузка

Кабель с СПЭ-изоляцией может подвергаться перегрузкам с температурой свыше 90°C, но как можно реже, при этом температура жилы может достигать 105°C. Отдельные аварийные перегрузки не нанесут значительных повреждений кабелю. Тем не менее, частота и длительность таких перегрузок должны быть сведены к минимуму. Циклические и аварийные номинальные значения можно рассчитать по МЭК 60853.

Токи короткого замыкания

Максимально допустимая температура жилы и экрана/металлической оболочки в условиях короткого замыкания определяют с учетом прилегающей изоляции и материала оболочки. Это устанавливается МЭК 61443 «Предельные значения температуры короткого замыкания электрических кабелей на номинальное напряжение свыше 30 кВ (U_m = 36 кВ)». При монтаже кабеля следует принимать во внимание динамические силы возникающие между фазами

Максимальные токи короткого замыкания вследствие термических ограничений

Нагрев, возникающий во время короткого замыкания, определяют по величине и длительности короткого замыкания. При проектировании применяют эквивалентный ток короткого замыкания длительностью 1 с., в соответствии с нижеприведенной формулой. Эта формула применима для длительности короткого замыкания от 0,2 до 5 с.

$$I_{кз} = \frac{I_1}{\sqrt{t_{кз}}}$$

$I_{кз}$ = ток короткого замыкания в течение $t_{кз}$
 I_1 = ном. ток короткого замыкания в течение 1 секунды.
 Значения 1-сек. тока КЗ указаны в таблице 15 для жилы и в таблице 16 для металлического экрана.
 $t_{кз}$ = длительность короткого замыкания.

Для кабеля с СПЭ-изоляцией максимально допустимая температура жилы при коротком замыкании составляет 250°C.

Таблица 15

Макс. ток короткого замыкания по жиле в течение 1 с, кА				
Температура проводника до короткого замыкания				
Площадь сечения	Алюминиевая жила		Медная жила	
	65°C	90°C	65°C	90°C
25	2.6	2.4	3.9	3.6
35	3.6	3.3	5.5	5.0
50	5.2	4.7	7.8	7.2
70	7.2	6.6	11.0	10.0
95	9.8	9.0	14.9	13.6
120	12.4	11.3	18.8	17.2
150	15.5	14.2	23.5	21.5
185	19.2	17.5	29.0	26.5
240	24.8	22.7	37.6	34.5
300	31.1	28.3	47.0	42.9
400	41.4	37.8	62.7	57.2
500	51.8	47.2	78.4	71.5
630	65.2	59.5	98.7	90.1
800	82.8	75.6	125	114
1000	104	94.5	157	143
1200	124	113	188	172
1400	145	132	219	200
1600	166	151	251	229
2000	207	189	313	286
на мм ²	0.104	0.0945	0.157	0.143

Температура медных экранов может достигать 250°C, не повреждая материал прилегающей изоляции. При начальной температуре 50°C это соответствует плотности тока 165 А/мм² в течение 1 с. (В других условиях допускаются повышенные и пониженные плотности тока).
 Температура для свинцовых оболочек при коротком замыкании ограничена 210°C. При начальной температуре 50°C это соответствует плотности тока 28 А/мм² в течение 1 с.

Таблица 16

Макс. ток короткого замыкания по экрану в течение 1 с, кА			
Сечение металлического экрана, мм ²		Температура экрана до короткого замыкания	
Медный экран	Свинцовая оболочка	50°C	70°C
16	94	2.6	2.4
25	147	4.1	3.8
35	206	5.8	5.4
50	295	8.3	7.7
95	560	16	15
150	884	25	23
300	1768	50	46
на мм ² для меди		0.165	0.153
	на мм ² для свинца	0.028	0.026

Динамические силы при коротком замыкании

В случае короткого замыкания помимо термического фактора следует учитывать также динамические силы в кабеле.

Динамическое напряжение возникает вследствие динамического эффекта параллельно проложенных кабелей, проводящих ток.

Динамические силы между двумя проводниками можно рассчитать по формуле:

$$F = \frac{0.2}{s} \cdot I_{уд}^2$$

где $I_{уд} = 2,5 I_{кз}$ (кА),
 $I_{кз}$ = ток короткого замыкания (кА),
 s = расстояние между осями кабелей (м),
 F = макс. сила (Н/м).

Кабельные барабаны

Стандартными являются деревянные барабаны. В отдельных случаях могут применяться металлические. Для специальных целей можно приобрести как деревянные, так и металлические барабаны с параметрами, отличающимися от нижеприведенных.

Таблица 17

Кабельные длины на стандартных деревянных барабанах K14-K30 и металлических барабанах St 28-St 34																				
Диаметр кабеля	Деревянный барабан									Металлический барабан										
	мм	K14	K16	K18	K20	K22	K24	K26	K28	K30	St28	St30	St32	St34	St35	St36	St37	St38	St39	St40
36	570	760	850	1155	1560	2090	2860	4000	5800	4600	6080	7670	9350	9930	11130	11750	13000	13600	14900	17700
38	470	630	820	1075	1290	1780	2490	3600	4900	4300	5335	6830	8420	8970	10110	10700	11200	12500	13100	15700
40	450	610	690	900	1100	1560	2220	3200	4400	3700	5085	6030	7530	8050	9130	9680	10250	11400	12000	14500
42	430	500	660	870	1070	1510	2160	3100	3950	3600	4485	5850	6820	7320	8350	8880	9400	9900	11100	12900
44	340	480	530	720	1030	1310	1830	2800	3900	3000	3830	5100	6000	6475	7400	7940	8450	8900	9500	11740
46	330	450	510	690	860	1260	1780	2430	3460	2900	3695	4500	5800	6260	6720	7200	7690	8100	8600	10840
48	310	360	480	660	820	1070	1540	2360	3130	2450	3175	4340	5170	5600	6040	6490	6950	7400	7900	9960
50		360	400	550	670	1020	1490	2090	2820	2410	3120	3880	4670	5090	5520	5960	6410	7300	7800	9330
52		340	385	530	670	910	1280	1830	2750	2300	2990	3720	4490	4890	5300	6730	6165	6600	7060	8500
54		320	360	505	640	870	1280	1775	2450	1880	2520	3200	3920	4300	4680	5080	5490	5900	6340	7690
56		260	360	475	610	825	1090	1715	2380	1840	2470	3130	3850	4220	4600	5600	4990	5400	5810	7120
58		240	275	385	510	720	1040	1550	2090	1800	2410	2740	3410	3775	4140	4510	4900	5300	5710	6560
60			275	365	480	680	990	1490	2030	1760	2050	2680	3340	3690	4050	4050	4430	4800	5200	6450
62			250	365	480	680	460	1270	1770	1390	1940	2540	2850	3170	3500	3850	4200	4570	4570	5730
64			250	345	450	545	825	1270	1730	1350	1890	2180	2780	3100	3420	3420	3675	4100	4470	5220
66			240	345	370	545	825	1230	1535	1320	1575	2125	2710	2710	3020	3340	3675	4000	4010	5100
68			240	320	345	515	785	1025	1475	1280	1530	2060	2340	2640	2940	3250	3250	3580	3910	4610
70				250	345	515	670	1030	1475	1280	1530	2060	2340	2640	2940	2960	3250	3600	3910	4610
72				250	345	480	635	985	1260	1010	1490	1750	2290	2290	2580	2880	3190	3190	3510	4190
74				250	320	400	635	985	1260	980	1440	1690	1950	2230	2510	2800	2800	3100	3420	4080
76				230	320	400	625	810	1210	940	1170	1640	1890	2160	2430	2430	2720	3000	3010	3630
78				230	320	400	600	810	1210	910	1130	1590	1830	2090	2090	2350	2635	2635	2920	3520
80					230	325	500	810	1015	910	1130	1360	1830	1840	2090	2350	2370	2635	2920	3520
82					230	325	470	775	1015	885	1090	1310	1540	1780	2030	2030	2295	2560	2560	3140
84					210	300	470	660	1015	880	1090	1310	1540	1780	2030	2030	2295	2310	2560	3140
86					210	300	470	615	965	660	1050	1270	1490	1720	1720	1970	2220	2220	2495	3050
88					210	275	440	615	840	630	820	1220	1430	1430	1660	1890	1890	2140	2140	2670
90					210	275	440	615	840	630	820	1220	1430	1430	1660	1670	1890	2140	2140	2670
92							355	585	800	610	785	970	1380	1380	1600	1600	1835	1835	2070	2580
94							325	585	800	610	785	970	1180	1380	1390	1600	1835	1835	2070	2340
96							325	485	755	585	755	930	1130	1330	1330	1540	1540	1760	1760	2240
98							325	485	640	580	755	930	1130	1330	1330	1540	1540	1760	1760	2240
100							325	455	640	580	755	930	1130	1140	1330	1340	1540	1760	1760	2240
102										560	725	900	1080	1080	1280	1280	1490	1490	1710	1930
104										560	725	900	1080	1080	1280	1280	1490	1490	1710	1930
106										385	530	690	860	1040	1040	1230	1230	1430	1430	1860
108										380	530	690	860	1040	1040	1230	1230	1430	1430	1860
110										380	530	690	860	1040	1040	1230	1230	1430	1430	1860
112										365	505	660	820	990	990	990	1180	1180	1370	1570
114										360	505	660	820	820	990	990	1180	1180	1370	1570
116										360	505	660	820	820	990	990	1180	1180	1370	1570
118										345	480	625	785	780	950	950	1120	1120	1120	1500
120										340	480	625	785	780	950	950	950	1120	1120	1500
122										340	480	625	785	780	790	950	950	1120	1120	1320
124										325	450	595	595	740	740	900	900	1070	1070	1250
126										325	450	595	595	740	740	900	900	900	1070	1250
128										325	450	450	595	740	740	750	900	900	1070	1250
130										325	450	450	595	740	740	750	900	900	1070	1250
132										305	305	430	560	560	700	700	850	850	850	1190
134										305	305	430	560	560	700	700	850	850	850	1190

Таблица 18

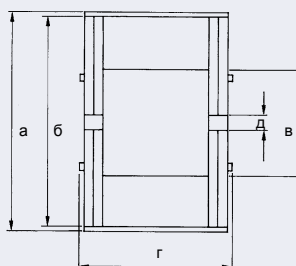
Размеры и вес деревянных барабанов										
		Тип барабана								
		K14	K16	K18	K20	K22	K24	K26	K28	K30
Объем	м³	2.14	2.86	3.58	5.12	6.15	7.36	10.56	13.88	17.15
Вес барабана, вкл. вес обшивки	кг	185	275	320	485	565	625	1145	1460	1820
а. Диаметр, вкл. обшивку	мм	1475	1675	1875	2075	2275	2475	2700	2900	3100
б. Диаметр щеки	мм	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000
в. Диаметр шейки	мм	800	950	1100	1300	1400	1400	1500	1500	1500
г. Общая ширина	мм	982	1018	1075	1188	1188	1200	1448	1650	1800
д. Диаметр отверстия под шпindelь	мм	106	106	131	131	131	131	132	132	132

Размеры и вес металлических барабанов												
		Тип барабана										
		St 28	St 30	St 32	St 34	St 35	St 36	St 37	St 38	St 39	St 40	St 43
Объем	м³	20,6	23,5	26,6	28,9	31,6	33,4	35,2	37	38,9	40,9	47,1
Вес барабана, вкл. вес обшивки	кг	1500	1700	2200	2600	2700	2800	3000	3100	3300	3500	4000
а. Диаметр, вкл. обшивку	мм	2930	3130	3330	3530	3630	3730	3830	3930	4030	4130	4430
б. Диаметр щеки	мм	2800	3000	3200	3400	3500	3600	3700	3800	3900	4000	4300
в. Диаметр шейки	мм	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
г. Общая ширина	мм	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400
д. Диаметр отверстия под шпindelь	мм	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

Большие и специальные барабаны

Имеются металлические барабаны с большими наружными диаметрами, однако при их применении следует учитывать транспортные ограничения. В зависимости от местных правил и условий могут потребоваться разрешения органов регулирования дорожного движения и специальные трейлеры с низкой посадкой.

Имеются также специальные деревянные барабаны с большим диаметром шейки и большей ширины.



- а) Диаметр, включая обшивку
- б) Диаметр щеки
- в) Диаметр шейки
- г) Общая ширина
- д) Диаметр отверстия под шпindelь

Испытание кабелей с СПЭ-изоляцией

Таблица 19 *

Ном. напряжение и соответствующее испытательное напряжение по МЭК				
Ном. напряжение	Тип испытания	Периодические испытания		
		Испытание напряжением переменного тока	Измерение уровня частичных разрядов	кВ
кВ	Импульсное напряжение	кВ	Продолжительность в мин.	
10	75	21	5	10
20	125	42	5	21
30	170	63	5	31
45	250	65	30	39
66	325	90	30	54
110	550	160	30	96
132	650	190	30	114
150	750	218	30	131
220	1050	318	30	190
275	1050	400	30	240
330	1175	420	60	285
400	1425	440	60	330
500	1550	580	60	435

Условия прокладки

Таблица 20

Мин. радиус изгиба для стандартных конструкций		
	Одножильный кабель	Трехжильный кабель
При прокладке	15 D _e	12 D _e
При монтаже	10 D _e	8 D _e

D – наружный диаметр кабеля.
У других конструкций могут быть другие радиусы изгиба.

Максимальные усилия тяжения

Не должны быть превышены следующие усилия тяжения:

- Алюминиевые жилы: 40 Н/мм² (4 кг/мм²)
- Медные жилы: 70 Н/мм² (7 кг/мм²).

* По соглашению могут проводиться испытания по другим стандартам.

Конструкция кабелей с СПЭ-изоляцией

Жилы

Таблица 21

МЭК				
Сечение жилы		Примерный диаметр	Макс. сопротивление постоянному току при 20°C, Ом/км	
мм ²	кр. милы		мм	алюминиевая
25	49	5.8	1.20	0.727
35	69	7.0	0.868	0.524
50	99	8.0	0.641	0.387
70	138	9.6	0.443	0.268
95	187	11.2	0.320	0.193
120	237	12.8	0.253	0.153
150	296	14.2	0.206	0.124
185	365	15.9	0.164	0.0991
240	474	18.0	0.125	0.0754
300	592	20.5	0.100	0.0601
400	789	23.1	0.0778	0.0470
500	987	26.4	0.0605	0.0366
630	1243	30.2	0.0469	0.0283
800	1579	33.9	0.0367	0.0221
1000	1973	37.9	0.0291	0.0176
1200	2368	44*	0.0247	0.0151
1600	3158	52*	0.0186	0.0113
2000	3944	56*	0.0149	0.0090
2500	4931	66*	0.0120	0.0072
3000	5920	72*	0.0100	0.0060

*для сегментной медной жилы включая ленты

Стандарты МЭК и ICEA

Жилы изготавливают по следующим стандартам:

МЭК – издание 60228, класс 2: Скрученные круглые или профильные жилы медные или алюминиевые.

ICEA – издание № S-97-682, далее нормативные требования по алюминию в ASTM B 400-18, по меди – в ASTM B 496-81.

Герметизация жил

При необходимости можно осуществить герметизацию жилы для достижения водонепроницаемости путем:

- добавления водонабухающего материала между проволоками жилы; этот материал превращается в гель в случае контакта с водой;
- добавления наполнителя между проволоками жилы.

Таблица 22

ICEA					
Сечение жилы			Примерный диаметр	Макс. сопротивление постоянному току при 20°C, Ом/км	
AWG	кр. милы	мм ²		мм	алюминиевая
4		21.2	5.4	1.36	0.830
2		32.6	6.8	0.857	0.521
1		42.4	7.6	0.680	0.413
1/0		53.5	8.5	0.539	0.328
2/0		67.4	9.6	0.428	0.261
3/0		85	10.7	0.383	0.206
4/0		107	12.1	0.269	0.164
	250	127	13.2	0.228	0.139
	300	152	14.5	0.190	0.116
	350	177	15.6	0.162	0.0990
	500	253	18.7	0.114	0.0695
	750	380	23.0	0.0759	0.0462
	1000	507	26.9	0.0563	0.0347
	1250	633	30.2	0.0454	0.0278
	1500	760	33.5	0.0380	0.0231
	1750	887	36.2	0.0325	0.0198
	2000	1013	38.0	0.0285	0.0173
	2500	1267	45*	0.0230	0.0140
	3000	1520	49*	0.0192	0.0117

1 Ом/100 футов = 3,28 Ом/км

Изоляция

Полупроводящий слой по жиле

Полупроводящий слой по жиле плотно связан с СПЭ-изоляцией путем экструзии. Для получения хороших электрических характеристик используется гладкий материал.

Изоляция из сшитого полиэтилена

Изоляция из сшитого полиэтилена накладывается одновременно с полупроводящим слоем по жиле и по изоляции методом тройной экструзии. Прилегающие поверхности между изоляцией и полупроводящими слоями не подвергаются внешнему воздействию ни на одной стадии изготовления. Высококачественные системы переработки материалов, тройная экструзия, сухой метод полимеризации и сверхчистые материалы для сшиваемого полиэтилена обеспечивают высокое качество изделий. Толщина изоляции определяется конструктивными электростатическими напряжениями

переменного тока и импульсными напряжениями. Фактическая толщина для различных уровней напряжений и размеров жил приведена в таблицах 23-39.

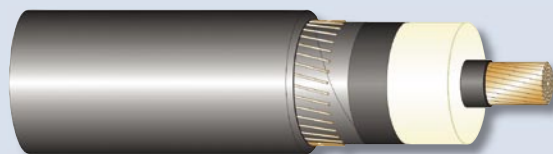
Полупроводящий слой по изоляции

Полупроводящий слой по изоляции плотно связанного с СПЭ-изоляцией путем экструзии. Материал полупроводящего слоя обладает высокой проводимостью. Для получения хороших электрических характеристик используется гладкий материал.

Металлический экран

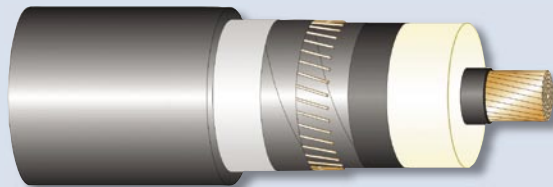
Медный проволочный экран, стандартная конструкция.

Экран из медной проволоки покрыт полимерной оболочкой.



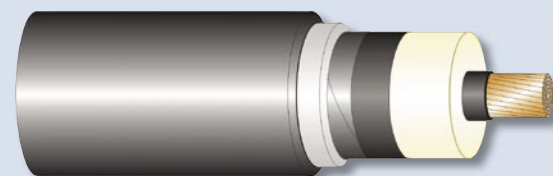
Медный проволочный экран с герметизацией

Для обеспечения поперечной герметизации используется металлополимерная лента. Как правило, в качестве металла используется алюминий, но также применяются и медь. Лента сваривается с полиэтиленовой оболочкой, что дает отличные механические свойства. Для продольной герметизации используется водонабухающий материал, который накладывается на медную проволоку, или водонабухающий порошок между проволоками экрана.



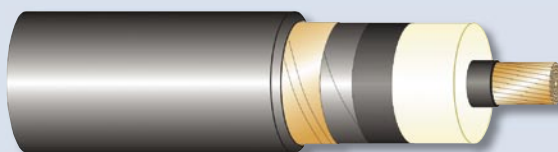
Свинцовая оболочка

Поперечная герметизация достигается за счет применения свинцовой оболочки, стойкой к коррозии. Продольная герметизация обеспечивается за счет водонабухающего материала, налагаемого под свинцовую оболочку.



Медный ленточный экран

Сечение экрана определяется геометрической площадью сечения медных лент.



Неметаллическая наружная оболочка

Для неметаллической наружной оболочки обычно используется полиэтилен или ПВХ. МЭК 60502 рекомендует толщину $t = 0,035 \times D + 1,0$ мм, где D – диаметр под оболочкой. При тяжелых условиях прокладки рекомендуется увеличить толщину оболочки. Чаще всего выбор падает на полиэтилен. ПВХ применяется, если существуют повышенные требования по нераспространению горения.

Наружный проводящий слой

Наружный проводящий слой облегчает проведение испытаний на неметаллической наружной оболочке. Это испытание необходимо проводить время от времени на заводе, после перевозки, непосредственно после укладки кабеля, после завершения установки или периодически во время эксплуатации для обеспечения физической целостности кабеля. Наружный проводящий слой, полученный путем одновременной экструзии вместе с непроводящей наружной оболочкой, обеспечивает отличные электрические и конструктивные качества.

Наружный слой, не распространяющий горение

На кабели с полиэтиленовой изоляцией может быть наложен безгалогенный и не распространяющий горения слой материала для прокладки кабелей внутри помещений и в туннелях.

Противопожарные свойства

После ряда серьезных пожаров было обращено серьезное внимание на противопожарные свойства кабелей. Опыт показывает, что сами кабели редко являются причиной возгорания. Однако при некоторых обстоятельствах кабельные линии оказывают влияние на интенсивность огня, распространяя пламя и являясь источником интенсивного едкого дыма. Считается, что кабели в оболочке из ПВХ пластика замедляют горение. Однако, как только загорается ПВХ, он образует пары соляной кислоты (HCl). Этот газ обладает высокой коррозионностью и вызывает раздражение органов дыхания. Кабели в стандартной наружной полиэтиленовой оболочке не образует при горении HCl, но они не замедляют горение. Для наружной оболочки оптимальным материалом служат специальные полиолефины со свойствами замедления горения, не содержащие хлор или другие галогены.



Технические характеристики СПЭ-кабелей, производства АББ

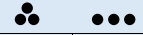
Сечение жилы	Диаметр жилы	Толщина изоляции	Диаметр по изоляции	Сечение экрана	Наружный диаметр кабеля	Вес кабеля (Al жила)	Вес кабеля (Cu жила)	Емкость	Зарядный ток на фазу при 50 Гц	Индуктивность	Волновое полное сопротивл.
мм ²	мм	мм	мм	мм ²	мм	кг/м	кг/м	мкФ/км	А/км	 мГ/км мГ/км	Ом

Таблица 23

Одножильные кабели на ном. напряжение 10 кВ ($U_m = 12$ кВ)												
50	8	3.4	16.4	16	24.0	0.7	1.0	0.26	0.5	0.41	0.73	23.5
70	9.6	3.4	18.0	16	26.0	0.7	1.2	0.29	0.5	0.39	0.70	20.8
95	11.2	3.4	19.6	25	28.0	0.9	1.5	0.33	0.6	0.37	0.67	18.4
120	12.6	3.4	21.0	25	29.0	1.0	1.8	0.35	0.6	0.36	0.64	17.1
150	14.2	3.4	22.6	35	31.0	1.3	2.2	0.39	0.7	0.34	0.63	15.4
185	15.9	3.4	24.2	35	32.0	1.4	2.5	0.42	0.8	0.33	0.61	14.2
240	18.1	3.4	26.5	35	35.0	1.6	3.1	0.47	0.8	0.32	0.59	12.7
300	20.4	3.4	28.8	35	38.0	1.9	3.7	0.52	0.9	0.31	0.57	11.5
400	23.2	3.4	31.6	35	41.0	2.2	4.7	0.57	1.0	0.30	0.55	10.4
500	26.2	3.4	35.2	35	44.0	2.6	5.7	0.65	1.2	0.29	0.53	9.5
630	29.8	3.4	38.8	35	48.0	3.1	7.0	0.72	1.3	0.28	0.51	8.6
800	33.7	3.4	42.7	35	53.0	3.7	8.6	0.80	1.5	0.28	0.49	7.7
1000	37.9	3.4	46.9	35	58.0	4.4	10.6	0.89	1.6	0.27	0.48	6.9
1200	44	3.4	54.8	35	64.0	5.1	12.5	1.05	1.9	0.26	0.46	6.5
1400	49	3.4	59.8	35	71.0	6.0	14.7	1.15	2.11	0.26	0.45	5.9
1600	52	3.4	62.8	35	74.0	6.7	16.6	1.21	2.2	0.26	0.44	5.6
2000	56	3.4	66.8	35	79.0	7.9	20.3	1.29	2.3	0.26	0.43	5.2

Таблица 24

Одножильные кабели на ном. напряжение 20 кВ ($U_m = 24$ кВ)												
50	8	5.5	20.6	16	29.0	0.8	1.1	0.18	0.7	0.45	0.74	32.4
70	9.6	5.5	22.2	16	30.0	0.9	1.4	0.20	0.7	0.42	0.70	29.0
95	11.2	5.5	23.8	25	32.0	1.1	1.7	0.22	0.8	0.40	0.68	26.2
120	12.6	5.5	25.2	25	34.0	1.2	2.0	0.24	0.9	0.39	0.65	24.0
150	14.2	5.5	26.8	35	35.0	1.5	2.4	0.26	1.0	0.37	0.63	22.1
185	15.8	5.5	28.4	35	37.0	1.6	2.8	0.28	1.0	0.36	0.62	20.5
240	18.1	5.5	30.7	35	40.0	1.9	3.4	0.31	1.1	0.35	0.60	18.5
300	20.4	5.5	33.0	35	42.0	2.1	4.0	0.34	1.2	0.33	0.57	16.8
400	23.2	5.5	35.8	35	45.0	2.5	5.0	0.38	1.4	0.32	0.56	15.1
500	26.2	5.5	39.4	35	49.0	2.9	6.0	0.42	1.5	0.31	0.54	13.9
630	29.8	5.5	43.0	35	53.0	3.4	7.3	0.47	1.7	0.30	0.52	12.5
800	33.7	5.5	46.9	35	58.0	4.0	9.0	0.52	1.9	0.30	0.50	11.3
1000	37.9	5.5	51.1	35	62.0	4.8	11.0	0.57	2.1	0.29	0.48	10.2
1200	44	5.5	59.0	35	68.0	5.5	13.0	0.67	2.4	0.28	0.46	9.4
1400	49	5.5	64.0	35	76.0	6.5	15.2	0.74	2.7	0.28	0.45	8.5
1600	52	5.5	67.0	35	79.0	7.2	17.1	0.77	2.8	0.27	0.45	8.1
2000	56	5.5	71.0	35	83.0	8.4	20.8	0.83	3.0	0.27	0.44	7.6

Сечение жилы	Диаметр жилы	Толщина изоляции	Диаметр по изоляции	Сечение экрана	Наружный диаметр кабеля	Вес кабеля (Al жила)	Вес кабеля (Cu жила)	Емкость	Зарядный ток на фазу при 50 Гц	Индуктивность		Волновое полное сопротивл.
										●●●	●●●●	
мм ²	мм	мм	мм	мм ²	мм	кг/м	кг/м	мкФ/км	А/км	мГ/км	мГ/км	Ом

Таблица 25

Одножильные кабели на ном. напряжение 30 кВ ($U_m = 36$ кВ)												
95	11.2	8.0	28.8	25	37.0	1.4	2.0	0.17	0.9	0.43	0.69	33.3
120	12.6	8.0	30.2	25	39.0	1.6	2.4	0.18	1.0	0.41	0.67	30.3
150	14.2	8.0	31.8	35	41.0	1.9	2.8	0.20	1.1	0.40	0.65	27.5
185	15.8	8.0	33.4	35	42.0	2.1	3.2	0.21	1.2	0.38	0.63	25.8
240	18.1	8.0	35.7	35	45.0	2.3	3.8	0.23	1.3	0.37	0.60	23.1
300	20.4	8.0	38.0	35	48.0	2.6	4.5	0.25	1.4	0.36	0.59	21.2
400	23.2	8.0	40.8	35	51.0	3.0	5.5	0.28	1.5	0.35	0.57	18.8
500	26.2	8.0	44.4	35	54.0	3.5	6.6	0.31	1.7	0.33	0.55	16.9
630	29.8	8.0	48.0	35	58.0	4.0	8.0	0.34	1.9	0.32	0.53	15.3
800	33.7	8.0	51.9	35	63.0	4.9	10.0	0.38	2.0	0.31	0.51	13.6
1000	37.9	8.0	56.1	35	67.0	5.7	12.1	0.41	2.2	0.30	0.49	12.4
1200	44	8.0	64.0	35	74.0	6.6	14.2	0.48	2.6	0.29	0.47	10.1
1400	49	8.0	69.0	35	81.0	7.4	16.2	0.53	2.9	0.29	0.46	10.0
1600	52	8.0	72.0	35	84.0	8.1	18.2	0.55	3.0	0.28	0.45	10.1
2000	56	8.0	76.0	35	88.0	9.6	22.3	0.59	3.2	0.28	0.44	9.2

Таблица 26

Одножильные кабели на ном. напряжение 45 кВ ($U_m = 52$ кВ)												
95	11.2	8.0	28.8	25	37.0	1.4	2.0	0.17	1.4	0.43	0.69	33.3
120	12.6	8.0	30.2	25	39.0	1.6	2.4	0.18	1.5	0.41	0.67	30.3
150	14.2	8.0	31.8	35	41.0	1.9	2.8	0.20	1.6	0.40	0.65	27.5
185	15.8	8.0	33.4	35	42.0	2.1	3.2	0.21	1.7	0.38	0.63	25.8
240	18.1	8.0	35.7	35	45.0	2.3	3.8	0.23	1.9	0.37	0.60	23.1
300	20.4	8.0	38.0	35	48.0	2.6	4.5	0.25	2.1	0.36	0.59	21.2
400	23.2	8.0	40.8	35	51.0	3.0	5.5	0.28	2.3	0.35	0.57	18.8
500	26.2	8.0	44.4	35	54.0	3.5	6.6	0.31	2.5	0.33	0.55	16.9
630	29.8	8.0	48.0	35	58.0	4.0	8.0	0.34	2.8	0.32	0.53	15.3
800	33.7	8.0	51.9	35	63.0	4.9	10.0	0.38	3.1	0.31	0.51	13.6
1000	37.9	8.0	56.1	35	67.0	5.7	12.1	0.41	3.4	0.30	0.49	12.4
1200	44	8.0	64.0	35	74.0	6.6	14.2	0.48	3.9	0.29	0.47	10.1
1400	49	8.0	69.0	35	81.0	7.4	16.2	0.53	4.3	0.29	0.46	10.0
1600	52	8.0	72.0	35	84.0	8.1	18.2	0.55	4.5	0.28	0.45	10.1
2000	56	8.0	76.0	35	88.0	9.6	22.3	0.59	4.8	0.28	0.44	9.2



Сечение жилы	Диаметр жилы	Толщина изоляции	Диаметр по изоляции	Сечение экрана	Наружный диаметр кабеля	Вес кабеля (Al жила)	Вес кабеля (Cu жила)	Емкость	Зарядный ток на фазу при 50 Гц	Индуктивность		Волновое полное сопротивл.
												
мм ²	мм	мм	мм	мм ²	мм	кг/м	кг/м	мкФ/км	А/км	мГ/км	мГ/км	Ом

Таблица 27

Одножильные кабели на ном. напряжение 60 кВ ($U_m = 72,5$ кВ)												
95	11.2	9.0	30.8	25	39.0	1.5	2.1	0.16	1.7	0.44	0.69	35.6
120	12.6	9.0	32.2	25	41.0	1.6	2.4	0.17	1.8	0.42	0.67	33.2
150	14.2	9.0	33.8	35	43.0	1.9	2.8	0.18	2.0	0.41	0.65	31.0
185	15.8	9.0	35.4	35	44.0	2.1	3.2	0.20	2.1	0.39	0.63	28.4
240	18.1	9.0	37.7	35	47.0	2.3	3.8	0.21	2.3	0.38	0.61	26.4
300	20.4	9.0	40.0	35	50.0	2.6	4.5	0.23	2.5	0.37	0.59	24.2
400	23.2	9.0	42.8	35	53.0	3.0	5.5	0.25	2.8	0.35	0.57	22.1
500	26.2	9.0	46.4	35	56.0	3.5	6.6	0.28	3.1	0.34	0.55	20.2
630	29.8	9.0	50.0	35	60.0	4.0	7.9	0.31	3.4	0.33	0.53	18.3
800	33.7	9.0	53.9	35	65.0	4.7	9.7	0.34	3.7	0.32	0.51	16.6
1000	37.9	9.0	58.1	35	70.0	5.5	11.7	0.37	4.1	0.31	0.50	15.2
1200	44	9.0	66.0	35	76.0	6.3	13.7	0.44	4.7	0.30	0.47	13.6
1400	49	9.0	71.0	35	83.0	7.4	16.0	0.48	5.2	0.29	0.46	12.4
1600	52	9.0	74.0	35	86.0	8.1	18.0	0.50	5.4	0.29	0.45	11.9
2000	56	9.0	78.0	35	91.0	9.4	21.8	0.53	5.8	0.29	0.45	11.2

Таблица 28

Одножильные кабели на ном. напряжение 70 кВ ($U_m = 84$ кВ)												
150	14.2	10.0	35.8	35	45	2	3	0.17	2.2	0.42	0.65	33.0
185	15.8	10.0	37.4	35	47.0	2.2	3.3	0.17	2.3	0.41	0.64	31.8
240	18.1	10.0	39.7	35	49.0	2.5	4.0	0.18	2.5	0.39	0.61	29.5
300	20.4	10.0	42	35	52.0	2.8	4.6	0.20	2.7	0.38	0.59	26.9
400	23.2	10.0	44.8	35	55.0	3.2	5.7	0.22	3.0	0.36	0.57	24.5
500	26.2	10.0	48.4	35	59.0	3.6	6.7	0.24	3.3	0.35	0.55	22.6
630	29.8	10.0	52.0	35	62.0	4.2	8.1	0.26	3.6	0.34	0.53	20.7
800	33.7	10.0	55.9	35	67.0	4.9	9.9	0.29	4.0	0.33	0.52	18.7
1000	37.9	10.0	60.1	35	72.0	5.7	11.9	0.32	4.4	0.32	0.50	17.0
1200	44	10.0	68.0	35	78.0	6.5	14.0	0.37	5.1	0.30	0.48	15.3
1400	49	10.0	73.0	35	85.0	7.6	16.3	0.40	5.5	0.30	0.47	14.1
1600	52	10.0	76.0	35	88.0	8.3	18.3	0.42	5.8	0.29	0.46	13.4
2000	56	10.0	80.0	35	93.0	9.7	22.1	0.44	6.1	0.29	0.45	12.7



Сечение жилы	Диаметр жилы	Толщина изоляции	Диаметр по изоляции	Сечение экрана	Наружный диаметр кабеля	Вес кабеля (Al жила)	Вес кабеля (Cu жила)	Емкость	Зарядный ток на фазу при 50 Гц	Индуктивность		Волновое полное сопро-тивл.
												
мм ²	мм	мм	мм	мм ²	мм	кг/м	кг/м	мкФ/км	А/км	мГ/км	мГ/км	Ом

Таблица 29

Одножильные кабели на ном. напряжение 110 кВ ($U_m = 123$ кВ)												
185	15.9	16.0	49.4	95	60.0	3.8	4.9	0.13	2.7	0.45	0.66	41.8
240	18	15.0	49.7	95	62.0	3.9	5.4	0.15	3.0	0.44	0.63	36.8
300	20.5	14.0	50	95	62.0	4.1	5.9	0.17	3.4	0.41	0.61	32.4
400	23.1	13.0	50.8	95	62.0	4.3	6.8	0.19	3.9	0.39	0.58	28.8
500	26.4	13.0	54.4	95	66.0	4.8	7.9	0.21	4.3	0.37	0.56	26.2
630	30.2	13.0	58.0	95	69.0	5.4	9.3	0.23	4.7	0.35	0.54	23.8
800	33.7	13.0	61.9	95	74.0	6.2	11.1	0.25	5.1	0.35	0.53	22.1
1000	37.9	13.0	66.1	95	79.0	7.0	13.2	0.28	5.5	0.34	0.51	19.9
1200	44	13.0	74.0	95	85.0	7.9	15.3	0.32	6.4	0.32	0.49	18.0
1400	49	13.0	79.0	95	93.0	9.1	17.8	0.35	6.9	0.32	0.48	16.5
1600	52	13.0	82.0	95	96.0	9.9	19.8	0.36	7.3	0.31	0.47	15.9
2000	56	13.0	86.0	95	100.0	11.2	23.6	0.39	7.7	0.30	0.46	14.8
2500	66	13.0	96.0	95	111.0	13.3	28.8	0.44	8.8	0.31	0.41	13.1
3000	72	13.0	102.0	95	117.0	15.2	33.8	0.47	9.4	0.31	0.39	12.2

Таблица 30

Одножильные кабели на ном. напряжение 132 кВ ($U_m = 145$ кВ)												
185	15.9	18.0	53.4	95	64.0	4.2	5.3	0.12	3.0	0.47	0.66	44.9
240	18	17.0	53.7	95	65.0	4.3	5.8	0.14	3.3	0.45	0.64	39.5
300	20.5	16.0	54	95	65.0	4.4	6.3	0.15	3.7	0.42	0.61	35.9
400	23.1	15.0	54.8	95	66.0	4.7	7.2	0.18	4.2	0.40	0.59	31.0
500	26.4	15.0	58.4	95	70.0	5.2	8.3	0.19	4.6	0.38	0.57	28.9
630	30.2	15.0	62.0	95	74.0	5.8	9.7	0.21	5.0	0.37	0.55	26.2
800	33.7	15.0	65.9	95	79.0	6.6	11.6	0.23	5.5	0.36	0.53	24.1
1000	37.9	15.0	70.1	95	83.0	7.5	13.7	0.25	6.0	0.35	0.51	22.2
1200	44	15.0	78.0	95	89.0	8.4	15.9	0.29	6.8	0.33	0.49	19.9
1400	49	15.0	83.0	95	97.0	9.7	18.4	0.31	7.4	0.33	0.48	18.4
1600	52	15.0	86.0	95	100.0	10.5	20.4	0.32	7.7	0.32	0.47	17.7
2000	56	15.0	90.0	95	105.0	11.9	24.3	0.34	8.2	0.31	0.46	16.7
2500	66	15.0	100.0	95	115.0	14.0	29.5	0.39	9.3	0.31	0.41	14.6
3000	72	15.0	106.0	95	122.0	15.9	34.5	0.42	10.0	0.31	0.39	13.6



Сечение жилы	Диаметр жилы	Толщина изоляции	Диаметр по изоляции	Сечение экрана	Наружный диаметр кабеля	Вес кабеля (Al жила)	Вес кабеля (Cu жила)	Емкость	Зарядный ток на фазу при 50 Гц	Индуктивность		Волновое полное сопротивл.
												
мм ²	мм	мм	мм	мм ²	мм	кг/м	кг/м	мкФ/км	А/км	мГ/км	мГ/км	Ом

Таблица 31

Одножильные кабели на ном. напряжение 150 кВ ($U_m = 170$ кВ)												
240	18	21.0	61.7	95	74.0	5.2	6.7	0.12	3.3	0.47	0.65	45.3
300	20.5	20.0	62	95	74.0	5.3	7.2	0.13	3.6	0.45	0.62	41.3
400	23.1	19.0	62.8	95	75.0	5.6	8.1	0.15	4.1	0.42	0.60	36.5
500	26.4	18.0	64.4	95	76.0	5.9	9.0	0.17	4.6	0.40	0.58	32.4
630	30.2	17.0	66.0	95	78.0	6.3	10.2	0.19	5.2	0.38	0.55	28.7
800	33.7	17.0	69.9	95	83.0	7.1	12.1	0.21	5.7	0.37	0.54	26.4
1000	37.9	17.0	74.1	95	87.0	8.0	14.2	0.23	6.2	0.35	0.52	24.1
1200	44	17.0	82.0	95	94.0	9.0	16.5	0.26	7.1	0.34	0.50	21.9
1400	49	17.0	87.0	95	101.0	10.3	19.0	0.28	7.6	0.33	0.48	20.3
1600	52	17.0	90.0	95	105.0	11.1	21.0	0.29	8.0	0.33	0.48	19.5
2000	56	17.0	94.0	95	109.0	12.5	24.9	0.31	8.4	0.32	0.47	18.3
2500	66	17.0	104.0	95	120.0	14.8	30.3	0.35	9.5	0.31	0.41	16.1
3000	72	17.0	110.0	95	126.0	16.7	35.3	0.38	10.2	0.31	0.39	14.9

Таблица 32

Одножильные кабели на ном. напряжение 220 кВ ($U_m = 245$ кВ)												
630	30.2	23.0	78.0	185	92.0	8.9	12.8	0.16	6.2	0.41	0.57	34.4
800	33.7	23.0	81.9	185	97.0	9.9	14.8	0.17	6.7	0.40	0.55	32.3
1000	37.9	23.0	86.1	185	101.0	10.8	17.0	0.18	7.2	0.38	0.54	30.2
1200	44	23.0	94.0	185	109.0	11.9	19.4	0.21	8.2	0.37	0.52	26.9
1400	49	23.0	99.0	185	114.0	13.3	22.0	0.22	8.9	0.36	0.50	25.3
1600	52	23.0	102.0	185	118.0	14.2	24.1	0.23	9.2	0.35	0.49	24.2
2000	56	23.0	106.0	185	122.0	15.7	28.1	0.24	9.7	0.34	0.48	23.1
2500	66	23.0	116.0	185	133.0	18.2	33.7	0.27	11.0	0.31	0.41	20.4
3000	72	23.0	122.0	185	139.0	20.2	38.8	0.29	11.7	0.31	0.39	19.1

Таблица 33

Одножильные кабели на ном. напряжение 275 кВ ($U_m = 300$ кВ)												
630	30.2	24.0	80.0	185	94.0	9.2	13.1	0.15	7.6	0.42	0.57	36.0
800	33.7	24.0	83.9	185	99.0	10.2	15.1	0.16	8.2	0.40	0.56	33.8
1000	37.9	24.0	88.1	185	103.0	11.1	17.3	0.18	8.8	0.39	0.54	30.6
1200	44	24.0	96.0	185	112.0	12.3	19.7	0.20	10.0	0.38	0.52	27.9
1400	49	24.0	101.0	185	116.0	13.7	22.4	0.22	10.7	0.36	0.50	25.6
1600	52	24.0	104.0	185	120.0	14.6	24.5	0.22	11.2	0.36	0.49	25.1
2000	56	24.0	108.0	185	124.0	16.1	28.5	0.24	11.8	0.35	0.48	23.4
2500	66	24.0	118.0	185	135.0	18.6	34.1	0.27	13.3	0.31	0.41	20.7
3000	72	24.0	124.0	185	141.0	20.6	39.2	0.28	14.1	0.31	0.39	19.7



Сечение жилы	Диаметр жилы	Толщина изоляции	Диаметр по изоляции	Сечение экрана	Наружный диаметр кабеля	Вес кабеля (Al жила)	Вес кабеля (Cu жила)	Емкость	Зарядный ток на фазу при 50 Гц	Индуктивность		Волновое полное сопротивл.
												
мм ²	мм	мм	мм	мм ²	мм	кг/м	кг/м	мкФ/км	А/км	мГ/км	мГ/км	Ом

Таблица 34

Одножильные кабели на ном. напряжение 330 кВ ($U_m = 362$ кВ)												
630	30.2	28.0	88.0	185	102.0	10.5	14.4	0.14	8.2	0.43	0.58	39.1
800	33.7	27.0	89.9	185	105.0	11.1	16.1	0.15	9.1	0.42	0.56	36.2
1000	37.9	26.0	92.1	185	107.0	11.8	18.0	0.17	10.0	0.40	0.54	32.3
1200	44	25.0	98.0	185	114.0	12.6	20.1	0.19	11.6	0.38	0.52	29.0
1400	49	25.0	103.0	185	118.0	14.1	22.8	0.21	12.5	0.36	0.50	26.6
1600	52	25.0	106.0	185	122.0	15.0	24.9	0.22	13.0	0.36	0.50	25.4
2000	56	25.0	110.0	185	126.0	16.5	28.9	0.23	13.7	0.35	0.49	24.2
2500	66	25.0	120.0	185	137.0	19.0	34.5	0.26	15.4	0.31	0.41	21.4
3000	72	25.0	126.0	185	143.0	21.1	39.7	0.27	16.4	0.31	0.39	20.4

Таблица 35

Одножильные кабели на ном. напряжение 400 кВ ($U_m = 420$ кВ)												
630	30.2	32.0	96.0	185	111.0	11.8	15.7	0.13	9.2	0.45	0.59	42.2
800	33.7	30.0	95.9	185	112.0	12.1	17.1	0.14	10.3	0.43	0.57	38.7
1000	37.9	29.0	98.1	185	114.0	12.8	19.0	0.16	11.3	0.41	0.55	34.5
1200	44	27.0	102.0	185	119.0	13.3	20.8	0.18	13.4	0.39	0.53	30.6
1400	49	27.0	107.0	185	123.0	14.8	23.5	0.20	14.3	0.37	0.51	27.9
1600	52	27.0	110.0	185	127.0	15.7	25.7	0.21	14.9	0.37	0.50	26.7
2000	56	27.0	114.0	185	131.0	17.3	29.7	0.22	15.7	0.36	0.49	25.4
2500	66	27.0	124.0	185	142.0	19.9	35.4	0.24	17.6	0.31	0.41	22.9
3000	72	27.0	130.0	185	148.0	22.0	40.6	0.26	18.8	0.31	0.39	21.3

Таблица 36

Одножильные кабели на ном. напряжение 500 кВ ($U_m = 550$ кВ)												
800	33.7	34.0	103.9	185	120.0	13.6	18.5	0.13	11.8	0.44	0.58	41.6
1000	37.9	32.0	104.1	185	121.0	13.9	20.1	0.15	13.2	0.42	0.56	36.7
1200	44	31.0	110.0	185	129.0	14.8	22.3	0.17	15.2	0.40	0.54	32.8
1400	49	31.0	115.0	185	133.0	16.4	25.1	0.18	16.3	0.39	0.52	30.8
1600	52	31.0	118.0	185	137.0	17.4	27.3	0.19	16.9	0.38	0.51	29.4
2000	56	31.0	122.0	185	141.0	19.0	31.4	0.20	17.7	0.37	0.50	27.9
2500	66	31.0	132.0	185	152.0	21.7	37.2	0.22	19.8	0.36	0.48	25.1
3000	72	31.0	138.0	185	158.0	23.9	42.5	0.23	21.1	0.35	0.47	23.8

Сечение жилы	Диаметр жилы	Толщина изоляции	Диаметр по изоляции	Сечение экрана	Наружный диаметр кабеля	Вес кабеля (Al жила)	Вес кабеля (Cu жила)	Емкость	Зарядный ток на фазу при 50 Гц	Индуктивность
мм ²	мм	мм	мм	мм ²	мм	кг/м	кг/м	мкФ/км	А/км	мГ/км

Таблица 37

Трехжильные кабели на ном. напряжение 10 кВ ($U_m = 12$ кВ)										
25	5.8	3.4	15.2	10	40	1.2	1.7	0.23	0.4	0.39
35	7.0	3.4	16.4	16	43	1.5	2.1	0.26	0.5	0.37
50	8.0	3.4	17.4	16	45	1.7	2.6	0.28	0.5	0.36
70	9.6	3.4	18.0	16	46	2.0	3.3	0.29	0.5	0.33
95	11.2	3.4	19.6	25	50	2.5	4.3	0.33	0.6	0.31
120	12.8	3.4	21.0	25	53	2.9	5.1	0.35	0.7	0.30
150	14.2	3.4	22.6	35	57	3.4	6.2	0.39	0.7	0.29
185	15.9	3.4	24.2	35	61	3.9	7.4	0.42	0.8	0.28
240	18.0	3.4	26.9	35	67	4.8	9.3	0.48	0.9	0.28

Таблица 38

Трехжильные кабели на ном. напряжение 20 кВ ($U_m = 24$ кВ)										
25	5.8	5.5	18.4	10	47	1.7	2.2	0.15	0.6	0.43
35	7.0	5.5	19.6	16	50	2.0	2.6	0.17	0.6	0.40
50	8.0	5.5	20.6	16	52	2.2	3.2	0.18	0.7	0.39
70	9.6	5.5	22.2	16	56	2.6	3.9	0.20	0.7	0.37
95	11.2	5.5	23.8	25	60	3.1	4.9	0.22	0.8	0.35
120	12.8	5.5	25.2	25	63	3.5	5.8	0.24	0.9	0.33
150	14.2	5.5	26.8	35	67	4.1	6.9	0.26	1.0	0.32
185	15.9	5.5	28.4	35	70	4.7	8.1	0.28	1.0	0.31
240	18.0	5.5	30.7	35	76	5.6	10.1	0.31	1.2	0.30

Таблица 39

Трехжильные кабели на ном. напряжение 30 кВ ($U_m = 36$ кВ)										
25	5.8	8	23.4	10	59	2.7	3.2	0.12	0.7	0.48
35	7	8	24.6	16	62	3.0	3.6	0.13	0.7	0.45
50	8	8	25.6	16	64	3.3	4.3	0.14	0.8	0.43
70	9.6	8	27.2	16	68	3.7	5.0	0.16	0.9	0.40
95	11.2	8	28.8	25	71	4.3	6.1	0.17	0.9	0.38
120	12.8	8	30.2	25	75	4.7	7.0	0.18	1.0	0.37
150	14.2	8	31.8	35	78	5.4	8.2	0.20	1.1	0.36
185	15.9	8	33.4	35	82	6.1	9.5	0.21	1.2	0.34
240	18	8	35.7	35	87	7.1	11.6	0.23	1.3	0.33
300	20.5	8	38.0	35	93	7.2	13.0	0.25	1.4	0.32

Расчетные формулы

Формула для расчета электрической емкости

$$C = \frac{\varepsilon}{18 \ln \left(\frac{d_o}{d_i} \right)} \quad [\text{мкФ/км}]$$

где ε = относительная диэлектрическая проницаемость
 d_o = наружный диаметр изоляции (мм)
 d_i = диаметр жилы, включая экран (мм)
 $\varepsilon_{\text{спэ}} = 2.3$

Формула для расчета диэлектрических потерь

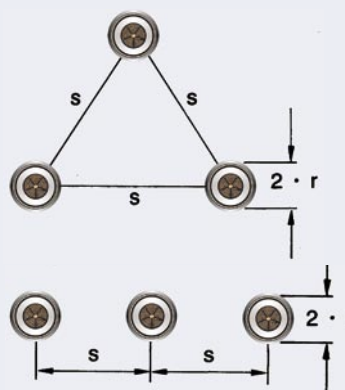
$$W_d = \frac{U^2}{3} \cdot 2\pi f C \cdot \tan(\delta) \quad [\text{Вт/км}]$$

где U = номинальное напряжение (кВ),
 f = частота (Гц)
 C = емкость (мФ/км)
 $\tan \delta$ = тангенс угла диэлектрических потерь

Формула для расчета индуктивности

$$L = 0.05 + 0.2 \ln \left(\frac{K \cdot s}{r} \right) \quad [\text{мГн/км}]$$

где $K = 1$ для прокладки треугольником
 $K = 1.26$ для прокладки в плоскости
 s = расстояние между осями жил (мм)
 r = радиус жилы (мм)



Формула для расчета индуктивного сопротивления

$$X = 2\pi f \cdot \frac{L}{1000} \quad [\text{Ом/км}]$$

где f = частота (Гц)
 L = индуктивность (мГн/км)

Формула для расчета напряженности электрического поля

Полупроводящий слой по жиле:

$$E_i = \frac{U}{r_i \ln \left(\frac{r_o}{r_i} \right)} \quad [\text{кВ/мм}]$$

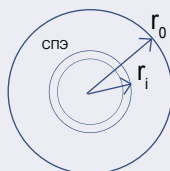
Полупроводящий слой по изоляции:

$$E_o = \frac{U}{r_o \ln \left(\frac{r_o}{r_i} \right)} \quad [\text{кВ/мм}]$$

r_i = радиус по полупроводящему слою жилы

r_o = радиус по изоляции

U = напряжение на изоляции



Формула для расчета макс. токов короткого замыкания

$$I_{\text{кз}} = \frac{I_1}{\sqrt{t_{\text{кз}}}} \quad [\text{кА}]$$

$I_{\text{кз}}$ = ток короткого замыкания в течение времени $t_{\text{кз}}$
 I_1 = ном. ток короткого замыкания в течение 1 с.
 Значения 1-сек.тока КЗ для жилы в таблице 15 и для металлического экрана в таблице 16.

$t_{\text{кз}}$ = длительность короткого замыкания

Для проводников с СПЭ-изоляцией макс. допустимая температура короткого замыкания составляет 250°C.

Формула для расчета динамических сил, действующих между кабелями

$$F = \frac{0.2}{S} \cdot I_{\text{уд}}^2 \quad [\text{Н/м}]$$

где: $I_{\text{уд}} = 2.5 I_{\text{кз}}$ [кА]
 $I_{\text{кз}}$ = эффективный ток короткого замыкания [кА]
 S = расстояние между осями кабелей [м]
 F = максимальная сила [Н/м]

Техническая поддержка

В большинстве стран сети для передачи электроэнергии представляют собой протяженные и сложные схемы. Они могут включать в себя различные системы, например, различные типы воздушных линий, системы с маслонаполненными кабелями, кабели с экструдированной изоляцией. Иногда единое целое составляют системы постоянного и переменного тока, а также наземные и подводные кабельные системы.

Опытные менеджеры проектов, технический и другой персонал компании АББ окажут вам профессиональную помощь в нахождении наилучших решений. Наша цель – предложить наиболее оптимальный вариант. Мы можем предложить комплексную поставку, включая:

- Силовые кабели для прокладки в земле, на воздухе и под водой.
- Кабельную арматуру.
- Контрольные и телекоммуникационные кабели.
- Проектирование систем для оптимизации сети.
- Управление проектами.
- Строительные работы.
- Монтаж и шефмонтаж.
- Испытания и операции по пуску оборудования.
- Демонтаж и повторное использование старых кабелей.
- Нахождение неисправностей и ремонт.
- Обслуживание маслонаполненных систем.
- Предоставление в аренду монтажного оборудования.
- Обучение персонала.

ПРИМЕЧАНИЕ: Все цифры, приведенные в данной брошюре, не являются обязательными и носят лишь справочный характер.



Лист заказа

Для правильной обработки Вашего заказа необходимо заполнить и прислать нижеуказанную информацию вместе с заказом.
Если некоторые данные отсутствуют поставьте прочерк.

Коммерческая информация *Обязательная информация

Название проекта	*
Заказчик	*
Место поставки	*
Запрос для бюджетной оценки или коммерческого предложения.	*
Дата подачи заявки	*
Особые условия	
Срок действия заявки	*
Дата поставки/окончания	*
Условия поставки (FCA, CPT, др.)	*
Особые требования по кабельным длинам на барабанах	
Учитывается ли изменение цены на металл	
Монтаж: под ключ АББ монтаж АББ шеф-монтаж АББ	*

Техническая информация *Обязательная информация

Исходные данные кабельной сети:	
Макс. напряжение U_{max}	* кВ
Ном. напряжение U	* кВ
Нагрузочная способность	* А/МВА
Макс. ток к.з. и его длительность	* кА/с
Макс. ток на землю и его длительность	* кА/с
Длина трассы	* м
Жила: медь/алюм., сечение	Cu/Al, мм ²
Продольная герметизация	* да/нет
Поперечная герметизация	* да/нет
Особые требования к конструкции кабеля Спецификация заказчика	

Испытания *Обязательная информация

Типовые, на образцах и после прокладки. МЭК, другие
Требования к типовым испытаниям. МЭК, другие
Другие требования к испытаниям

Данные по монтажу *Обязательная информация

Тип расположения: в плоскости/треугольником	
Число параллельных цепей	*
Расстояние между параллельными цепями	мм
Нагрев от существующих кабелей	Да/нет
Если да, расстояние и потери от параллельных кабелей	мм, Вт/м
Другие источники тепла, расстояние и потери от них	мм, Вт/м
Способ заземления экрана (с двух сторон, с одной стороны, транспозиция)	

*Обязательная информация

Прокладка на воздухе	*	да/нет
Макс. температура воздуха		°С
Прокладка в лотках		да/нет
Если в лотках, внутренние размеры (ширина * высота)		мм * мм
Если в лотках, заполненные или незаполненные		
Воздействие солнечной радиации		да/нет
Прокладка в земле	*	да/нет
Температура почвы на глубине прокладки		°С
Глубина прокладки		мм
Термическое сопротивление засыпки		К*м/Вт
При высушивании, термическое сопротивление засыпки прилегающего к кабелю		К*м/Вт
Материал засыпки: песок, другое		
Особые требования к траншее		
Кабель в коробах, трубах, тоннелях	*	да/нет
Материал: ПВХ, ПЭ, оптоволокно, металлические		
Расстояние между коробами/трубами		мм
Наружный диаметр короба/трубы		мм
Внутренний диаметр короба/трубы		мм
Температура окружающей среды на глубине прокладки		°С
Термическое сопротивление почвы		К*м/Вт
Термическое сопротивление засыпки		К*м/Вт
При высушивании, термическое сопротивление засыпки, прилегающего к коробу		К*м/Вт
Глубина прокладки		мм
Материал засыпки: песок, другое		

Арматура *Обязательная информация

Концевые муфты	
Тип и количество. Внутренняя, внешняя, к КРУЭ, к трансформатору и др.	Тип * Кол-во *
Особые требования: уровень загрязнения, разрядник, полимерный изолятор и др.	
Соединительные муфты	
Тип и количество. Модульная, вулканизированная, секционная, прямая и др.	Тип * Кол-во *
Особые требования	
Устройство для транспозиции экранов	
Тип устройства для транспозиции экранов	
Особые требования	
Другая арматура	
Другая необходимая информация	



За дополнительной информацией, пожалуйста, обращайтесь в региональный отдел продаж

Брошюра выпущена:

ABB Технологии для электроэнергетики

Высоковольтные кабели

П.Я. 546,

SE-371 23 Карлскрона, Швеция

тел.: +46 455 556 00

факс: +46 455 556 55

E-mail: sehvc@se.abb.com

www.abb.com/cables