

A large, industrial high-voltage cable system. The central part of the image shows a cross-section of a cable with a large, circular, copper-colored conductor on top, which is surrounded by a black insulating layer. This is mounted on a white, cylindrical support. In the background, a city skyline at night is visible. The overall image is dark, with the white support and the copper conductor providing a strong contrast.

Кабельные системы высокого и сверхвысокого напряжения
66-500 кВ





Профиль деятельности компании

Mass-Demirer Kablo является производственно-инжиниринговой компанией, которая оказывает услуги по строительству кабельных линий «под ключ». Mass-Demirer Kablo производит и поставляет силовые кабели высокого и сверхвысокого напряжения от 66 кВ до 500 кВ с возможностью наложения свинцовой оболочки, телекоммуникационные кабели, сигнальные кабели, кабельную арматуру, а также оказывает услуги по прокладке кабеля, монтажу арматуры, испытанию и сдачу кабельных линий в эксплуатацию. Компания, является крупнейшим производителем и экспортером, как в Турции, так и на Ближнем Востоке, и готова удовлетворить любые потребности своих клиентов.

Mass-Demirer Kablo занимает лидирующие позиции в качестве поставщика систем подземной передачи электроэнергии. Это обусловлено непрерывными разработками в областях технологии производства, качества и надежности продукции и услуг, которые сопровождаются обширными программами НИОКР, комплексными поставками и проектными решениями.

Производство Mass-Demirer Kablo основано в 1982 году в г. Бозуюк, Турция. В 1985 году компания Saudi Cable Company выкупила компанию Mass-Demirer Kablo с целью расширения своей зоны деятельности на быстро развивающемся рынке Ближнего Востока.

На данный момент общая территория завода составляет 200.000 м², а общая площадь производственных помещений около 40.000 м².

Годовая производительность завода при производстве кабелей низкого, среднего, высокого и сверхвысокого напряжения может достигать 40.000 тонн.



Производство имеет 3 современные высокопроизводительные катанарные линии и лаборатории для испытаний кабельной продукции. Как результат целостного подхода и целенаправленного стремления к созданию единых и полностью завершенных кабельных систем в г. Бозуюк в настоящее время введены в эксплуатацию мощности для производства кабеля и арматуры на напряжение до 500 кВ.

В дополнение к силовым кабелям на напряжение до 500 кВ, компания Mass-Demirer Kablo производит оптоволоконные и телекоммуникационные кабели под фирменным названием "Kavel Kablo".

Благодаря техническому оснащению своих заводов, компания Mass-Demirer Kablo предоставляет своим заказчикам проекты, выполненные полностью «под ключ», включая производство кабелей, кабельной арматуры, прокладку кабелей, монтаж кабельного оборудования и полный объем испытаний на объекте для систем на напряжение до 500 кВ.

По данным на 2010 г. компанией было произведено и поставлено 5000 километров кабеля высокого напряжения (45-170 кВ) и 1000 километров кабеля сверхвысокого напряжения (220-400 кВ).

Численность сотрудников компании составляет 280 человек.

Компания Mass-Demirer Kablo гордится тем, что является единственной в Турции и находится среди небольшого числа компаний в мире, которые обладают возможностью производить кабели и кабельные системы на напряжение 500 кВ.

В дополнение к проектам на напряжение 400 кВ, поставленным «под ключ» в Турции, компания Mass-Demirer Kablo реализовала проекты более чем в 60 странах, от Индии до Соединенных штатов, и от Саудовской Аравии до Исландии, полностью удовлетворив требования заказчиков.

Продукция компании прошла сертификацию по типовым испытаниям и по предварительным испытаниям на соответствие техническим условиям в KEMA, CESI, Georgia Power и в других аналогичных международных организациях.



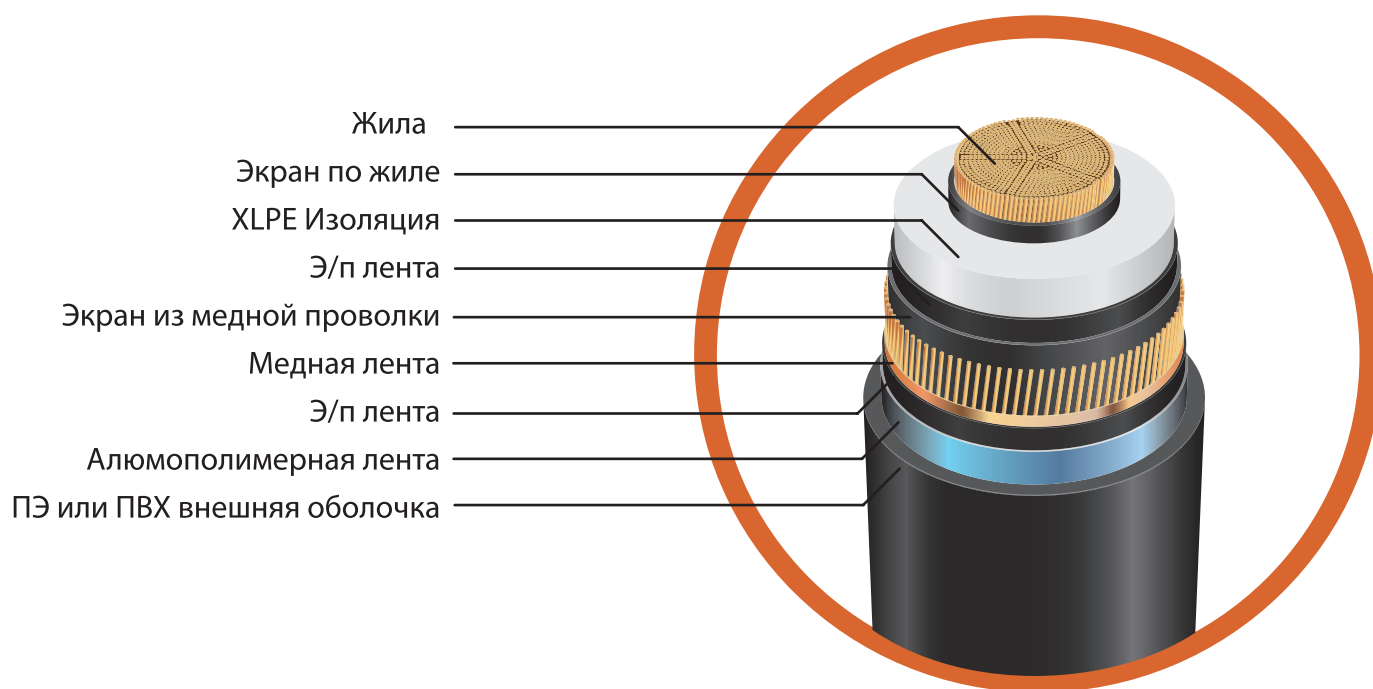
Краткая история компании

1982	Образование компании Demirer Kablo
1983	Первое производство – кабель среднего напряжения 35 кВ
1985	Саудовская кабельная компания приобрела 70% акций Demirer Kablo
1987	Саудовская кабельная компания приобрела 100% акций компании Kavel Kablo (производитель телекоммуникационного кабеля), тем самым увеличив акции в компании Demirer Kablo до 88%
1990	Demirer Kablo запустило производство высоковольтного кабеля 69 кВ
1990	Kavel Kablo запустило производство оптоволоконных кабелей
1993	Demirer Kablo запустило производство высоковольтного кабеля 154 кВ
1994	Пакет акций Саудовской кабельной компании достиг 100% после приобретения оставшихся акций компании Demirer Kablo
1994	Компания Demirer Kablo увеличила свою производственную мощность за счет установки второй линии вулканизации
1995	Demirer Kablo запустило производство высоковольтного кабеля 220 кВ
1996	Получен международный сертификат соответствий ИСО 9001
1997	Компания Kavel Kablo перенесла свой завод в город Бузуюк, который находится рядом с компанией Demirer Kablo
2002	Общая длина произведенного высоковольтного кабеля достигает 3000 км
2003	Началась разработка производства высоковольтного кабеля 380 кВ
2003	Получен сертификат системы экологического менеджмента ИСО 14001
2005	Demirer Kablo и Kavel Kablo слились в одну компанию под названием Demirer Kablo. Название «Kavel» осталось брендовым именем для телекоммуникационных кабелей.
2007	Компания Demirer Kablo получила свой первый проект «под ключ» на 380 кВ, заказчик TEIAS, Турция
2008	Установлена 3-я линия вулканизации, тем самым увеличена производительность по кабелям высокого и сверхвысокого напряжения (HV и EHV).
2009	Преквалификационные испытания кабеля 380 кВ прошли успешно
2009	Первый проект на 380 кВ был успешно завершен и введен в эксплуатацию
2009	К этому времени производство кабелей высокого и сверхвысокого напряжения достигло 6000 км
2010	Заключен договор на поставку кабеля 380 кВ на экспорт

Содержание

1.00 Конструкция кабеля из сшитого полиэтилена (XLPE)	05
1.10 Технология производства	08
1.20 Катанарная линия вулканизации	09
1.30 Конструкция кабеля и расчет токовых нагрузок	10
1.40 Стандарты для XLPE кабеля и для кабельных систем	13
1.50 Формулы	15
1.60 Кабели высокого и сверхвысокого напряжения	19
1.70 Контроль качества	29
1.80 Кабельная Арматура	32
1.90 Заземление металлических экранов	34

1.00 Конструкция XLPE кабеля



Токопроводящая жила:

Одной из составляющих кабеля является скрученная многопроволочная уплотненная медная или алюминиевая токопроводящая жила. Для снижения влияния поверхностного эффекта применяются сегментированные токопроводящие жилы с площадью поперечного сечения более 1.000 мм². Отдельные проводники секторной формы сегментированные изолированы друг от друга. Токопроводящая жила может быть обмотана сверху полупроводниковой лентой. В зависимости от условий окружающей среды обеспечивается продольное водонепроницаемое исполнение.

Полупроводящий экран по жиле, Изоляция, полупроводящий экран по изоляции*:

Все три слоя накладываются одновременно при помощи тройного процесса экструдирования, используя сверхплавное нанесение покрытия из сверхчистого исходного материала сорта HV/ENH с вулканизацией на линии CDCC (Completely Dry Curing and Cooling line – линия с абсолютно сухой средой сшивки и охлаждения). Используется высококачественная система загрузки и транспортировки.

** Средняя толщина изоляции определяется по таблицам, но может быть предложено изготовление кабеля со сниженной толщиной изоляции.*

Металлический экран:

Экран из медной проволоки совместно с алюмополимерной или медной лентами.

Для обеспечения радиальной водонепроницаемости, металлические ленты, с полимерным слоем, накладываются поверх экрана из медной проволоки. Для обеспечения высококачественных механических свойств металлическая лента приклеивается к внешней полиэтиленовой оболочке. Экран защищен также от продольного распространения влаги. Геометрическая площадь поперечного сечения медного экрана выбрана исходя из требований по токам короткого замыкания для каждого конкретного случая.

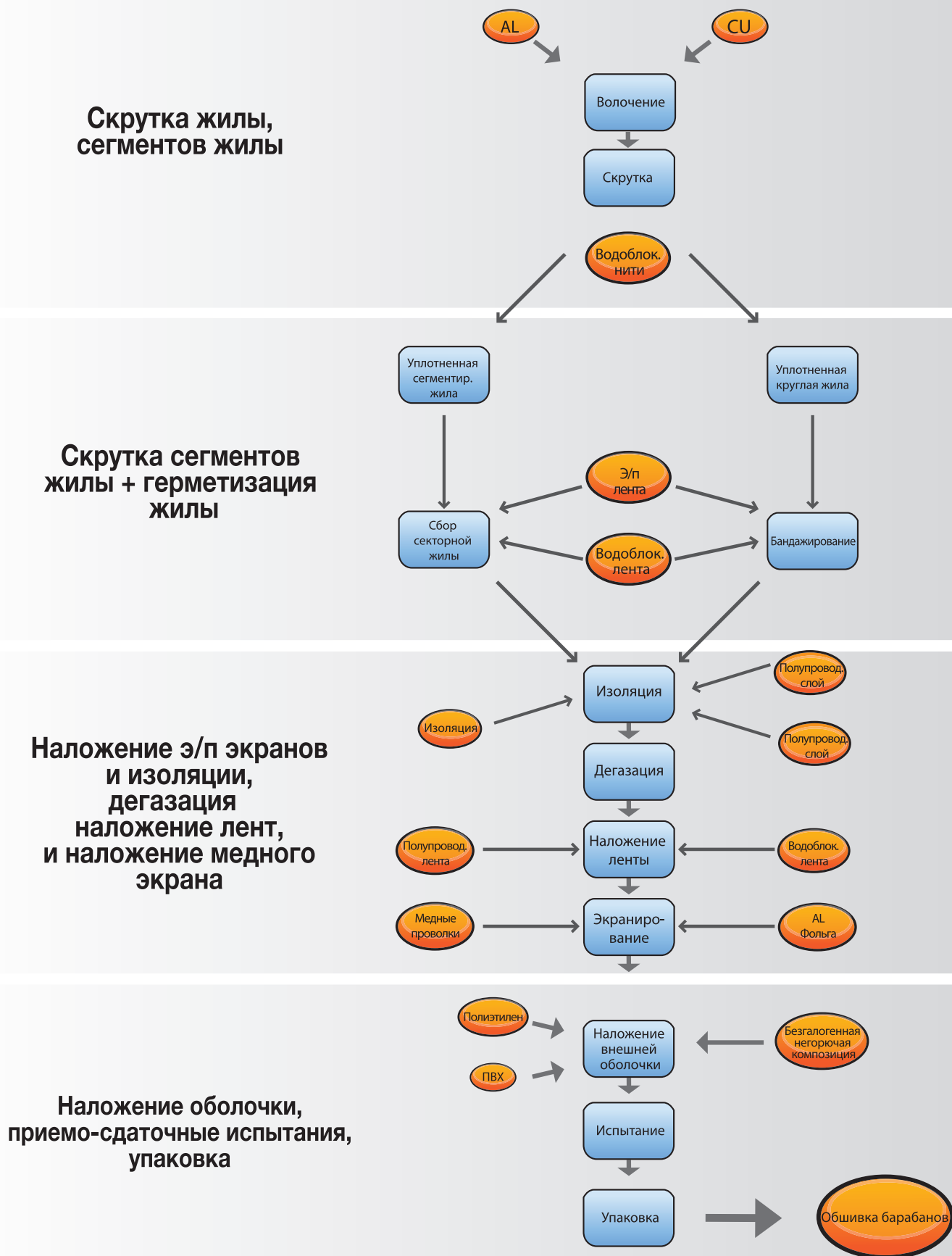
Оптическое волокно:

Для мониторинга температуры вместе с металлической оболочкой может быть дополнительно проложено оптическое волокно в трубах.

Внешняя оболочка:

В большинстве случаев для обеспечения высокой механической прочности используется оболочка из HDPE (полиэтилен повышенной плотности). Полиэтиленовые (PE) оболочки не содержат галогена. При использовании в зданиях и туннелях уже на объекте могут наноситься огнезащитные краски для предотвращения распространения пожара. Используются полихлорвиниловые (PVC) оболочки с различными формулами, также предназначенные для этих целей полихлорвиниловые (PVC) оболочки используются, когда требуются более высокие противопожарные эксплуатационные характеристики. Оболочки из безгалогенных компаундов и материалов, не поддерживающих горение применяются, когда требуются более высокие противопожарные эксплуатационные характеристики при прокладке в зданиях и туннелях. Проводящий слой накладывается поверх внешней оболочки для облегчения испытания целостности оболочки после прокладки.

1.10 Технология производства





Катанарная линия вулканизации

Экструзия

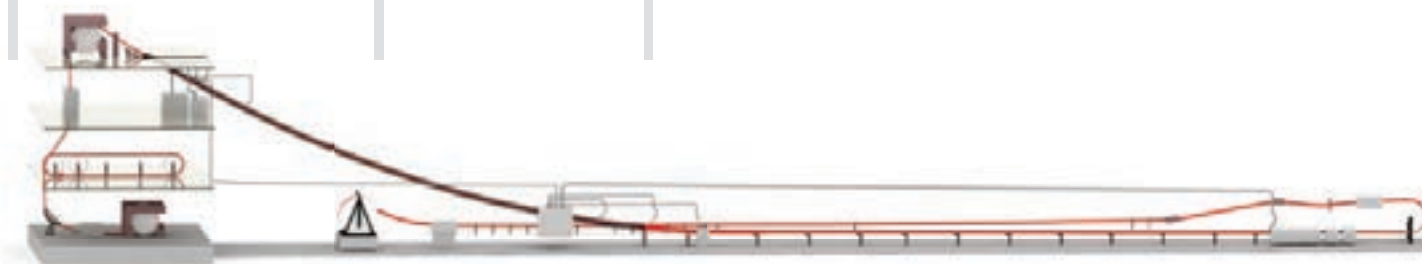
Компаунды поступают из чистой комнаты и накладываются с помощью тройной экструзии

Зона сшивки

Компаунды сшиваются под действием высокой температуры и давления в среде азота

Зона охлаждения

Охлаждение сердечника (жила с сшитым ПЭ) происходит в среде азота



1.30 Конструкция кабеля и расчет токовых нагрузок

Условия прокладки

Пропускная способность рассчитана на следующих условиях:

- a По воздуху: температура окружающего воздуха 30 °С, коэффициент нагрузки: 1.0 (предполагается, что кабели защищены от прямого солнечного излучения)
- b В земле: окружающая температура 25 °С,
Удельное термическое сопротивление почвы: 1 К•м/Вт, коэффициент нагрузки: 1.0
Глубина прокладки: 1500 мм.

- c Расположение одножильных кабелей:

- Расположение треугольником: 3 кабеля уложены треугольником вплотную
- Расположение в одной плоскости: 3 кабеля уложены в одной плоскости,

"расстояние по осям;" в земле: 3•D , по воздуху: 4•D

D = Внешний диаметр кабеля

- d Заземление металлических оболочек или экранов; транспозиция или одностороннее

Поправочные коэффициенты для различных условий прокладки

Поправочные коэффициенты для различной температуры окружающего воздуха

Температура воздуха (°C)	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
Расчетный коэффициент	1,09	1,05	1	0,95	0,9	0,85	0,8

Поправочные коэффициенты для различной температуры почвы

Температура почвы (°C)	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
Расчетный коэффициент	1,08	1,04	1	0,96	0,92	0,87	0,82

Поправочные коэффициенты для различного удельного термического сопротивления почвы

Удельное сопротивление (К•м/Вт)	0,7	1	1,2	1,5	2	2,5	3
Расчетный коэффициент	1,13	1	0,93	0,85	0,74	0,67	0,62

Поправочные коэффициенты для различной глубины прокладки

Глубина прокладки (мм)	750	1000	1250	1500	1750	2000	2500
Расчетный коэффициент	1,1	1,06	1,03	1	0,98	0,96	0,93

Технические данные

а) I_{thN} , Макс. ток короткого замыкания по жиле в течение 1 сек., кА

Начальная температура: 90°C, Конечная температура: 250°C		
Поперечное сечение (мм ²)	Алюминиевая жила	Медная жила
240	22,6	34,3
300	28,2	42,9
400	37,6	57,2
500	47,0	71,5
630	59,2	90,1
800	75,2	114,4
1000	94,0	143,0
1200	112,8	171,6
1400	131,6	200,2
1600	150,4	228,8
2000	188,0	286,0
2500	235,0	357,5
3000	282,0	429,0
на мм ²	0,094	0,143

★ Ток короткого замыкания для различного времени отключения (T_k -сек), I_{th}

$$I_{th} = \frac{I_{thN}}{\sqrt{T_k}}$$

где,

I_{thN} = ток короткого замыкания за 1 секунду
(как указано в таблице выше)

1.40 КАБЕЛИ XLPE И СТАНДАРТЫ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Кабельные системы Demirer Kablo спроектированы так, чтобы удовлетворять требованиям международных или национальных стандартов. Обычно для кабелей HV/EHV применяются следующие стандарты:

МЭК

(Международная электротехническая комиссия)

МЭК 60228

Токопроводящие жилы изолированных кабелей.

МЭК 60287

Электрические кабели - Расчет требования по номинальному току.

МЭК 60332

Испытания на электрических кабелях в условиях горения.

МЭК 60502

Силовые кабели с экструдированной изоляцией и арматура к ним.

МЭК 60840

Силовые кабели с экструдированной изоляцией и арматура к ним на напряжение от 30 кВ до 150 кВ. Методы испытания и требования.

МЭК 60853

Расчет циклических и аварийных токовых нагрузок для кабелей.

МЭК 61443

Температурное ограничение при коротких замыканиях для кабелей на напряжение выше 30 кВ.

МЭК 60949

Расчет допустимых токов КЗ, основываясь на процессе нагрева.

МЭК 62067

Силовые кабели с экструдированной изоляцией и арматура к ним на напряжение выше 150 кВ и вплоть до 500 кВ. Методы испытания и требования.

CENELEC

(Европейский комитет по электротехнической стандартизации)

HD 632

Силовые кабели с экструдированной изоляцией и арматура к ним на напряжение выше 36 кВ и вплоть до 150 кВ.

ICEA

(Ассоциация инженеров по изолированным кабелям)

S-108-720

Стандарт для экструзивно-изолированных силовых кабелей для номинального напряжения в диапазоне от 46 до 345 кВ.

AEIC

(Ассоциация осветительных компаний Эдисон)

CS 9

Технические характеристики для силовых кабелей с экструдированной изоляцией и арматура к ним на напряжение в диапазоне от 46 кВ до 345 кВ переменного тока.

ISO

(Международная Организация по Стандартизации)

Наши системы соответствуют требованиям стандартов

ISO 9001

и

ISO 14001

OHSAS

(Серии по здравоохранению и безопасности)

Наши системы соответствуют требованиям стандарта

OHSAS 18001



1.50 Формулы

Ток при нагрузке (I)

Для однофазной системы

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} (A)$$

Для трехфазной системы

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cdot \cos \varphi} (A)$$

P = передаваемая мощность, кВт

U = рабочее напряжение (линейное напряжение) в кВ

$\cos \varphi$ = коэффициент мощности

Сопротивление постоянному току, при рабочей температуре

$$R = R_{20} \cdot (1 + \alpha_{20} \cdot \Delta \theta) \text{ Ом/км}$$

где,

R_{20} = сопротивление жилы постоянному току при 20°C Ом/км

α_{20} = коэффициент сопротивления температуры при 20°C, 1/°C

для меди: $\alpha_{20} = 0.00393 \text{ 1/deg C}$

для алюминия: $\alpha_{20} = 0.00403 \text{ 1/deg C}$

$\Delta \theta$ = разница температуры ($\theta - 20$)

Емкость

$$C = \frac{5.56 \cdot \epsilon_r}{\ln \frac{D}{d}} \times 10^{-2} \text{ мкФ/км}$$

где,

ϵ_r = диэлектрическая проницаемость изоляции

D = диаметр по изоляции, мм

d = диаметр по жиле, включая электропроводящий слой, если есть, мм

Зарядный емкостный ток

$$I_c = U_o \cdot \omega \cdot C \cdot 10^{-3} \text{ А / км}$$

где,

ω = круговая частота, 1/s

U_o = фазное напряжение, кВ

C = емкость фазы кабеля, $\mu\text{F/km}$

Формулы

Индуктивность на фазу кабеля

укладка треугольником,

$$L = 0.2 \left(\frac{1}{4} + \ln \frac{a}{r} \right) \text{ мГн / км}$$

укладка
в плоскости:

$$L_m = 0.2 \left(\frac{1}{4} + \ln \frac{\sqrt[3]{2} a}{r} \right) \text{ мГн / км}$$

где,

a = расстояние между центрами, мм
r = радиус жилы, мм

Активная мощность трехфазной системы

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \quad \text{кВт}$$

Полная мощность трехфазной системы

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \quad \text{кВА}$$

Диэлектрические потери

$$V_d = 3 U_o^2 \cdot \omega \cdot C \cdot \tan \delta \cdot 10^{-3} \quad \text{кВт / км}$$

где,

U_o = фазное напряжение, кВ
ω = круговая частота, 1/s (2πf)
C = фазы кабеля
tanδ = тангенс угла диэлектрических потерь

Напряженность электрического поля

напряженность электрического поля
на заданном радиусе (мм), E_x

$$E_x = \frac{U_o}{r \ln \frac{R}{r}} \quad \text{кВ / мм}$$

Максимальная напряженность электрического поля

$$E_{\max} = \frac{U_o}{r \ln \frac{R}{r}} \quad \text{кВ / мм}$$

где,

U_o = фазное напряжение, кВ
R = радиус по изоляции, мм
r = радиус по жиле, включая
полупроводящий слой, если есть, мм





1.60 **Кабели высокого и сверхвысокого напряжения**

Напряжение	Тип кабеля
64/110 (123) кВ	Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена, экраном из медных проволок и алюмополимерной лентой
127/220 (245) кВ	Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена, экраном из медных проволок и алюмополимерной лентой
190/330 (362) кВ	Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена, экраном из медных проволок и алюмополимерной лентой
290/500 (550) кВ	Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена, экраном из медных проволок и алюмополимерной лентой



64/110 (123) кВ

Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена, экраном из медных проволок и алюмополимерной лентой

Расчет токовых нагрузок для одиночной цепи (А)

МЕДНАЯ ЖИЛА											
Площадь поперечного сечения (мм²)	240	300	400	500	630	800	1000	1200	1600	2000	2500
Прокладка в земле	545	617	706	805	920	1039	1157	1333	1488	1642	1799
Прокладка в трубах	522	591	678	776	890	1009	1129	1304	1463	1622	1787
Прокладка в воздухе	Треугольник	576	658	762	877	1012	1149	1292	1542	1741	2149
	Плоскость	715	820	955	1108	1292	1483	1688	1974	2251	2836

Диаметр трубы ПНД = 2D

АЛЮМИНИЕВАЯ ЖИЛА											
Площадь поперечного сечения (мм²)	240	300	400	500	630	800	1000	1200	1600	2000	2500
Прокладка в земле	424	481	554	635	728	830	937	1054	1210	1352	1494
Прокладка в трубах	406	462	532	612	704	806	913	1031	1189	1335	1482
Прокладка в воздухе	Треугольник	449	515	601	697	807	931	1060	1226	1432	1815
	Плоскость	557	642	752	878	1023	1189	1364	1558	1834	2353

Диаметр трубы ПНД = 2D



ЖИЛА (Медь)	Площадь поперечного сечения (мм²)	240	300	400	500	630	800	1000	1200	1600	2000	2500
	Форма	Круглая	Круглая	Круглая	Круглая	Круглая	Круглая	Круглая	Сегмент.	Сегмент.	Сегмент.	Сегмент.
	Диаметр (мм)	18	20,4	23,45	26,4	30,25	34	39	43,5	49,5	56	63,5
Толщина изоляции (мм)		15	15	15	14	14	14	14	14	14	14	14
Площадь поперечного сечения (мм²)		95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Толщина внешней оболочки (мм)		2,8	2,9	3	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	3,8	4,2	4,5
Внешний диаметр кабеля (мм)		65	67	71	72	76	80	86	92	98	106	114
Вес кабеля (кг/м)		5,6	6,3	7,2	8,2	9,7	11,6	14	16	19,9	24,2	30
Макс. сопротивление жилы постоянного тока при 20°C (Ом/км)		0,0754	0,0601	0,047	0,0366	0,0283	0,0221	0,0176	0,0151	0,0113	0,009	0,0072
Емкость (мкФ/км)		0,141	0,152	0,165	0,188	0,206	0,224	0,251	0,275	0,304	0,336	0,372
Индуктивность фазы (мГн/км)		0,442	0,424	0,407	0,392	0,376	0,363	0,349	0,34	0,328	0,318	0,309

ЖИЛА (Алюминий)	Площадь поперечного сечения (мм²)	240	300	400	500	630	800	1000	1200	1600	2000	2500
	Форма	Круглая	Круглая	Круглая	Круглая	Круглая	Круглая	Круглая	Сегмент.	Сегмент.	Сегмент.	Сегмент.
	Диаметр (мм)	18,5	21,1	24,25	27,4	30,6	34,8	39	43,5	50,2	56,5	63,5
Макс. сопротивление жилы постоянного тока при 20°C (Ом/км)		0,125	0,1	0,0778	0,0605	0,0469	0,0367	0,0291	0,0247	0,0186	0,0149	0,0127
Вес кабеля (кг)		4,1	4,5	5	5,3	5,9	6,7	7,4	8,7	10,4	12	14,3



127/220 (245) кВ

Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена, экраном из медных проволок и алюмополимерной лентой

Расчет токовых нагрузок для одиночной цепи (А)

МЕДНАЯ ЖИЛА									
Площадь поперечного сечения (мм²)	400	500	630	800	1000	1200	1600	2000	2500
Прокладка в земле	696	795	909	1026	1143	1316	1469	1622	1776
Прокладка в трубах	680	778	890	1006	1126	1299	1455	1614	1776
Прокладка в воздухе	Треугольник	771	886	1020	1159	1302	1540	1738	1938
	Плоскость	923	1072	1254	1437	1633	1905	2169	2434

Диаметр трубы ПНД = 2D

АЛЮМИНИЕВАЯ ЖИЛА									
Площадь поперечного сечения (мм²)	400	500	630	800	1000	1200	1600	2000	2500
Прокладка в земле	545	627	720	820	925	1040	1195	1335	1475
Прокладка в трубах	534	614	704	805	910	1026	1184	1328	1473
Прокладка в воздухе	Треугольник	607	703	812	936	1064	1222	1426	1610
	Плоскость	726	849	993	1152	1319	1504	1764	2004

Диаметр трубы ПНД = 2D



ЖИЛА (Медь)	Площадь поперечного сечения (мм²)	400	500	630	800	1000	1200	1600	2000	2500
	Форма	Круглая	Круглая	Круглая	Круглая	Круглая	Сегментир.	Сегментир.	Сегментир.	Сегментир.
	Диаметр (мм)	23,45	26,4	30,25	34	39	43,5	49,5	56	63,5
Толщина изоляции (мм)		23	22	21	21	20	20	20	20	20
Площадь поперечного сечения экрана из медной проволоки (мм²)		150	150	150	150	150	150	150	150	150
Толщина внешней оболочки (мм)		3,6	3,6	3,7	3,8	3,8	4	4,2	4,6	4,9
Внешний диаметр кабеля (мм)		93	91	92	96	99	105	112	119	128
Вес кабеля (кг/м)		10,3	10,9	12,1	14	16,1	18,3	22,4	26,8	32,8
Макс. сопротивление жилы постоянного тока при 20°C (Ом/км)		0,047	0,0366	0,0283	0,0221	0,0176	0,0151	0,0113	0,009	0,0072
Емкость мкФ/км)		0,139	0,143	0,156	0,168	0,191	0,209	0,229	0,252	0,277
Индуктивность фазы (мГн/км)		0,462	0,434	0,408	0,394	0,375	0,365	0,352	0,339	0,33

ЖИЛА (Алюминий)	Площадь поперечного сечения (мм²)	400	500	630	800	1000	1200	1600	2000	2500
	Форма	Круглая	Круглая	Круглая	Круглая	Круглая	Сегментир.	Сегментир.	Сегментир.	Сегментир.
	Диаметр (мм)	24,25	27,4	30,6	34,8	39	43,5	50,2	56,5	63,5
Макс. сопротивление жилы постоянного тока при 20°C (Ом/км)		0,0778	0,0605	0,0469	0,0367	0,0291	0,0247	0,0186	0,0149	0,0127
Вес кабеля (кг)		8,1	8	8,2	9,1	9,9	11,1	12,8	14,7	17



190/330 (362) кВ

Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена, экраном из медных проволок и алюмополимерной лентой

Расчет токовых нагрузок для одиночной цепи (А)

МЕДНАЯ ЖИЛА							
Площадь поперечного сечения (мм ²)		800	1000	1200	1600	2000	2500
Прокладка в земле		1013	1128	1298	1447	1596	1746
Прокладка в трубах		1000	1117	1287	1441	1593	1751
Прокладка в воздухе	Треугольник	1157	1298	1529	1724	1921	2122
	Плоскость	1402	1596	1859	2113	2384	2659

Диаметр трубы ПНД = 2D

АЛЮМИНИЕВАЯ ЖИЛА							
Площадь поперечного сечения (мм²)		800	1000	1200	1600	2000	2500
Прокладка в земле		809	913	1025	1177	1313	1450
Прокладка в трубах		800	903	1017	1172	1310	1453
Прокладка в воздухе	Треугольник	932	1058	1212	1412	1593	1782
	Плоскость	1123	1289	1468	1719	1959	2205

Диаметр трубы ПНД = 2D



ЖИЛА (Медь)	Площадь поперечного сечения (мм²)	400	500	630	800	1000	1200	1600	2000	2500
	Форма	Круглая	Круглая	Круглая	Круглая	Круглая	Сегментир.	Сегментир.	Сегментир.	Сегментир.
	Диаметр (мм)	23,45	26,4	30,25	34	39	43,5	49,5	56	63,5
Толщина изоляции (мм)		23	22	21	21	20	20	20	20	20
Площадь поперечного сечения экрана из медной проволоки (мм²)		150	150	150	150	150	150	150	150	150
Толщина внешней оболочки (мм)		3,6	3,6	3,7	3,8	3,8	4	4,2	4,6	4,9
Внешний диаметр кабеля (мм)		93	91	92	96	99	105	112	119	128
Вес кабеля (кг/м)		10,3	10,9	12,1	14	16,1	18,3	22,4	26,8	32,8
Макс. сопротивление жилы постоянного тока при 20°C (Ом/км)		0,047	0,0366	0,0283	0,0221	0,0176	0,0151	0,0113	0,009	0,0072
Емкость мкФ/км)		0,139	0,143	0,156	0,168	0,191	0,209	0,229	0,252	0,277
Индуктивность фазы (мГн/км)		0,462	0,434	0,408	0,394	0,375	0,365	0,352	0,339	0,33

ЖИЛА (Алюминий)	Площадь поперечного сечения (мм²)	400	500	630	800	1000	1200	1600	2000	2500
	Форма	Круглая	Круглая	Круглая	Круглая	Круглая	Сегментир.	Сегментир.	Сегментир.	Сегментир.
	Диаметр (мм)	24,25	27,4	30,6	34,8	39	43,5	50,2	56,5	63,5
Макс. сопротивление жилы постоянного тока при 20°C (Ом/км)		0,0778	0,0605	0,0469	0,0367	0,0291	0,0247	0,0186	0,0149	0,0127
Вес кабеля (кг)		8,1	8	8,2	9,1	9,9	11,1	12,8	14,7	17



290/500 (550) кВ

Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена, экраном из медных проволок и алюмополимерной лентой

Расчет токовых нагрузок для одиночной цепи (А)

МЕДНАЯ ЖИЛА								
Площадь поперечного сечения (мм²)		800	1000	1200	1600	2000	2500	3000
Прокладка в земле		983	1095	1255	1354	1537	1754	1933
Прокладка в трубах		979	1093	1253	1355	1543	1772	1956
Прокладка в воздухе	Треугольник	1139	1280	1498	1637	1877	2168	2394
	Плоскость	1348	1531	1788	1982	2289	2664	2989

Диаметр трубы ПНД = 2D

АЛЮМИНИЕВАЯ ЖИЛА								
Площадь поперечного сечения (мм²)		800	1000	1200	1600	2000	2500	3000
Прокладка в земле		785	885	991	1118	1269	1399	1597
Прокладка в трубах		782	883	990	1118	1274	1409	1614
Прокладка в воздухе	Треугольник	915	1041	1186	1359	1560	1741	2004
	Плоскость	1079	1236	1412	1635	1897	2122	2470

Диаметр трубы ПНД = 2D



ЖИЛА (Медь)	Площадь поперечного сечения (мм²)	800	1000	1200	1600	2000	2500	3000
	Shape	Круглая	Круглая	Сегментир.	Сегментир.	Сегментир.	Сегментир.	Сегментир.
	Диаметр (мм)	34	39	43,5	49,5	56	63,5	71
Толщина изоляции (мм)		33	33	31	30	30	30	30
Площадь поперечного сечения экрана из медной проволоки (мм²)		185	185	185	185	185	185	185
Толщина внешней оболочки (мм)		4,7	4,8	4,8	4,9	5,3	5,6	5,8
Внешний диаметр кабеля (мм)		130	134	136	139	147	155	162
Вес кабеля (кг/м)		19,3	21,7	23,5	27	31,7	37,6	43,8
Макс. сопротивление жилы постоянного тока при 20°C (Ом/км)		0,0221	0,0176	0,0151	0,0113	0,009	0,0072	0,006
Емкость (мкФ/км)		0,132	0,14	0,158	0,172	0,187	0,204	0,219
Индуктивность фазы (мГн/км)		0,456	0,434	0,415	0,394	0,379	0,365	0,354

ЖИЛА (Алюминий)	Площадь поперечного сечения (мм²)	800	1000	1200	1600	2000	2500	3000
	Форма	Круглая	Круглая	Сегментир.	Сегментир.	Сегментир.	Сегментир.	Сегментир.
	Диаметр (мм)	34,8	39	43,5	50,2	56,5	63,5	71
Макс. сопротивление жилы постоянного тока при 20°C (Ом/км)		0,0367	0,0291	0,0247	0,0186	0,0149	0,0127	0,0099
Вес кабеля (кг)		14,5	15,4	16,2	17,6	19,3	21,9	24,5



1.70 Контроль качества

Производство кабелей высокого и сверхвысокого напряжений требует высочайшей точности на стадии производства, а также опыта и оборудования контроля качества для достижения лучшего качества продукции.

Учитывая этот факт, компания Demirer Kablo уделяет максимальное внимание контролю качества и поэтому постоянно делает значительные инвестиции, чтобы иметь самое последнее современное испытательное оборудование, совершенствовать новые технологии в этой области и поддерживать высокую квалификацию персонала по контролю качества.

Высокое качество исходного материала основой для получения высококачественной конечной продукции, поэтому компания Demirer Kablo работает только с проверенными поставщиками.

Некоторые типы нашего оборудования для контроля качества приведены ниже и разбиты на три категории:

1.Оборудование мониторинга качества:

a Система сканирования чистоты CSS2, которая обнаруживает включения при подаче материала в экструдеры, выдает предупреждение и хранит изображение данных включений.

b Прибор для измерения толщины стенок Sikora X-Ray 8000 (при помощи рентгеновских лучей) сканирует в горячем состоянии толщину и эксцентриситет трех слоев. Выдает предупреждение, если допускается превышение допустимых отклонений.

c Ультразвуковое выявление дефектов - IPEC Ultrasense Обнаруживает любые пузырьки или выступы и измеряет толщину трех слоев после охлаждения. При превышении допустимых отклонений выдает предупреждение и ведет журнал записей для будущих проверок.

d Калибромер диаметра Sikora X-Y измеряет диаметр по обеим осям в холодном состоянии.



Контроль качества

2. Испытательное оборудование для высокого напряжения

a Испытательная система 1.050 кВ - 22.500 кВА переменного тока со следующими возможностями

- I. Долговременные испытания высоким напряжением
- II. Типовые испытания
- III. Определение эл. прочности изоляции путем ступенчатого поднятия переменного напряжения промышленной частоты

b Импульсная испытательная установка
2.400 кВ- 120 кДж Грозовой импульс -
1.540, + 1.050 Коммутационный импульс

- I. Испытания на стойкость к Грозovому и Коммутационному импульсу

c Резонансная система испытаний 500 кВ - 20.000 кВА переменного тока

- Детектор частичных разрядов
- I. Высоковольтные испытания
- II. Измерения частичных разрядов

d Резонансная система испытаний 350 кВ - 4.000 кВА переменного тока

- Детектор частичных разрядов
- I. Высоковольтные испытания
- II. Измерения частичных разрядов

e Импульсная испытательная система
1.400 кВ - 42 кДж Грозовой импульс

- I. Испытания на стойкость к Грозovому импульсу

f Набор для диэлектрических испытаний 150 кВ - 125 кВА переменного тока

- I. Долговременные испытания напряжением
- II. Типовые испытания

g Испытательная установка 525 кВ - 3 кВт постоянного тока

- I. Испытание напряжением постоянного тока
- II. Испытания на объекте

h Измерительный мост Шеринга

- I. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь
- II. Измерение емкости

i Система испытания кабеля на нагрев

- I. Испытание напряжения в процессе циклов нагрева
- II. Испытание на водопоглощение

Контроль качества

3. Оборудование для неэлектрических испытаний

- a Прибор для измерения содержания влаги
 - I. Измерение содержания влаги в изоляции и электропроводящих материалов
- b Инфракрасный спектрометр на базе преобразования Фурье (FTIR)
 - I. Спектральный анализ материалов изоляции и оболочек
- c Термогравиметрический анализатор (TGA)
 - I. Материалы изоляции и оболочек
 - Определение концентрации продуктов
 - Измерения сажистых веществ
 - Измерение содержания технического углерода
- d Оборудование термического анализа и хроматографии
 - I. Изоляция, оболочка и различные материалы
 - Термический анализ
 - Измерения температуры плавления
- e Цифровой микроомметр
 - I. Измерение сопротивления постоянному току
- f Оптические системы измерения толщины
 - I. Измерение толщины
- g Камера испытаний на распространение горения
 - I. Испытание на распространение пламени
- h Испытательная камера оптической плотности дыма
 - I. Испытание оптической плотности дыма
- i Универсальная испытательная система
 - I. Измерения предела прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве



1.80 Кабельная Арматура

- Соединительные муфты и соединительные муфты для транспозиции экранов
- Фарфоровые и силиконовые концевые муты
- Элегазовые и трансформаторные вводы (маслонаполненные, сухие)
- Ящики для заземления и транспозиции экранов кабеля
- Система распределенного измерения температуры с помощью интегрированного в стальные трубки волокна или с помощью отдельного оптоволоконного кабеля, закрепленного на силовых кабелях

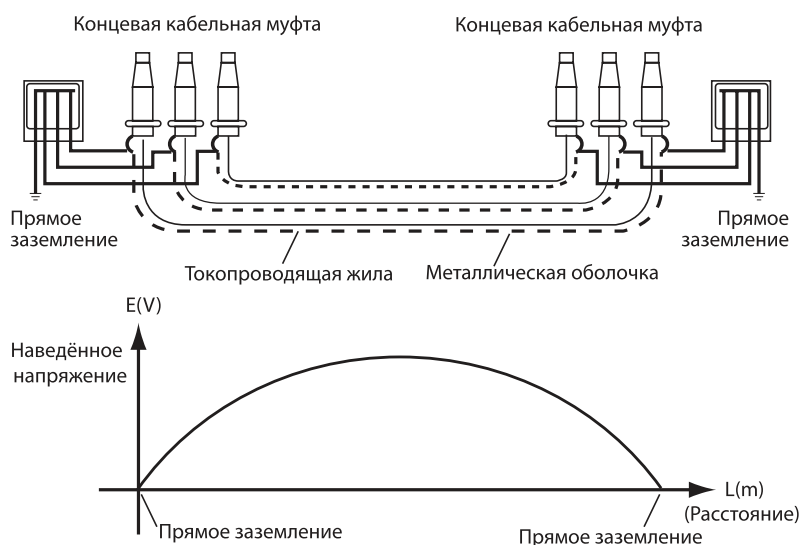


1.90 Заземление металлических экранов

Двухстороннее заземление

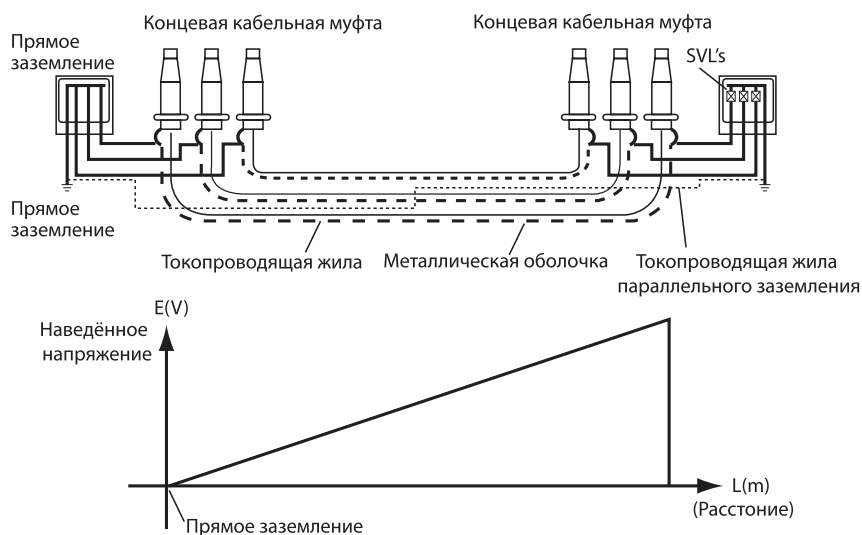
При двустороннем заземлении экранов кабелей образуется электрический контур, замыкающийся через землю. Из-за наличия электромагнитного поля в кабеле, в данном случае по экранам протекают токи, которые обуславливают потери мощности передаваемой по кабелю.

Эти потери меньше при расположении фаз кабеля треугольником, чем при расположении фаз кабеля в плоскости.



Одностороннее заземление

В системах с односторонним заземлением экранов нет контура для протекания токов по экранам кабелей в нормальном режиме работы кабеля, а также при коротких замыканиях (КЗ) за пределами КЛ. При этом на незаземленном конце КЛ наводятся напряжения между проводочным экраном и землей и между экранами соседних фаз КЛ. Величина наведенного напряжения пропорциональна длине КЛ и току, протекающему по жилам кабелей. Этот аспект ограничивает длину КЛ при одностороннем заземлении экранов.





Заземление с транспозицией

При заземлении экранов с транспозицией экраны кабелей заземляются по краям КЛ, и по длине линии осуществляется перекрестное соединение экранов разных фаз кабелей. В данном случае наводится напряжение между экранами кабелей и землей, однако ток протекающий по экранам будет незначительным. Максимальное напряжение наводится в местах установки устройств транспозиции.

Такой способ заземления позволяет добиться практически такой же пропускной способности, как и при одностороннем заземлении, при существенно больших длинах КЛ. Однако для этого требуются специальные устройства транспозиции и специальные соединительные муфты с разделением экрана.

